

**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**Profesor Patrocinante** : Ing. Alonso Garrido González

**Profesores Comisión** : Mg. Ricardo Riveros

Mg. Sergio Quijada

***Diseño de Alternativa Vial, con Enfoque en el Fomento Productivo, Comuna de Santa Bárbara.***

**Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el  
Título de Ingeniero Civil**



**Pablo Andrés Contreras Toledo**

Concepción, Diciembre 2017

## AGRADECIMIENTOS

*Expreso mis más profundos agradecimientos a mi familia, en especial a mi madre María Angélica Toledo; a mis amigos, y todos a quienes de una u otra forma me brindaron su apoyo incondicional, y que a pesar de todas las adversidades que se me fueron presentando, ellos estuvieron en algún momento conmigo en el desarrollo de mi proyecto de título.*

*También agradezco profundamente a todos los profesores que me apoyaron, en especial al profesor Alonso Garrido por darme la oportunidad de realizar este proyecto y que con su buena disposición, me guió y apoyó con sus experiencia y consejos para lograr esta faena con éxito.*

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Objetivos .....	4
1.1.1. Objetivo General.....	4
1.1.2. Objetivos Específicos.....	4
2. ANTECEDENTES GENERALES .....	5
2.1. Antecedentes de la comuna de Santa Bárbara .....	5
2.1.1. Demografía.....	5
2.1.2. Actividades Productivas y Económicas de la comuna.....	6
2.2. Programa de Infraestructura Rural de Desarrollo Territorial (PIRDT) .....	7
2.2.1. Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT).....	8
2.2.2. Unidades básicas de intervención del PIRDT. ....	9
2.3. Antecedentes del Subterritoio Mañil – Los Boldos.....	10
2.3.1. Actividades Económico - Productivas del subterritoio .....	10
2.3.2. Diagnóstico de la infraestructura del subterritoio. ....	11
2.3.3. Propuestas en Infraestructura rural vial para el Subterritoio .....	12
2.3.4. Proyecto de Conservación Camino el Sótano (Q – 717) .....	12
2.3.5. Ubicación del proyecto .....	13
3. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Diagnóstico del Sector en Estudio .....	14
3.1.1. Recopilación de antecedentes.....	14
3.1.2. Diagnóstico comunal y subterritoio.....	14
3.2. Recopilación, revisión de Antecedentes Técnicos e Ingeniería Básica. ....	14
3.2.1. Reconocimiento del trazado en estudio .....	15
3.2.2. Antecedentes geotécnicos .....	15
3.2.3. Revisión y análisis de Antecedentes topográficos.....	15
3.2.4. Revisión bibliográfica de métodos y recomendaciones de diseño. ....	15
3.2.5. Estimaciones de Parámetros de Diseño .....	16
3.3. Etapas de Diseño.....	17
3.3.1. Elaboración del Diseño Vial .....	17

3.3.2.	Solución para superficie de rodadura.....	18
3.3.3.	Solución para superficie de rodadura.....	18
3.3.4.	Elaboración de planos e informes del proyecto.....	18
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	19
4.1.	Antecedentes y Levantamiento de Información del camino “El Sótano” .....	19
4.1.1.	Diagnóstico de la Situación Actual.....	19
4.1.2.	Catastro del Camino El Sótano.....	20
4.1.3.	Topografía y Tipo de Terreno .....	20
4.1.4.	Categoría de vía y Velocidad de proyecto (Vp) .....	21
4.2.	Carpeta de Rodadura: Caminos Básicos .....	22
4.3.	Diseño Vial.....	22
4.3.1.	Diseño en Planta .....	22
4.3.2.	Diseño en alzado.....	24
4.4.	Sección Transversal de Diseño .....	26
4.4.1.	Bombeo .....	26
4.4.2.	Modificación de ancho de calzada.....	26
4.5.	Obras de Drenaje .....	27
4.5.1.	Puente de madera y obras de arte .....	27
4.6.	Seguridad Vial .....	28
4.7.	Comparación de criterios de diseño .....	28
4.8.	Tramificación de la Velocidad de Proyecto .....	30
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31
5.1.	Conclusiones.....	31
5.2.	Recomendaciones para nuevas líneas de investigación. ....	32
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	33
	ANEXOS.....	34

## **DISEÑO DE ALTERNATIVA VIAL, CON ENFOQUE EN EL FOMENTO PRODUCTIVO, COMUNA DE SANTA BÁRBARA.**

**Autor: Pablo Andrés Contreras Toledo**

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

Correo electrónico: pact\_87@hotmail.com

**Profesor Patrocinante: Alonso Arturo Garrido González**

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

Correo electrónico: alonso.garrido.g@gmail.com

### **RESUMEN**

El presente trabajo desarrolla un proyecto vial en marco del Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT), el cual se enfoca en fomentar y potenciar el desarrollo productivo en sectores rurales en Chile, mediante el desarrollo de infraestructura; en este caso en particular, para la comuna de Santa Bárbara, en la Provincia del Bío-Bío, Región del Bío-Bío.

Luego de un diagnóstico del subterritorio correspondiente, se estudia y propone una solución a la actual situación de conectividad del camino “El Sótano” (Ruta Q-717). Este camino se encuentra en condiciones precarias, impidiendo un tránsito apropiado para los pobladores, y en consecuencia, dificultando el desarrollo productivo y económico de la comunidad rural.

Previo a la elaboración del proyecto, se llevaron a cabo estudios de ingeniería básica: estudios de suelo y análisis de topografía del sector para posteriormente desarrollar una alternativa de diseño vial, que considera mejoras en seguridad vial, en la superficie de rodadura y en geometría del trazado, que daría una apropiada y necesaria solución para este camino.

Durante el desarrollo de la ingeniería vial, se hace énfasis sobre algunos inconvenientes respecto del uso de la normativa actual para el diseño vial de caminos rurales, luego de que el camino a proyectar no clasifica dentro de las categorías establecidas, lo que permite cuestionar y dudar de su validez como guía de diseño para este tipo de camino que, habitualmente, se presentan en sectores rurales cordilleranos.

**Palabras Claves: Fomento Productivo, Conectividad Vial, Diseño Vial.**

Palabras Texto 7753 + 14 Figuras/Tablas\*250 = 11253 Palabras Totales

## **ALTERNATIVE ROAD DESIGN, WITH FOCUS ON THE PRODUCTIVE DEVELOPMENT, FOR COMMUNE OF SANTA BÁRBARA.**

**Author: Pablo Contreras Toledo**

Civil and Environmental Engineering Department, Bío-Bío University.

e-mail: pcontret@alumnos.ubiobio.cl

**Advisor: Ing. Alonso Garrido González**

Civil and Environmental Engineering Department, Bío-Bío University.

e-mail: alonso.garrido.g@gmail.com

### **ABSTRACT**

This work develops a road project, within of the Rural Infrastructure for Territorial Development Program (PIRDT), which focuses on promoting and enhancing productive development in rural sectors in Chile, through the development of infrastructure; in this particular case, for the commune of Santa Bárbara, in the Province of Bío-Bío, Bío-Bío Region.

After a diagnosis of the corresponding sub-territory, a solution to the current situation of connectivity of the road "El Sótano" (Route Q-717), is studied and proposed. This road is in precarious conditions, preventing an appropriate transit for the settlers, and consequently, hindering the productive and economic development of the rural community.

Prior to the development of the project, basic engineering studies were carried out: soil studies and topography analysis of the sector to later develop a road design alternative, which considers improvements in road safety, in the running surface and in the geometry of the layout; that will give an appropriate and necessary solution for this road.

During the development of road engineering, emphasis is placed about some drawbacks regarding the use of current regulations for road design of rural roads, after the road to project does not classify within the established categories, which allows to question and doubt of its validity as a design guide for this type of road that, usually, exists in mountain rural areas.

**Keywords: Productive Development, Road Connectivity, Road Design.**

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la infraestructura vial del país ha ido creciendo y evolucionando producto de las mejoras y avances en materiales, procesos constructivos, conservación, tecnologías y principalmente en aumentos en inversión fiscal; pero en el caso de la conectividad vial rural, los mecanismos de evaluación económica y social actuales para financiamiento de proyectos se encuentran centrados en una población beneficiada, y dada la dispersión poblacional en el mundo rural, dicho aumento de inversión fiscal no ha llegado. Es por ello que, el Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT), tiene como objetivo apoyar y potenciar el desarrollo productivo de aquellas comunidades rurales que poseen la condición de semi-concentrada y dispersa, permitiendo su acceso a servicios de infraestructura.

Dentro de las complicaciones que se ha visto sometido el programa, es la falta de capacidad para concretar las iniciativas; dicha situación se ve afectado por la poca disposición de las unidades técnicas a levantar los proyectos y lo precario de las oficinas de planificación de los municipios, los cuales no poseen equipos y profesionales para llevarlos a cabo. Es por esto que, en marco de proyectos de infraestructura vial competentes al PIRDT, en el presente proyecto de título, se desarrollará una solución de diseño vial del camino “El Sótano” ubicado en la comuna de Santa Bárbara, que resolvería múltiples problemas de conectividad, estándar de vía y productividad del sector.

Por otro lado, los resultados obtenidos de la experiencia del diseño vial, permiten analizar la validez del uso de los criterios y parámetros que se estipulan en la normativa vigente, como es el caso del Manual de Carreteras (MC), abriendo el debate sobre la necesidad de proponer e incorporar criterios de diseño acordes a este tipo de vías, los cuales deberán basarse considerando características topográficas complejas, ya que el uso de soluciones y técnicas de diseños actuales, sobredimensionan los diseños, los que en muchos casos los hace inviables tanto técnica como económicamente.

## **1.1. Objetivos**

### *1.1.1. Objetivo General*

Desarrollar una propuesta de solución de diseño de ingeniería para mejorar la conectividad vial en sectores rurales dispersos y en base a acceso alternativo a la comuna de Santa Bárbara, en el marco de enfoque de fomento productivo.

### *1.1.2. Objetivos Específicos*

- Recopilar información relevante respecto a la situación actual asociada a la problemática de conectividad y enfoque productivo del sector en estudio.
- Identificar requerimientos técnicos y necesidades asociadas al diseño de conectividad vial específicos de la localidad.
- Evaluar alternativas de solución a demandas asociadas a la problemática de conectividad vial e incorporar nuevas alternativas de capas de rodado, en base a mejorar del desarrollo productivo de la comuna en estudio.
- Diseñar alternativa de solución de conectividad vial para la comuna de Santa Bárbara.
- Analizar problemáticas de diseño vial de caminos rurales en condiciones de topografía adversas.



## 2. ANTECEDENTES GENERALES

### 2.1. Antecedentes de la comuna de Santa Bárbara

La comuna de Santa Bárbara, se localiza en el sector precordillerano de la Provincia del Biobío, a una altura aproximada de 225 m.s.n.m., emplazada en la ribera norte del río Bío Bío. La comuna limita al Norte con las comunas de Quilleco y Antuco, al Sur con la comuna de Quilaco, al Este con la comuna de Alto Biobío y al Oeste, a unos 42 km, de la ciudad de Los Ángeles.

#### 2.1.1. Demografía

La población de la comuna de Santa Bárbara, según el Censo de 2002, corresponde a 12.943 habitantes, con una distribución de 49,79% de mujeres (6.445) y un 50,2% (6.498) de hombres. Según estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), para el año 2012, la población de comuna de Santa Bárbara alcanza los 14.939 habitantes, significando el 0,72% de la población total de la región de Biobío.

En consideración al crecimiento poblacional de la comuna, se observa un proceso de crecimiento poblacional constante, aun cuando se aprecia una disminución de intensidad de ésta. De allí se proyecta que la población para la comuna de Santa Bárbara, durante el 2020, será de 15.756 habitantes, como se puede observar en la Tabla 1:

Tabla 1. Proyección comunal, Comuna de Santa Bárbara, INE 2011

Población	12.943	14.720	14.939	15.260	15.756
Año	2002	2010	2012	2015	2020

Fuente: Estimaciones de Proyección, INE 2011.

En el CENSO de 2002, se registró un aumento de la población urbana, en desmedro de la población rural, que alcanza un 52,8% del total de la población comunal. De acuerdo a estimaciones del INE, la tendencia a la concentración de los habitantes en zona urbana seguiría aumentando, ya que el 55,6 % de la población habita en el sector urbano, y por ende un 44,4% en el sector rural, y en el que en la comuna se caracteriza por presentar un hábitat disperso.

En consecuencia, la comuna de Santa Bárbara muestra una tendencia de urbanización de su población, concentrándose en la cabecera comunal, lo cual se ha traducido en un crecimiento de la localidad, durante la última década.

Respecto de la migración campo-ciudad, en diferentes estudios desarrollados en relación a los efectos socioeconómicos producidos por la expansión de la actividad forestal en las zonas rurales del país, se ha llegado a la conclusión de que la migración de la población rural ha sido uno de los principales efectos de esta actividad económica.

Producto de la dinámica forestal, las perspectivas de desarrollo económico para la población que habita en los sectores rurales, se ha visto restringida considerablemente, obligando a los más jóvenes a emigrar a Santa Bárbara, Los Ángeles y otras ciudades, principalmente en busca de empleos de baja calificación.

### *2.1.2. Actividades Productivas y Económicas de la comuna.*

La vocación productiva de la comuna de Santa Bárbara es silvoagropecuaria, destacándose las explotaciones de producción agrícola y ganadera, pequeña y mediana; grandes extensiones de explotaciones forestales intensivas; y, por otro lado, la presencia de la apicultura. En general las actividades productivas agrícolas y ganaderas se caracterizan por su desarrollo a baja escala y de subsistencia, en algunos casos, lo que difiere de la fuerte explotación forestal que, además, afecta a las primeras actividades debido a las externalidades negativas que acarrea una explotación intensiva como las desarrolladas en gran parte de la superficie local.

Cabe mencionar que la población que reside en sectores como Mañil Alto, Villucura, Corcovado, entre otros, desarrollan algunas actividades que les permiten subsistir, tales como: agricultura de autoconsumo, crianza de animales (aves y ovinos), apicultura, recolección de frutos silvestres, productos forestales no maderables, entre otros.

De acuerdo a la realidad comunal es posible definir que la localidad de Santa Bárbara posee una marcada vocación de servicios y comercio, que satisface las necesidades de la población comunal y también de comunas vecinas.

La Encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN), entrega información sobre las principales ramas de actividad económica en las cuales se desempeña la Población Económicamente Activa (PEA). La actividad más significativa es la categoría “Agricultura, Caza y Silvicultura”. Esta rama representaba un 33% de la PEA al año 2006 y el 2009 un 31%, como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 2. Ramas de actividad económica, comuna de Santa Bárbara.

<b>Rama de Actividad Económica</b>	<b>2006</b>	<b>2009</b>
Actividades No Bien Especificadas	0,77%	0,3%
Agricultura, Caza y Silvicultura	33,0%	31,3%
Industrias Manufactureras	7,8%	5,9%
Electricidad, Gas y Agua	3,1%	1,4%
Construcción	4,2%	6,9%
Comercio Mayor/Menor, Restorán Hoteles	16,9%	12,1%
Transporte y Comunicaciones	3,8%	5,4%
Establecimientos Financieros, Seguros	1,3%	3,1%
Servicios Comunales Sociales	28,6%	33,3%
Total	100%	100%

Fuente: Plan de Desarrollo Comunal 2012 – 2016.

Sin embargo de estos valores se desprende que, aun cuando la actividad forestal posea gran relevancia, existe una fuerza productiva importante dedicada a agricultura de subsistencia (agricultura familiar campesina) y ganadería a pequeña escala, a lo cual se le suman productores apícolas. Le sigue en importancia los “Servicios Comunales Sociales” con un 28,6% de la PEA el 2006 y con un 33% el 2009. Destaca también la Rama “Comercio Mayor, Menor, Restorán Hoteles” con un 16,9% el 2006 y un 12,1% el 2009.

Llama la atención que en una comuna con características rurales, más de un 12% de la PEA se desempeñe en el rubro comercial, dado que habitualmente en las comunas “rurales” predominan las ramas asociadas a actividades primarias. Esto se explica, por una parte, por el posicionamiento y consolidación del comercio y los servicios de alojamiento y restaurantes, los cuales cubren la demanda de las empresas forestales, turísticas y principalmente de trabajadores que se desempeñan en la construcción de represas.

## **2.2. Programa de Infraestructura Rural de Desarrollo Territorial (PIRDT)**

El programa PIRDT es una iniciativa de gobierno que nace el año 2005, administrado por la División de Desarrollo Regional de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) y ejecutados por los Gobiernos Regionales (GORES). El Programa apoya y contribuye a que las comunidades en sectores rurales potencien sus opciones de desarrollo productivo mediante el financiamiento de infraestructura, lo que permite aumentar la competitividad del sector, y así, potenciar la calidad en la producción, reducir los costos para su

venta y de esta forma, lograr maximizar las utilidades que perciben los habitantes por la comercialización de sus productos.

La razón del enfoque productivo, tiene relación con los modelos actuales utilizados para financiar iniciativas de infraestructura. El modelo actual (Sistema Nacional de Inversiones), al ser su principal enfoque la población beneficiada, no permite financiar ningún tipo de obra para dichas localidades. Por esta razón el PIRDT desarrolló una metodología de “Formulación y Evaluación Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT)” la que se encuentra publicada, validada y avalada por el Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO).

Para la identificación y el desarrollo de las iniciativas, el PIRDT proporciona la sinergia en los territorios entre los Sectores de Infraestructura e Instituciones de Fomento Productivo, apoyando la coordinación de las inversiones públicas y privadas que fortalezcan la competitividad de estas comunidades productivas.

#### *2.2.1. Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT).*

La metodología PMDT, es una herramienta de planificación y evaluación de iniciativas de inversión desde un enfoque territorial, que potenciarán el desarrollo productivo del territorio y/o subterritorio cuyas funciones son identificar las potencialidades de desarrollo productivo de un subterritorio, a través de la detección de oportunidades de negocios asociadas a uno o varios ejes(s) productivos; identificación de las necesidades de inversión requeridas para el desarrollo de las potencialidades detectadas y determinar la rentabilidad privada y social de la cartera de inversiones identificada, posibilitando la inversión en sectores rurales semi-concentrados y dispersos a través de una cartera integrada de proyectos o perfiles de ingeniería lo cual viabiliza la inversión con rentabilidad social positiva que avala la cartera y que donde habitualmente estos proyectos serían calificados con “baja rentabilidad” y no obtendrían la viabilidad en el Sistema Nacional de Inversiones (SNA) si postulara en forma independiente, al ser su principal enfoque la población beneficiada, no permite financiar ningún tipo de obra para dichas localidades.

El carácter integrado de la cartera de proyectos se fundamenta en dos aspectos, uno de carácter socio participativo y otro de carácter técnico, esto significa que la propuesta de proyectos de infraestructura y productivos tiene en cuenta tanto la priorización de los vecinos, así como las características físicas, productivas, poblacionales y organizacionales del subterritorio.

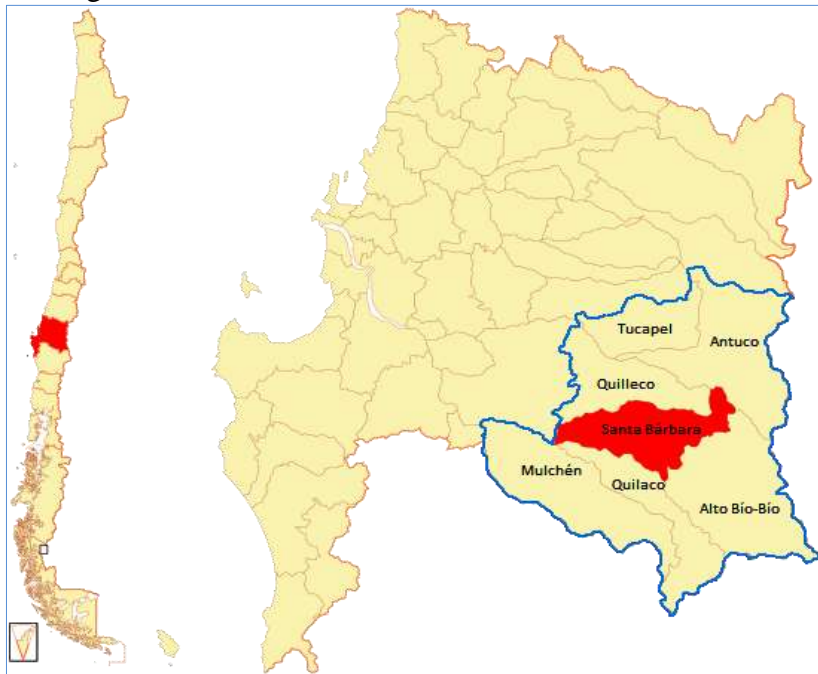
Las inversiones a ser financiadas con el PIRDT comprenden seis áreas de servicios los cuales son: Agua potable, Saneamiento, Electrificación, Conectividad vial, Telecomunicaciones y Tecnologías de Información; y Pre inversión en la línea de fomento productivo

### 2.2.2. Unidades básicas de intervención del PIRDT.

En este contexto, se define como territorio el espacio de concertación público–privado–comunitario y de toma de decisiones sobre prioridades de inversión, constituyéndose en una "Unidad Integral de Planificación" de nivel subregional. En un territorio se da un conjunto de relaciones económicas y sociales, cuyas dinámicas inciden en la población y determinan los flujos de intercambio, tanto al interior del territorio como fuera del mismo. Por su parte, se define como subterritorio un área geográfica al interior del territorio, que presenta un desarrollo a nivel local de uno o más ejes productivos, para los cuales se identifican potencialidades de mayor desarrollo.

La comuna de Santa Bárbara se enmarca dentro del Territorio de Planificación Bío Bío Cordillera. En la comuna, se establecen 5 subterritorios, Mañil – Los Boldos, Agua Santa, Sector Urbano, Villucura y Lipín, de los cuales, el presente informe se enfocará en el primer subterritorio, Mañil – Los Boldos.

Figura 1: Territorio de Planificación Bío-Bío Cordillera

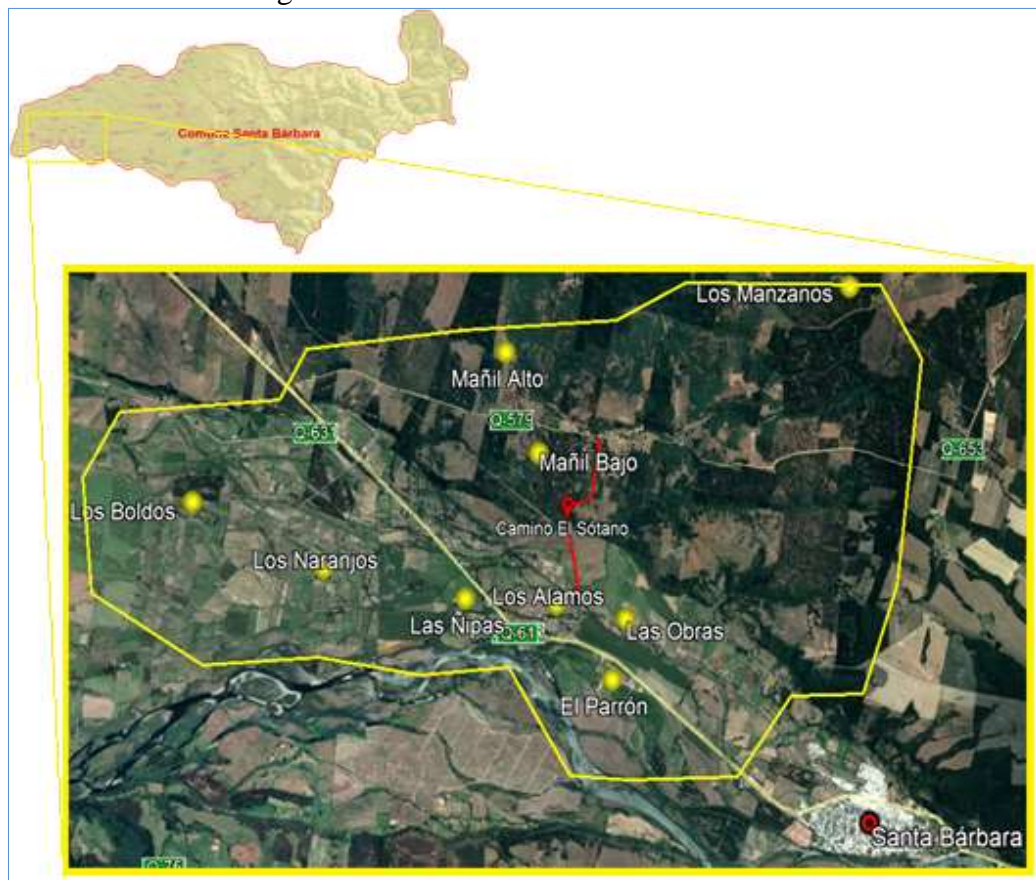


Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Antecedentes del Subterritorio Mañil – Los Boldos

El subterritorio Mañil – Los Boldos está conformado por un conjunto de localidades ubicadas al norponiente del centro urbano de la comuna de Santa Bárbara, entre ellas se encuentra: Mañil Alto, Mañil Bajo, El Sótano, Los Álamos, Las Obras, Los Boldos, Los Naranjos y Los Manzano; como se puede observar en la figura siguiente:

Figura 2: Subterritorio Mañil – Los Boldos



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth.

#### 2.3.1. Actividades Económico - Productivas del subterritorio

El Subterritorios posee una gran variedad de actividades, cuyas unidades productivas son pequeñas a medianas que van desde 0,5 a 5 há. Destinados a la agricultura tradicional de subsistencia (trigo, trigo, cebada, remolacha, hortalizas), al cultivo de praderas para henificación (alfalfa, tréboles, ballicas, avena, etc), cultivos para suplementación alimenticia de ganado (maíz

para silo, grano y choclo), ganadería bovina, ovina, cerdos de campo, aves de campo (huevos, pollos, pavos, patos), producción de leche, quesos y miel. Parte de la producción va destinado al consumo familiar y a la venta en el mismo sector o en la feria de Santa Bárbara. Además, se desarrollan actividad productiva como producción de carbón y leña; y existe alto grado de forestación, con presencia de empresas forestales.

### *2.3.2. Diagnóstico de la infraestructura del subterritorio.*

En el subterritorio se identifican déficits de proyectos de agua potable rural (APR) y de infraestructuras de recurso hídricos para riego; por otro lado la falta de apoyo y capacitación de productores mantienen las condiciones de precariedad económica, permitiendo no fortalecer las actividades productivas a pequeña y mediana escala. Otro elemento relevante dice relación con las comunicaciones, tanto telefónicas como vía internet ya que no existen antenas que permitan contar con una cobertura adecuada y continua dejando en desventaja frente a la zona urbana respecto a la información, educación y emergencias. Además, existe una baja frecuencia de retiro de basura domiciliaria en algunos sectores rurales, afectando la condición sanitaria del sector.

Dentro de los temas primordiales es la infraestructura vial, pues existe una amplia red de caminos de distintos estándares y de tránsito del tipo productivo, sin embargo la falta de acceso permanente y en condiciones óptimas, debido al pésimo estado de sus caminos, lo que implica que los productores del sector queden parcialmente aislados, dificultándose la comercialización de sus productos al impedir que los comerciantes transiten expeditamente y con facilidad hacia sus puestos laborales. El potencial productivo se ve aminorado por las condiciones de conectividad de las vías, tanto para acceder desde los predios a los centros de venta y abastecimiento, como permitir el acceso de los compradores a los centros de producción.

Respecto a las vías anexas, existe una ruta pública pavimentada Q-61 que conecta la ciudad de Los Ángeles con la comuna de Sta. Bárbara, y una ruta rural vecinal Q-579 que conecta a sectores forestales, comunales y productivos. La actual condición de los caminos dificulta el tránsito en especial en los meses de invierno y no cumplen con los estándares mínimos, provocando restricciones para aquellos sectores que no colindan con aquellas rutas de acceso.

### *2.3.3. Propuestas en Infraestructura rural vial para el Subterritorio*

El deterioro constante de los caminos vecinales en los sectores rurales fue señalado, por los vecinos, como uno de los principales problemas que afecta su calidad de vida, siendo de suma importancia el desarrollo de infraestructura vial para poder suplir las carencias de conectividad. De esta manera el PMDT del subterritorio se desarrolla en base a la participación de los vecinos en la definición de las prioridades del sector, identificando y manifestando la necesidad de mejorar y aumentar la infraestructura vial.

La cartera de propuestas elaborada a través del PDMT, contiene propuestas de ejecución de proyectos viales, en lo que se refiere a la importancia de su ejecución para el fomento y desarrollo de los principales rubros productivos y las carencias actuales del subterritorio.

La ejecución de proyectos de mejoramiento de infraestructura vial, a través de mejoras en conectividad, es fundamental para el traslado de los principales productos del sector, ahorros de tiempo de viaje, ahorros en los costos por mantención, y además posibilita el funcionamiento de locomoción colectiva, y reducir la polución e impacto ambiental, entre otras cosas.

Dentro del listado de propuestas desarrollado, se encuentra la ruta Q-717, denominada localmente como camino El Sótano.

### *2.3.4. Proyecto de Conservación Camino el Sótano (Q – 717)*

El camino El Sótano, uno de varios caminos del subterritorio que requieren ser intervenidos, actualmente, no está incluido en ningún contrato de mantención global de la Dirección de Vialidad (DV) a pesar de encontrarse con el respectivo rol, por lo que una intervención mayor como la que requiere, no es posible de esperar de estos actores públicos. Por lo tanto, la ejecución de un mejoramiento del camino solo se puede financiar por el PIRDT y promovido por el GORE con la Municipalidad de Santa Bárbara. En resumen, el problema que se pretende asumir con este proyecto es el déficit de mantenimiento y conservación de los caminos de la Comuna de Santa Bárbara, donde el camino El Sótano es solo uno más, de varios que requieren intervención urgente para dar transitabilidad apropiada a la comunidad y potenciar el desarrollo del sector.

Este camino es una ruta alternativa de interconexión entre los sectores Mañil Alto y Santa Bárbara considerado muy importante para los vecinos, pues acortaría sustancialmente las distancias de los habitantes del sector alto del subterritorio con Santa Bárbara, por lo tanto este proyecto favorecerá la principal necesidad, que corresponde a la posibilidad de un tránsito más



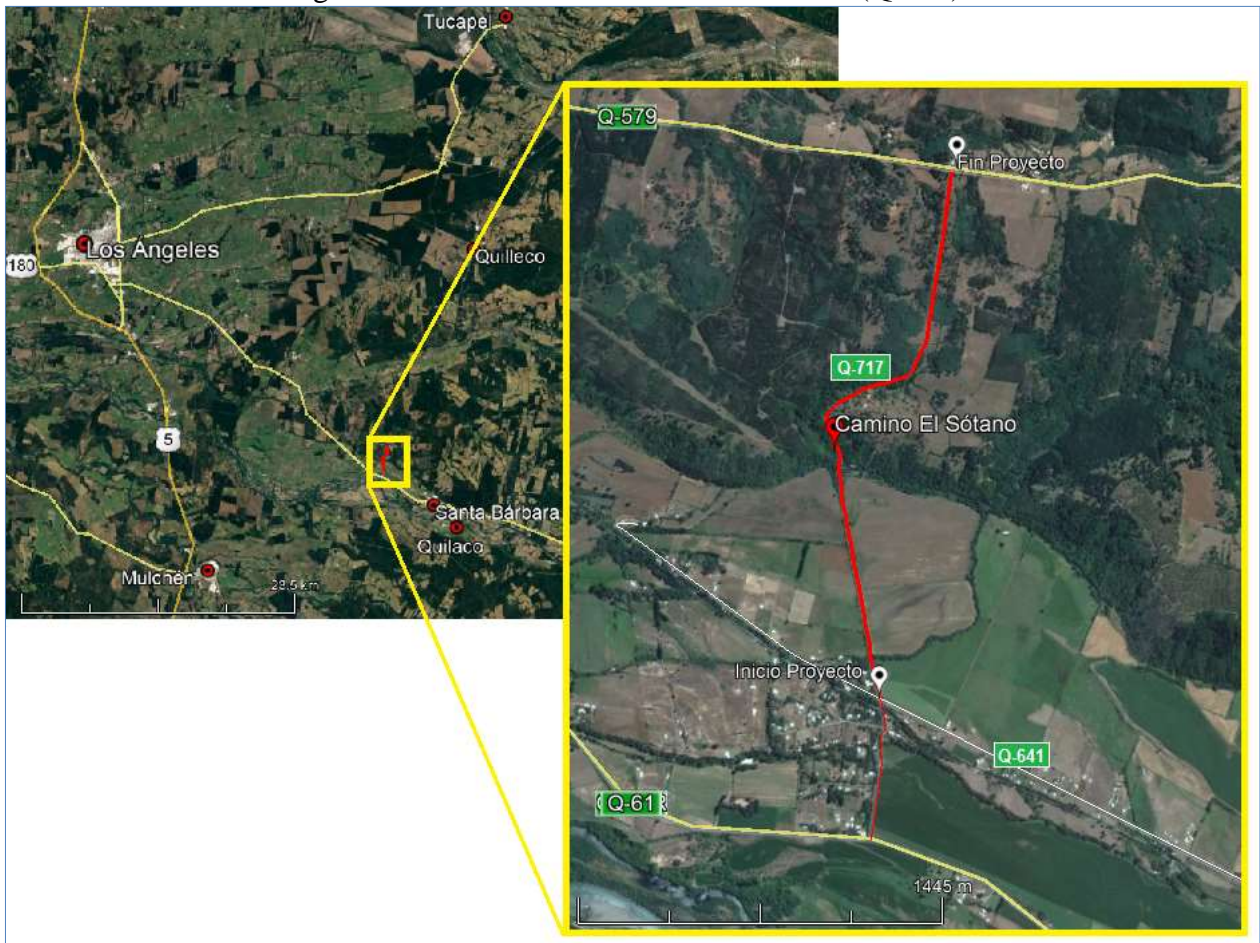
expedito y a la accesibilidad, elemento imprescindible para la extracción de la producción agropecuaria del subterritorio y el fomento de la comercialización de sus productos, reduciendo costos de transporte de los insumos utilizados en la producción agrícola; en general favoreciendo fuertemente a los sectores productivos del sector.

### 2.3.5. Ubicación del proyecto

El camino El Sótano es un camino de tuición de la Dirección de Vialidad (DV) como ruta Q-717, que interconecta de sur a norte con la ruta Q-61 en el sector Los Álamos a 6 km al NO de Santa Bárbara, con la ruta Q-579 (Mañil Alto) en el km 4,620.

El tramo contemplado en el proyecto, de 2,35 km de longitud, abarca desde el cruce con el camino Las Obras (Q-641) hasta la intersección con ruta Q-579, que como se mencionó anteriormente no posee ningún tipo de mejoramiento o conservación.

Figura 3: Localización de camino El Sótano (Q-717).



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth.

### **3. METODOLOGÍA**

En este capítulo se presenta la metodología de trabajo utilizada para el desarrollo del proyecto que corresponde a las etapas, procedimientos y consideraciones necesarias para cumplir de manera satisfactoria los objetivos ya antes mencionados; y que permitirán conocer y definir las características y parámetros para el desarrollo y elaboración de una alternativa de solución del proyecto vial.

#### **3.1. Diagnóstico del Sector en Estudio**

##### *3.1.1. Recopilación de antecedentes*

Esta etapa tiene por objetivo investigar y recopilar los antecedentes tanto de la de la comuna de Santa Bárbara como del subterritoio en estudio, respecto a su población, actividades productivas y características de su infraestructura vial, para priorizar posteriormente la información de mayor relevancia y de este modo realizar un diagnóstico de la comuna y dar orientación al trabajo con un enfoque productivo en relación a las características del subterritoio y la comuna.

##### *3.1.2. Diagnóstico comunal y subterritoio*

El objetivo del diagnóstico consiste en analizar la información recopilada en el punto anterior e identificar la problemática actual, tanto de la comuna como del subterritoio; para luego detectar factores que influyen en sus actividades productivas y económicas; y como estas pueden ser beneficiadas al incorporar mejoras en la infraestructura vial del sector.

#### **3.2. Recopilación, revisión de Antecedentes Técnicos e Ingeniería Básica.**

Antes de proceder con el diseño propiamente tal, es preciso contar con una serie de datos o antecedentes. Dentro de los antecedentes técnicos a recopilar se consideran los topográficos, geotécnicos y geológicos, productivos y ambientales de la zona en donde se emplazará el camino en estudio. Además de características del flujo vehicular, en el caso que exista.

### *3.2.1. Reconocimiento del trazado en estudio*

En esta etapa se realiza visitas a terreno, las que se coordinaron en conjunto con profesionales de la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAN) de la Municipalidad de Santa Bárbara, y con quienes se gestionaron maquinarias y transporte para llevar a cabo los trabajos en terreno. Estas visitas a terreno permitieron conocer y definir mediante inspección visual, características del trazado como su ubicación, extensión y delimitaciones; además se visualizaron puntos críticos y se obtuvo un registro fotográfico (Ver Anexo A: Registro Fotográfico); además trabajos de exploración de suelos del terreno.

### *3.2.2. Antecedentes geotécnicos*

Al no contar con antecedentes geotécnicos, dentro de la etapa de visitas a terrenos, se ejecutaron exploraciones de suelo del terreno, en las que se realizó una inspección visual suelos, prospecciones in situ y muestreos de material para luego realizar los ensayos de laboratorio respectivos y posteriormente describir y determinar las características del suelo cuyos resultados se reportan en un informe geotécnico.

### *3.2.3. Revisión y análisis de Antecedentes topográficos*

Los antecedentes topográficos consisten en un levantamiento planimétrico y altimétrico del terreno que comprende el trazado en estudio. Puesto ya estaban confeccionados, estos antecedentes fueron facilitado por el SECPLAN Santa Bárbara, mediante archivos de referencia desarrollados con el software en AutoCad Civil 3D (Ver Anexo B). Para lograr una mejor representación de la superficie del terreno en estudio, se procesan, depuran y revisan los datos entregados por el levantamiento topográfico. Luego se realiza una descripción del lugar de emplazamiento del proyecto, contrastando la topografía y registros fotográficos, para luego determinan los puntos y sectores que controlarán el diseño del trazado.

### *3.2.4. Revisión bibliográfica de métodos y recomendaciones de diseño.*

Previo a la elaboración del proyecto, es fundamental conocer y contar con los fundamentos teóricos y recomendaciones necesarias para un adecuado desarrollo de la ingeniería básica de un proyecto vial, las que permitirían realizar el diseño vial, diseño de pavimentos, diseño de obras

anexas, resolver aspectos constructivos, especificaciones técnicas, etc. Para ello, se revisaron algunos documentos que tienen relación con recomendaciones, guías, políticas y Manuales de diseño, como por ejemplo Políticas de Conservación de Caminos y el Manual de Carreteras, en especial los volúmenes N°2, 3, 4, 5 y 8.

### 3.2.5. Estimaciones de Parámetros de Diseño

Consideraciones y estimaciones preliminares de las características y parámetros de diseño, en base a los antecedentes, recomendaciones y manuales revisados. Los parámetros a considerar de manera preliminar se observan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Parámetros de diseño.

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>		
Velocidad de proyecto	Vp	50 km/h
Categoría vía		Desarrollo
<b><i>Diseño en Planta</i></b>		
Radio Mín.	Rmín	80 m
Desarrollo Curva Mín.	Dc mín	12 m
Longitud recta Mín.	Lr máx	70 m
Longitud Máx.	Lr mín	1000 m
<b><i>Diseño en Alzado</i></b>		
Pendiente Máx.	i máx	9%
Pendiente Mín. (abs)	i mín	0,35%
Parámetro curva Convexa	Kv mín	700
Parámetro curva Cóncava	Kc mín	1000
Longitud Mín.	L mín	$2T \geq Vp$
<b><i>Sección Transversal</i></b>		
Bombeo	b	3,5%
Peralte Máx.	p	7%
Ancho de Pista	a	3 m

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Etapas de Diseño

El desarrollo de un diseño vial se lleva a cabo mediante un proceso iterativo, donde se va construyendo la geometría del camino a través de un modelo tridimensional, definido mediante proyecciones sobre los planos ortogonales de referencia: en Planta, mediante alineamientos horizontales, en Elevación mediante alineamientos verticales (perfiles transversales) y Sección Transversal. Estos elementos continuamente se evalúan, para proceder a introducir modificaciones, para buscar la optimización de la realidad física y funcional, y finalmente converger a un modelo aceptable. Además, se consideran elementos y obras necesarias completaría al proyecto. Previo al trabajo de diseño se configura el Software AutoCAD Civil 3D con todos los ajustes necesarios, para facilitar ampliamente el desarrollo de todas las fases del diseño vial.

#### 3.3.1. Elaboración del Diseño Vial

La alternativa que dará solución al diseño vial del camino El Sótano (Q -717) está desarrollado en base a los criterios y recomendaciones técnicas de diseño adecuado para cada componente dimensional alineamiento horizontal, vertical y sección transversal, presentes en los manuales correspondientes, principalmente especial al Volumen N°3 del Manual de Carreteras (MC-V3).

#### *Diseño en planta*

- Según categoría de la vía se asigna una velocidad de proyecto y procurar conservar la misma en todo el diseño del trazado
- Minimizar, dentro de lo razonable, cambios de dirección.
- Evitar, en lo posible, la proyección de curvas circulares con radio mínimo.
- Conservar, en lo posible, el eje del camino existente.
- El ángulo de deflexión  $\omega$  al ser mayor a  $2g$ , se debe proyectar curva, por lo tanto el alineamiento de curvas dependerá de la deflexión del vértice generado
- Las curvas proyectadas deben cumplir con un radio mínimo en función de la velocidad de diseño, coeficiente de fricción y el peralte máximo tolerable. Si no cumplen es necesario proyectar peralte.
- Verificar los elementos geométricos del alineamiento.

### *Diseño en Alzado*

- Moderar pendientes.
- Pendientes mínimas y absolutas dependerán de la existencia de bombeo.
- Minimizar diferencia entre cota rasante y terreno, considerando pendiente mínima.
- Deflexión  $\theta \geq 0,5\%$  deberá proyectarse curva vertical para enlazar rasante.
- Considerar diferencia de cotas entre los accesos y la rasante.
- Verificar elementos geométricos y parámetros admisibles del alineamiento vertical.

### *Sección Transversal*

- Anchos de pistas que cumplan con lo requerido en la categoría de la vía
- Bombeo de la cazada más berma
- Espesores de pavimentos en base a la solución para la superficie de rodadura
- Ancho, altura y pendiente de fosos
- Pendientes de talud y corte del terreno

#### *3.3.2. Solución para superficie de rodadura*

Se evalúan alternativas técnicas de conservación y protección de superficie de rodado, dispuestas a extender la vida útil y mejorar el estándar de conectividad para el camino en estudio.

#### *3.3.3. Solución para superficie de rodadura*

Se evalúan alternativas técnicas de conservación y protección de la carpeta de superficie de rodadura, dispuestas a extender la vida útil y mejorar el estándar de conectividad para el camino en estudio.

#### *3.3.4. Elaboración de planos e informes del proyecto*

Las etapas y estudios de la ingeniería básica se presentarán a través de la elaboración de planos e informes requeridos para la entrega del proyecto vial. Estos documentos se confeccionarán de acuerdo a las normas, procedimientos y recomendaciones establecidas en los manuales respectivos. La propuesta de diseño se presenta en planos de las distintas vistas y tramos correspondientes, además de informes de cubicaciones y presupuesto estimativo del proyecto.

## **4. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

El capítulo presente describe los resultados y análisis obtenidos en los distintos ítems de los capítulos anteriores y en donde se entregan los resultados del diseño vial elaborado y junto a ello algunos análisis y discusiones acerca de problemáticas generales que se presentan en la elaboración de un diseño vial rural.

### **4.1. Antecedentes y Levantamiento de Información del camino “El Sótano”**

#### *4.1.1. Diagnóstico de la Situación Actual*

El camino está destinado para el tránsito de vehículos particulares y principalmente agrícolas debido a que se emplaza entre predios destinados fundamentalmente a tareas agropecuarias del sector.

Cabe señalar que de acuerdo a lo observado en el perfil del proyecto (PMDT) el camino El Sótano tenía denominado originalmente el rol Q-641, luego de la revisión de los rol de caminos desarrollados por la DV, se modificó con el rol Q-717.

El camino existente se encuentra en muy mal estado caracterizándose por tener una superficie de rodado de tierra y con algunos tramos intervenidos o mantenidos por los vecinos, pero con un material granular de sobretamaño (bolones) que si bien ayudan a fortalecer y estabilizar la plataforma, dificultan el tránsito de vehículos menores, bicicletas e incluso peatones. Posee, una estrecha faja fiscal con anchos que van de 5 a 8 m, con plataformas sin bermas que no permiten el cruce de dos vehículos simultáneamente perjudicando la transitabilidad y por tanto utilidad de la vía. El tránsito se ve dificultado con la estaciones del año, pues en periodo invernal es prácticamente imposible transitar debido a por las aguas lluvias, las que se acumulan y forman cárcavas profundas, por no tener una debida evacuación, situación que es agravada por el tipo de suelo natural (limo y arcilla). En periodo estival se ve afectado por la contaminación que se produce debido al polvo ambiental. En casi toda su extensión presenta abundante vegetación a los costados del camino, dificultando la visibilidad del tránsito de vehículos, además se presentan fuertes que requieren de un tratamiento especial.

#### 4.1.2. Catastro del Camino El Sótano

Los puntos observados a lo largo del trazado serán considerados relevantes para el diseño y se detallan a continuación:

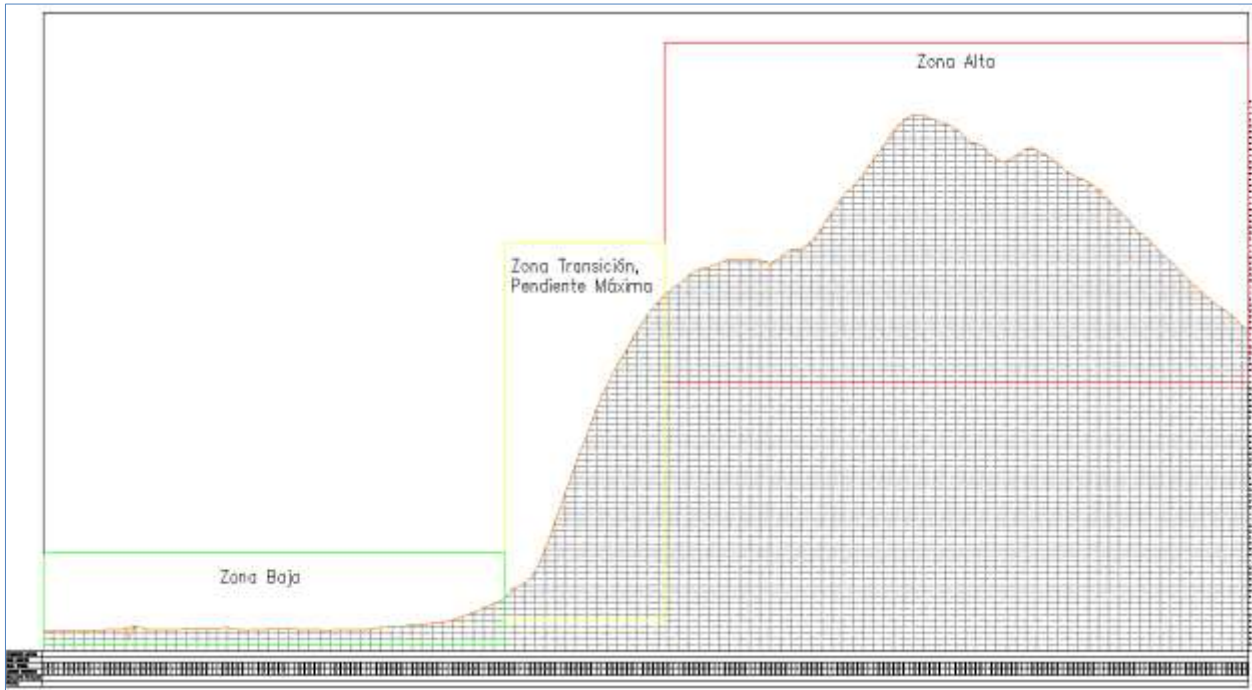
- Las intersecciones con el camino Las Obras y con la ruta Q-579 serán los puntos de empalme inicial y final respectivamente, con el tramo del proyecto.
- En un punto se encuentra una animita, al costado izquierdo del trazado. Este elemento no será desplazado.
- Se presentan, en varios puntos, estructuras de drenaje con fines de riego agrícola (canales y tuberías) las cuales serán modificadas o reemplazadas en caso que no cumplan con las condiciones para el diseño del proyecto y mantener los cursos transversales de agua.
- En un punto del trazado atraviesa un cauce de regadío y sobre el cual existe un puente de madera en pésimas condiciones. Esta estructura será reemplazada por una obra de arte y cuya proyección considerará las cotas existentes para el empalme de la rasante.
- Existen accesos a predios agrícolas y particulares las que se presentan en varios puntos a lo largo del camino; para sus proyecciones consideraran diferencias entre cota de acceso y rasante del borde de la calzada proyectada.
- La existencia de maleza, árboles y cercos prediales serán desplazados o removidos siempre y cuando estos interrumpan la trayectoria del trazado.

#### 4.1.3. Topografía y Tipo de Terreno

De acuerdo a los antecedentes topográficos (Ver Anexo B: Plano Topográfico), el camino en estudio se emplaza sobre una extensión topográfica accidentada, en donde se presentan grandes pendientes producto de importantes desniveles del trazado. Por lo anterior, se distinguieron tres zonas de altimetría relevantes (Ver Figura 3):

- a) Zona Baja: Terreno llano y pendientes de 0.3% a 1% en los primeros 800 m de trazado.
- b) Zona de Transición: Zona entre la alta y baja, en donde se presenta la mayor pendiente de aproximadamente 25%.
- c) Zona Alta: Terreno ondulado que presenta pendientes que van entre los 5% y 12%.



**Figura 1:** Altimetría del camino en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las propiedades mecánicas del suelo, se realizaron estudios en terreno y en laboratorio, cuyos resultados concluyeron que el terreno posee, en promedio, un suelo de calidad mala a regular, sin embargo es apta para subrasante, pero no como para una base estructural, siendo necesaria una capa estructural para mejorar las propiedades y capacidad de soporte del suelo que soportará las cargas del tránsito (Ver Anexo C: Informe Geotécnico)

#### 4.1.4. Categoría de vía y Velocidad de proyecto ( $V_p$ )

En base a que el camino se encuentra en una zona rural productiva aislada, y a las características del tipo de terreno y de funcionalidad, se asume que la categoría de vía concuerda con un camino de desarrollo. De acuerdo a lo anterior, se define una  $V_p$  referencial de 50 km/hr. Sin embargo, por las características topográficas del terreno ya expuestas, probablemente el diseño será restrictivo por lo que se prevé variabilidad de velocidad de operación ( $V_{op}$ ) y por ende a la  $V_p$ , por lo tanto se evaluará mantener o modificarla.

## 4.2. Carpeta de Rodadura: Caminos Básicos

Las Políticas de Conservación Vial y los programas de conservación, establece criterios técnicos para definir caminos con bajo volumen de tránsito y que son posibles de mantener con alguna de las distintas técnicas para proteger la superficie de la carpeta de rodadura, los Caminos Básicos (Ver Anexo D: Descripción de Soluciones Utilizadas para la Conservación de Caminos Básicos). Estos criterios se usaran para definir la estructura de la carpeta de rodadura para el camino en estudio, ya que posee escasa presencia de tránsito vehicular, debido a las precarias condiciones actuales del camino. Además, teniendo en cuenta las características mecánicas del suelo, la realidad climática local, la predominancia de este tipo de soluciones en la región, y el aumento de tránsito luego de la mejora del nivel de servicio; la estructura del pavimento queda definida en toda su extensión de la siguiente manera:

- Capa de Base Granular de 20 cm de espesor y CBR  $\geq$  100%.
- Carpeta de Protección Tipo Tratamiento Superficial Doble (DTS).

## 4.3. Diseño Vial

El Diseño Geométrico del camino en estudio consistió principalmente en el diseño en planta y diseño en alzado (Anexo E: Planos de Proyecto), en un proceso iterativo de ajustes y concordancia con el trazado del camino existente, teniendo en cuenta las restricciones topográficas y geográficas presentes.

### 4.3.1. Diseño en Planta

El trazado en Planta del camino consistió principalmente en establecer proyecciones del alineamiento horizontal constituidos por una adecuada sucesión de rectas (tangentes) y curvas circulares, los cuales se trazaron de manera de lograr un trazado lo más directo como sea posible, adaptándose a las condiciones del relieve y topográficas y evadiendo, en lo posible, todos los puntos críticos que fueran restringiendo el trazado y mantener el sentido del eje del camino existente.

A continuación se presenta una tabla con los elementos que constituyen el alineamiento horizontal del diseño en planta y a su vez su verificación en base a los criterios y parámetros mencionados anteriormente y establecidos por el MC-V3:

Tabla 4: Parámetros del alineamiento horizontal

Vértice	Tipo	L/Dc [m]	$\omega$ [g]	R [m]
	Línea	177,31		
V-2	Curva	0,00	100,083	0
	Línea	31,21		
V-3	Curva	13,62	78,010	100
	Línea	447,23		
V-4	Curva	3,65	20,910	100
	Línea	49,59		
V-5	Curva	5,96	34,133	100
	Línea	75,02		
V-6	Curva	6,17	35,358	100
	Línea	104,58		
V-7	Curva	17,47	125,141	80
	Línea	17,39		
V-8	Curva	35,53	254,442	80
	Línea	15,86		
V-9	Curva	13,32	76,328	100
	Línea	22,91		
V-10	Curva	9,07	51,954	100
	Línea	77,57		
V-11	Curva	33,09	631,937	30
	Línea	30,95		
V-12	Curva	34,95	200,271	100
	Línea	107,58		
V-13	Curva	23,90	136,931	100
	Línea	125,36		
V-14	Curva	77,82	524,580	85
	Línea	54,21		
V-15	Curva	17,48	100,177	100
	Línea	12,27		
V-16	Curva	42,49	243,473	100
	Línea	228,07		
V-17	Curva	0,00	0,816	0
	Línea	439,57		

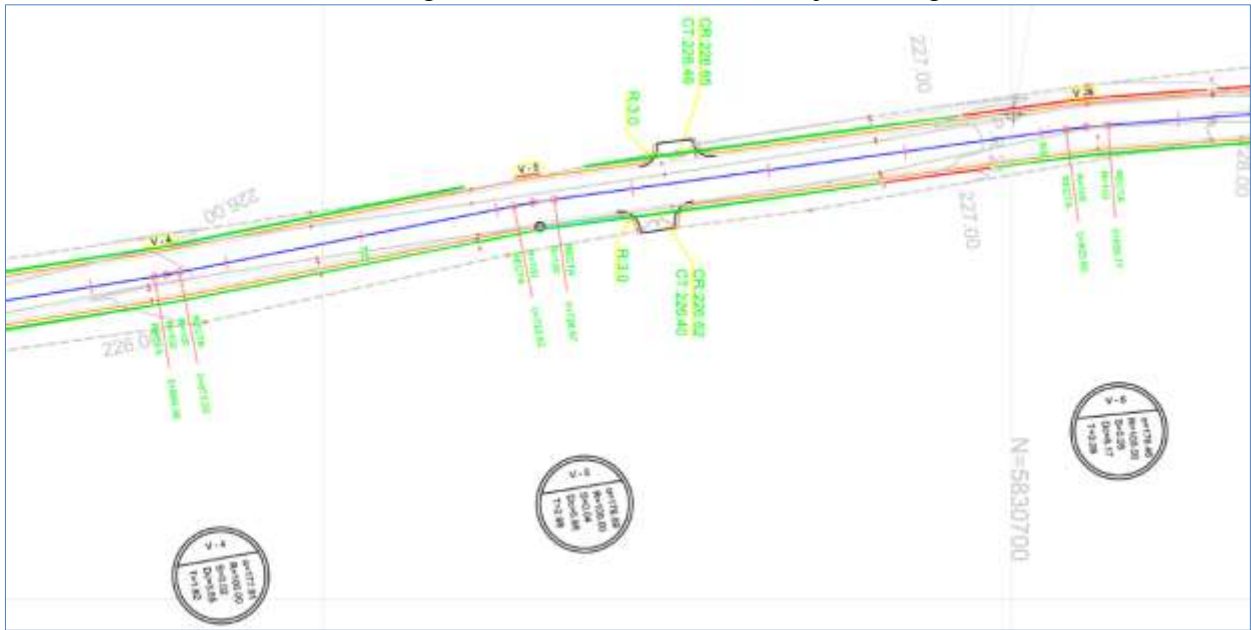
Fuente: Elaboración propia.

Si bien, en la mayoría de los vértices fue necesario generar curvas circulares según los criterios adoptados, en dos de ellos no se generaron curvas, pues en el caso de V-2 finaliza en la salida del puente ubicado en el dm 0.170 y en el V-17 por tener un ángulo de deflexión inferior a 2°.

Las longitudes de rectas y desarrollos de curva, que no cumplen con los mínimos deseables (valores con celdas en rojo) dispuestos por el MC-V3, se presentan en tramos donde el ancho de faja se encuentra restringida por cercos prediales y por las características topográficas, por lo

tanto se acota la posibilidad de desarrollar curvas amplias; de esta manera se evita la expropiación de terrenos y se cumple el propósito de conservar el eje del camino existente, como se puede observar en la figura 4.

Figura 4: Tramo con ancho de faja restringido.



Fuente: Elaboración propia en base a AutoCAD Civil 3d.

Los radios proyectados en la mayoría de los vértices cumplen con el mínimo requerido según la velocidad de proyecto, sin embargo, puesto que las condiciones de la topografía del terreno son adversas, se opta por desarrollar curvas menos amplias y ajustar de mejor manera a las condiciones del terreno conservando eje del camino existente.

En el ingreso de cada predio (agrícola y particulares) se proyectaron accesos con anchos transversales de 5 m y radios de acceso de 3 m.

#### 4.3.2. Diseño en alzado

El Diseño en alzado se elaboró a través de la proyección de un alineamiento vertical se extiende de sur a norte, procurando utilizar las menores pendientes admisibles posibles y considerando las menores diferencias entre cotas de terreno y rasante en compatibilidad con la topografía del terreno. Se desarrollaron 17 vértices de los cuales, en 15 se proyectaron curvas verticales, 8 convexa y 7 del tipo cóncava.

La verificación de alineamiento vertical, considera criterios y parámetros establecidos por el MC-V3, y se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4: Parámetros del alineamiento vertical

Vértice N°	PARÁMETROS								
	P.K. [m]	Elev. [m]	i1 [%]	i2 [%]	θ [%]	Tipo Curva	Kc/Kv	2T [m]	R [m]
IA	0+000,00	225,5	-	0,30	-	-	-	-	-
1	0+154,38	225,9	0,30	1,00	0,70	-	-	-	-
2	0+181,77	226,2	1,00	-2,00	3,00	-	-	-	-
3	0+214,04	225,6	-2,00	0,50	2,50	Cóncavo	2.401	60	2.400,8
4	0+350,02	226,2	0,50	-0,35	0,85	Convexo	11.737	100	11.737,4
5	0+557,33	225,5	-0,35	0,65	1,00	Cóncavo	7.980	80	7.979,6
6	0+818,50	227,2	0,65	5,40	4,75	Cóncavo	2.104	100	2.104,4
7	0+964,98	235,1	5,40	24,40	19,00	Cóncavo	421	80	421,0
8	1+170,25	285,2	24,40	1,30	23,10	Convexo	1.255	290	1.255,3
9	1+360,00	287,7	1,30	-0,70	2,00	Convexo	3.000	60	2.999,6
10	1+457,02	287,0	-0,70	10,80	11,50	Cóncavo	869	100	869,3
11	1+693,67	312,6	10,80	-3,20	14,01	Convexo	428	60	428,4
12	1+782,36	309,7	-3,20	-6,30	3,10	Convexo	1.615	50	1.614,9
13	1+879,20	303,6	-6,30	6,70	13,00	Cóncavo	308	40	307,7
14	1+927,61	306,9	6,70	-5,50	12,20	Convexo	328	40	327,9
15	2+059,24	299,6	-5,50	-8,60	3,10	Convexo	1.614	50	1.613,9
16	2+269,80	281,5	-8,60	-6,00	2,59	Cóncavo	2.315	60	2.315,1
17	2+322,96	278,3	-6,00	-9,80	3,80	Convexo	1.053	40	1.053,3
FA	2+350,97	275,6	-9,80	-	-	-	-	-	-

IA: Punto de inicio de alineamiento  
 FA: Punto de final de alineamiento

Fuente: Elaboración propia.

En el ángulo de deflexión ( $\theta$ ) de los vértices 1 y 2, si bien debió desarrollarse curvas verticales, en estos vértices se empalman la rasante del alineamiento con el inicio y final del puente de madera ubicado en el Dm 0,170. En este punto, el tránsito tiene preferencia en sentido norte – sur, por lo tanto, el tránsito es de alta precaución y baja velocidad.

En relación a las pendientes, la gran mayoría cumplen con los parámetros adoptados, a excepción de pendientes en el vértices 8, 11 y 17 consideradas críticas, las cuales no fue posible reducirlas dentro de los rango admisibles. Las pendientes existentes en estos tramos son de 12% y 25%, pudiéndose reducir a una pendiente longitudinal de 10.8% y de 24.4% respectivamente. Moderar o reducir aún más las pendientes no se justifica, pues implicaría elevados costos en movimientos de tierra y construcción de obras de sostenimiento y por ende menor posibilidad de que este proyecto sea viable.

En los casos donde el parámetro K no cumplen, por ser inferiores a los parámetros mínimos admisibles, resultaron debido al mejor ajuste de las curvas verticales posibles de proyectar en compatibilidad con sus rasantes, procurando además los mínimos cambios de la topografía y logrando, en consecuencia, las menores diferencias de cota de terreno y rasante que resulten los menores trabajos de corte y terraplén, pues de lo contrario serían considerables.

#### **4.4. Sección Transversal de Diseño**

La sección transversal tipo está configurada por una calzada bidireccional de una pista por sentido de 3.5 m de ancho, bermas de 0.5 m y fosos de 0.5 m de ancho a ambos lados de la calzada, por lo tanto se conforma una plataforma de 7 m de ancho total (Ver Anexo D: Plano Diseño Planta y Alzado; y Anexo E: Plano Perfiles Transversales).

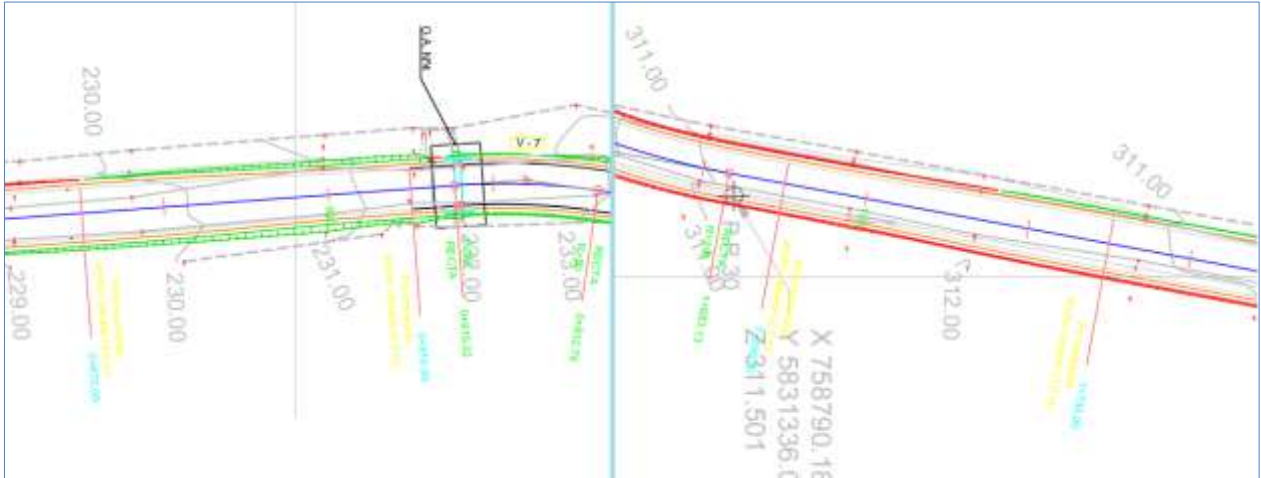
##### *4.4.1. Bombeo*

Con el propósito de evacuar las aguas lluvias superficiales, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima o bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura y de la intensidad de la lluvia de una hora de duración, con período de retorno de 10 años. Para el bombeo de la calzada del camino en estudio se consideró una pendiente transversal de 3.0% tomando en cuenta una superficie de rodado tipo tratamiento superficial.

##### *4.4.2. Modificación de ancho de calzada*

En algunos tramos del trazado, el ancho de faja disponible se vio restringida por las condiciones del terreno, cercos prediales y puntos conflictivos, obligando a reducir el ancho de plataforma de la sección transversal, por lo que fue necesario desarrollar reducciones de ancho de calzada a 2.5 m por pista y luego aumentando el ancho de calzada a 3 m para hacer mayor uso del ancho de faja disponible y mejorar el estándar, para ello se emplearon criterios de cálculo del MC-V3.

Figura 4: Tramos en transición de ancho de calzada.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Obras de Drenaje

Se consideraran obras de drenaje necesarias para la protección de la plataforma del camino, buscando eliminar el exceso de agua superficial sobre ella e impidiendo la acumulación de aguas lluvias, erosión y formación de cárcavas en periodo invernal; además restituir el drenaje natural, la que puede verse afectada por el trazado y evitar que el agua subterránea pueda comprometer la estabilidad de la base, de los terraplenes y cortes del camino, siendo evacuadas y transportadas a través de cunetas sin revestimiento y revestidas en tramos propensos a erosión, (Ver anexo E: Planos de Proyecto).

##### 4.5.1. Puente de madera y obras de arte

El puente de madera ubicado en el kilometraje 0.170, será reemplazado por cajones de hormigón armado prefabricado, en un ancho transversal de no más de 3 m, ya que no posee superficie de apoyo suficiente debido a la irregularidad de la trayectoria del cauce. La proyección de un puente con mayor dimensión, implicaría un aumento considerable de los costos de su construcción.

Respecto a las tuberías existentes, estas no están acorde al estándar del camino ni al ancho de la calzada proyectada, por lo que estas serán reemplazadas por nuevas tuberías tipo T.H.B.P. las que darán continuidad hidráulica a canales de riego que se ven sobrepasada su capacidad en periodo invernal y a puntos bajos de la rasante.

#### **4.6. Seguridad Vial**

El camino existente no cuenta con ningún tipo de señalización y sumado a ello la compleja geometría de su diseño, restringe en cierta manera el tránsito y el tipo vehicular, por lo cual es necesaria la implementación rigurosa de señalización vertical (Ver Anexo E: Planos de Proyecto), dado la importancia de regular y prevenir cualquier peligro entregando de la seguridad a este camino. Dentro de las principales razones que obligaron a restringir el tipo vehicular se encuentran:

- Reducción del ancho máximo de la calzada a 3 m, en el sector del cauce.
- Presencia de pendiente fuerte sobre 24% y tramos con pendientes sucesivas.
- Superficie de rodado del tipo asfáltico (no aporta capacidad estructural y menor resistencia a la tracción, en comparación son otras soluciones más costosas)
- Por riesgo en el giro por curvas de radio reducido (Offtracking) y sin ensanche.

Estas condiciones ponen en riesgo y hacen inviable el tránsito de vehículos de carga pesada con remolque (carga máxima permisible de 6 toneladas) y cuyos anchos superan los 3 m (maquinaria pesada), por lo tanto el diseño permite el tránsito de vehículos de carga menor (camionetas y camiones  $\frac{3}{4}$ ). Para dejar en efecto esta restricción, se opta por el uso de una señalética que restringe el tránsito de vehículos de largo máximo de 6 m, restringiendo indirectamente la carga máxima.

#### **4.7. Comparación de criterios de diseño**

Conservar el eje del camino existente con el motivo de reducir movimientos de tierra y a su vez los costos de construcción, implicó proyectar elementos del alineamiento (planta y alzado) que no cumplen con la totalidad de los parámetros admisibles y recomendaciones de diseño, y en base a esto se comparan los valores de los parámetros recomendados por la normativa con los utilizados o resultantes del diseño en la tabla siguiente:



Tabla 6. Comparación de parámetros admisibles y con los utilizados en el diseño vial.

PARÁMETROS DE DISEÑO		NORMATIVA	UTILIZADO	
<b>Velocidad de proyecto</b>	Vp	50 km/h	50 km/h	30 km/h
<b>Tramo</b>	Dm	0,000 - 2,351	0,000 - 900 1,950 - 2,351	0,900 - 1,950
<b>Alineamiento Horizontal</b>				
Radio Mín.	Rmín	80 m	80 m	30 m
Desarrollo Curva Mín.	Dc	12 m	4 m	31 m
Longitud Máx.	Lr max	1000 m	440 m	228 m
Longitud Mín.	Lr min	70/40 m	-	12,3/40
<b>Alineamiento Vertical</b>				
Pendiente Máx.	i max	9%	6,7%	24,4%
Pendiente Mín. (abs)	i mín	0,35%	0,30%	5,40%
Parámetro Curva Convexa	Kv mín	700	328	1255
Parámetro Curva Cóncava	Kc mín	1000	308	421
Longitud Mín.	L mín	$2T \geq Vp$	40 m	60 m
<b>Sección Transversal</b>				
Bombeo	b	3,5%	3%	2,5% - 3%
Peralte Máx.	p	7%	4%	4%
Ancho de Pista	a	3,0 m - 3,5 m	3 m	2,5 m

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, varios de los parámetros utilizados y resultantes del diseño, no cumplen (sombreados en rojo) con los recomendados por la normativa los que fueron considerados preliminarmente para una Vp de 50 km/hr.

Debido al intento por ajustar el alineamiento al eje del camino existente, se utilizó la Vp de 30 km/hr para poder proyectar con un radio mínimo la curva V-14.

Respecto al diseño en alzado, la pendiente máxima (i máx) que se debió proyectar, corresponde a un 171,1% superior a la pendiente máxima admisible recomendada para una Vp de 50 km/hr, por sobre un 103,3% mayor, al utilizar una Vp de 30 km/hr,

Minimizar diferencia entre cota de terreno y rasante resultó en algunos tramos que los parámetros K de las curvas verticales fueran muy inferior a los parámetros mínimos recomendados. Lograr ajustar el alineamiento dentro de los rangos admisibles, implicaría aumentar volúmenes de terraplén.

En definitiva, usando una Vp menor, se pudo admitir parámetros menos exigentes, permitiendo adaptar con mayor flexibilidad los elementos proyectados del alineamiento de los diseños; como es el caso ya analizado de las pendientes máximas admisibles recomendadas por el MC-V3 y establecidas según la categoría del camino y la velocidad de proyecto observadas en la tabla siguiente:

Tabla 5. Pendientes Máximas Admisibles (%)

CATEGORÍA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)							
	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100
Desarrollo	10 - 12	10 - 9	9	-	-	-	-	-
Local	-	9	9	8	8	-	-	-
Colector	-	-	-	8	8	8	-	-
Primario	-	-	-	-	-	6	5	4,5
Autorrutas	-	-	-	-	-	6	5	4,5
Autopistas	-	-	-	-	-	5		4,5

Fuente: Volumen N°3 del Manual de Carreteras, tabla 3.204.301.A.

Como se observa, a medida que se selecciona una menor Vp, se admiten pendientes mayores. En el diseño en alzado inicialmente las pendientes proyectadas no debían superar el 9%, para la Vp de 50 km/hr, Sin embargo, dada la compleja realidad geométrica del diseño, se debió proyectar pendientes que superan las admisible para esa Vp, optando por reducirla en los tramos que presentan pendientes elevadas y sucesivas.

#### 4.8. Tramificación de la Velocidad de Proyecto

Como se pudo constatar en el punto anterior y con el motivo de sacarle un mayor provecho a las mejores condiciones de diseño del trazado, dando la posibilidad de una mayor velocidad de operación, se utilizó una Vp de 50 km/hr para los tramos más lineales y con mayor ancho de calzada, y a 30 km/hr en tramos donde se proyectó un diseño geométrico más complejo, con tramos sinuosos y calzadas estrechas, quedando el camino configurado como muestra en la figura 5:

Figura 5. Tramificación de la Velocidad de proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras el desarrollo del presente trabajo, se obtuvo el diseño vial del Camino el Sótano de la comuna de Santa Bárbara con todos los componentes necesarios para su ingeniería básica y comentarios respecto al diseño, obteniendo las siguientes conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- El diagnóstico del sector muestra que la inversión pública en infraestructura vial no se adecúa a requerimientos de la población del sector, debido a las limitaciones que tienen los mecanismos de evaluación de las entidades fiscales, los cuales proponen soluciones de corto plazo para estos sectores de población semiconcentrada y dispersa. Estas soluciones no logran resolver el problema que enfrenta el estándar de servicio que solicita la gente para este camino, por lo que piden un tipo de solución de mejor calidad y que cumpla con sus necesidades de mejorar su desarrollo productivo local.
  
- Dentro de las alternativas de solución propuesta para la capa de rodadura, se considera que el DTS es la opción más conveniente, ya que es de buena calidad, tiene menor costo y mayor duración; además se ajusta a las características del terreno y a la realidad climática local y de la región; logrando resolver problemas de protección superficial y ambientales por supresión de polvo. Si bien este tipo de solución es de mayor costo, respecto a si solo se la aplicara una carpeta granular, permite una mayor vida útil de la calzada y un mejor estándar de conectividad, lo que consigue resolver las problemáticas de conectividad del sector y presentar una solución más apropiada a las necesidades de los pobladores, logrando que perciban una mejora en su calidad de vida y en sus actividades productivas. Por otro lado, debido a la incertidumbre que hay con respecto al tránsito por haber, es la solución que mejor comportamiento tiene frente a esa posible situación.
  
- De acuerdo a los antecedentes y la revisión del terreno en estudio realizado se observó una topografía compleja, que no permite que el camino pertenezca a algún estándar o categoría de vía establecido en el manual guía de diseño (MC), en definitiva, no se ajusta al manual de diseño tradicional utilizado, ni tampoco existe la documentación técnica en Chile que permita abordar diseños de caminos rurales, cuando la topografía donde se emplazan es compleja.

- En el Diseño vial, la proyección del trazado fue muy variable y compleja, presentando elevadas pendientes, curvas de radio mínimo y cambios de sección transversal. En el intento por conciliar la conveniencia económica de adaptarlos lo más posible al terreno, muchas veces no se cumplió con la serie de criterios y parámetros de diseño, lo que impidió que el diseño de la solución sea abordada de acuerdo a los criterios tradicionales dispuestas por el Manual de Carreteras, debiendo utilizar mayormente el criterio personal, lo que determina que el manual no se ajusta o no es compatible al diseño de este tipo de caminos.
- Dado que el diseño es crítico, no permite controlar las constantes variaciones de velocidad que experimentarían los vehículos, haciendo disminuir la consistencia geométrica deseada; es por esto la importancia de reforzar la seguridad vial, que habitualmente es ineficiente o inexistente en este tipo de caminos.
- Las metodologías de financiamiento no permiten muchas veces proponer alternativas de solución vial que considere mejoramientos de trazado o de un mejor estándar que solicita la población, ya que sus mecanismos de evaluación muchas veces están condicionadas por factores, demográficos, de tránsito y topográficos. Aun así estas permiten buscar nuevas materialidades y pequeños cambios de trazado, haciendo posible la inversión en sectores rurales que poseen un potencial productivo, y así estas puedan ser expeditas y habilitadas gracias a infraestructura vial.

## **5.2. Recomendaciones para nuevas líneas de investigación.**

- Mejorar y optimizar procesos de desarrollo de ingeniería y metodologías de evaluación de proyectos de inversión pública, y con especial énfasis en el ámbito productivo y rural.
- Desarrollar nuevas tecnologías y metodologías de diseño que permitan diseñar infraestructura vial rural con estándares en base a las distintas realidades técnicas, productivas y demográficas presentes en el país, teniendo en cuenta escasos recursos económicos.
- Reformular y plantear criterios y parámetros que permitan elaborar documentos de diseño exclusivo para caminos rurales.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

CHOCONTÁ R., P., Diseño Geométrico de Vías. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, Colombia. 2da. Edición, 2014, 125p.

DIRECCIÓN DE VIALIDAD, Ministerio de Obras Públicas. Manual de Carreteras, Chile. Volúmenes N° 2, 3, 4, 5 y 8. Edición 2016.

DIRECCIÓN DE VIALIDAD, Ministerio de Obras Públicas. Política de Conservación Vial, Chile. Etapa 2, Caminos Básicos, Noviembre 2011. 43p.

DIRECCIÓN DE VIALIDAD, Ministerio de Obras Públicas. Política de Conservación Vial, Chile. Etapa 3, Caminos No Pavimentados, Noviembre 2011. 71p.

ECHAVEGUREN, T. y Carrasco, D (2015). Revista Scielo, Estimación de longitud Crítica en Pendientes Ascendentes en Caminos Bidireccionales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, versión online 2015. [En línea]  
< [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732015000100001](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000100001)>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES. Manual de Señalización de Tránsito, Chile. Capítulo 2, Señales Verticales, Edición 2012. 91p.

MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA. Plan Desarrollo Comunal (PLADECO) 2012 - 2016, Chile. Comuna de Santa Bárbara, Abril 2012. 170p.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACION TERRITORIAL (SIIT), Reporte Estadístico Comunal Santa Bárbara, Abril 2008. 24p

SERVICIO EVANGÉLICO PARA EL DESARROLLO (SEPADE), Estudio de Capacidades Productivas Para la Comuna de Santa Bárbara, Junio 2010. 50p.

THENOUX, GUILLERMO; Halles A, Felipe; González V., Álvaro; Ernesto Barrera G. y Miranda A., Juan Carlos. Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, Guía de Diseño Estructural de Pavimentos para Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Chile. 1era. Edición, 2002. 62p. [En línea]  
[http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/gestionvial/Documents/Informes%20y%20Estudios/GUIA\\_DE\\_DISENO\\_ESTRUCTURAL\\_DE\\_PAVIMENTOS.pdf](http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/gestionvial/Documents/Informes%20y%20Estudios/GUIA_DE_DISENO_ESTRUCTURAL_DE_PAVIMENTOS.pdf)

VILLAVICENCIO, Cristian. Impacto de la Aplicación de Nuevas Tecnologías de Sellado con Capa de Protección Asfáltica, en los Plazos, Costos y Calidad de Construcción de Caminos Secundarios en Chile. Proyecto de título de Ingeniería Civil. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Depto. De Ingeniería Civil, 2015. 179p.

## **ANEXOS**

ANEXO A. Registro Fotográfico.....	38
ANEXO B. Plano Topográfico.....	44
ANEXO C. Informe de Mecánica de Suelos.....	45
ANEXO D. Descripción de Soluciones Básicas para la Conservación de Caminos.....	58
ANEXO E. Planos de Proyecto.....	62
ANEXO F. Cubicaciones.....	70
ANEXO G. Presupuesto Estimativo por Partidas.....	74
ANEXO H. Especificaciones Técnicas (EETT).....	75

## ANEXO A: REGISTRO FOTOGRÁFICO

Las fotografías corresponden a sectores y puntos de importancia y se presentan en secuencia del trazado desde el inicio al final del proyecto definido.



Figura A1: Vista aérea de camino El Sótano (Q-717).



Figura A2: Intersección Camino Las Obras – Camino El Sótano, km 0,000.



Figura A3: Ancho de faja, km 0,020.



Figura A4: Acceso a sitio particular, km 0,115.

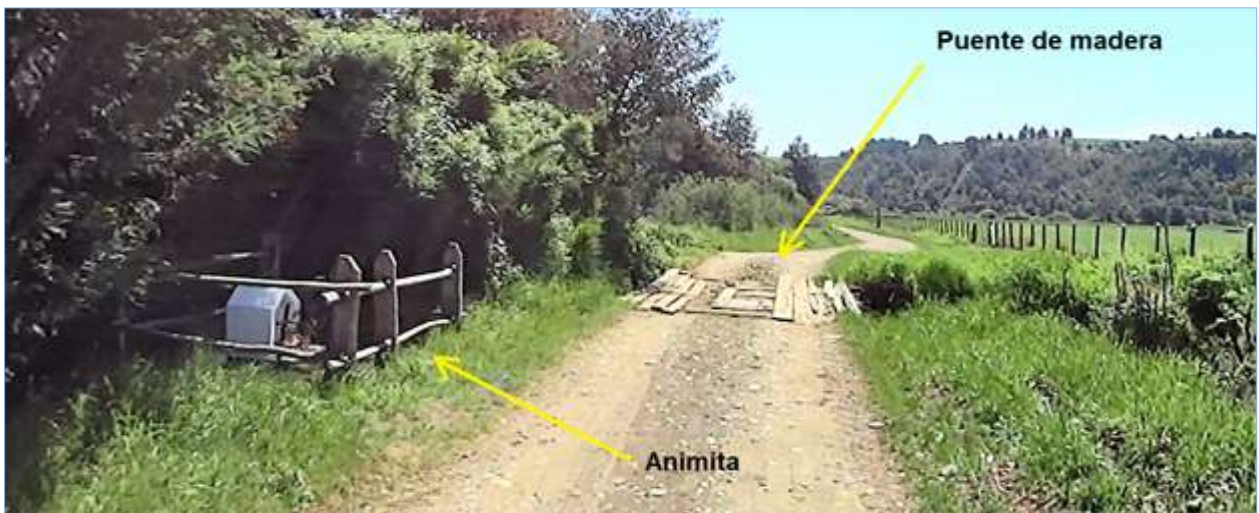


Figura A5: Puntos de control, animita y puente de madera, km 0,160.



Figura A6: Estero Los Laureles, km 0,170





Figura A7: Canal de Riego Revestido, km 0,180.



Figura A8: Animita, puente de madera y canal de riego, km 0,180.



Figura A9: Ancho de faja en inicio de curva, km 0,200.



Figura A10: Acceso, km 0,450.



Figura A11: Condición superficie de rodado, km 0,710.



Figura A12: Ancho de faja y punto de control (cable de anclaje poste eléctrico), Km 0,725.



Figura A13: Accesos a predios, km 0,740.



Figura A14: Tubería de acero en canal de riego no revestido, km 0,915.



Figura A15: Acceso, km 0,950.



Figura A16: Sector con superficie de rodado con material sobretamaño, km 0,960.



Figura A17: Tramo en pendiente fuerte, km 1,080.



Figura A18: Talud de corte, km 1,110.



Figura A19: Estado de superficie de rodadura, presencia de erosión y cárcavas, km 1,170.



Figura A20: Acceso, km 1,310.



Figura A21: Ancho de faja y sector en inicio de curva, km 1,570.



Figura A22: Estado de superficie de rodado, km 1,610.



Figura A23: Sector en pendiente, km 2,080.



Figura A24: Intersección final, camino El Sótano – Ruta Q-579, km 2,350.

### ANEXO B: PLANO TOPOGRÁFICO



## ANEXO C: INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS

### 1. GENERALIDADES

El presente informe geotécnico se refiere al estudio de mecánica de suelos del sector camino El Sótano en marco del desarrollo de proyecto de título “*Diseño de Alternativa Vial con Enfoque en el Fomento Productivo, Comuna de Santa Bárbara*”.

Este informe corresponde a un estudio con carácter de informe técnico, que tiene relación con el análisis de las prospecciones que conformaron la exploración del terreno, los resultados de los ensayos de laboratorio y el análisis geotécnico, los cuales permitieron identificar las características del suelo correspondiente al terreno del sector del trazado donde actualmente se emplaza del camino el Sótano, comuna de Santa Bárbara.

### 2. UBICACIÓN DEL TRAZADO EN ESTUDIO

El sector, en el cual se emplaza el camino El sótano, se encuentra ubicado a 5.2 km al NO de la comuna de Santa Bárbara, por el camino Las Obras; que comprende el trazado que intersecta al sur con el camino las Obras y al norte con la ruta Q-579.

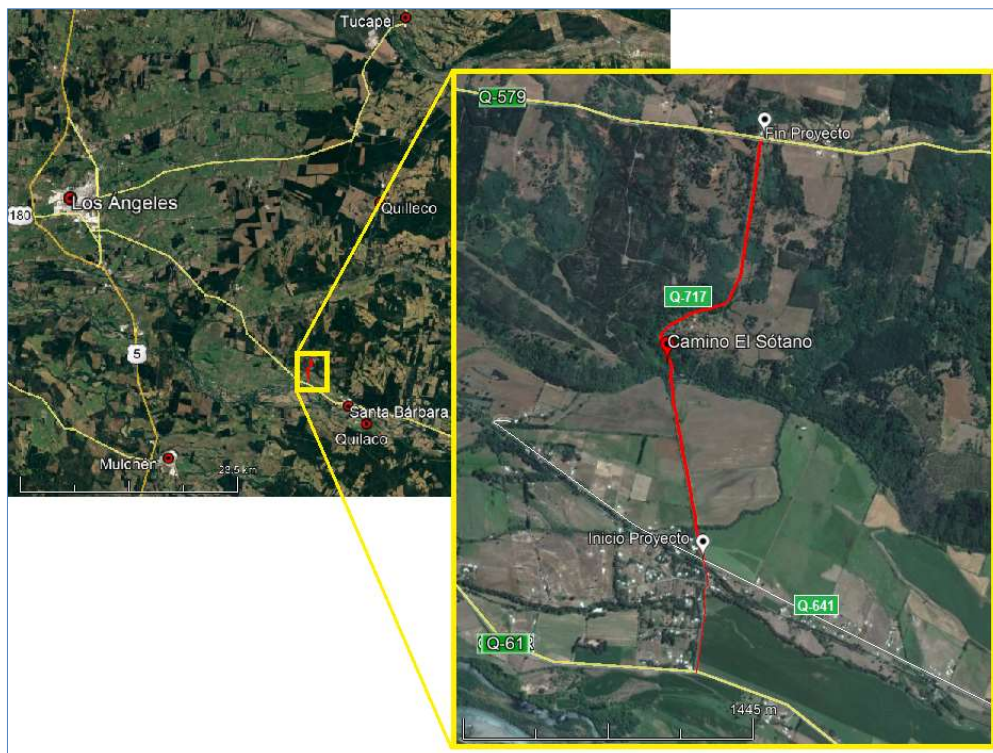


Figura 1C: Ubicación Camino El Sótano.



### 3. ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS DEL TERRENO.

El levantamiento topográfico del terreno correspondiente al trazado en estudio fue facilitado por la oficina del PIRDT, del Gobierno Regional (GORE) de la Región del Bío-Bío que fue confeccionado para la Municipalidad de Santa Bárbara. Este levantamiento topográfico se presenta mediante archivos de superficie y planimetría en AutoCad Civil 3D.

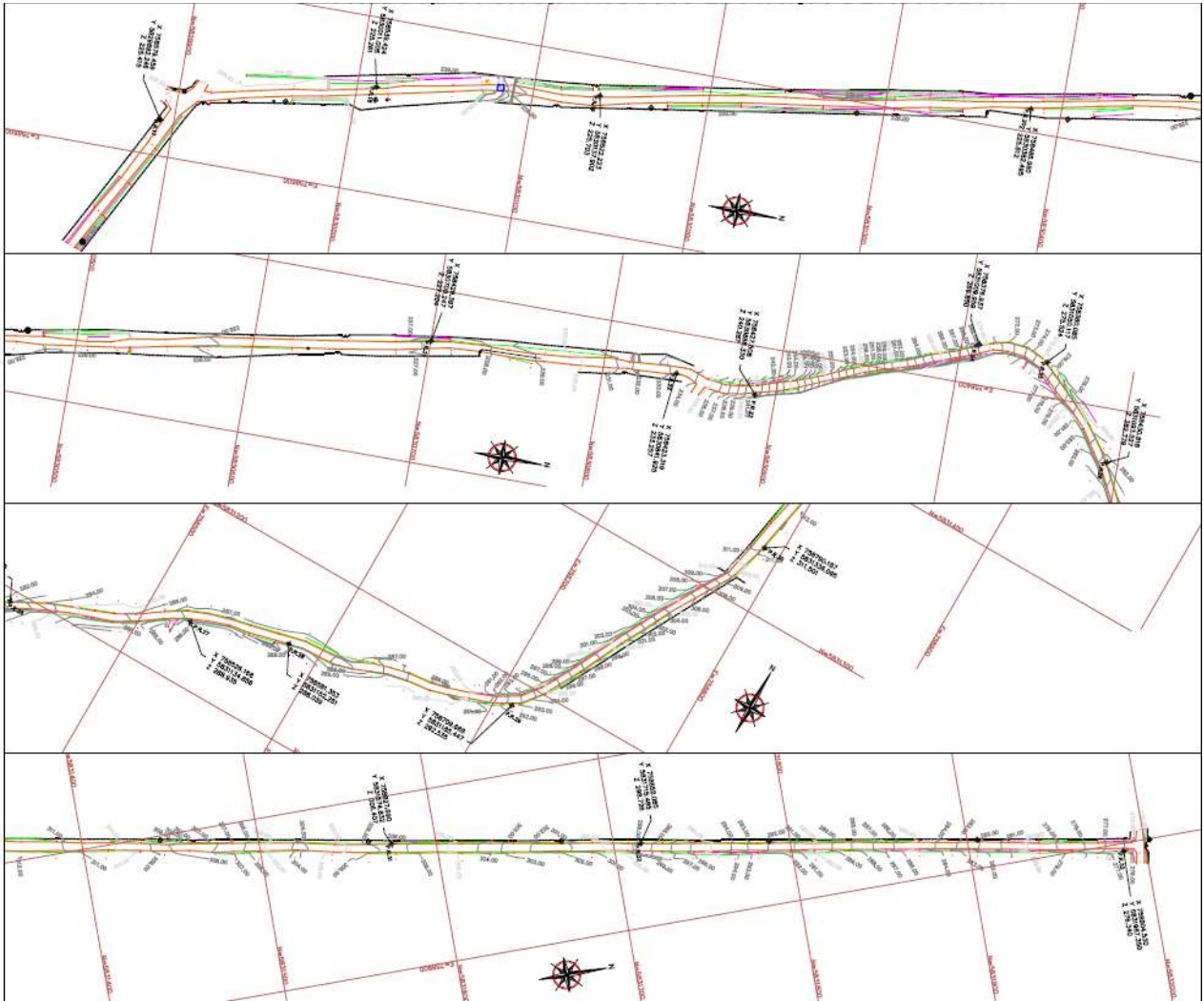


Figura 2C: Planimetría del terreno del camino en estudio

El camino en estudio se emplaza sobre una extensión topográfica accidentada de gran desnivel y de diversas pendientes, en donde se pudieron distinguir sectores importantes; una **zona baja** con pendientes inferiores a 1% en los primeros 800 m de trazado y una segunda **zona alta** con pendientes leves y fuertes de entre 5% y 25% hasta el final del trazado. La **zona de transición**,

entre la zona baja y la zona alta, presenta la mayor pendiente de aproximadamente 25% y taludes de corte, como se puede apreciar en la siguiente imagen:

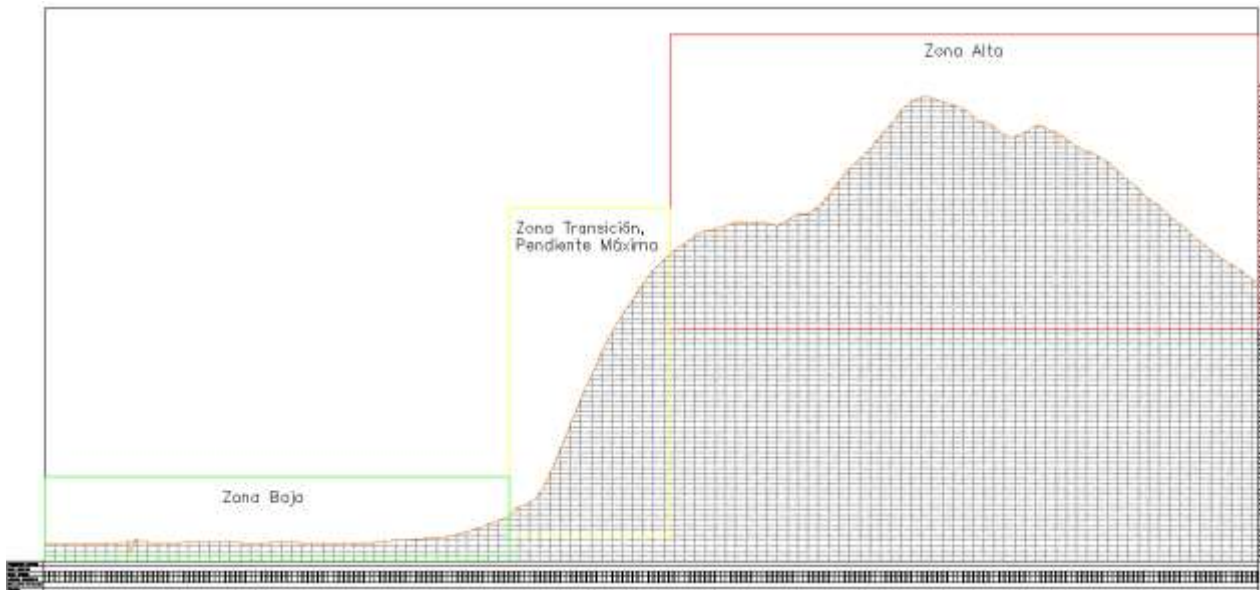


Figura 3C: Altimetría del eje del camino en estudio.

#### 4. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.

Desde el punto de vista geomorfológico, la comuna de Santa Bárbara presenta una serie de formas que caracterizan y condicionan en gran medida las actividades económicas comunales, el emplazamiento de la población y las comunicaciones terrestres, lo cual sin duda es un factor importante a considerar en la perspectiva del desarrollo comunal.

El área occidental, comprende una parte de la depresión central, formada por conos y restos de depósitos de piedemontes, pre wormianos, sedimentos piroclásticos y fluviales. Gran parte del territorio comunal se caracteriza por la presencia de relieves de crestas y domos, de origen granítico cretácico. Las zonas más bajas y con menores pendientes, presentan una estabilidad de las vertientes, con la excepción de la dinámica generada en las terrazas aluviales del río Biobío, por las crecidas invernales, generándose modificaciones del cauce y socavamiento de taludes (de terrazas) con pendientes pronunciadas.

También es importante señalar que en general, los caminos que conectan los distintos sectores de la comuna, en algunos tramos presentan cortes de pendientes altas que no tienen medidas de

contención, lo que presupone una amenaza por derrumbes de laderas, en eventos de precipitaciones intensas o por movimientos sísmicos de gran intensidad.

La secuencia de glaciaciones, permitió la existencia de una amplia llanura en la parte baja de la comuna (poniente de la ciudad de Santa Bárbara), generándose suelos aptos para el desarrollo de la agricultura. Las unidades geológicas que se desarrollan en la comuna de Santa Bárbara tienen su génesis en procesos tecto-volcánicos, glaciares y recientemente fluviales, las cuales dos se identifican en la región en donde se emplaza el trazado en estudio.

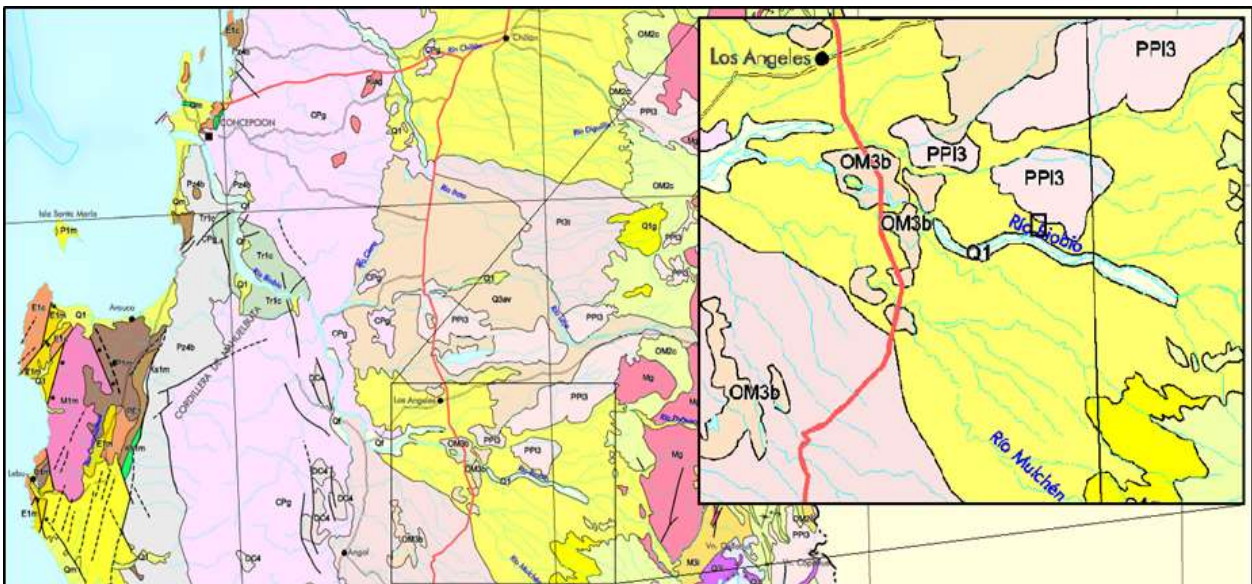


Figura 4C: Carta geológica de la zona del terreno en estudio.

**Q1 Pleistoceno - Holoceno:** Corresponden a depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciares, deltaicos, litorales o indiferenciados. Son significativas sobre todo en el Valle o Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciares con intercalación de depósitos volcanoclásticos. En Particular, en el caso de Santa Bárbara, abarcan un área importante, dominada por lomajes, siendo principalmente depósitos fluvioglaciares.

**PPI3 Plioceno - Pleistoceno:** Son unidades formadas por secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados, correspondientes a lavas principalmente basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados. En la Cordillera Principal, regiones VII a X: formaciones Cola de Zorro y Malleco.

## **5. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

La metodología aplicada para el desarrollo de la campaña de exploración en terreno consideró una visita técnica con los alumnos de la asignatura proyecto de ingeniería y un alumno tesista y laboratorista vial C de la carrera de ingeniería civil con el objetivo de obtener una visión global del área de estudio y definir los criterios para la ejecución de las prospecciones de suelo en el terreno de estudio considerando para ello algunas restricciones como limitaciones de tiempo y de disponibilidad del laboratorio de suelos de la carrera. Los trabajos en terreno consistieron principalmente en la realización de prospecciones del tipo calicata las cuales fueron dos.

## **6. SITUACIÓN ACTUAL DEL TERRENO EN ESTUDIO.**

El terreno en estudio corresponde a un camino vecinal de aproximadamente 2.4 km de longitud, cuya superficie de rodado es de suelo natural y en algunos sectores con presencia de material granular artificial tipo bolones que fueron colocados por acuerdo de los vecinos del sector, esto con fines de dar estabilidad en la superficie al tránsito de vehículos. El camino es destinado para el tránsito de vehículos particulares y principalmente agrícolas debido a que se emplaza entre predios destinados a la agricultura.

Durante el reconocimiento del terreno, y a modo de constatar las condiciones planimétricas y altimétricas basadas en el levantamiento topográfico, se observó que el terreno está emplazado en una extensión topográfica variable presentando un evidente desnivel del trazado, distinguiendo y comprobando así la existencia de dos sectores claramente definidos, en una zona baja de terreno llano y una zona alta de terreno montañoso y ondulado. Además, en la transición de la zona baja y zona alta se presenta un tramo en pendiente fuerte y taludes de corte. Respecto a los efectos de las aguas pluviales, se presentan cárcavas de considerable ancho y profundidad, las cuales se han producido por importante erosiones de suelo en sectores de mayor pendiente.

A los costados del camino se presenta abundante vegetación y arboles casi en toda su extensión y se observan algunas estructuras de drenaje con fines de riego agrícola.

El siguiente set fotográfico muestra algunos sectores del terreno del camino en estudio:



Figura 5C: Estado de superficie de rodado.



Figura 6C: Sector con superficie de rodado con material sobretamaño.



Figura 7C: Talud de corte en zona de pendiente fuerte.



Figura 8C: Tramo en pendiente fuerte.



Figura 9C: Superficie natural de rodadura erosionada y presencia de cárcavas profundas.



Figura 10C: Superficie natural de rodadura erosionada y presencia de cárcavas.

## 7. CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN DEL TERRENO

### UBICACIÓN DE LAS PROSPECCIONES.

La selección de las ubicaciones de las calicatas se relacionó con las características topográficas del terreno y sectores donde se aproxime el suelo natural con la subrasante, motivo por el cual se realizó la primera calicata en la zona baja y la segunda en la zona alta de la superficie que comprende el trazado del camino.

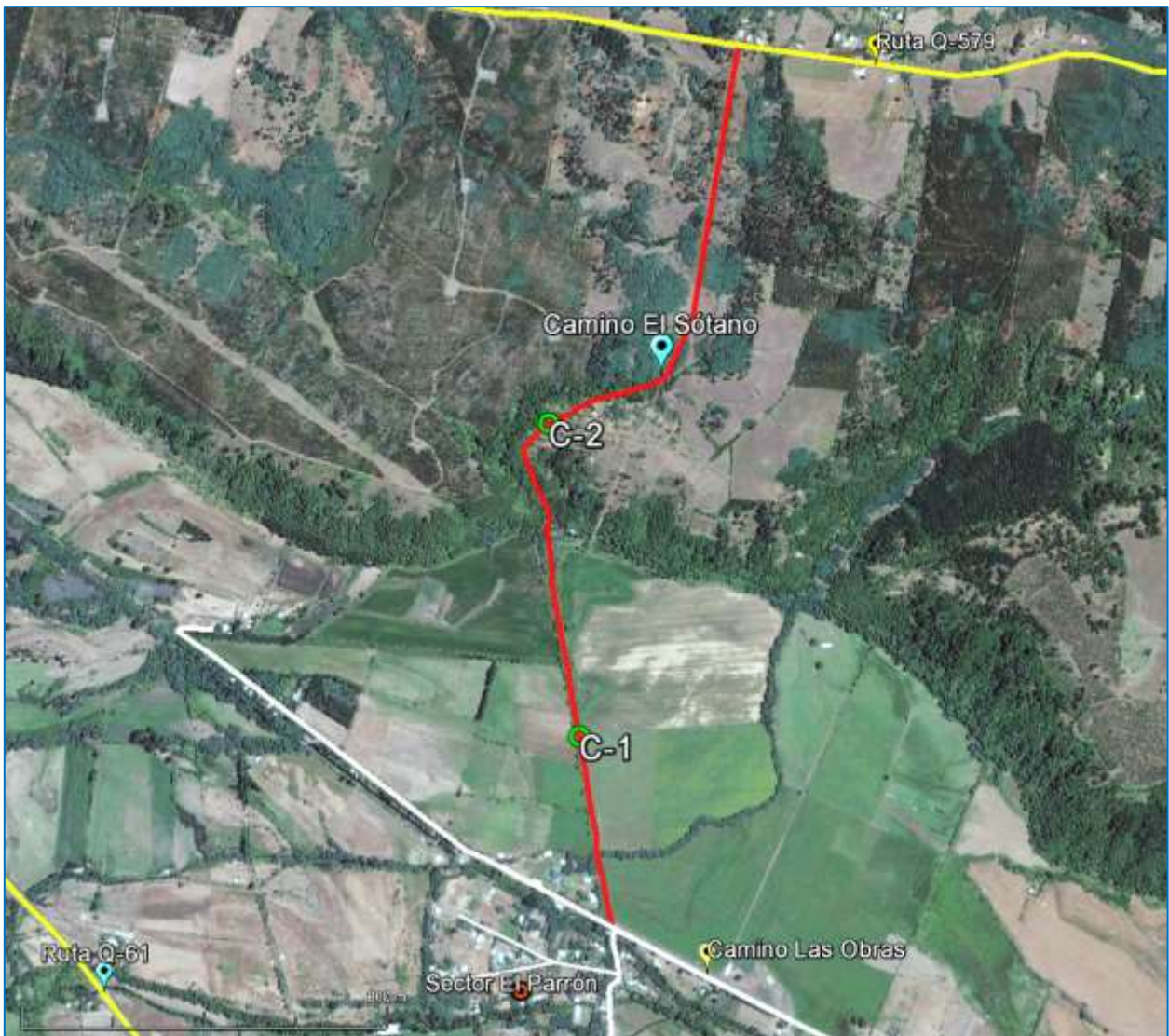


Figura 11C: Superficie natural de rodadura erosionada, presencia de cárcavas.

A continuación, se detallan las profundidades alcanzadas por las distintas prospecciones, junto con su cota de terreno, de manera de complementar la figura anterior:

Tabla 1: Profundidades y cotas de terreno de calicatas C-1 y C-2.

Calicata N°	Profundidad (m)	Cota Terreno (m)	Coordenada Norte (m)	Coordenada Este (m)
1	1.53	225.59	5830357.91	758489.61
2	1.55	280.23	5831109.22	758452.79

Se muestran a continuación, fotografías de los trabajos desarrollados en terreno y del material extraído.



Figura 12: Ejecución de calicata C-1.



Figura 13: Presencia de napa freática en calicata C-1.





Figura 14: Ejecución de calicata C-2.



Figura 15: Realización de descripción visual y Densidad in situ en calicata C-2.

### **ENSAYES DE LABORATORIO.**

La toma de muestras in situ de las prospecciones del tipo calicata realizadas en la campaña de exploración y la confección de los distintos ensayos mínimos requeridos al material extraído fueron realizadas en un laboratorio de materiales.

## ANTECEDENTES DEL SUBSUELO.

Teniendo en consideración los antecedentes proporcionados por el análisis topográfico de terreno, los antecedentes geológicos, la campaña de exploración geotécnica y los resultados de los ensayos de laboratorio, es posible caracterizar y describir las características del subsuelo del terreno en estudio.

### Estratigrafías.

Tabla 2: Estratigrafía de calicata 1

Horizonte	Descripción Visual
H - 1 0.00 m - 0.15 m	Material granular artificial, bolones T <sub>max</sub> 10", gravas y limo, compacidad y consistencia bajas, humedad alta, color café oscuro.
H - 2 0.15 m - 1.53 m	Limo de plasticidad media, consistencia media, color café oscuro, Humedad alta y presencia de raicillas.

### Nivel Freático de C-1

La fecha de realización de la exploración de terreno, esto es al inicio del mes de noviembre de 2015, en la calicata C-1 se observó la presencia de nivel freático. Al observar el afloramiento de agua a los 1.53 m s detiene la excavación; luego de esperar unos 5 minutos el nivel freático llega a los 0.75 m de profundidad manteniéndose estable.

Tabla 3: Estratigrafía de calicata 2

Horizonte	Descripción Visual
H - 1 0.00 m - 0.20 m	Limo de plasticidad media a alta, consistencia media, humedad media, color rojizo.
H - 2 0.20 m - 1.55 m	Limo de plasticidad alta, consistencia media, humedad media, color café claro.



### Nivel Freático de C-2

A la profundidad al cual se llegó en esta prospección, no se observó la presencia de Nivel freático

### Resultados de ensayos de laboratorio.

A continuación, se muestran cuadros resúmenes con los antecedentes aportados por las diferentes prospecciones y respectivos ensayos de laboratorio.

Tabla 4: Clasificación de suelos.

Calicata	Profundidad (m)		Clasificación		% Tamiz N° 200	LL	LP	IP	Humedad Natural (%)
	Calicata	Muestreo	ASSHTO	USCS					
C-1	1.53	0.4	A-6	CL	65.4	39.5	22.4	17.1	33.2
C-2	1.55	0.4	A-7-6	MH	59.9	51.3	28.8	22.5	39.0

En la siguiente tabla se muestran los valores de densidades y CBR obtenidos para un grado de compactación del 95% del Proctor modificado.

Tabla 5: Densidades y % CBR

Clcta.	Prof. (m) Muestreo	Clasif. USCS	Densidad Natural Seca (kg/dm <sup>3</sup> )	D.M.C.S. (kg/dm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima (%)	% comp.	%CBR (0.2'')
C-1	0.4	CL	1.19	1.64	21.5	73	<b>18</b>
C-2	0.4	MH	1.05	1.55	25.5	68	<b>6</b>

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los antecedentes obtenidos en terreno, producto de la campaña de exploración de suelos elaborada y los resultados obtenidos de ensayos de laboratorio es posible destacar los siguientes aspectos:

- De acuerdo al levantamiento topográfico solicitado, se tiene que el terreno donde se emplaza el camino en estudio, para efectos de diseño de caminos, es bastante irregular donde se puede

distinguir y clasificar una zona baja regular de *terreno llano* y una zona alta irregular de *terreno montañoso y ondulado*.

- A partir de las estratigrafías y ensayos de clasificación, los tipos de suelos naturales de los estratos encontrados corresponden principalmente a suelos finos con porcentaje que pasa por el tamiz N°200 sobre 50% a profundidad de 0.4 m aproximadamente, obteniendo en la zona baja del sector en estudio, en la calicata C-1 una arcilla de baja plasticidad. Debido al afloramiento de agua producto del nivel freático presente se deduce la presencia de suelo de tipo limoso a mayor profundidad. En la zona alta, en la cual se realizó la calicata C-2, se encontró un suelo de tipo limo de alta plasticidad y no hubo presencia de napa freática.
- De los controles de compactación realizados en calicatas y densidades resultantes de los ensayos detallados en la Tabla 5, se observa que las densidades in situ con porcentajes de compactación alcanzados respecto al ensayo Proctor Modificado, son inferiores al 73% lo cual se asocia a una consistencia media a baja. Respecto a las razón de soporte CBR del suelo natural encontrado en las prospecciones son de 18% y 6% de la calicata C-1 y C-2 respectivamente, lo cual califican cualitativamente al suelo natural de calidad de regular a mala. Además, considerando la tipología del suelo el ángulo

## 9. CONCLUSIONES

En base a todos los antecedentes expuestos y analizados en el presente informe, producto de los trabajos de terreno realizados, los resultados de laboratorio y el análisis de gabinete, es posible concluir lo siguiente:

- Las características topográficas adversas en algunos tramos del terreno harán un tanto complejo el desarrollo del diseño geométrico tanto horizontal como vertical del camino en estudio, por lo cual se debe ser minucioso en la elaboración de este, conociendo claramente los puntos topográficos críticos.
- De acuerdo a los análisis de las propiedades geomecánicas obtenidas a partir de los resultados de ensayos de laboratorio, se concluye que no es posible utilizar el suelo natural como subrasante debido a que presenta capacidad de soporte deficientes en aproximadamente los primeros 0.5 m de profundidad. Sumado a lo anterior, la presencia de material tipo bolones en

la superficie de algunos tramos del camino, no es un material que cumpla con las condiciones adecuadas de material para carpeta granular de rodado. Por lo tanto, para dar pie al emplazamiento de capas estructurales de material granular, se considera necesario ejecutar un mejoramiento de suelos bajo la subrasante proyectada. Dicho mejoramiento, tiene por objetivo mejorar sus propiedades y capacidad de soporte, de manera que quede en condiciones de recibir las capas de subbase y/o base y la carpeta de rodado.

#### **ANEXO D: DESCRIPCIÓN DE SOLUCIONES UTILIZADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CAMINOS BÁSICO.**

Un camino básico (CCBB) es un camino de bajo volumen de tránsito cuya carpeta de rodadura es tratada con alguna técnica innovadora que mejora el nivel de servicio, que permite:

- Proveer de superficie de rodadura confortable de mayor durabilidad que la tradicional.
- Disminuir o eliminar el polvo generado por los vehículos.
- Brindar una mejor calidad de vida a los pobladores de sectores rurales.
- Eliminar el efecto nocivo del polvo a los cultivos aledaños al camino.
- Menor cantidad de intervenciones de conservación.
- Menores efectos sobre el ambiente (menor extracción periódica de áridos).
- Crear condiciones propicias para el desarrollo local.

Se consideran Caminos Básicos por Conservación solo cuando se cumpla con las siguientes condiciones:

- El TMDA (Tránsito Diario Medio Anual) debe ser máximo 400 veh/día.
- El proyecto considera tratar la capa de rodadura con una capa de protección. Esta última podrá ser: Tratamiento Superficial Simpleo Doble, Cape Seal, Otta Seal, Lechada Asfáltica o imprimación Reforzada, según las condiciones técnicas del proyecto en cada región (Ver Tabla D1) lo aconsejen o alguna otra capa de protección que surja de alguna innovación.
- La capa estructural máxima a considerar será una Base Granular de un espesor menor o igual a 0,2 m
- El presupuesto no podrá exceder los montos máximos fijados por cada región (Ver tabla D2)

#### **Tipos de Capas de Protección Asfálticas**

A continuación se describen las distintas capas de protección que en la actualidad se emplean en Chile en el Programa de Conservación de Caminos Básico. Cabe señalar que estas soluciones no contribuyen a la capacidad estructural de las capas inferiores, solo cumplen la función de estabilizar o proteger estas capas.

### ***Imprimación reforzada***

Consiste en la aplicación de una imprimación sobre una superficie de material granular, seguida de un segundo riego de ligante; que puede ser del tipo asfalto cortado o emulsión de quiebre rápido, para luego aplicar una capa de arena uniformemente distribuida, finalizando el proceso con una compactación rodillo de neumático. Se empleó mayoritariamente en la V Región. Sin embargo ha perdido relevancia ya que su costo es parecido al de un TSS pero su duración menor, sobre todo en condiciones de mayor volumen de tránsito.

### ***Tratamiento Superficial Simple (TSS)***

Un Tratamiento Superficial Simple es una primera capa de sello asfáltico inicialmente aplicado sobre una superficie no pavimentada previamente preparada, que normalmente corresponde a una base granular chancada. Los TSS deben estar diseñados para proporcionar impermeabilización a la capa estructural de la base. Es el primer tratamiento sobre la superficie granular y su principal objetivo debe ser preparar la superficie para el tratamiento principal que generará la superficie de rodado más duradera. Los TSS como primera capa asfáltica sobre una base granular chancada tienen un vida útil de diseño de 1 año, aunque en condiciones de bajo volumen de tránsito pueden durar bastante más.

### ***Doble Tratamiento Superficial (DTS)***

El sello asfáltico tipo Doble Tratamiento Superficial (DTS) está constituido por dos aplicaciones de ligante bituminoso y dos capas de agregado, generalmente terminadas con un riego de neblina con y sin aporte de finos pétreos, dependiendo de la textura final deseada.

Los diseños de los DTS construidos en Chile consideran áridos de tamaño máximo 19 mm (3/4") en primera aplicación y 10 mm (3/8") en segunda. De esta forma se estima que la vida de servicio del sello será de 6 años.

### ***Lechada Asfáltica***

La lechada es una mezcla de emulsión asfáltica de quiebre lento, agua, arena y eventualmente un relleno fino-filler, para adicionar la fracción fina que pueda faltar. Se aplica en condiciones bastante fluidas, lo que permite ingresar en grietas y nivelar fácilmente. La lechada asfáltica además de rejuvenecer la carpeta asfáltica, detiene el desgaste superficial y mejora la fricción entre pavimento y neumático.

### ***Cape Seal***

El Cape Seal es un tratamiento de sello superficial en dos capas constituido por una primera capa del tipo TSS cubierta por una segunda capa del tipo sello Slurry, siendo el objetivo principal de ésta rellenar la textura rugosa y abierta del TSS. Un sello Slurry es una mezcla de agregados chancados de tamaño pequeño y bien graduados, con un bitumen emulsificado y con aditivos. Se aplica a una cubierta en espesores que van entre los 3 mm y 8 mm.

En términos de costos y desempeño, el Cape Seal es una alternativa equivalente a los DTS. Como el agregado pequeño se aplica en una fase bastante acuosa, se introduce fácilmente en los intersticios que deja el agregado del TSS de la primera aplicación, y llena mejor estos espacios si se compara con la terminación que se logra con la segunda aplicación en un DTS. Esta característica mejora la terminación superficial del sello TSS, reduce significativamente la pérdida de agregado, y disminuye el ruido por tránsito. En el sello Cape Seal con microaglomerado, la capa del sello slurry presenta propiedades que le permiten instalarse en un espesor mayor al tamaño de la mayor partícula del agregado empleado. Así se generan capas de microaglomerado que pueden llegar fácilmente a los 15 mm por sobre la corona del agregado del TSS inferior. Como resultado se obtiene un sello de apariencia superficial equivalente a una mezcla asfáltica tradicional, a una fracción del costo de ésta.

### ***Otta Seal***

Consiste en una superficie bituminosa de 16 o 32 mm de espesor (una o dos capas) y su ejecución incluye el riego de un asfalto blando aplicado en caliente, seguido del riego de un agregado integral que es compactada dentro del asfalto usando un rodillo o camiones cargados. Será diferente para la superficie si se emplea una grava integral o un agregado triturado en lugar de gravilla de tamaño uniforme. Se utilizan los mismos equipos que en un tratamiento superficial.

Por su parte el Otta Seal, que es el sello de mayor costo de ejecución debido al tipo de asfalto empleado y las temperaturas de trabajo, se cree que es el tipo de capa que trabaja mejor a bajas

temperaturas. Por lo anterior en Chile ha sido empleado en la XII región. Sin embargo la experiencia nacional e internacional indica que sus tasas de retención de agregado y desempeño a largo plazo son incluso inferiores que las que muestran un DTS con emulsión modificada en las mismas condiciones climáticas.

Tabla D1. Cobertura de las soluciones básicas y las predominantes en cada Región.

<b>Región</b>	<b>% Cobertura Estimada</b>	<b>Solución Básica Predominante</b>	<b>% Solución respecto al total CCBB (2008-2010)</b>
Arica y Parinacota	30	Sal	73
Tarapacá	35	Sal	87
Antofagasta	70	Bischofita	100
Atacama	100	Bischofita	100
Coquimbo	50	Sal + Bischofita	88
Valparaíso	60 a 70	TSS	100
Metropolitana	60	TSS + DTS + CMA	96
O'Higgins	30	DTS + Lech. Asfáltica	89
Maule	25	TSS + DTS + CS	58
Bío Bío	menor a 10	DTS	87
Araucanía	10	DTS	100
Los Ríos	10	CS	100
Los Lagos	20	DTS	74
Aysén	90 a 100	Estabilizador	100
Magallanes	30	OS	100

Fuente: Política Conservación Vial - Caminos Básicos, Dirección de Vialidad.

Tabla D2. Valores máximos para proyectos de Caminos básicos por Conservación.

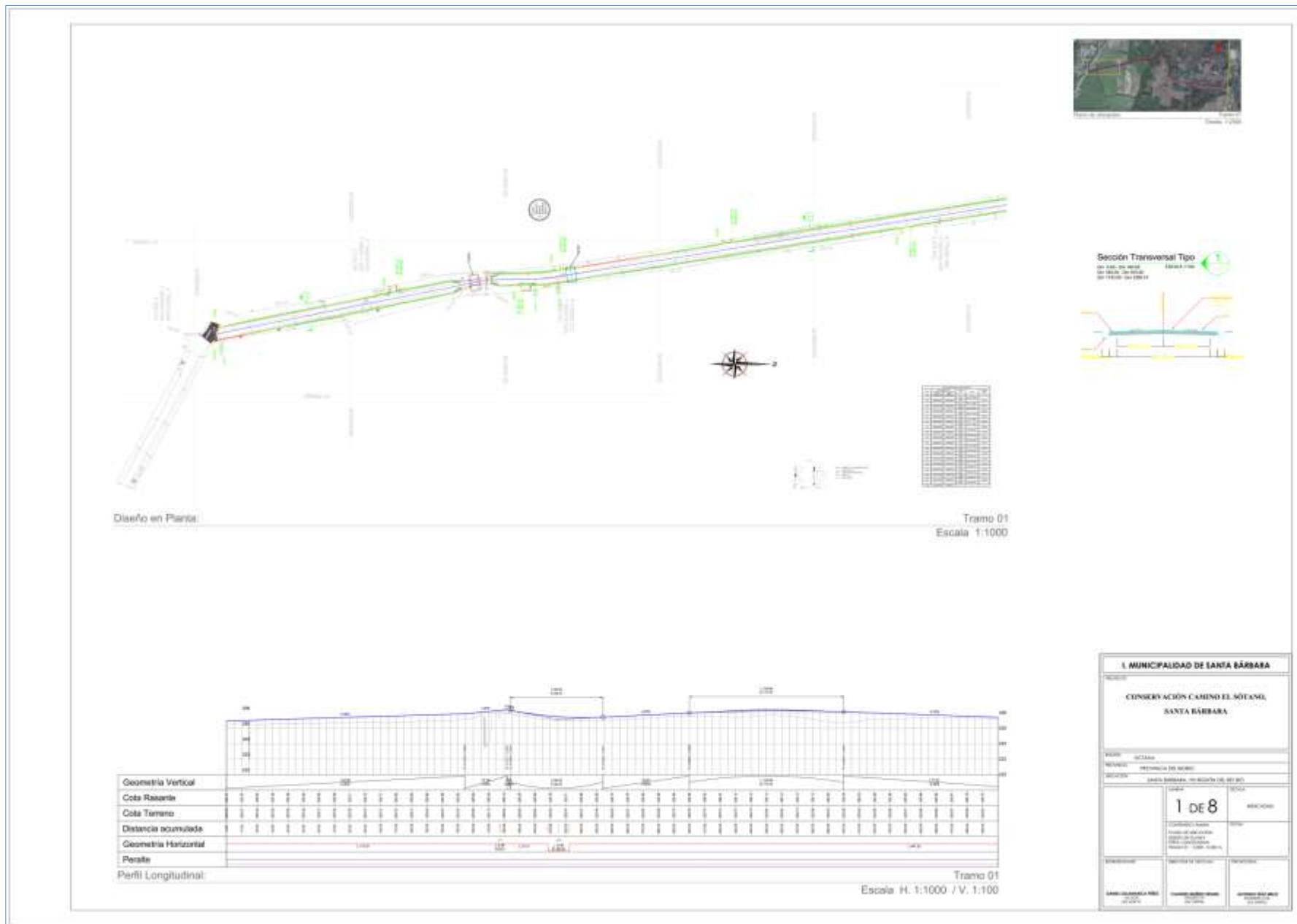
<b>Región</b>	<b>Monto Vigentes en Millones de \$/Km.</b>
Arica y Parinacota	140
Tarapacá	
Antofagasta	
Atacama	
Coquimbo	
Valparaíso	
Metropolitana	
Libertador Bernardo O'Higgins	170
Maule	200

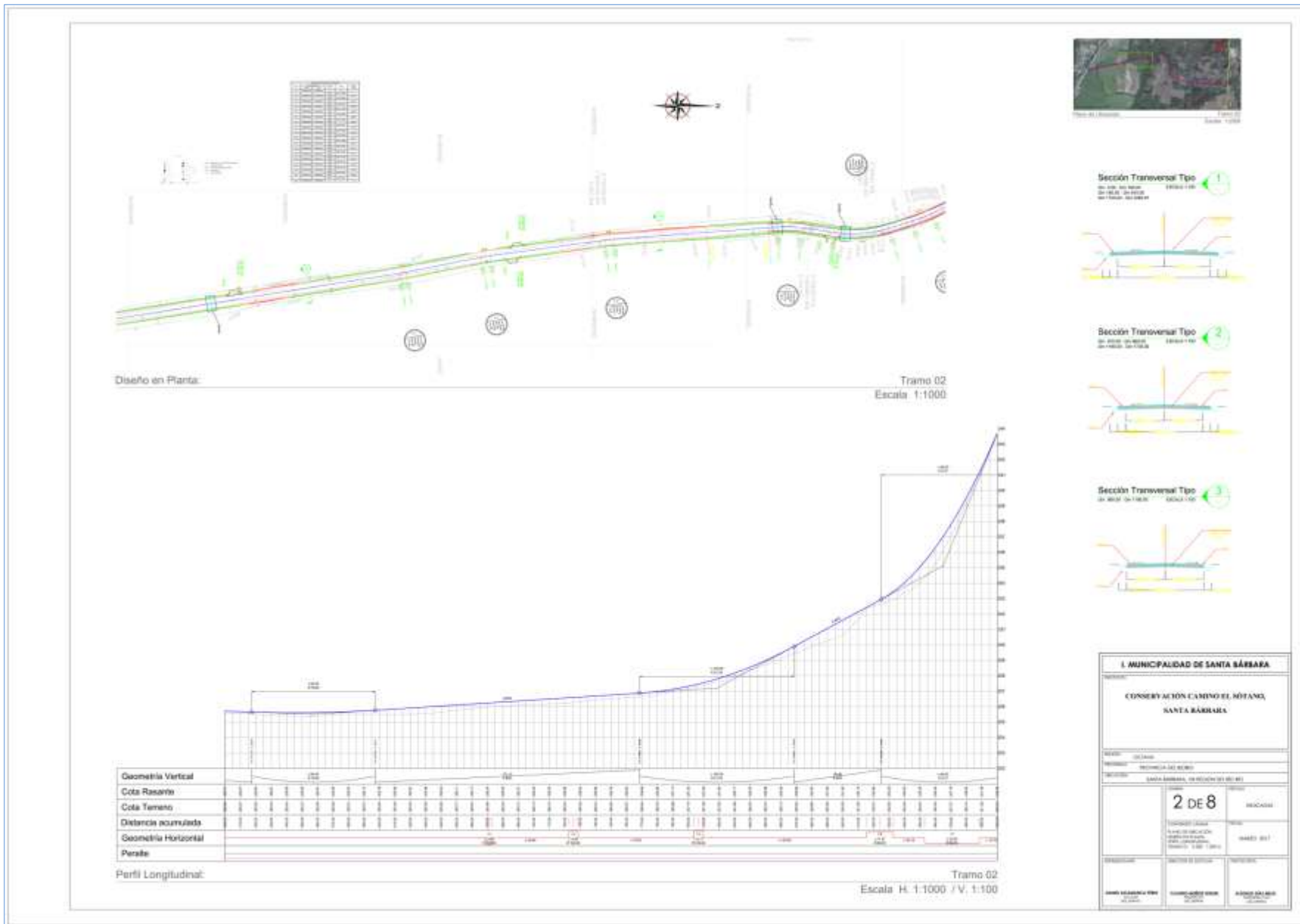


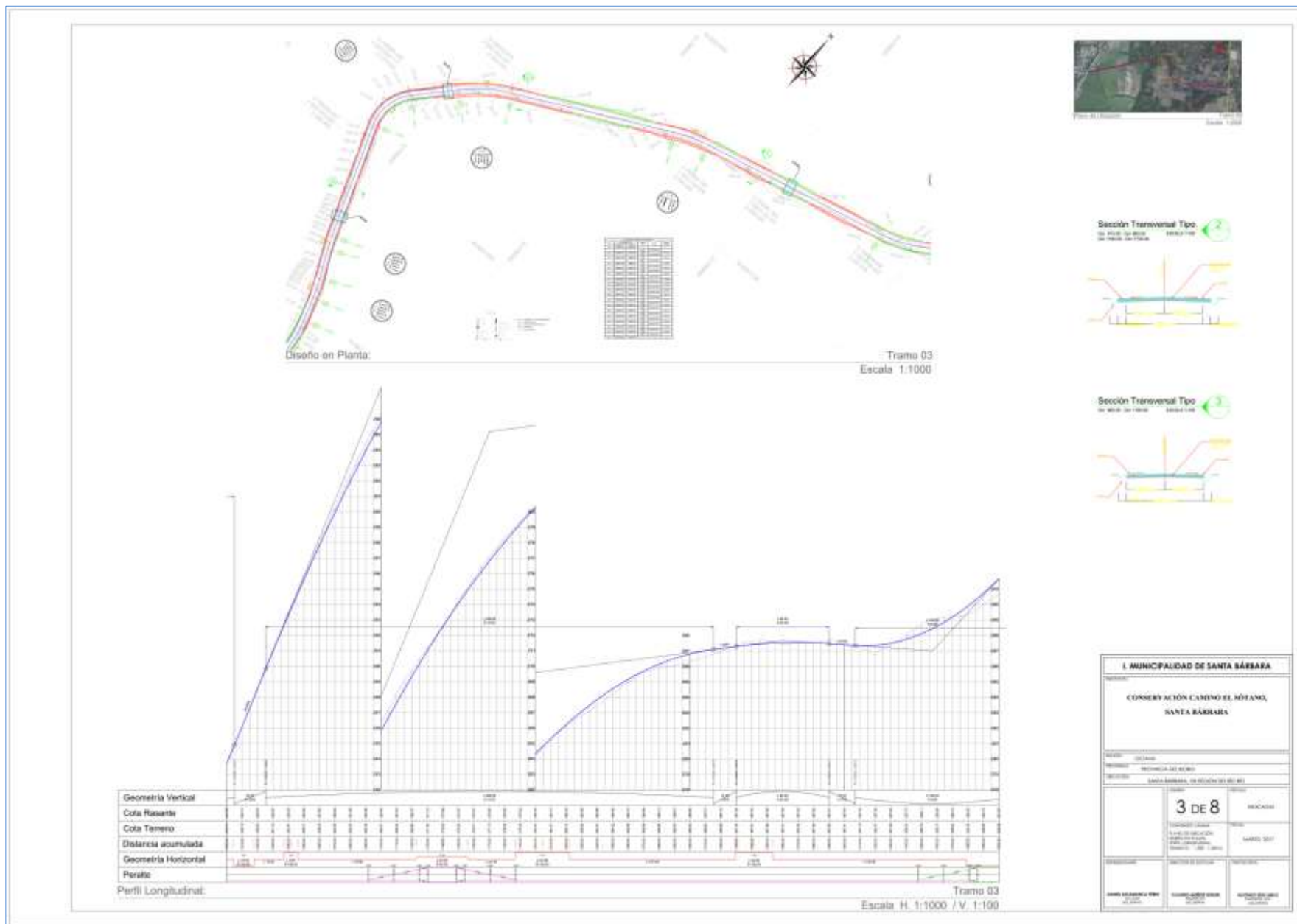
Biobío
Araucanía
Los Ríos
Los Lagos
Aysén
Magallanes

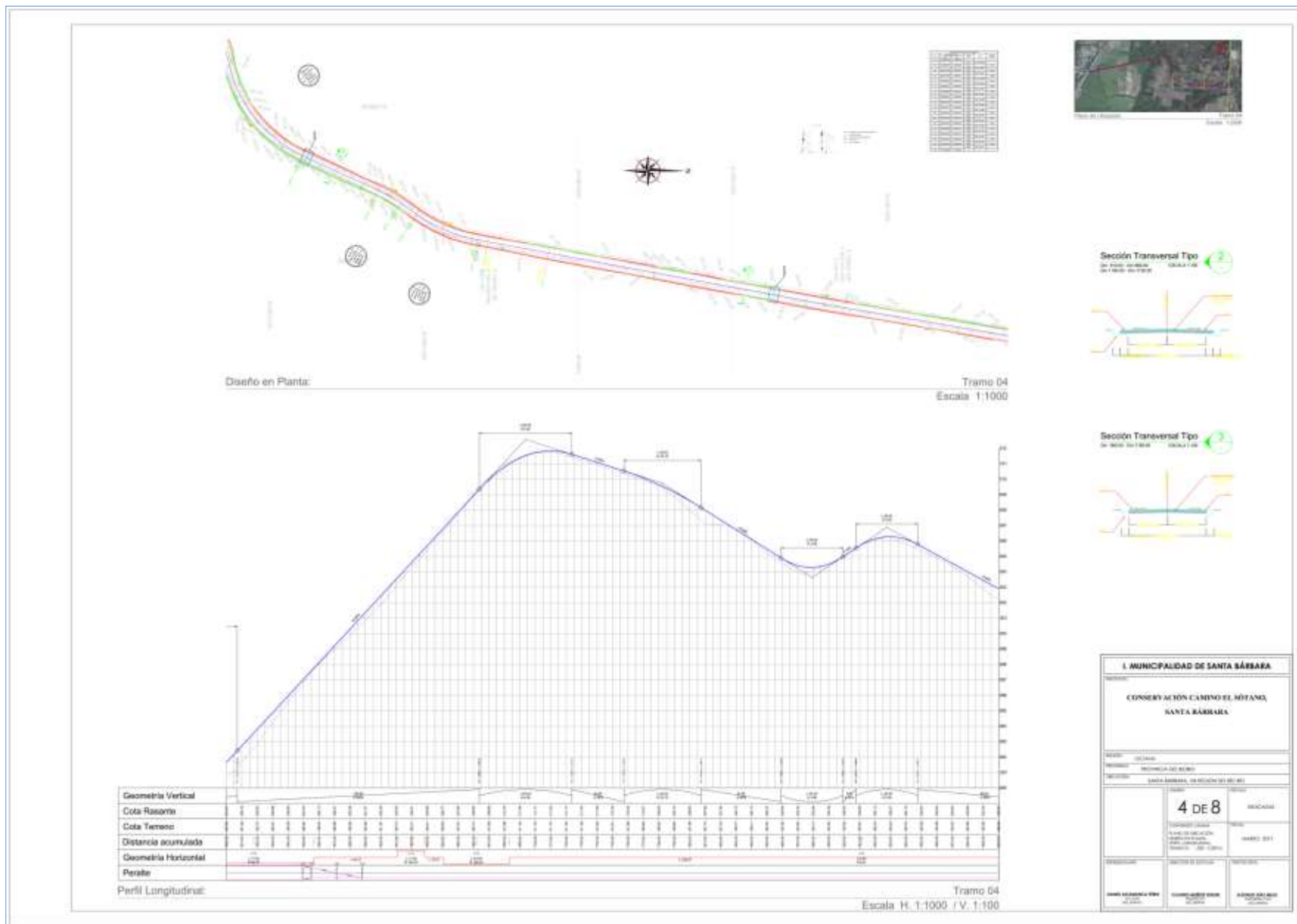
Fuente: División de Planificación y Desarrollo Regional, Gobierno Regional del Bío Bío.

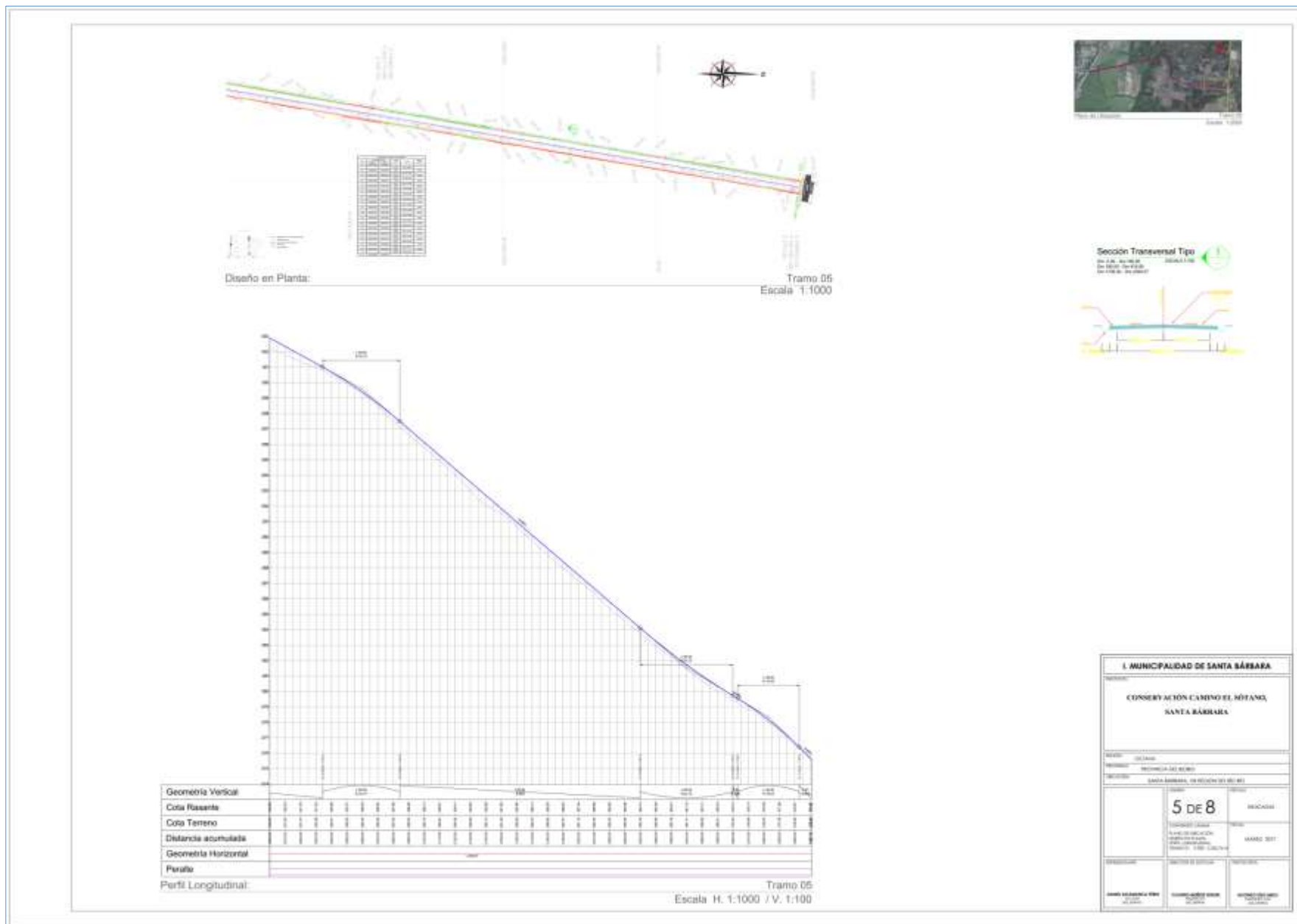
### ANEXO E: PLANOS DE PROYECTO













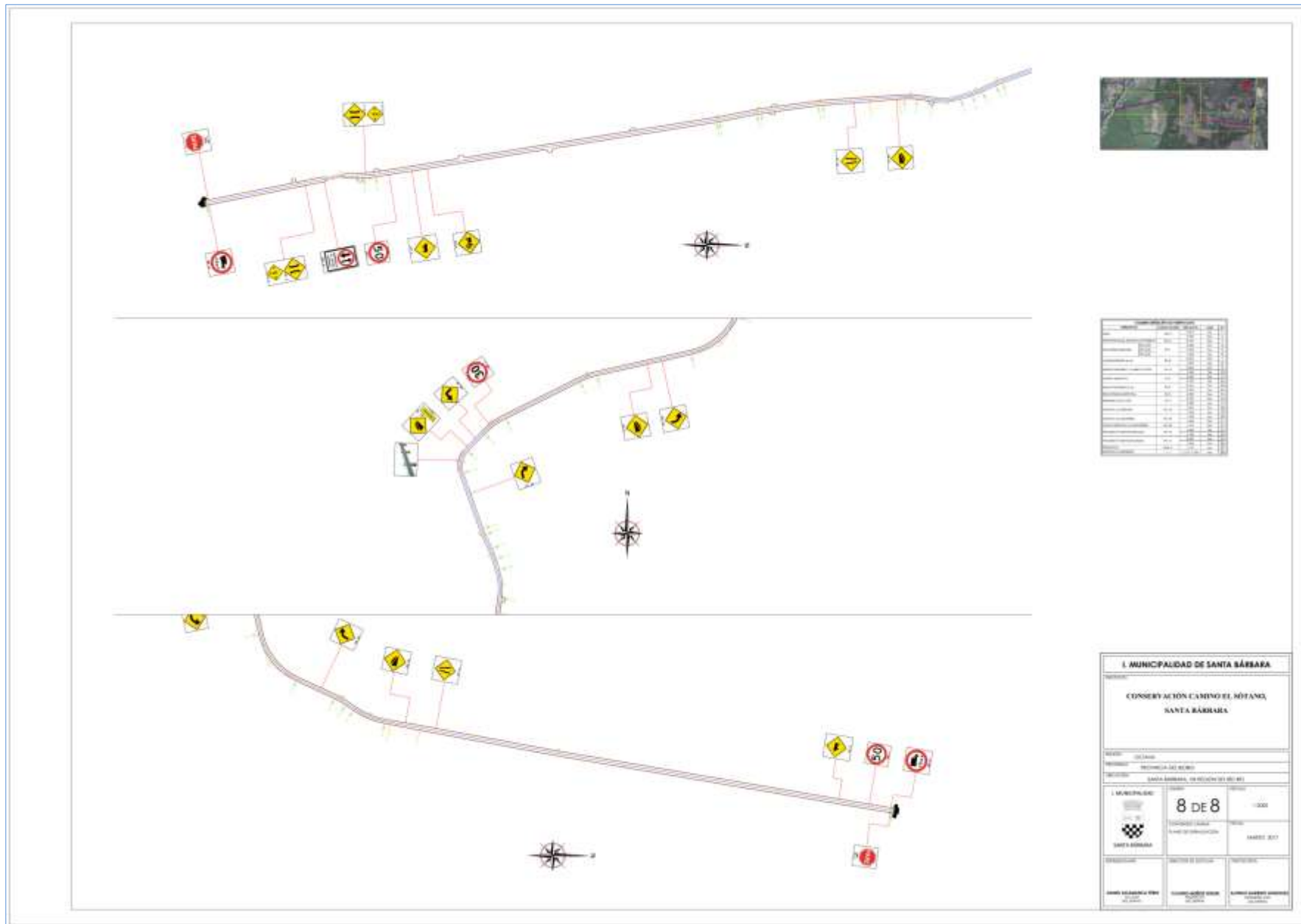
Perfiles Transversales

Escala H. 1:500 / V. 1:200

<b>I. MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA</b>	
<b>CONSERVACIÓN CAMINO EL SÓTANO, SANTA BÁRBARA</b>	
PROYECTO:	CONSERVACIÓN CAMINO EL SÓTANO
UBICACIÓN:	SANTA BÁRBARA, CHILE (CARR. 101-102)
<b>6 DE 8</b>	
PROYECTADO POR:	INGENIERO CIVIL
REVISADO POR:	INGENIERO CIVIL
APROBADO POR:	INGENIERO CIVIL
ELABORADO POR:	INGENIERO CIVIL
FECHA:	2010







INDICADOR DE AVANCE	
INDICADOR	AVANCE
1.1.1.1.1.1.1	100%
1.1.1.1.1.1.2	100%
1.1.1.1.1.1.3	100%
1.1.1.1.1.1.4	100%
1.1.1.1.1.1.5	100%
1.1.1.1.1.1.6	100%
1.1.1.1.1.1.7	100%
1.1.1.1.1.1.8	100%
1.1.1.1.1.1.9	100%
1.1.1.1.1.1.10	100%
1.1.1.1.1.1.11	100%
1.1.1.1.1.1.12	100%
1.1.1.1.1.1.13	100%
1.1.1.1.1.1.14	100%
1.1.1.1.1.1.15	100%
1.1.1.1.1.1.16	100%
1.1.1.1.1.1.17	100%
1.1.1.1.1.1.18	100%
1.1.1.1.1.1.19	100%
1.1.1.1.1.1.20	100%
1.1.1.1.1.1.21	100%
1.1.1.1.1.1.22	100%
1.1.1.1.1.1.23	100%
1.1.1.1.1.1.24	100%
1.1.1.1.1.1.25	100%
1.1.1.1.1.1.26	100%
1.1.1.1.1.1.27	100%
1.1.1.1.1.1.28	100%
1.1.1.1.1.1.29	100%
1.1.1.1.1.1.30	100%
1.1.1.1.1.1.31	100%
1.1.1.1.1.1.32	100%
1.1.1.1.1.1.33	100%
1.1.1.1.1.1.34	100%
1.1.1.1.1.1.35	100%
1.1.1.1.1.1.36	100%
1.1.1.1.1.1.37	100%
1.1.1.1.1.1.38	100%
1.1.1.1.1.1.39	100%
1.1.1.1.1.1.40	100%
1.1.1.1.1.1.41	100%
1.1.1.1.1.1.42	100%
1.1.1.1.1.1.43	100%
1.1.1.1.1.1.44	100%
1.1.1.1.1.1.45	100%
1.1.1.1.1.1.46	100%
1.1.1.1.1.1.47	100%
1.1.1.1.1.1.48	100%
1.1.1.1.1.1.49	100%
1.1.1.1.1.1.50	100%
1.1.1.1.1.1.51	100%
1.1.1.1.1.1.52	100%
1.1.1.1.1.1.53	100%
1.1.1.1.1.1.54	100%
1.1.1.1.1.1.55	100%
1.1.1.1.1.1.56	100%
1.1.1.1.1.1.57	100%
1.1.1.1.1.1.58	100%
1.1.1.1.1.1.59	100%
1.1.1.1.1.1.60	100%
1.1.1.1.1.1.61	100%
1.1.1.1.1.1.62	100%
1.1.1.1.1.1.63	100%
1.1.1.1.1.1.64	100%
1.1.1.1.1.1.65	100%
1.1.1.1.1.1.66	100%
1.1.1.1.1.1.67	100%
1.1.1.1.1.1.68	100%
1.1.1.1.1.1.69	100%
1.1.1.1.1.1.70	100%
1.1.1.1.1.1.71	100%
1.1.1.1.1.1.72	100%
1.1.1.1.1.1.73	100%
1.1.1.1.1.1.74	100%
1.1.1.1.1.1.75	100%
1.1.1.1.1.1.76	100%
1.1.1.1.1.1.77	100%
1.1.1.1.1.1.78	100%
1.1.1.1.1.1.79	100%
1.1.1.1.1.1.80	100%
1.1.1.1.1.1.81	100%
1.1.1.1.1.1.82	100%
1.1.1.1.1.1.83	100%
1.1.1.1.1.1.84	100%
1.1.1.1.1.1.85	100%
1.1.1.1.1.1.86	100%
1.1.1.1.1.1.87	100%
1.1.1.1.1.1.88	100%
1.1.1.1.1.1.89	100%
1.1.1.1.1.1.90	100%
1.1.1.1.1.1.91	100%
1.1.1.1.1.1.92	100%
1.1.1.1.1.1.93	100%
1.1.1.1.1.1.94	100%
1.1.1.1.1.1.95	100%
1.1.1.1.1.1.96	100%
1.1.1.1.1.1.97	100%
1.1.1.1.1.1.98	100%
1.1.1.1.1.1.99	100%
1.1.1.1.1.1.100	100%

<b>I MUNICIPALIDAD DE SANTA BÁRBARA</b>			
<b>CONSERVACION CAMINO EL SOTANO, SANTA BARBARA</b>			
FECHA:	02/2016		
PROYECTO:	CONSERVACION CAMINO EL SOTANO		
LOCALIDAD:	SANTA BARBARA, CHILE (CANTON 011 001 001)		
I MUNICIPALIDAD		8 DE 8	
SANTA BARBARA		SANTA BARBARA	
CONSERVACION	SECCION DE TRAZADO	SANTA BARBARA	
CONSERVACION CAMINO EL SOTANO	CONSERVACION CAMINO EL SOTANO	CONSERVACION CAMINO EL SOTANO	

**ANEXO F: CUBICACIONES**

**Movimientos de Tierra**

Alienación: 1  
 Grupo de líneas de muestreo: LMOA  
 P.K. inicial: 0+000.00  
 P.K. final: 2+350.76

P.K.	Área de terraplén [m <sup>2</sup> ]	Área de desmonte [m <sup>2</sup> ]	Volumen de terraplén [m <sup>3</sup> ]	Volumen de desmonte [m <sup>3</sup> ]	Vol. terraplén acumul. [m <sup>3</sup> ]	Vol. desmonte acumul. [m <sup>3</sup> ]	Vol. neto [m <sup>3</sup> ]
0+000.00	0.00	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.38	0.18	3.78	12.99	3.78	12.99	9.21
0+040.00	0.51	0.10	8.83	2.84	12.61	15.84	3.23
0+060.00	1.05	0.02	15.52	1.25	28.13	17.08	-11.04
0+080.00	0.86	0.06	19.08	0.85	47.21	17.94	-29.27
0+100.00	1.25	0.06	21.12	1.21	68.32	19.15	-49.17
0+120.00	1.52	0.03	27.72	0.87	96.05	20.02	-76.03
0+140.00	1.40	0.02	29.18	0.49	125.23	20.51	-104.72
0+160.00	0.33	0.15	17.27	1.75	142.50	22.26	-120.24
0+180.00	0.09	0.30	4.25	4.44	146.75	26.69	-120.06
0+200.00	0.56	0.37	6.56	6.69	153.31	33.39	-119.92
0+210.00	0.27	0.48	4.15	4.28	157.46	37.66	-119.80
0+220.00	0.10	0.36	1.81	4.15	159.27	41.81	-117.46
0+232.10	0.03	0.59	0.81	5.74	160.08	47.54	-112.54
0+240.00	0.01	0.86	0.16	5.74	160.24	53.29	-106.95
0+260.00	0.01	0.71	0.24	15.70	160.48	68.99	-91.49
0+280.00	0.15	0.68	1.63	13.91	162.11	82.89	-79.21
0+300.00	0.21	0.39	3.61	10.78	165.72	93.67	-72.05
0+320.00	0.68	0.16	8.89	5.52	174.61	99.19	-75.42
0+340.00	1.05	0.03	17.28	1.92	191.89	101.11	-90.78
0+360.00	0.75	0.58	18.02	6.15	209.92	107.26	-102.66
0+380.00	2.13	0.36	28.79	9.36	238.70	116.62	-122.08
0+400.00	3.99	0.00	61.20	3.56	299.90	120.18	-179.72
0+420.00	1.64	0.01	56.30	0.06	356.20	120.24	-235.95
0+440.00	0.95	0.08	25.92	0.90	382.12	121.14	-260.98
0+460.00	0.36	0.43	13.10	5.13	395.22	126.27	-268.95
0+480.00	0.20	0.93	5.58	13.58	400.80	139.85	-260.95
0+500.00	0.13	0.86	3.37	17.83	404.17	157.68	-246.49
0+520.00	0.21	0.69	3.41	15.41	407.59	173.09	-234.50
0+540.00	0.13	0.54	3.38	12.29	410.96	185.38	-225.58
0+545.50	0.10	0.52	0.64	2.93	411.61	188.31	-223.29
0+560.00	0.07	0.43	1.25	6.91	412.86	195.23	-217.63
0+580.00	0.00	1.46	0.71	18.92	413.57	214.15	-199.41
0+600.00	0.49	0.15	4.89	16.11	418.45	230.27	-188.19
0+620.00	1.44	0.00	19.24	1.51	437.70	231.77	-205.92

0+640.00	0.80	0.08	22.39	0.82	460.09	232.59	-227.50
0+660.00	0.22	0.33	10.19	4.10	470.28	236.69	-233.59
0+670.00	0.07	0.58	1.43	4.53	471.71	241.23	-230.48
0+680.00	0.09	0.54	0.79	5.59	472.50	246.82	-225.68
0+700.00	0.19	0.37	2.79	9.05	475.29	255.87	-219.42
0+720.00	0.45	0.16	6.45	5.28	481.73	261.14	-220.59
0+740.00	0.16	0.21	6.16	3.65	487.89	264.80	-223.09
0+760.00	0.09	0.34	2.55	5.52	490.44	270.32	-220.12
0+780.00	0.01	0.94	1.08	12.84	491.51	283.15	-208.36
0+800.00	0.01	1.52	0.20	24.59	491.72	307.74	-183.97
0+820.00	0.02	0.90	0.26	24.17	491.97	331.91	-160.06
0+840.00	0.01	1.40	0.27	22.97	492.24	354.88	-137.36
0+860.00	0.38	0.73	3.83	21.28	496.07	376.16	-119.91
0+880.00	2.76	0.02	31.34	7.49	527.41	383.64	-143.77
0+900.00	5.46	0.00	82.16	0.20	609.57	383.84	-225.73
0+915.80	1.17	0.94	52.36	7.44	661.93	391.28	-270.65
0+920.00	0.07	0.65	2.59	3.36	664.52	394.64	-269.88
0+930.00	1.05	0.05	5.59	3.53	670.11	398.17	-271.94
0+940.00	2.72	0.00	18.87	0.25	688.98	398.43	-290.55
0+960.00	4.88	0.01	75.75	0.12	764.73	398.55	-366.18
0+970.00	2.88	0.00	38.47	0.07	803.20	398.62	-404.58
0+980.00	0.63	0.20	17.41	1.06	820.61	399.68	-420.93
1+000.00	0.00	1.92	6.28	21.32	826.89	421.00	-405.89
1+010.00	0.00	1.98	0.00	19.54	826.89	440.54	-386.35
1+020.00	0.00	2.35	0.00	21.70	826.89	462.25	-364.64
1+040.00	0.00	2.59	0.00	49.46	826.89	511.71	-315.19
1+060.00	0.00	4.46	0.00	70.72	826.89	582.42	-244.47
1+080.00	0.00	6.29	0.00	107.54	826.89	689.97	-136.93
1+100.00	0.01	4.02	0.06	103.15	826.95	793.12	-33.83
1+120.00	0.00	4.40	0.06	84.27	827.01	877.39	50.37
1+130.00	0.00	2.78	0.00	35.98	827.01	913.36	86.35
1+140.00	0.02	1.69	0.11	22.30	827.12	935.66	108.54
1+150.00	0.07	2.08	0.43	18.86	827.55	954.52	126.96
1+160.00	0.06	2.54	0.62	23.19	828.17	977.70	149.53
1+180.00	0.00	5.20	0.60	77.40	828.77	1055.10	226.33
1+190.00	0.00	6.76	0.00	59.78	828.77	1114.88	286.11
1+200.00	0.00	4.53	0.00	56.03	828.77	1170.91	342.14
1+210.00	0.00	3.17	0.00	38.17	828.77	1209.08	380.31
1+220.00	0.00	2.79	0.00	29.61	828.77	1238.69	409.92
1+240.00	0.50	1.74	4.98	45.25	833.75	1283.94	450.19
1+260.00	0.14	0.84	6.36	25.79	840.11	1309.72	469.61
1+280.00	1.76	0.03	18.97	8.71	859.08	1318.44	459.35
1+300.00	2.67	0.00	44.32	0.34	903.40	1318.78	415.37
1+320.00	0.00	4.03	26.73	40.31	930.14	1359.09	428.95
1+330.00	0.00	5.87	0.00	49.51	930.14	1408.59	478.46
1+340.00	0.00	5.66	0.00	56.84	930.14	1465.43	535.30
1+350.00	0.00	4.76	0.00	51.67	930.14	1517.11	586.97

1+360.00	0.06	1.32	0.32	30.40	930.46	1547.50	617.04
1+380.00	0.00	3.51	0.64	48.39	931.10	1595.89	664.79
1+400.00	0.00	2.53	0.00	60.41	931.10	1656.31	725.20
1+412.80	1.72	0.04	11.02	16.42	942.13	1672.72	730.59
1+420.00	3.30	0.03	18.09	0.23	960.22	1672.96	712.73
1+440.00	0.00	6.41	33.03	64.34	993.25	1737.29	744.04
1+460.00	0.00	6.63	0.00	130.36	993.25	1867.66	874.41
1+480.00	3.13	0.00	31.27	66.29	1024.52	1933.94	909.42
1+490.00	3.33	0.03	32.34	0.16	1056.86	1934.10	877.24
1+500.00	5.18	0.00	42.50	0.16	1099.37	1934.26	834.90
1+510.00	4.83	0.20	50.40	0.98	1149.76	1935.24	785.47
1+520.00	3.33	1.24	41.46	6.98	1191.23	1942.22	750.99
1+530.00	2.54	1.13	29.92	11.47	1221.14	1953.69	732.55
1+540.00	1.34	0.34	19.77	7.11	1240.91	1960.80	719.89
1+550.00	0.61	0.35	10.04	3.37	1250.95	1964.17	713.21
1+560.00	0.42	1.02	5.29	6.78	1256.24	1970.95	714.71
1+580.00	1.22	0.29	16.37	13.12	1272.61	1984.07	711.46
1+600.00	1.74	0.38	29.56	6.74	1302.17	1990.81	688.63
1+620.00	0.62	2.35	23.50	27.69	1325.67	2018.49	692.83
1+640.00	0.02	1.03	6.36	34.04	1332.03	2052.53	720.50
1+650.00	0.00	3.08	0.09	20.59	1332.12	2073.12	741.00
1+660.00	0.00	4.95	0.00	40.12	1332.12	2113.24	781.12
1+670.00	0.00	3.53	0.00	42.40	1332.12	2155.64	823.51
1+680.00	0.00	3.76	0.00	36.48	1332.12	2192.11	859.99
1+700.00	0.00	2.81	0.00	65.76	1332.12	2257.87	925.75
1+720.00	0.01	1.56	0.06	43.79	1332.19	2301.66	969.48
1+740.00	0.00	1.83	0.11	33.93	1332.30	2335.59	1003.30
1+760.00	0.01	1.96	0.16	37.87	1332.46	2373.47	1041.01
1+780.00	0.00	2.43	0.11	43.88	1332.56	2417.35	1084.78
1+800.00	2.07	0.55	20.72	29.84	1353.28	2447.19	1093.91
1+820.00	0.31	1.00	23.86	15.52	1377.14	2462.71	1085.56
1+840.00	0.00	3.93	3.14	49.26	1380.29	2511.97	1131.68
1+860.00	0.08	0.57	0.82	45.01	1381.11	2556.98	1175.87
1+878.50	0.01	1.59	0.89	20.03	1382.00	2577.01	1195.01
1+880.00	0.00	2.18	0.01	2.83	1382.01	2579.84	1197.83
1+900.00	0.00	3.89	0.02	60.67	1382.03	2640.51	1258.48
1+920.00	0.00	2.79	0.00	66.79	1382.03	2707.30	1325.27
1+940.00	0.25	0.90	2.49	36.95	1384.52	2744.25	1359.72
1+960.00	0.00	1.54	2.51	24.41	1387.03	2768.66	1381.63
1+980.00	0.19	1.34	1.91	28.82	1388.94	2797.48	1408.55
2+000.00	2.11	0.38	23.03	17.26	1411.96	2814.75	1402.78
2+020.00	0.68	2.38	27.93	27.64	1439.89	2842.39	1402.49
2+040.00	0.06	3.04	7.43	54.23	1447.32	2896.62	1449.30
2+060.00	0.00	4.10	0.64	71.37	1447.96	2967.99	1520.04
2+080.00	0.27	0.35	2.67	44.43	1450.63	3012.42	1561.79
2+100.00	0.86	0.25	11.25	5.94	1461.88	3018.36	1556.48
2+120.00	1.09	0.59	19.51	8.40	1481.39	3026.76	1545.37
2+140.00	2.31	0.12	34.01	7.12	1515.40	3033.88	1518.48

2+160.00	0.25	1.27	25.58	13.93	1540.99	3047.80	1506.82
2+180.00	0.72	0.78	9.75	20.56	1550.74	3068.36	1517.63

**PRESUPUESTO ESTIMATIVO**

2+200.00	0.50	1.39	12.29	21.69	1563.03	3090.05	1527.03
2+220.00	0.80	1.02	13.01	24.02	1576.03	3114.07	1538.03
2+240.00	0.48	0.86	12.74	18.78	1588.78	3132.84	1544.07
2+260.00	0.24	0.92	7.13	17.80	1595.91	3150.65	1554.74
2+280.00	0.81	0.66	10.44	15.80	1606.35	3166.45	1560.09
2+300.00	0.65	0.29	14.56	9.54	1620.91	3175.98	1555.07
2+320.00	0.11	0.80	7.55	10.97	1628.46	3186.95	1558.49
2+340.00	0.00	1.33	1.09	21.32	1629.55	3208.27	1578.72
2+350.76	0.08	1.34	0.42	14.33	1629.97	3222.60	1592.63

OBRAS DE ARTES				
N° OA	VOLUMEN [m³]			
	EXC.	RELL. ESTR.	HN G05	HN G17
1	70,93	32,22	(Cajón Pref.)	
2	44,11	9,60	0,11	5,69
3	46,99	10,90	0,11	5,69
4	39,13	10,96	0,11	5,69
5	27,00	11,12	0,11	5,69
6	59,18	6,80	0,11	5,69
7	89,55	11,20	0,11	5,69
8	35,84	10,96	0,11	5,69
9	53,08	11,47	0,11	5,69
10	57,07	10,90	0,11	5,69
<b>TOTAL</b>	<b>522,9</b>	<b>126,1</b>	<b>1,0</b>	<b>51,2</b>

PREPARACIÓN SUBRASANTE				
TRAMO		1	2	3
ANCHO [m]		8	6	7
LONGITUD [m]		1531	220	600
ÁREA TOTAL [m²]		<b>17768</b>		

CAPA GRANULAR					
TRAMO		1	2	3	<b>TOTAL</b>
ANCHO [m]		8	7	6	
ESPEJOR [m]		0,2	0,2	0,2	
LONGITUD [m]		1531	600	220	<b>2351</b>
ÁREA [m²]		12248	4200	1320	<b>17768</b>
VOLUMEN [m³]		2450	840	264	<b>3554</b>

DESPEJE Y LIMPIEZA DE FAJA	
LONGITUD	2351 m
ANCHO	10 m
ÁREA	<b>2,351</b> há

CONSERVACIÓN CAMINO EL SÓTANO (Q-641), SANTA BÁRBARA, PIRDT.

ITEM	DESIGNACIÓN	UNID.	CANT.	P. UNIT.	VALOR
<b>1</b>	<b>PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO</b>				
1.1	REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	m³	6,00	\$ 12.083	\$ 72.498
1.2	REMOCIÓN DE DUCTOS	m	10,00	\$ 17.736	\$ 177.360
1.3	REMOCIÓN DE CERCOS	m	186,10	\$ 626	\$ 116.499
1.4	DESPEJE Y LIMPIEZA DE FAJA	há	2,35	\$ 606.013	\$ 1.424.737
1.5	INSTALACIÓN DE FAENAS Y CAMPAMENTOS	gl	1,00	\$ 2.498.015	\$ 2.498.015
1.6	LETRERO DE OBRA	Nº	1,00	\$ 250.000	\$ 250.000
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				
2.1	EXCAVACIÓN DE ESCARPE	m³	3554,00	\$ 1.815	\$ 6.450.510
2.2	EXCAVACION DE CORTE EN TERRENO CUALQUIER NATURALEZA	m³	3222,60	\$ 1.455	\$ 4.688.883
2.3	EXCAVACIÓN DE TERRENO CUALQUIER NATURALEZA PARA DRENES Y ESTRUCTURAS	m³	522,88	\$ 3.120	\$ 1.631.386
2.4	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES	m³	1630,00	\$ 1.703	\$ 2.775.890
2.5	RELLENO ESTRUCTURAL	m³	126,11	\$ 18.467	\$ 2.328.873
2.6	PREPARACION DE LA SUBRASANTE	m²	17768,00	\$ 270	\$ 4.797.360
2.7	APERTURA, EXPLOTACIÓN Y ABANDONO DE EMPRÉSTITOS	gl	1,00	\$ 6.028.741	\$ 6.028.741
<b>3</b>	<b>CAPAS GRANULARES</b>				
3.1	BASE GRANULAR, CBR ≥ 100%	m³	3578,00	\$ 7.281	\$ 26.051.418
3.2	PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	gl	1,00	\$ 12.372.245	\$ 12.372.245
<b>4</b>	<b>REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS</b>				
4.1	IMPRIMACIÓN	m²	17768,00	\$ 829	\$ 14.729.672
4.2	TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	m²	17768,00	\$ 5.153	\$ 91.558.504
<b>5</b>	<b>ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS</b>				
5.1	HORMIGÓN GRADO G05	m³	1,00	\$ 105.092	\$ 105.092
5.2	HORMIGÓN GRADO G17	m³	57,00	\$ 127.969	\$ 7.294.233
<b>6</b>	<b>PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA Y DRENAJE</b>				
6.1	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBOS DE BASE PLANA ALTA RESISTENCIA D=60 cm	m	9,00	\$ 108.389	\$ 975.501
6.2	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN CAJONES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO	m	4,00	\$ 1.824.750	\$ 7.299.000
6.3	SOLERAS TIPO C	m	90,00	\$ 16.751	\$ 1.507.590
6.4	CONSTRUCCIÓN DE CANALES, FOSO Y CONTRAFOSOS A REVESTIR CON HORMIGÓN	m	220,00	\$ 16.542	\$ 3.639.240
6.5	CONSTRUCCIÓN DE CANALES, FOSO Y CONTRAFOSOS SIN REVESTIR	m	4262,00	\$ 1.896	\$ 8.080.752
6.6	FOSO CUNETA DE HORMIGÓN	m	220,00	\$ 34.480	\$ 7.585.600
<b>7</b>	<b>ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD</b>				
7.1	SEÑALIZACION VERTICAL LATERAL, TIPO 1 (NORMAL)	Nº	27,00	\$ 111.284	\$ 3.004.668
7.2	DEMARCAION DE PAVIMENTO, LINEA DE EJE CONTINUA	km	7,05	\$ 343.242	\$ 2.419.856
7.3	BARRERAS DE SEGURIDAD	m	30,00	\$ 36.950	\$ 1.108.500
<b>8</b>	<b>OTROS</b>				
8.1	ASEO Y ENTREGA FINAL	gl	1,00	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
					<b>SUBTOTAL</b>
					\$ 221.972.622
				<b>GATOS GRLES. 10%</b>	\$ 22.197.262
				<b>UTILIDADES 20%</b>	\$ 44.394.524
				<b>TOTAL NETO</b>	\$ 288.564.409
				<b>IVA 19%</b>	\$ 54.827.238
				<b>TOTAL</b>	\$ 343.391.647

LONGITUD CAMINO	2,351 m
VALOR POR KM	\$ 146.076.863/km

**ANEXO G: PRESUPUESTO ESTIMATIVO POR PARTIDAS.**

**ANEXO H: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (EET)**

Las presentes “Especificaciones Técnicas en adelante “EETT” basan su contenido en el Manual de Carreteras, en adelante “MC”, versión 2016, actualizando modificaciones y disposiciones del MC edición 2015 y complementos de diciembre de 2014.

Las secciones indicadas en las EETT, son extractos de los tópicos relevantes y hacen referencia a las operaciones constructivas y de diseño considerada para el presente proyecto. Cualquier duda sobre alguna solución específica deberá ser consultada al Manual de Carreteras, planos y/o proyectos específicos, y/o criterios técnicos entregados por el Inspector Fiscal.

Para efectos prácticos, se indican los principales items de las EETT en la siguiente tabla:

<b>ITEM</b>	<b>SECCIÓN</b>
<b>1.</b>	<b>PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO</b>
5.106	Instalación de Faenas y Campamentos
5.107	Corta y Reforestación de Bosques para Ejecutar Obras Civiles
5.101	Demoliciones y Remociones
5.102	Despeje y Limpieza de la Faja
<b>2.</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>
5.210	Apertura, Explotación Y Abandono De Empréstitos
5.201	Excavación General Abierta
5.209	Preparación De La Subrasante
<b>3.</b>	<b>CAPAS GRANULARES</b>
5.307	Plantas de Producción de Materiales
5.302	Bases Granulares
<b>4.</b>	<b>REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS</b>
5.407	Tratamientos Superficiales
<b>5.</b>	<b>DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA</b>
5.613	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos
5.614	Revestimiento de Canales, Fosos y Contrafosos