

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Profesor Guía: Alonso Garrido Gonzales.

“DISEÑO DE ALTERNATIVA VIAL CON ENFOQUE EN EL FOMENTO PRODUCTIVO DE LA COMUNA DE TOMÉ”.

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

JORGE EDUARDO CABEZAS CONCHA

Concepción, Septiembre de 2018

DISEÑO DE ALTERNATIVA VIAL CON ENFOQUE EN EL FOMENTO PRODUCTIVO DE LA COMUNA DE TOMÉ.

Autor: Jorge Cabezas Concha

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío – Bío

Correo electrónico: Jorge.Cabezas.0692@gmail.com

Profesor Patrocinante: Alonso Garrido González

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío – Bío

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

RESUMEN

El Presente Proyecto de Título Propone la realización del Diseño de una solución de ingeniería que mejore la conectividad vial de una zona rural de la Comuna de Tomé, Región del Bio-Bio, Chile. Esta Comuna, muestra un porcentaje de población rural que alcanza el 12.4% y un índice de pobreza del 19.9%. Esto se encuentra fuertemente ligado a las malas condiciones de accesibilidad del sector, dificultando la conectividad entre las comunidades cercanas, y limitando las oportunidades de desarrollo económico de las mismas. Para solventar estas deficiencias, el presente Proyecto de Titulo trabaja en conjunto con el Programa de Infraestructura Rural Para el Desarrollo Territorial (PIRDT), de manera de mejorar la problemática de conectividad vial, y facilitar el acceso a servicios básicos y a recursos productivos, mediante el rediseño de los caminos existentes actualmente.

El Proyecto se desarrolló en tres etapas; la primera consistió en Visitas a terreno, de manera de identificar de forma presencial la problemática a solucionar, y también para acoger las inquietudes de los habitantes. De igual forma, se realizó una revisión bibliográfica, de la cual se obtienen los parámetros preliminares para la realización del diseño de la solución de ingeniería propuesta. La segunda etapa consistió en la realización de la ingeniería básica, la cual contemplo la realización de un levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelo. Y la última etapa consistió en la presentación de la propuesta final y el desarrollo del diseño vial.

Palabras Claves: Fomento Productivo, Plan Marco Desarrollo Territorial, Diseño Vial.

ROAD ALTERNATIVE DESIGN WITH FOCUS ON THE PRODUCTIVE PROMOTION FOR THE COMMUNE OF TOMÉ.

Author: Jorge Cabezas Concha

Civil and Environmental Engineering Department, Bío – Bío University

Email: Jorge.Cabezas.0692@gmail.com

Sponsoring Teacher: Alonso Garrido González

Civil and Environmental Engineering Department, Bío – Bío University

Email: alonso.garrido.g@gmail.com

ABSTRACT

The present Title Project proposes the realization of the design of an engineering solution that improves the road connectivity of a rural area of the Tomé Commune, Bio-Bio Region, Chile. This Commune, shows a percentage of rural population that reaches 12.4% and a poverty index of 19.9%. This is strongly linked to the poor accessibility conditions of the sector, hindering connectivity among nearby communities, and limiting their economic development opportunities. To solve these deficiencies, this Title Project works in conjunction with the Rural Infrastructure for Territorial Development Program (PIRDT), in order to improve the problem of road connectivity, and facilitate access to basic services and productive resources, through redesign of existing roads.

The Project was developed in three stages; the first consisted of field visits, in order to identify in person the problem to be solved, and also to receive the concerns of the inhabitants. Likewise, a bibliographic review was carried out, from which the preliminary parameters for the realization of the design of the proposed engineering solution are obtained. The second stage consisted in the realization of basic engineering, which included the completion of a topographic survey and the study of soil mechanics. And the last stage consisted of the presentation of the final proposal and the development of the road design.

Key Words: Productive Development, Territorial Development Framework Plan, Road Design.

INDICE

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	7
1.1 Objetivos.....	8
1.1.1 Objetivo General	8
1.1.2 Objetivos Específicos.....	8
1.2 Justificación	9
1.3 Alcances.....	9
CAPITULO 2: ANTECEDENTES GENERALES.....	10
2.1 Descripción General Del Territorio	10
2.1.1 Antecedentes territoriales	10
2.1.2 Ejes de Desarrollo Económico	14
2.2 Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT)	15
2.3 Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT).....	16
2.4 Antecedentes del área de estudio.....	17
2.4.1 Características del subterritorio.....	18
2.5 Elección del Perfil de Proyecto	19
2.6 Estado legal de caminos (Enrolamiento)	20
CAPITULO 3: Metodología del Proyecto.....	21
3.1 Recopilación de información y Visita a terreno	21
3.2 Ingeniería Básica	21
3.2.1 Levantamiento Topográfico:	22
3.2.2 Mecánica de Suelos.....	23
3.3 Desarrollo de la Solución Vial.....	24
3.3.1 Criterios de diseño	24
3.3.2 Superficie de rodado	27
3.3.3 Obra de arte	27

	4
3.4 Diseño y modelación de la solución	28
3.4.1 Diseño Geométrico de la vía	28
3.4.2 Diseño Solución Hidráulica.....	29
3.4.3 Elaboración del Presupuesto.....	31
CAPITULO 4: RESULTADOS Y OBSERVACIONES	31
4.1 Reconocimiento y estudios del terreno.....	31
4.1.1 Situación y Estado actual.....	31
4.2 Levantamiento Topográfico	33
4.3 Ensayos de Mecánica de Suelos	35
4.3.1 Densidad in Situ.....	36
4.3.2 Clasificación del Suelo	36
4.3.3 Ensayo Proctor Modificado	37
4.3.4 Ensayo CBR.....	37
4.3.5 Análisis de Resultados de Ensayos	38
4.4 Propuesta de diseño	38
4.5 Diseño de la solución.....	39
4.5.1 Redefinición de criterios de diseño.....	39
4.5.2 Diseño Geométrico.....	40
4.5.3 Diseño Hidráulico	43
4.6 Evaluación Económica	44
4.7 Análisis de Resultados.....	45
4.7.1 Diseño Geométrico.....	45
a) Diseño en Planta.....	45
b) Diseño en Alzado	45
c) Diseño Sección Transversal	45
4.7.2 Superficie de Rodado	46

	5
4.7.3 Diseño Hidráulico	46
4.7.4 Presupuesto de Proyecto actual	46
CAPITULO 5: CONCLUSIONES	47
5.1 Nuevas Líneas de Investigación.	48
CAPITULO 6: REFERENCIAS	49
CAPITULO 7: ANEXOS	50
7.1 Anexo A: Registro Fotográfico	51
7.2 Anexo B: Mecánica de Suelos.....	54
7.2.1 Registro Fotográfico Prospección N°1.....	54
7.2.2 Registro Fotográfico Prospección N°2.....	55
7.2.3 Realización de Ensayos en Laboratorio.....	56
7.3 Anexo C: Levantamiento Topográfico.....	58
7.3.1 Puntos capturados para levantamiento topográfico	58
7.3.2 Puntos de Cambio	69
7.4 Anexo D: Movimientos de Tierra.....	70
7.5 Anexo E: Resultados Mecánica de Suelo.	73
7.5.1 Estratigrafía e Identificación Visual.....	73
7.5.2 Granulometría y Limites de Atterberg	74
7.5.3 Ensayo Proctor Modificado	76
7.5.4 Ensayo CBR.....	78
7.6 Anexo F: Planos	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad Poblacional Provincia de Concepción.....	10
Tabla 2. Porcentaje de Pobreza a Nivel Comunal, Regional y Nacional, 2015.	12
Tabla 3. Promedio Ingreso Monetario Mensual por Hogar, 2015.....	12
Tabla 4. Índice de Ruralidad Comunal, Provincia de Concepción.....	13
Tabla 5. Flujos Económicos del Subterritoio Los Cerezos	18
Tabla 6. Velocidad de Proyecto para caminos colectores	25
Tabla 7. Características Típicas de Caminos Según Clasificación Funcional.....	26
Tabla 8. Parámetros de Diseño Mínimos en Planta y Alzada.	26
Tabla 9. Parámetros Mínimos de Diseño.....	27
Tabla 10. Coordenadas de la Entrada del Camino.....	31
Tabla 11. Puntos de Cambio.....	34
Tabla 12. Caracterización Calicata 1	35
Tabla 13. Caracterización Calicata 2.....	36
Tabla 14. Resultados Densidad Natural y Humedad.....	36
Tabla 15. Clasificación Según Método AASHTO y USCS.	37
Tabla 16. Humedad Óptima y D.M.C.S. de Cada Muestra.	37
Tabla 17. 95% D.M.C.S y Porcentaje de CBR de Cada Muestra.....	37
Tabla 18. Velocidad Referencial de Proyecto	40
Tabla 19. Valores Máximos y Mínimos Parámetros de Curva Vertical.....	41
Tabla 20. Cuadro Resumen Ancho Plataforma y de sus Elementos	42
Tabla 21. Presupuesto estima del Proyecto	44
Tabla 22. Tabla Comparativa de Parámetros de Diseño Preliminar vs Final.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquemmatización de poblados costeros e interiores de la Comuna de Tomé.....	11
Figura 2. Principales Actividades Económicas generadoras de Empleo.....	15
Figura 3. Ubicación Subterritoio Los Cerezos	17
Figura 4. Comparación terreno visto en Google Earth vs modelación AutoCAD.	22
Figura 5. Esquema sección transversal de la plataforma proyectada.	27
Figura 6. Condición actual del terreno.	32
Figura 7. Puente de madera que cruza cauce natural.....	33
Figura 8. Modelado AutoCAD Civil 3D del terreno.....	34
Figura 9. Ubicación de calicatas.....	35

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores sociales más vulnerables de Chile se encuentra íntimamente relacionado al minifundio, a la ruralidad y al trabajador agrícola. Esto influenciado principalmente por la inherente naturaleza estacional de las actividades que ahí se desarrollan y por la falta de desarrollo de infraestructura que potencie estas actividades agrícolas. Esto provoca una creciente desvinculación con el mundo social y con el desarrollo de las grandes urbes.

La inversión pública se enfoca principalmente en el desarrollo y crecimiento de las grandes concentraciones poblacionales, dejando de lado los intereses de los sectores rurales, marginándolos y limitando sus capacidades productivas. Entre los factores que inciden en este limitado crecimiento de los sectores rurales, se puede atribuir al escaso desarrollo de la comunicación vial del sector con respecto a las comunidades vecinas, y el centro urbano. Esto ya que la conectividad vial, es considerado como un eje capaz de generar bienestar en términos de desarrollo económico y social.

Entre las principales falencias asociadas a la conectividad vial, se encuentra la mala condición de los caminos circundantes de los sectores rurales debido a una escasa o nula mantención, lo cual produce una reducción del estándar de servicio de estos. A raíz de esto, cada vez mas son las personas que deciden migrar hacia las zonas urbanas, en busca de una mejor calidad de vida (cercanía comercio, servicios básicos, oportunidades de empleo, etc).

A raíz de lo anterior, se han desarrollado diferentes metodologías no tradicionales de inversión, enfocados en el estudio de proyectos que permitan mejorar la conectividad en la comuna, mejorar el estándar de vida de las personas y fomentar actividades productivas, entre los cuales se encuentra el Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial, PIRDT.

El presente Proyecto de Título surge de la motivación de estudiar y proponer una solución de ingeniería al déficit de algunos caminos de las zonas rurales de la comuna de Tomé, que permitirá mejorar de esta forma la capacidad productiva de las comunidades en caso de implementarse. Se evaluará el diseño geométrico y se propondrá una alternativa para la superficie de rodado, de manera de cumplir con el estándar proyectado, presentando los cálculos necesarios, y aportando planos de detalles necesarios para que la obra pueda ser realizada.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Diseñar una solución de ingeniería que mejore la conectividad vial en zonas rurales de la comuna de Tomé, en el marco de enfoque de fomento productivo propuesto en el Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (P.I.R.D.T).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información relevante respecto a situación actual asociada a la problemática de conectividad y enfoque productivo del sector en estudio.
- Identificar requerimiento técnico y necesidades asociadas al diseño de conectividad vial en sectores rurales.
- Evaluar alternativas de solución a demandas asociadas a la problemática de conectividad vial, en base a mejorar en el desarrollo productivo de la comuna en estudio.
- Diseñar alternativa de solución de conectividad vial para el Subterritorio de Los Cerezos.

1.2 Justificación

El sector de estudio correspondiente al Subterritorio Los Cerezos, Comuna de Tomé, presenta una serie de problemas de desarrollo de las comunidades que habitan las zonas rurales. Estos problemas se enfocan principalmente en la condición actual de los caminos, los cuales presentan claras falencias en términos de funcionalidad, lo cual limita el desarrollo económico de las familias que viven de la agricultura, la floristería y la ganadería en la zona.

El desarrollo del presente proyecto de título generará una serie de importantes beneficios a nivel local, relacionados con aspectos como lo son el mejoramiento de la conectividad entre las localidades y el acceso a servicios básico, desarrollar el turismo de la zona y proporcionar una vía adecuada que facilite las relaciones comerciales de los productores locales.

El desarrollo de este tipo de proyectos ofrece un empuje importante en cuanto al desarrollo de la región, ya que contribuye a la mejora de los índices de desarrollo social y económico.

1.3 Alcances

- El presente proyecto de título contempla la realización del diseño geométrico de un tramo de 850 metros. Para esto, se pretende la realización de un levantamiento y un modelado topográfico, realizado por un estudiante de ingeniería Civil, optando al título de ingeniero civil, mediante el uso del software AutoCAD Civil 3D.
- Para el diseño de la solución vial será necesario la recopilación de información y estudio de normativas extranjeras de vialidad rural, de manera de poder realizar una comparativa con los parámetros de diseño propuestos por el Manual de Carreteras (MC)

CAPITULO 2: ANTECEDENTES GENERALES

En el presente capítulo se realizará una descripción del área de estudio del proyecto; se presentarán antecedentes demográficos tales como población existente y ordenamiento territorial, así como antecedentes geográficos de la zona. Del mismo modo, se presentará información relacionados a la asignación de recursos estatales, destinados a la mejora del estándar de vida de los habitantes de las zonas rurales.

2.1 Descripción General Del Territorio

2.1.1 Antecedentes territoriales

La Provincia de Concepción es una de las cuatro Provincias que componen la Región del Bío-Bío, y es la que alberga la mayor parte de la población Regional. En esta provincia se encuentra uno de los polos industriales más importantes del país, donde se encuentran industrias como la pesquera, forestal, siderúrgica y manufacturera.

La Provincia se compone de doce Comunas: Concepción (Capital Provincial), Coronel, Chiguayante, Florida, Hualqui, Hualpén, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Talcahuano y Tomé.

Tabla 1. Densidad Poblacional Provincia de Concepción.

Comunas	Superficie (Km2)	Población año 2002 (Hab)	Proyección año 2016 (Hab)	Densidad poblacional año 2016 (Hab/Km2)
Concepción	222	216.061	229.118	1033,9
Coronel	279	95.528	116.256	416,1
Chiguayante	72	81.302	100.157	1400,8
Florida	609	10.177	8.843	14,5
Hualqui	531	18.768	25.745	48,5
Lota	136	49.089	47.539	350,1
Penco	108	46.016	51.853	481,9
San Pedro de la Paz	113	80.447	135.093	1200,8
Santa Juana	731	12.713	13.725	18,8
Talcahuano	92	163.626	178.500	1936,0
Tomé	495	52.440	55.788	112,8
Hualpén	54	86.722	109.436	2041,7
Provincia Concepción	3.439	912.889	1.072.053	311,7

Fuente: Instituto Nacional de estadística, INE. Censo 2002.

Cabe señalar, que según los datos presentados en la Tabla 1, la población de la comuna de Tomé equivale a un 2.8% de la población regional y al 0.31% de la total del país, y posee una superficie total de 495 Km², lo que corresponde al 1.34% de la superficie regional y al 0.07% de la superficie nacional.

La Comuna de Tomé se ubica a 32 Kilómetros al norte de la Comuna de Concepción. Al noreste limita con la provincia de Ñuble, y al sur limita con las comunas de Penco y Florida. En el oeste se ubica la zona costera, que se encuentra con la Bahía de Concepción y el océano pacífico, mientras que al norte limita con la comuna de Coelemu. La comuna incluye, además, los poblados de Dichato, Rafael, El Morro, Coliumo, Menque, Cocholgue y Punta de Parra

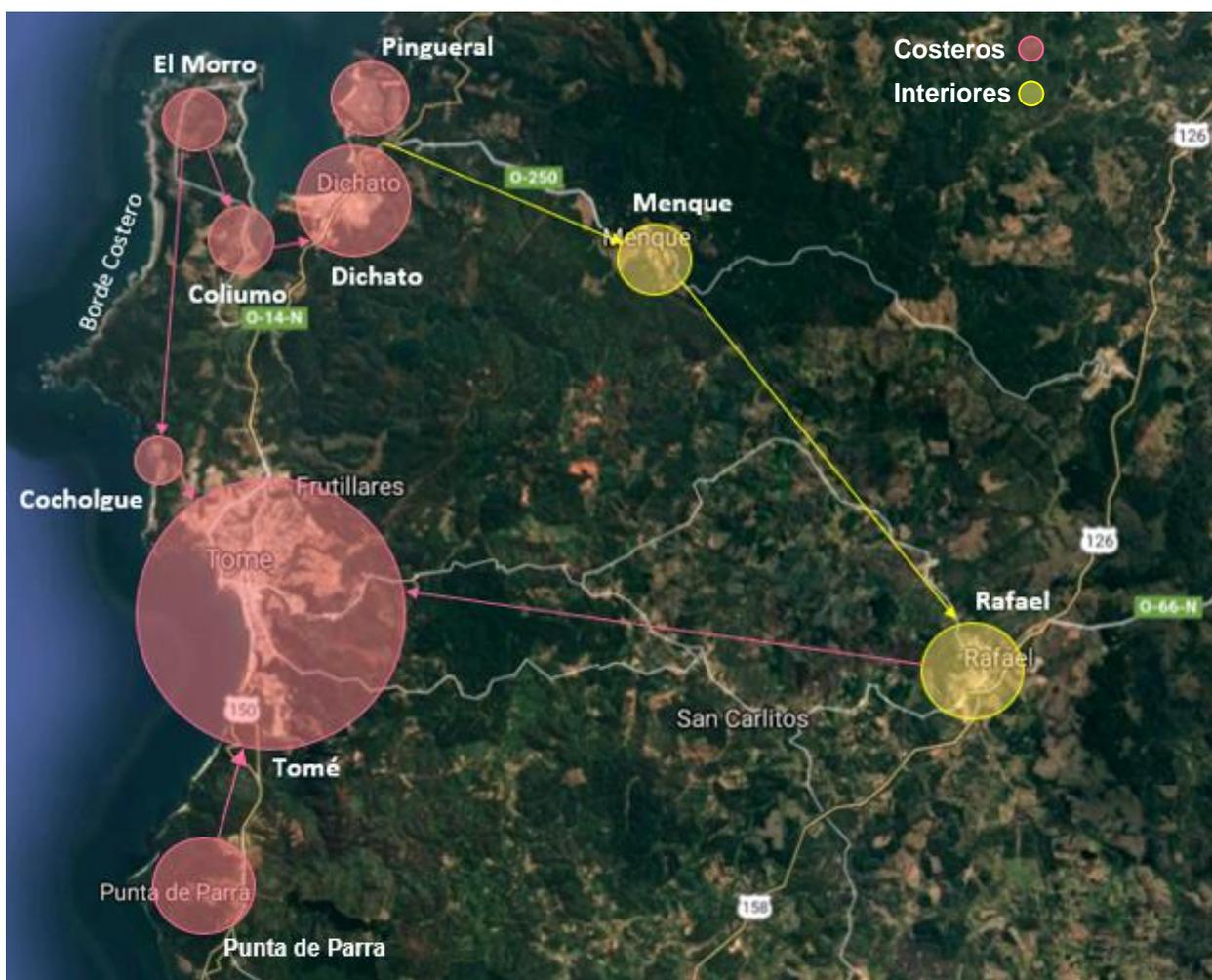


Figura 1. Esquematización de poblados costeros e interiores de la Comuna de Tomé.

Fuente: PLADECO Tomé 2016-2020

La comuna de Tomé posee una topografía variada, sus terrenos son ondulados, altos y planos; de lo anterior, el 35% de la ciudad está ubicado en sectores planos y el resto en cerros o quebradas, siendo las mayores elevaciones del orden de 180 m.s.n.m. Estas características topográficas, constituyen un factor que va en desmedro de la expansión y continuidad urbana de la comuna.

Si bien los porcentajes de pobreza por ingreso per cápita a nivel Comunal han ido disminuyendo, estos siguen siendo altos en comparación al porcentaje a nivel nacional. Del mismo modo, la encuesta CASEN define un índice de pobreza denominado multidimensional, el cual considera aspectos relevantes como lo son salud, educación, trabajo, y nivel de vida en general. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos por la encuesta CASEN 2015.

Tabla 2. Porcentaje de Pobreza a Nivel Comunal, Regional y Nacional, 2015.

Territorio	% de Personas en Situación de Pobreza	
	Por ingresos	Multidimensional
Comuna de Tomé	11.9	19.9
Región	17.6	17.2
Nacional	11.7	19.1

Fuente: Reporte observatorio social, Encuesta CASEN 2015.

Como se muestra en la Tabla 2, los niveles de pobreza multidimensional, de la comuna de Tomé al 2015 era de un 19.9%, siendo este más alto que el porcentaje a nivel regional y nacional a esa fecha. Esto es un aspecto a tomar en cuenta, considerando que la renta imponible promedio comunal, es menor al promedio de ingresos regional y nacional, existiendo una amplia diferencia entre ellos.

Tabla 3. Promedio Ingreso Monetario Mensual por Hogar, 2015.

Comunal	Regional	Nacional
\$590.381	\$633.081	\$858.987

Fuente: Reporte observatorio social, Encuesta CASEN 2015.

La capacidad generadora de ingresos de las personas y familias es un aspecto determinante para la autonomía o dependencia con que los habitantes de las zonas más alejadas del centro urbano pueden generarse opciones de sustentación. La Tabla 4 a continuación, presenta el porcentaje de población rural a nivel Comunal, Provincial y Regional.

Tabla 4. Índice de Ruralidad Comunal, Provincia de Concepción.

Comunas	Población (Hab)			Ruralidad (%)
	Total	Urbano	Rural	
Concepción	216.061	212.003	4.058	1,9
Coronel	95.528	91.469	4.059	4,2
Chiguayante	81.302	81.238	64	0,1
Florida	10.177	3.875	6.302	61,9
Hualqui	18.768	14.756	4.012	21,4
Lota	49.089	48.975	114	0,2
Penco	46.016	45.361	655	1,4
San Pedro de la Paz	80.447	80.159	288	0,4
Santa Juana	12.713	7.095	5.618	44,2
Talcahuano	163.626	163.036	590	0,4
Tomé	52.440	45.959	6.481	12,4
Hualpén	86.722	85.928	794	0,9
Provincia Concepción	912.889	879.854	33.035	3,6
Región del Biobío	1.861.562	1.528.306	333.256	17,9

Fuente: Instituto Nacional de estadística, INE. Censo 2002.

De las comunas pertenecientes a la provincia de Concepción, justamente se observa que la comuna que presenta un índice de ruralidad considerable por sobre el promedio, es precisamente la Comuna de Tomé, con un porcentaje de población rural que alcanza el 12.4%, en comparación con el 3.6% que se presenta a nivel Provincial, según resultados del Censo de 2002. Esta población rural, se distribuye en 27 sectores: El Mirador, Pudá, Burca, Purema Caleta Coliumo, Cocholgue, Loma Alta, Quillayes, San Francisco, Pissis, Agua Tendida, Curaco, Menque, Millahue, Punta de Parra, Roa, Rinco I, Rinco II, Menque, Chupallar, San Carlitos, Pingueral, Conuco, El Espino, Chuponal, San Luis, San Antonio, Santa Rita.

En base a lo anteriormente mencionado, el hecho de que la Comuna de Tomé sea la cuarta comuna con mayor índice de ruralidad de la Provincia, acentúa la problemática de conectividad, dado que la Configuración geográfica y la abrupta topografía que presenta, se traduce en un alto porcentaje de conectividad en precarias condiciones. Debido a esto, a pesar de estar cerca territorialmente del denominado Gran Concepción no existe conurbación, es decir, las poblaciones que componen la comuna se encuentran alejadas entre sí, limitando así el crecimiento progresivo de la comuna.

Dada la segregación entre las comunidades rurales de la Comuna de Tomé, un alto porcentaje de la conectividad es precaria combinado con el porcentaje de pobreza y la falta de oportunidades de desarrollo económico, se ha llevado a que las personas migren con tal de buscar una mejor oportunidad laboral.

2.1.2 Ejes de Desarrollo Económico

Una de las actividades económicas más importante es la pesquera, dada la gran extensión costera que presenta la Comuna de Tomé, donde destacan las actividades realizadas principalmente por pequeños y medianos pescadores artesanales. Los principales sectores costeros con actividades pesqueras de la comuna son Tomé, Cocholgue, Dichato, Purema, Burca, Montecristo, Coliumo, Los Bagres, Quichiuto y Villarrica.

Como Zona turística de Borde Costero aparece Dichato, localidad consolidada a nivel regional, seguido por Cocholgue y Coliumo a menor escala. Otra potencial zona de desarrollo turístico es Punta de Parra, que podría estar considerada a largo plazo.

Otra línea de negocios, que se encuentra asociada a las zonas interiores de la comuna, es la agricultura, donde destacan los cultivos de Trigo, Avena, Papa, Hortalizas, Chacra (Arvejas, Habas, Porotos, etc.) y viñas.

Una de las principales problemáticas que poseen los agricultores del sector, es las malas condiciones de los caminos, lo cual limita la accesibilidad a los lugares agrícolas. Estas condiciones se ven acrecentadas en invierno, donde las familias corren riesgo de quedar aisladas.

En muchos casos las familias generan ingresos a través de la venta de ganado, debido a que la agricultura en muchos casos no les resulta rentable. Por otra parte, muchas personas se están cambiando al rubro forestal, dadas las posibilidades de financiamiento disponibles.

En base al censo realizado el 2002, las seis principales actividades económicas generadoras de empleo son las que describe la figura 2.

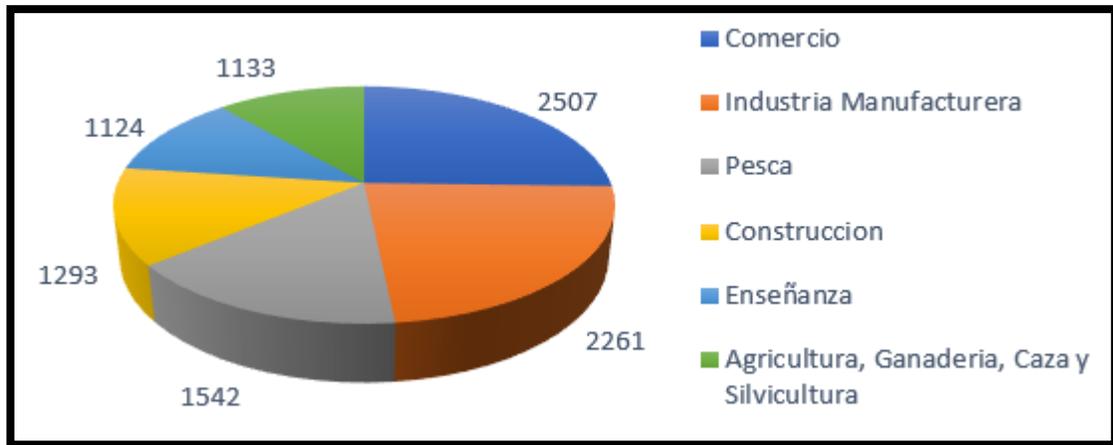


Figura 2. Principales Actividades Económicas generadoras de Empleo.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se aprecia en la Figura 2, la principal actividad económica que más personas ocupaba era el Comercio con 2.507 personas, seguidas de la industria manufacturera (2.261), Pesca (1.542), Construcción (1.293), Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (1.133) y Enseñanza (1.124).

2.2 Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT)

Con el fin de mejorar las condiciones de las comunidades segregadas, impulsando las oportunidades de desarrollo y fomentando las capacidades de generar una economía autosustentable, es que se han desarrollado programas de inversión, como lo es el Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT).

El programa PIRDT es un instrumento de planificación e inversión regional creado por la subsecretaría de desarrollo Regional y Administrativo del ministerio del interior (SUBDERE), y operado en acuerdo con el Gobierno Regional del Bío-Bío (GORE). Tiene por objetivo potenciar el desarrollo productivo y social en comunidades rurales de ingresos bajos, con una media a baja concentración poblacional y con déficit en infraestructura. La premisa de dicha inversión en infraestructura es contribuir al desarrollo de las potencialidades productivas de los Subterritorios.

El diseño del Programa se sustenta en los siguientes principios esenciales:

- Apoyar la sostenibilidad del Subterritorio en localidades rurales con población semiconcentrada y dispersa que tenga déficit de infraestructura.

- Potenciar la participación de los actores locales en la identificación de la demanda y en la toma de decisiones sobre acciones de fomento y provisión de servicios de infraestructura para el Subterritorio.
- Promover la eficiencia en los modelos de planificación, suministro y gestión de los servicios de infraestructura, buscando la articulación de la inversión en infraestructura rural al desarrollo de emprendimiento productivos en el Subterritorio.
- Agregar valor a la inversión existente.

Para cumplir con los objetivos propuestos, las iniciativas se pueden financiar a través de fondos propios presentados como Provisión, la cual, es distribuida en las regiones y se implementa con el presupuesto regional a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).

El PIRDT contempla las siguientes líneas de financiamiento:

- Agua Potable (Agua para consumo humano y para procesos productivos)
- Saneamiento (Evacuación y tratamiento de aguas servidas domiciliarias)
- Electrificación (Domiciliaria y productiva)
- Conectividad (Caminos, Pasarelas y puentes)
- Telecomunicaciones (Infraestructura y tecnología de información y comunicaciones)
- Pequeñas Obras Portuarias

Para implementar las iniciativas y determinar la inversión necesaria para explotar una potencial fuente de desarrollo productivo, se requiere de la elaboración de un estudio de la comuna que se conoce como Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT).

2.3 Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT)

El Plan Marco de Desarrollo Territorial (PMDT) es un instrumento de planificación territorial de inversiones asociadas al desarrollo productivo. Tiene como finalidad identificar los focos de oportunidades de desarrollo productivo y económico que orienta la demanda en infraestructura rural de un Subterritorio.

Para la realización del PMDT, se requiere de un análisis de las condiciones y los ejes productivos presentes en la comuna, para eso es necesaria la subdivisión del territorio con tal de evaluar de mejor manera las necesidades de inversión, mediante la participación de las comunidades locales.

De este modo, se diseña una cartera de inversión en conjunto con las comunidades, y que involucra a instituciones del sector público y privado.

En resumen, el PMDT busca los siguientes objetivos:

- Identificar el (los) foco(s) de oportunidad(es) de desarrollo productivo y económico que orienta la demanda en infraestructura rural de un Subterritorio.
- Levantar participativamente las necesidades de inversión que refuerzan dichas oportunidades.
- Evaluar la rentabilidad integrada del conjunto de la inversión que define el PMDT.

2.4 Antecedentes del área de estudio

Para el caso particular de la comuna de Tomé, se desarrolló un Plan Marco de Desarrollo Territorial, exactamente en el Subterritorio Los Cerezos, y fue desarrollado por el Gobierno Regional del Bío-Bío el año 2008. Este Subterritorio comprende las localidades de Las Raíces, Millahue, Curaco, Lloicura, Cementerio Las Nalcas y Altos de Roa. (PMDT 2008).

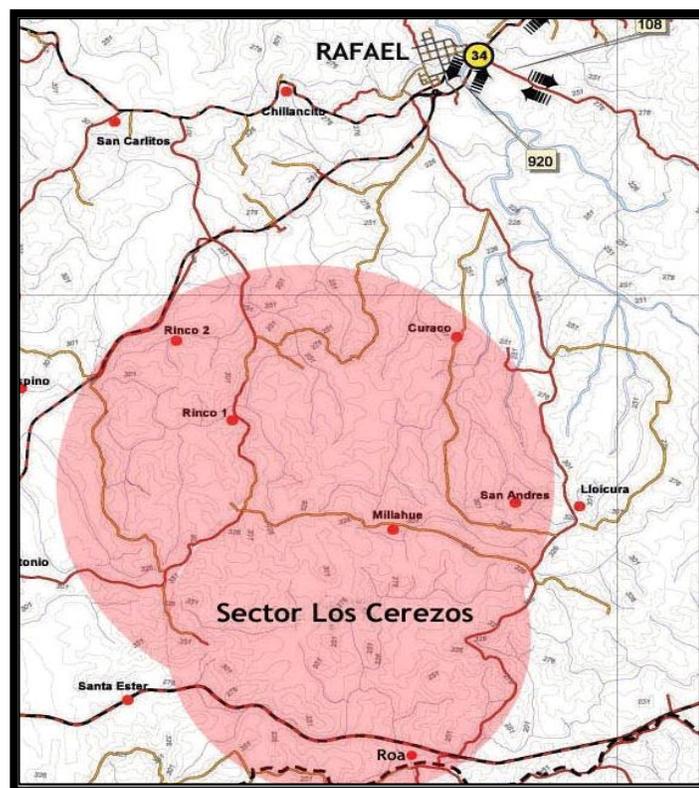


Figura 3. Ubicación Subterritorio Los Cerezos

2.4.1 Características del subterritorio

Como se comentó anteriormente, el subterritorio comprende distintas localidades ubicadas en las unidades vecinales de Lloicura, Millahue y Altos de Roa de la comuna de Tomé. Sus familias constituyen una población dispersa que habita en 210 viviendas. (PMDT 2008).

Al 2012, el territorio de Los Cerezos es reconocido por la calidad natural y campesina de sus productos agroalimentarios entre los habitantes del Gran Concepción. De los ejes productivos identificados, las actividades que más se desarrollan en el territorio son la producción vitivinícola, hortícola, apícola y florícola. Por otra parte, existen habitantes que se dedican a la venta de cabezas de ganado.

En base a una encuesta realizada el año 2005 por el programa PRODESAL del instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), desarrollado por la Ilustre Municipalidad de Tomé, y apoyado por los dirigentes vecinales del sector, se desarrolló una tabla que muestra los flujos económicos del Subterritorio Los Cerezos asociados a los tres rubros principales de cada uno de los productores.

Tabla 5. Flujos Económicos del Subterritorio Los Cerezos

Rubro	Nº Productores	Superficie Total (Has)	Promedio Anual por Hectárea (Kgs)	Nº Vendedores (b)	Venta Total Anual (\$)	Venta Promedio Anual por Productor (\$)
Avena	6	4,15	1697	2	404.800	202.400
Frutilla	1	0,2	500	1	500.000	500.000
Hortalizas	20	2,62	S/I	17	5.458.000	321.059
Miel	2	0,03	475	2	1.350.000	675.000
Papa	85	49,1	6657	85	46.104.800	542.409
Poroto	26	5,81	162	24	1.365.500	56.896
Trigo	72	87,3	2643	64	17.135.980	267.750
Viña	64	60,16	3999	64	40.161.500	627.523
TOTAL	209,37	112.480.580				

(a) Valores expresados en pesos del año 2005

(b) Un productor / vendedor puede participar de hasta tres rubros

Fuente: I. Municipalidad de Tomé

El problema que se identifica es la dificultad al momento del transporte de recurso e insumos y de entrega de productos para la comercialización, dado el estado que presentan los caminos que conectan los predios con la ruta principal, los cuales son principalmente caminos no enrolados.

Entre los caminos vecinales no enrolados destacan aquellos que sirven a 23 familias que actualmente reciben asistencia técnica destinada al mejoramiento de la producción de horticultura y floricultura bajo plástico, cuya salida continua durante el año es imposibilitada por la calidad de los caminos que los conectan con el transporte público a Tomé.

Existe una serie de programas de apoyo a distintas familias que habitan en la zona, cuyo sustento económico son las actividades agropecuarias. Estos incluyen mejoras en la tecnología de producción alimentaria, asistencia técnica para apicultores, horticultura y floricultura, programas enfocados en el desarrollo del ganado campesino, entre otros. Y he aquí la importancia, y la principal razón por la cual se seleccionó este territorio para la realización del proyecto de título, ya que todos estos programas de fomento productivo se complementan perfectamente con la inversión en infraestructura desarrollada por el PIRDT en materia de caminos, ya que estos permitirán una salida continua de los productos desde las localidades a Tomé durante todo el año.

2.5 Elección del Perfil de Proyecto

Dentro del estudio del PMDT, se identifican distintos perfiles de proyectos que se incluyen en la cartera de proyectos de inversión en infraestructura rural del Subterritorio. Dentro de los perfiles que contempla el PMDT, destacan los de agua potable, mejoramiento de caminos y electrificación. A cada uno de los perfiles identificación se le realiza un estudio de la problemática, y se desarrollan diferentes propuestas de solución, las cuales son evaluadas económicamente y de ellas se selecciona la opción más adecuada.

Entre la cartera de proyectos de Infraestructura Rural asociado a la problemática de conectividad vial del sector, se presentan los siguientes perfiles de Proyecto.

- Proyectos de rripiado Las Raíces-Curaco-Sam Andrés.
- Proyecto de rripiado camino Escuela Lloicura
- Proyecto de rripiado Altos de Roa-Cementerio-Las Nalcas.

- Proyecto ripiado de caminos Curaco-San Pedro, Acceso Agustín García y Acceso Antonio Fernández.
- Proyecto ripiado caminos de acceso PRODESAL-SAT.
- Proyecto ripiado de caminos de acceso predial menores

De los perfiles de proyectos anteriores, se optó por el desarrollo del proyecto “ripiado de caminos de acceso predial menores”, que considera el mejoramiento de 22 huellas de acceso predial menores que conectan los predios con caminos vecinales no enrolados, que, a su vez, dan acceso a las rutas enroladas por donde circula el transporte público.

2.6 Estado legal de caminos (Enrolamiento)

El camino en el cual se enfoca este proyecto es un camino de tipo vecinal, el cual cabe en la categoría de camino de uso público no enrolado.

Se conoce como enrolamiento de caminos la declaración de un camino en calidad de público, lo cual supone la asignación de un número de rol. Que la vía posea rol, supone que la tuición sobre ella recaerá en la Dirección de Vialidad, lo que se traduce en la obligación de esta entidad de mejorarlo, repararlo y conservarlo entre otras obligaciones.

En el caso de los caminos no enrolados, estos quedan sin la tuición de la Dirección de Vialidad por lo que no poseen de un programa de mantención. Sin embargo, a esta vía se le puede realizar mantención o incluso mejoramiento, para lo cual, se pueden financiar mediante convenios con los Gobiernos Regionales y/o Municipalidades.

CAPITULO 3: Metodología del Proyecto

En este capítulo se presenta la metodología a seguir para la realización de las actividades que permitirán desarrollar el proyecto. Se detallará las acciones realizadas, así como los requerimientos necesarios para poder ejecutarlos, y obtener la información necesaria para la realización de la solución de ingeniería definitiva.

3.1 Recopilación de información y Visita a terreno

La primera actividad a realizar será una reunión con los profesionales de la Secpla (Secretaría Comunal de planificación) de la Municipalidad de Tomé, con los que se tratará los aspectos relacionados al proyecto, el contexto en el cual se enmarca, los alcances de la solución y la revisión del PMDT del sector. Posterior a eso, se fijará una fecha para el reconocimiento del terreno junto a profesionales de la municipalidad.

En terreno, se buscará apreciar las condiciones actuales en las que se encuentra, la dimensión del proyecto, realizar una proyección preliminar de los alcances del diseño y definir los requerimientos que deberá poseer la solución. Así mismo, se realizará una junta con las familias que colindan el camino a mejorar, para recopilar información relevante, así como sus impresiones ante la realización proyecto.

Una vez recopilada la información necesaria y definas las soluciones requeridas para solventar los problemas identificados, se procede a realizar la revisión correspondiente del Manual de Carreteras para comenzar a desarrollar la solución de ingeniería.

3.2 Ingeniería Básica

La ingeniería básica juega un papel fundamental en el desarrollo de los proyectos, ya que define los lineamientos generales e ideas básicas. Estas ideas y definiciones del proyecto son los pilares en que se basara la ingeniería de detalle, para realización de los plnos constructivos.

3.2.1 Levantamiento Topográfico:

Al no existir ninguna información previa respecto a las características topográficas del terreno, es necesaria la realización de un levantamiento para obtener la información requerida para el desarrollo del diseño.

Los instrumentos que se utilizarán para realizar el levantamiento serán facilitados por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad del Bio-Bio. Una vez en el lugar, se procederá a definir los puntos de cambio para comenzar con el proceso de medición.

Con el reconocimiento del terreno ya realizado, se procede a realizar el levantamiento topográfico del camino. Importante al realizar el levantamiento, es definir puntos claves para el posterior diseño del camino proyectado, como lo son las líneas de cerco y talud, eje de la calzada, existencia de árboles a los costados, existencia de postes de iluminaria, etc., así como definir el punto de inicio y punto final del proyecto.

Cuando el levantamiento haya finalizado, se extrae la información del equipo topográfico a través de un computador; para luego exportar la información a un archivo Excel y así, trabajar con ellos mediante el software de modelación AutoCAD Civil 3D. Finalmente, se realiza la depuración de la información importada al civil 3D, para obtener la modelación del terreno con las condiciones idóneas para comenzar con el diseño del trazado. En la Figura 4 se aprecia una comparativa entre una imagen satelital del camino y la modelación 3D.

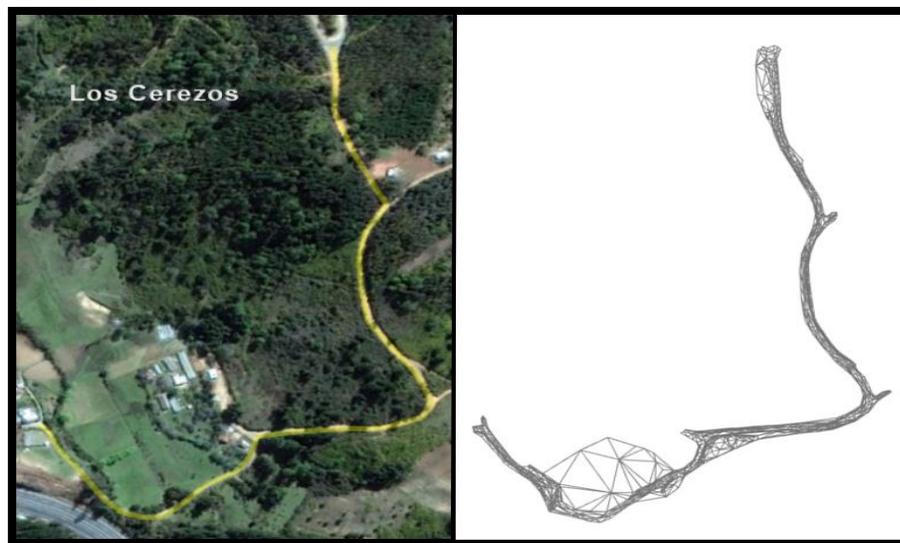


Figura 4. Comparación terreno visto en Google Earth vs modelación AutoCAD.

3.2.2 *Mecánica de Suelos*

El estudio de Mecánica de Suelos permite conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como las diferentes características que presentan los estratos que lo componen en profundidad y algunas características singulares que se puedan apreciar. De esta manera, se podrá definir la cantidad y el tipo de material requerido para la cimentación de la obra, y estimar los costos económicos que conllevará su realización.

El estudio de mecánica de suelos consta de tres etapas:

- Exploración y ensayos de terreno
- Ensayos de laboratorio
- Elaboración de informe

La exploración consistirá en la realización de dos calicatas ubicadas de manera tal que las muestras sean representativas del terreno en estudio. Las calicatas tendrán una profundidad de 1.5 metros, de manera de apreciar cómo se comentó anteriormente, los estratos presentes; y de este modo, poder realizar una caracterización visual de estos. (Anexo E) Para cada calicata se realizará un ensayo de densidad, cuyos resultados se presentan en el (Anexo E)

La visita será guiada por el profesor encargado del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad el Bio-Bio, el cual dará las indicaciones para la correcta realización de estudio en terreno.

Una vez realizado el ensayo en terreno, se procederá a extraer una cantidad considerable de muestras, para ser llevadas posteriormente al Laboratorio de Mecánica de Suelos de Universidad del Bio-Bio.

En resumen, los ensayos a realizar son los siguientes:

- Humedad Relativa
- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Proctor Modificado
- CBR

De la muestra total, se extraerá una parte de manera que mantenga intactas las condiciones de composición y humedad, para realizar la caracterización del suelo. Para esto se procede a realizar granulometría, límites de Atterberg y densidad in situ, y con los resultados se realiza la clasificación del suelo.

Con el resto de las muestras, se realizarán los ensayos correspondientes, para obtener las propiedades mecánicas del suelo tales como su densidad compactada, y su resistencia a la penetración.

Con la información obtenida, se procede a realizar el diseño de la plataforma, y se define la cantidad de remoción y reemplazo de material si es necesario.

Finalmente, se elabora un informe donde se presentan todos los resultados obtenidos en los ensayos. (Anexo E)

3.3 Desarrollo de la Solución Vial

En el presente punto se da a conocer los lineamientos a seguir para definir la solución propuesta a la problemática presentada en el Capítulo 2.1.4, mediante el uso de los criterios dictados por en el Manual de Carreteras, combinados con la información presentada por el PMDT del sector y los resultados obtenidos por los ensayos descritos en el capítulo 3.2.2.

3.3.1 Criterios de diseño

Previo al desarrollo del diseño de la solución, se deben definir las características y consideraciones a tener en cuenta en función de lo observado en terreno y los comentarios de los propietarios que colindan el sector. De esta manera, se podrán obtener los parámetros de diseño adecuados, en base a las normas y recomendaciones dictadas por el Manual de Carreteras, de manera de conciliar la conveniencia económica de adaptarse lo más posible al terreno, con las exigencias técnicas requeridas para posibilitar desplazamientos seguros de un conjunto de vehículos a una cierta velocidad, definida genéricamente como Velocidad de Proyecto.

Dada la función que desempeñan estos caminos, así como los bajos volúmenes de tránsito que poseen, los cuales no pasan de algunos cientos como promedio anual, obligan, por consideraciones

económicas, de seguridad para usuarios y habitantes colindantes, emplear velocidades de desplazamiento por lo general moderadas a bajas.

En razón a la función que desempeña este camino, cabe dentro de la clasificación funcional para el diseño como camino local.

El Manual de carreteras (MC) define Camino Local como caminos provinciales o comunales que se conectan a los Caminos Colectores, los cuales están destinados a dar servicio preferentemente a la propiedad adyacente.

La Sección Transversal prevista consulta dos pistas bidireccionales y las velocidades de proyecto consideradas son:

Tabla 6. Velocidad de Proyecto para caminos colectores

Tipo de Terreno	Velocidad de Proyecto (Km/hr)
Llano a Ondulado Medio	70 km/h
Ondulado Fuerte	60 km/h
Montañoso	50 y 40 km/h

Fuente: Manual de Carreteras, 2017.

Este tipo de caminos corresponde al ámbito provincial o comunal, y ellos constituyen el mayor porcentaje de la red vial del del país. (MC, 2017)

El camino proyectado tiene una sección trasversal de dos pistas con sentido bidireccional, con una Velocidad de Proyecto $V_p=50$ Km/h, definida en función de la geografía del sector, identificado como terreno montañoso, y las características de camino local recomendadas por el Manual de Carreteras.

Las características típicas de un camino según la clasificación funcional se presentan en la Tabla 7, para la condición de trazado montañoso.

Tabla 7. Características Típicas de Caminos Según Clasificación Funcional.

CATEGORIA		CAMINO LOCAL
VELOCIDADES DE PROYECTO (Km/h) TIPO DE TERRENO		70 - 60 -50 - 40 LL - O - M
PISTAS DE TRANSITO		BIDIRECCIONAL
FUNCION	Servicio al tránsito de paso	Continuidad de Transito consideración secundaria
	Servicio a la propiedad adyacente	Consideración primaria
CONEXIONES	Se conecta con	(Primarios) Colectores, Locales, Desarrollo
	Tipo de conexión	(Intersección) Acceso Directo
CALIDAD SERVICIO	Nivel de Servicio Años Iniciales - Años Horizonte	No Aplicable
	Tipo de Flujo	Restringido por movimientos hacia y desde la propiedad
	Velocidad operación según demanda rango probable	70 - 60 Km/h
TRANSITO	Volúmenes Típicos de transito al año inicial TMDA	Tránsito y composición variable según tipo de actividad. Agrícola, Minera, Turístico.
	Tipo de vehículo	Vehículo liviano y camiones medianos

Nota: LL (Llano) – O (Ondulado) – M (Montañoso)

Fuente: Manual de Carreteras, 2017.

Una vez definida la categoría del camino como “Camino Local” y la Velocidad de proyecto como 50 Km/h, se obtienen los criterios de diseño mínimos, los cuales, son presentados en la Tabla 8.

Tabla 8. Parámetros de Diseño Mínimos en Planta y Alzada.

CATEGORIA CARRETERAS Y CAMINOS	VELOCIDAD DE PROYECTO V (km/h)	AUTOPISTAS PRIMARIOS / AUTORRUTAS											
		COLECTORES LOCALES					DESARROLLO						
		30	40	50	60	70	80	90	100	(110)	120	(130)	
VISIB.	Dist. Visibilidad Parada $i = 0\%$	Dp (m)	25	38	52	70	90	115	145	175	210	250	300
	Dist. Visibilidad Adelantamiento (1)	Da (m)	180	240	300	370	440	500	550	600	650	(1)	(1)
PLANTA	Alineaciones en Recta	Lr (m)	Lr máximo = $120 \cdot V_p \text{ km/h}$ Para todo V.; Lr mínimo 3.203.203										
	Radio Mínimo en Curva	Rm (m)	25	50	80	120	180	250	330	425	540	700	900
	Radio Mínimo en curva al final recta	R'm (m)	$R' \text{ mín} \geq Rm (V+10)$									$R' \text{ mín} \geq Rm (V+5)$	
			$R' \text{ mín} \geq Rm (V+20)$									$R' \text{ mín} \geq Rm (V+15)$	
	Peralte Máximo	P (%)	7	7	7	7	7	7/8	8	8	8	8	7
	Pendiente Relativa de Borde (2)	$\Delta(\%)$	0,7 - 1,5			0,6 - 1,3 - (1,3)			0,5 - 0,9 - (0,9)			0,35 - 0,8 - (0,8)	
	Desarrollo Mín. $\omega = 9^\circ$ y Rm	D (m)	-	7	12	17	26	35	47	60	76	100	130
	Radio lim. contra Peralte (3)	RL (m)	-	-	-	> 3500			> 7500				
	Parámetro Mín. Clotoide; $R = R_{\text{mín}}$	A (m) (4)	-	29	37	48/68	60/83	83/125	110/144	142/173	190/195	-234	-305
	Cond. Adicionales A	-	Por desarrollo Peralte - Por Longitud L máx < 1,5 L mín. - Siempre A < R										
ALZADO	Pendiente Máxima (5)	i (%)	10 - 12	10 - 9	9	8	8	8-6-5	5	4,5	-	4	4
	Curva Vertical Convexa ($V^* = V_p$)	Kv (m)	300	400	700	1.200	1.800	3.000	4.700	6.850	9.850	14.000	16.000
	Curva Vertical Cóncava (Vp)	Kc (m)	400	600	1.000	1.400	1.900	2.600	3.400	4.200	5.200	6.300	6.300
	Curva Vertical Cóncava (Ilum. Artif.)	Kci (m)	250	400	650	950	1.300	1.700	2.100	2.600	3.200	3.700	3.700
	C. Vertical Convexa x . Adelant. (6)	Ka (m)	3.500	6.300	9.800	14.900	21.000	27.200	32.900	39.100	45.900	-	-
Long. Mín. Curva Vertical	2T (m)	En general $2T \text{ mín} > V$ (km/h); Si 2T mín. Controla K mín. = $V/0$ - Salvo casos 3.204.406											

Fuente: Manual de Carreteras, 2017.

En base a la información presentada en la Tabla 8, se tiene que el diseño de planta y alzado deberá considerar los siguientes parámetros mínimos:

Tabla 9. Parámetros Mínimos de Diseño

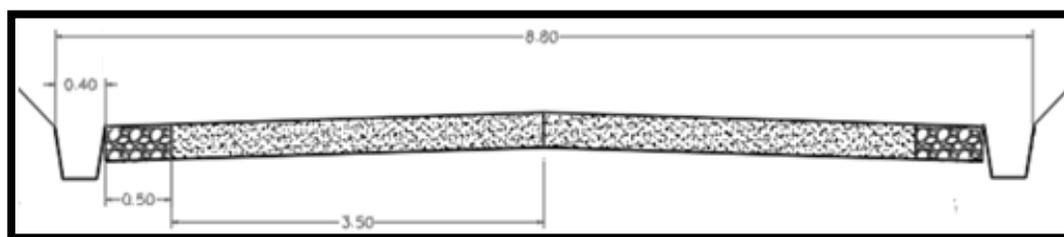
Radio mínimo de curva	80 [m]
Peralte máximo	7%
Pendiente máxima	9 %
Curva vertical convexa (Kv)	700 [m]
Curva vertical cóncava (Kc)	1000 [m]
Ancho de pista	3.5 [m]
Sobre ancho de pista	0.5 [m]

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2 Superficie de rodado

Para definir las características de la plataforma, como el ancho de la faja o el espesor de la superficie de rodado, se debe tomar en cuenta la función que desempeñará el camino, para definir los esfuerzos a los cuales estará sometido.

Una vez analizado los aspectos antes mencionados, se determina que la faja total a utilizar estará compuesta por una calzada con dos pistas bidireccionales, instalada sobre el terreno natural, un peralte de 3%, y un sobre ancho de 0.5 metros. También se propone la instalación de cunetas, las cuales irán en ambos costados de la calzada. La Figura 5 muestra un esquema de la calzada proyectada.

**Figura 5. Esquema sección transversal de la plataforma proyectada.**

3.3.3 Obra de arte

En cierto tramo del camino existe un cauce natural que cruza a la calzada, y donde es necesaria la implementación de algún elemento que solucione la problemática del drenaje y de tránsito. Para esto, se propone la construcción de una obra de arte, la cual cumplirá la función de puente mientras el cauce fluye sin la necesidad de intervenir en mayor medida la dirección del flujo.

3.4 Diseño y modelación de la solución

Una vez realizada la propuesta preliminar de solución y recopilada toda la información necesaria, se procede a realizar el diseño y modelación de la vía.

3.4.1 Diseño Geométrico de la vía

Con la modelación topográfica realizada, según se explica en el capítulo 3.2.1, se comienza con el proceso de modelado de la vía, definiendo el alineamiento del eje en planta, y la elaboración de los perfiles longitudinales y transversales. Para esto, se hará uso del software de modelación AutoCAD Civil 3D.

3.4.1.1 Trazado en Planta

Lo primero, es definir el alineamiento o eje preliminar de la vía proyectada sobre la topografía del sector, de manera de identificar la posición del camino con respecto al terreno, y como va interactuando con los distintos elementos presentes en el área de estudio. Básicamente, dada la característica del proyecto, el camino proyectado seguirá, en general, la posición de la calzada existente.

Una vez definida la posición del trazado en planta, se debe definir las curvas circulares y curvas de transición requeridos, de manera que el trazado se ajuste lo más posible a las condiciones del terreno, y de igual forma, respetando las características de la calzada existente.

A pesar de que se hayan definidos todos los elementos del alineamiento, y su disposición en el modelo del terreno, estos seguirán sujetos a modificaciones, ya que, durante el proceso de trazado en alzado y sección transversal, se podría requerir un reajuste del eje con el fin de cumplir con los parámetros mínimos de diseño, y, por otro lado, optimizar los movimientos de tierra.

3.4.1.2 Trazado en Alzado

Una vez definido el alineamiento en planta tentativo, se procede a proyectar el trazado en alzado, lo cual requiere un estudio de las características en elevación del alineamiento a través de su sección longitudinal.

Haciendo uso de una de las herramientas de AutoCAD Civil 3D, se puede proyectar de manera gráfica la disposición de la rasante del alineamiento proyectado mediante el perfil longitudinal, y así poder compararlo con la rasante del terreno existente. De esta manera, se procede a realizar un refinamiento de la rasante proyectada de manera que se acomode de mejor manera a la topografía del terreno. Con este reajuste, se busca cumplir con los parámetros mínimos de longitudes verticales de curva K_v y K_c , y pendiente máxima, de manera de cumplir con las normas y recomendaciones.

3.4.1.3 Sección Transversal

En esta etapa se definen los elementos asociados a la geometría transversal de la obra proyectada o perfil tipo, como lo son los anchos de pista, espesores de las capas estructurales, bombeo, taludes, etc. Para esto, es necesario el uso de la representación gráfica llamada perfil transversal., el cual permite comparar la posición del perfil tipo con el terreno existente, y de esta manera, poder comparar y acomodar mejor el modelo.

En esta etapa, también se realiza el diseño del peralte, el cual es un elemento de seguridad vial necesario en las alineaciones curvas, ya que contrarresta la fuerza centrífuga que afecta al vehículo.

Mediante el perfil transversal generado, y haciendo uso de una de las herramientas del Auto CAD Civil 3D, es posible determinar los movimientos de tierra generados. Así mismo, se puede obtener tabulada la información de estos movimientos de tierra, tanto de corte como de terraplén, así como también se puede incorporar información de los materiales a utilizar, y realizar una cubicación de estos, para así poder tener una estimación de los costos asociados.

3.4.2 Diseño Solución Hidráulica

Es importante que todo diseño vial incluya un buen diseño hidráulico, para evitar problemas de serviciabilidad y seguridad, sobre todo en caminos como el descrito en el presente informe, donde es imprescindible un buen drenaje para extender la vida útil de la superficie de rodado.

La solución propuesta consiste en la implementación de canalización no revestida en ambos costados de la calzada. Para esto, se requiere la recopilación de información hidrológica y

geomorfológica relevante de la zona, y una revisión bibliográfica del Manual de Carreteras para el diseño estructural de la solución.

Para el diseño de la canalización, se requiere el registro de las precipitaciones de diseño asociadas a periodos de retorno de 2, 5 y 10 años. Otro aspecto importante es definir el área portante. Para esto es necesario el uso del software Google Earth, con el cual se ubica la cuenca perteneciente al sector de estudio, y se define el área portante. Ya con esta información se puede obtener el caudal aportado a cada cuneta, y posteriormente realizar el dimensionamiento de esta.

La presencia de un cauce natural que atraviesa la calzada proyectada demanda un análisis más detallado de la situación.

Previo al diseño estructural es necesaria la obtención de informaciones hidrológica para caracterizar el cauce y poder de esta forma, seleccionar la estructura más adecuada a los requerimientos de la problemática. Dicha información se obtendrá de los datos estadísticos presentados por Dirección General de Aguas (DGA) y de datos hidrológicos recopilados en el Plan Regulador de Aguas Lluvias de Tomé.

Una vez revisada la información, se procede a caracterizar el cauce. Para esto se hará uso del Software de Modelación Hidráulica Hec-Ras, con el cual se obtendrá el caudal asociado a periodos de retorno de 12, 50 y 100 años. Con estos datos ya es posible comenzar con el diseño de la solución.

Entre las soluciones disponibles, se propone la construcción de una obra de arte, que consiste en una alcantarilla tipo cajón simple de 3 metros de alto por 3.5 metros de ancho, el cual será de hormigón armado. Esta propuesta fue realizada tomando en consideración las opiniones recopiladas durante las reuniones con los profesionales de la municipalidad, la junta de vecinos y los entes fiscalizadores del PIRDT.

Mediante el uso de Hec-Ras es posible modelar el comportamiento del cauce con la estructura instalada, y así comprobar que no se produce ningún problema de desborde. Luego, mediante el Manual de Carreteras se obtiene la cuantía de la armadura, con la cual se realiza la cubicación del material necesario para la construcción.

3.4.3 Elaboración del Presupuesto

Una vez definidos los parámetros a utilizar para la elaboración del diseño de la solución de ingeniería, se procede a estimar los costos asociados a cada uno de elementos requeridos para la realización de la obra, con el fin de construir el presupuesto estimado del proyecto.

Una vez definido el presupuesto estimado del proyecto, se realizará un comparativa entre los costos definidos por el PMDT del año 2008 y la propuesta actual.

CAPITULO 4: RESULTADOS Y OBSERVACIONES

En el presente capítulo se dará a conocer los resultados obtenidos de cada experiencia realizada y descrita en la metodología. En base estos resultados, se elegirá y desarrollará la solución más adecuada a las problemáticas identificadas.

4.1 Reconocimiento y estudios del terreno

4.1.1 Situación y Estado actual

El reconocimiento del sector se realizó en conjunto con representantes de la municipalidad de Tomé, con quienes se realizó un recorrido del camino existente para apreciar la situación actual en la que se encuentra el terreno.

El camino en el cual se enfoca el proyecto de título es un camino de tipo vecinal (no enrolado) que se encuentra ubicado entre los sectores de Santa Ester y Juan Chico, a 16.9Km en dirección Sur-Este de la ciudad de Tomé, y tiene como función primordial, servir de enlace entre las zonas prediales y caminos principales, permitiendo todos los movimientos que ello implica, con la consecuente restricción impuesta a los vehículos en tránsito. La vía que intervenir se empalma con un camino de superficie granular conocido como “camino Altos de Roa”, el cual da conectividad a familias de Cementerio Las Nacas, Los Cerezos y Altos de Roa. En la Tabla 10 se encuentran las coordenadas del empalme del camino vecinal con el Altos de Roa.

Tabla 10. Coordenadas de la Entrada del Camino.

	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18H	
	Latitud	Longitud	Este	Norte
Entrada camino vecinal	-36,721006	-72,824710	694267	5933871

Fuente: Elaboración Propia.

Las características topográficas del terreno son de superficie ondulada, con elevaciones de alta pendiente. El camino se desarrolla entre zonas de laderas y terraplenes naturales, con presencia de vegetación y árboles.

El camino actualmente tiene una longitud de aproximadamente 850m, cuya plataforma no posee perfil definido, presentando un ancho promedio de 3 a 3,5m.

Las condiciones actuales de la vía son pésimas, sin superficie de rodado adecuado en todo el largo del camino con material natural predominante, con un claro mal estado de conservación, apreciándose zonas con ahuellamiento que alcanzan los 20cm en algunos puntos. Por otro lado, las cunetas existentes se encuentran erosionadas por la lluvia y en múltiples tramos han desaparecido, impidiendo realizar correctamente el drenaje longitudinal.

La inexistencia de obras de saneamiento que permitan la circulación de agua lluvias de un costado al otro de la calzada para la correcta evacuación del agua recogida por las cunetas; sumado a la desaparición del bombeo en varios tramos, provoca un acumulamiento y rebalse de las aguas lluvias durante las precipitaciones, generando el escurrimiento de las aguas lluvias por la superficie del camino. Dicho fenómeno provoca que el agua se cuele por las rodaderas existentes, provocando problemas de fricción y estabilidad del terreno.



Figura 6. Condición actual del terreno.

A los 760m se encuentra un puente de madera de precarias condiciones, que permite cruzar un canal de aproximadamente 5m de ancho. Éste debe ser mantenido cada cierto tiempo por los mismos habitantes del sector, lo cual implica un potencial peligro para los usuarios del puente. La Figura 7 muestra el puente de madera existente.



Figura 7. Puente de madera que cruza cauce natural.

Si bien, dada las características del camino en términos de bajo flujo y poco requerimiento de tránsito, los cambios en la geometría del trazado serán mínimas, se requiere de una intervención necesaria principalmente para cambios de rasante que dificultan el tránsito por el camino.

El problema principal, es la poca disponibilidad de terreno para definir un ancho de faja acorde a lo propuesto por el Manual de Carreteras, lo cual dificulta en demasía el cumplimiento en su totalidad de los criterios previamente propuestos para el diseño, por lo cual será necesario un reajuste de estos parámetros.

4.2 Levantamiento Topográfico

El levantamiento Topográfico fue realizado por estudiantes egresados de la carrera de ingeniería civil y ambiental de la universidad del Bio-Bio, y los instrumentos utilizados fueron facilitados por la misma casa de estudio. Por lo cual, el desarrollo del proceso de mediciones se vio condicionado a la disponibilidad de instrumentos, y a las inclemencias del clima de la época.

Una vez en terreno con el instrumento, se ingresó el punto inicial, que representa la ubicación del instrumento para comenzar con la medición. Para este punto se fijó una coordenada de referencia aleatoria en base a Este, Norte y Elevación definida como 2000, 3000 y 100 respectivamente

Fijado el punto de inicio, se comenzó con la captura de datos. El proceso consistió en la realización de una poligonal abierta. Dada la configuración de curvas verticales y curvas horizontales del terreno, el proceso de levantamiento se complicó debido a la limitante en la visión para la captura de datos con el instrumento. A razón de esto, se definieron puntos estratégicamente ubicados para

el cambio de estación. En total, se definieron 11 puntos de cambio, los cuales son presentados en la Tabla 11.

Tabla 11. Puntos de Cambio.

PR N°	Cota (m)	Norte	Este
1	100	3000	2000
2	94.853	3097.640	1982.336
3	105.864	3137.760	1894.297
4	119.895	3132.725	1825.446
5	129.947	3141.538	1776.625
6	141.021	3174.671	1723.338
7	154.166	3108.655	1681.870
8	159.223	3052.523	1683.839
9	167.979	2971.735	1609.241
10	167.937	2925.607	1600.023
11	157.263	2852.510	1590.642

Fuente: Elaboración Propia.

Los cambios de estación se realizaron mediante el método de doble lectura, y en total se capturaron 914 puntos (Anexo C), los cuales fueron registrados en función de las características del terreno, de manera de representar de mejor manera la forma del camino. Finalmente, el levantamiento se realizó en aproximadamente tres semanas dada las limitaciones descritas previamente.

Una vez Finalizado el trabajo en terreno, se dio paso a la extracción de datos de la estación total y posterior trabajo en computador. Una vez extraída la información, es exportada al software de modelación AutoCAD Civil 3D, con el cual se realizó el proceso de depuración de la superficie mediante la triangulación de puntos, y así obtener la representación más adecuada del terreno. La figura 6 muestra un tramo de la superficie modelada.

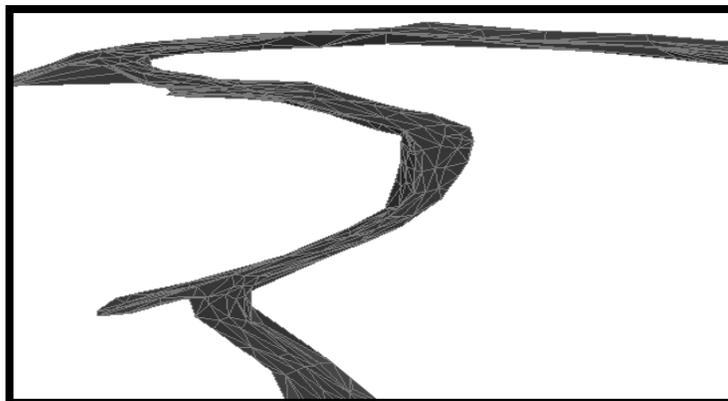


Figura 8. Modelado AutoCAD Civil 3D del terreno.

Usando como base la superficie obtenida mediante la modelación, se desarrolló el plano Topográfico del Terreno. (Anexo)

4.3 Ensayos de Mecánica de Suelos

Se programo una visita a terreno para realizar la exploración del suelo, que consistió en la realización de dos calicatas de 1.2 metros de profundidad bajo el nivel de sub-rasante del proyecto. El número de prospecciones y dimensiones de estas fueron definidas según la Nch 1508 Of2014 Geotecnia-Estudios de Mecánica de Suelos. En la Figura 7 se muestra la ubicación seleccionada para la realización de las calicatas.



Figura 9. Ubicación de calicatas.

En base a la información obtenida mediante la exploración del suelo, se logró caracterizar las unidades estratigráficas del terreno, cuyas características se presentan En la Tabla 12 y Tabla 13:

Tabla 12. Caracterización Calicata 1

Profundidad [m]	Horizontes	Características
0 - 0,1	Horizonte 1	Presencia de capa vegetan en borde del camino
0,1 - 1,2	Horizonte 2	Arena Limosa, compacidad media, Humedad media, color café anaranjado

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13. Caracterización Calicata 2

Profundidad [m]	Horizontes	Características
0- 0,1	Horizonte 1	Presencia de capa vegetan en borde del camino y eje del camino
0,1 - 1,2	Horizonte 2	Grava arenosa de tamaño max. De hasta 8", porcentaje grava 60% aprox. Humedad baja, compacidad media, color café claro. Tamaño 2,5" predomina en porcentaje de 20%.

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se extrajeron muestras alteradas de ambas calicatas para la realización de los respectivos ensayos en laboratorio, y poder determinar las características físicas y mecánicas del suelo.

4.3.1 *Densidad in Situ*

Mediante el ensayo del cono de arena, se obtuvo la densidad en terreno de ambas prospecciones, para posteriormente, en laboratorio, determinar el porcentaje de humedad. Los resultados se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados Densidad Natural y Humedad

Calicata	Densidad Natural [kg/m3]	Humedad [%]
1	1.768	17.4
2	1.992	3.6

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2 *Clasificación del Suelo*

La clasificación del suelo se realizó según los métodos AASHTO y USCS. Para esto se realizó el ensayo de límites de Atterberg, de manera de obtener los límites líquido y plástico según las indicaciones de la NCh 1517/1 Of1979 y NCh 1517/2 Of1979 respectivamente, y la granulometría de la muestra.

El resumen de los resultados obtenidos se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15. Clasificación Según Método AASHTO y USCS.

Clasificación		Calicata 1	Calicata 2
		AASHTO	A-2(4) Arena Limosa
	USCS	SM Arena Limosa	GM-GP Grava limosa mal graduada

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla de Granulometría y límites de Atterberg en detalle se presentan en el Anexo E.

4.3.3 Ensayo Proctor Modificado

El ensayo se realizó siguiendo las indicaciones dictadas por la NCh 1534/2 Of1979. Con este ensayo se obtuvo la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del suelo, y se determinó la humedad óptima. Los resultados del ensayo Proctor modificado se muestran en la Tabla 10.

Tabla 16. Humedad Óptima y D.M.C.S. de Cada Muestra.

	Humedad Óptima [%]	D.M.C.S. [g/cm ³]
Calicata 1	11.2	1.869
Calicata 2	6.9	2.220

Fuente: Elaboración Propia.

Los Resultados del ensayo en detalle son adjuntados en el Anexo E.

4.3.4 Ensayo CBR

El ensayo se realizó bajo las indicaciones de la NCh 1852 Of1981. Este ensayo permite medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. En la Tabla 17 muestra los resultados obtenidos por el ensayo:

Tabla 17. 95% D.M.C.S y Porcentaje de CBR de Cada Muestra.

	95 % D.M.C.S. [g/cm ³]	CBR [%]
Calicata 1	1.755	13.14
Calicata 2	2.11	62

Fuente: Elaboración Propia.

Los Resultados del ensayo en detalle son adjuntados en el Anexo E.

4.3.5 *Análisis de Resultados de Ensayos*

De los resultados obtenidos en los ensayos se puede apreciar que ambas calicatas muestran suelos de distintas calidades y cualidades.

El Suelo de la calicata 1, según la clasificación AASHTO, es una arena limosa con un Índice de Plasticidad (IP) de 8.47, lo cual representa un grado de plasticidad bajo. La capacidad de soporte que presenta es regular, con un CBR de 13.14 % y una humedad óptima de 11.2 %. Con estas características, se concluye que posee cualidades adecuadas para ser utilizado como un material de sub-base aceptable.

En la calicata 2 se tiene una Grava limosa, con una clasificación A-1-a, y no presenta índice de plasticidad. De los resultados del CBR, se tiene que el suelo presenta una buena capacidad de soporte, con un CBR de 62% y una humedad óptima de 6.9%. Con estos resultados, se puede concluir que es completamente apto para ser utilizado como material de sub-base.

4.4 Propuesta de diseño

Las condiciones del camino existente son muy precarias, principalmente en tiempos de lluvia donde se hace prácticamente imposible la circulación por la vía. Lo anterior limita mucho las potenciales actividades productivas que puedan desempeñar los habitantes del sector. Dicha situación fue visualizada por los habitantes, que lo hicieron saber durante las visitas a terreno, donde comentaron la falta de preocupación en términos de mantención de los caminos.

Entre las propuestas consideradas se encontraba una carpeta asfáltica, donde su principal ventaja es la durabilidad, impermeabilidad y fácil aplicación. Sin embargo, fue descartada ya que el costo de implementación y mantención es muy alto, y las restricciones de inversión no permiten su utilización. Por esta razón, se presenta una alternativa que supliría los problemas existentes, y cumplirá con las exigencias de serviciabilidad. Esta alternativa consiste en una carpeta de ripio en combinación con un aditivo en base a polímero, el cual, tiene la cualidad de evitar la generación de polvo producido por el paso de los vehículos y los efectos de las precipitaciones sobre el material granular.

Dentro de la propuesta también se incluye una solución de aguas lluvias que consiste en la implementación de cunetas a los dos costados de la calzada, y la instalación de alcantarillas en los cruces de caminos.

Dada la precaria condición del puente de madera que se encuentra en el sector, el potencial peligro de accidentes es muy alto, por lo cual se propone la instalación de una obra de arte. Esta obra dará solución a la problemática del cruce del cauce, a la vez que se mantiene la dirección del flujo inalterado, así como también, brindara mayor seguridad al momento de que los vehículos circulen sobre esta.

4.5 Diseño de la solución

4.5.1 Redefinición de criterios de diseño

Preliminarmente se propone un diseño para el camino consistente en una faja de 8.8 metros de ancho, sin embargo, en la práctica esto se hace imposible. Revisando la modelación topográfica, se comprueba que el ancho de faja existente es mucho menor al requerido.

Dado que el diseño se enmarca en el fomento productivo y desarrollo rural, se hace necesaria la disminución de los parámetros de diseño previamente definidos. A raíz de esto, se debió redefinir la solución vial, de manera que cumpla con las limitaciones topográficas.

La disminución de las dimensiones de la calzada no debería presentar mayor problema en términos de serviciabilidad debido al bajo nivel de tráfico, ya que los principales usuarios son las familias que habitan en el sector. A pesar de esto, se podría proyectar un aumento de vehículos a futuro, principalmente camiones que transporten productos, dado el impulso al fomento productivo que traería la mejora de la vía, sin embargo, no sería un impacto tan significativo en términos de demanda vial.

En base a todo lo anterior, la categoría de la vía se redefine como camino de desarrollo, ya que tiene como principal función el posibilitar tránsito permanente incluso a velocidades reducidas. Las velocidades referenciales para caminos de desarrollo se presentan en la tabla 18.

Tabla 18. Velocidad Referencial de Proyecto

Tipo de Terreno	Velocidad de Proyecto [Km/h]
Favorable	50 - 40
Difícil	30

Fuente: Manual de Carreteras, 2017.

Dada las características del terreno, con pendientes fuertes y curvas tanto verticales como horizontales abruptas, se puede clasificar como un terreno difícil, por lo cual la velocidad de proyecto que propone el Manual de Carreteras es 30 km/h.

4.5.2 *Diseño Geométrico*

El diseño se realizó mediante el uso del software AutoCAD Civil 3D, con el cual se desarrolló la modelación del camino, usando como referencia el levantamiento topográfico del terreno. De esta forma se elabora el trazado en planta, trazado en alzado, y sección transversal, según las recomendaciones del Manual de Carreteras.

a) Trazado en planta:

El trazado en planta se realizó en base al plano topográfico, en el cual se va ajustando el diseño, siguiendo los parámetros de diseño mínimos, pero a la vez adaptándose a las limitaciones presentes en el camino.

En total, se generaron quince curvas horizontales a lo largo del trazado, con radio mínimo y máximo de 20 y 100 metros respectivamente, conectados por rectas que no superan los 92 metros de longitud. Según las consideraciones que proporciona el Manual de Carreteras, para caminos de desarrollo, se cumplen con los parámetros mínimos.

El detalle del diseño en planta se presenta en el Anexo E.

b) Trazado en alzado

El Trazado en alzado se realizó procurando ajustar de mejor manera la rasante del proyecto con la rasante del terreno, y procurando evitar en gran medida los movimientos de tierra tanto de corte como de terraplén, de manera que la solución propuesta sea rentable, pero a su vez, siguiendo las indicaciones del Manual de Carreteras.

Dada la sinuosidad del terreno, como se comentó en capítulos anteriores, se generaron diez curvas verticales tanto cóncavas como convexas. Los valores mínimos y máximos de estos parámetros son los siguientes:

Tabla 19. Valores Máximos y Mínimos Parámetros de Curva Vertical

	Mínimo	Máximo
Curva vertical convexa (Kv)	160.75 [m]	1636.38 [m]
Curva vertical cóncava (Kc)	138.86 [m]	607.28 [m]

Fuente: Elaboración Propia.

Del mismo modo, las pendientes definidas para el diseño de la rasante, fueron desarrolladas considerando las pendientes naturales del terreno, obteniendo así unos valores de pendiente longitudinal mínima y máxima de 1.25% y 21.36% respectivamente.

La pendiente máxima, supera por mucho a la recomendada por el Manual de Carreteras debido a que, como se comentó anteriormente, están limitadas por la forma del terreno, y disminuir las pendientes conlleva una inversión en movimientos de tierra que elevarían demasiado el costo final del proyecto.

El detalle del diseño en alzado se presenta en el Anexo E.

c) Sección Transversal

Como se comentó en el capítulo 4.5.1, si bien los parámetros mínimos se ven limitados por las condiciones del terreno, en los caminos de baja categoría como lo son los caminos de desarrollo, se permite cierta libertad de diseño. En estos caminos con velocidades de proyecto bajas, solo se indican valores normativos correspondientes a las variables principales; permitiendo el empleo de los valores asociados a las restricciones complementarias que dicen relación con la comodidad y percepción estética de la ruta. La Tabla 20 muestra los valores propuestos por el Manual de Carreteras en función de la Categorical y la Velocidad de Proyecto definida.

Tabla 20. Cuadro Resumen Ancho Plataforma y de sus Elementos

Categoría	Velocidad Proyecto (km/h)	Ancho Pistas (m)	Ancho Bermas Exterior (m)	Ancho Sap Exterior (m)	Ancho Total Plataforma (m)
Desarrollo	50	3.0 - 3.5	0.5 - 1.0	0.5	8.0 - 10.0
	40	3.0	0.0 - 0.5	0.5	7.0 - 8.0
	30	2.0 - 3.0	0.0 - 0.5	0.5	5.0 - 6.0

Fuente: Elaboración Propia.

En base a las recomendaciones de Manual de Carreteras, y considerando la disponibilidad de terreno, y el bajo flujo vehicular que presentara la vía, se propone que la pista tenga 2.25 metros de ancho, conformando una calzada de 4.5 metros en total. Además, se propone agregar una berma de 0.4 metros, y unas cunetas laterales de 0.25 metros de ancho. Finalmente, la plataforma de rodado compuesta por una carpeta granular con un aditivo en base a polímero tendrá un espesor de 0.2 metros.

El bombeo de la calzada depende del tipo de superficie de rodadura y de la intensidad de la lluvia de 1 hora de duración, con periodo de retorno de 10 años (I_{10}^1) en mm/hr (MC, 2017). Entonces, mediante la información proporcionada por el Plan Maestro de Aguas Lluvias desarrollado para las Comuna de Penco y Tomé, se tiene una I_{10}^1 de 25.6 mm/hr. Con esta información, el Manual de Carreteras propone un bombeo de 3.5%, sin embargo, para el proyecto se implementará un bombeo de 3%.

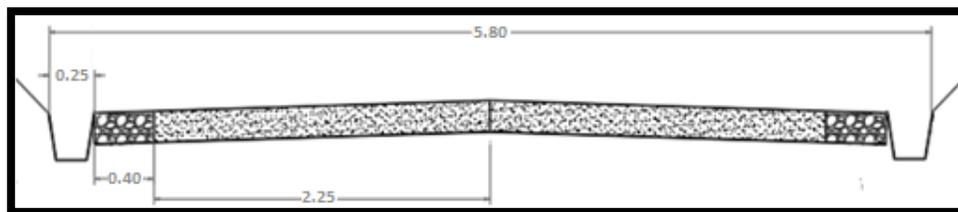


Figura 10. Esquema sección transversal final.

El detalle de la sección transversal se presenta en el Anexo E.

4.5.3 *Diseño Hidráulico*

Para facilitar la constructibilidad, se definió una cuneta trapezoidal de ancho 0.25[m], base 0.15[m] y profundidad 0.3[m], la cual cumple con los requisitos de transporte de aguas lluvias.

Para la solución del puente y alcantarilla, se requirió un estudio más detallado de las características del cauce natural.

Se requirió información de las precipitaciones de diseño asociadas a un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años. Con el área de la cuenca, se pudo definir el caudal de lluvia que aporta al cauce, y por ende el caudal máximo con el que funcionaría la alcantarilla.

Las dimensiones de la alcantarilla se definieron en función de la geomorfología del lecho del cauce, de manera que no se altere demasiado su forma. De esta manera, se propuso una alcantarilla de hormigos prefabricado tipo cajón simple de 3 metros de ancho, 3.5 metros de profundidad, y 8.5 metros de largo.

Finalmente, mediante el uso del software de modelación hidráulica HEC-RAS, se realizó una simulación de las dos condiciones del cauce, una sin la instalación de la alcantarilla, y otra con la instalación de la alcantarilla, de manera de comprobar que cumpla con los requerimientos de drenaje y no se produzcan problemas de desborde.

Las características de la alcantarilla en detalle se presentan en el (Anexo F)

4.6 Evaluación Económica

Una vez finalizado el diseño, se realiza un cálculo de los costos estimados de cada uno de los requerimientos necesarios para el desarrollo e implementación de la obra, y de esta manera poder evaluar la factibilidad del desarrollo del proyecto. La Tabla 21 presenta el detalle del presupuesto estimado del proyecto.

Tabla 21. Presupuesto estima del Proyecto

ITEM	DESIGNACION	UN	CANTIDAD	P.UNITARIO	VALOR
1	Preparación del Área de Trabajo				
1.1	Despeje y Limpieza de la Faja	ml	850,00	\$ 4.297	\$ 3.652.450
1.2	Instalación de Faenas y Campamentos	gl	1,00	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
2	Movimiento de Tierras				
2.1	<i>Excavación de Escarpe 0,10m capa vegetal</i>	m3	450,50	\$ 2.302	\$ 1.037.051
2.2	<i>Excavación de Corte</i>	m3	532,26	\$ 6.057	\$ 3.223.899
2.3	<i>Rellenos</i>	m3	517,48	\$ 4.850	\$ 2.509.778
3	Capas Granulares				
3.1	<i>Base Granular, CBR \geq 60%, e=20 cm.</i>	m3	901,00	\$ 13.121	\$ 11.822.174
3.2	<i>Tratamiento Poliasfáltico</i>	m2	4.505,00	\$ 3.013	\$ 13.573.565
3.3	<i>Suministro y colocación de Geotextil</i>	m2	4.505,00	\$ 1.297	\$ 5.842.985
3.4	<i>Preparación de subrasante</i>	m3	450,50	\$ 517	\$ 232.909
4	Drenaje y Protección de la Plataforma				
4.1	<i>Excavación de zanja</i>	m3	76,53	\$ 2.440	\$ 186.733
4.2	<i>Elaboración de cunetas</i>	ml	1.700,00	\$ 10.561	\$ 17.952.935
4.3	<i>Tubería HDPE D=0.25m</i>	ml	69,00	\$ 34.097	\$ 2.352.693
5	Estructura hidráulica				
5.1	<i>Relleno Estructural</i>	m3	21,68	\$ 13.927	\$ 301.868
5.2	<i>Alcantarilla Tipo Cajón Prefabricado</i>	ml	8,5	\$ 655.771	\$ 5.574.054
				SUB-TOTAL	\$ 72.763.093
				GG 15 %	\$ 10.914.464
				UTILIDADES 15%	\$ 10.914.464
				TOTAL NETO	\$ 94.592.021
				IVA 19%	\$ 17.972.484
				TOTAL	\$ 112.564.505

Fuente: Elaboración Propia

4.7 Análisis de Resultados

4.7.1 Diseño Geométrico

a) Diseño en Planta

Para la realización del diseño en planta, fue necesario adecuar el trazado en función de las características y limitaciones del terreno, así como del presupuesto disponible para la realización de la obra. Debido a esto, existen tramos con radios mínimo de curva de 20 metros, los cuales no cumplen con lo recomendado por el Manual de Carretera.

b) Diseño en Alzado

En función de las difíciles condiciones del terreno de estudio, fue necesaria la disminución de la velocidad de proyecto inicialmente propuesta de 50 km/hr a una de 30 Km/hr, teniendo que reducir así la categoría de la vía, de camino tipo Local a tipo Desarrollo.

Dado que la topografía se caracteriza por ser difícil y presentar pendientes marcadas, fue necesario proyectar la rasante del proyecto siguiendo la forma del terreno, de manera de optimizar los movimientos de tierra generados, y no elevar en demasía el presupuesto final.

c) Diseño Sección Transversal

El ancho de faja proyectado se vio limitado por el poco espacio disponible para trabajar, fundamentalmente por la presencia de cercos, viviendas, laderas de cerros, taludes, etc. Esto provoco que la calzada disminuyera de un ancho de faja total de 8.8 metros a 5.8 metros finales.

En la Tabla 22 se presenta un cuadro comparativo entre los parámetros de diseño preliminares y los parámetros finales con los cuales se realizó el diseño.

Tabla 22. Tabla Comparativa de Parámetros de Diseño Preliminar vs Final.

	Preliminar	Final
Categoría de vía	Local	Desarrollo
Radio mínimo de curva	80 [m]	20 [m]
Peralte máximo	7%	7%
Pendiente máxima	9 %	21.36 %
Curva vertical convexa (Kv)	700 [m]	160.75 [m]
Curva vertical cóncava (Kc)	1000 [m]	138.86 [m]
Ancho de pista	3.5 [m]	2.25 [m]
Sobre ancho de pista	0.5 [m]	0.4 [m]

Fuente: Elaboración Propia.

4.7.2 *Superficie de Rodado*

La primera opción de diseño consideraba una carpeta asfáltica, pero dado que el costo de inversión es muy alto, y considerando que su uso será enfocado en un número reducido de familias, se optó por la implementación de una superficie granular de ripio en combinación con un aditivo en base a polímero de 0.2 metros de espesor, la cual otorgará una correcta superficie de rodado y disminuirá el costo de inversión y mantenimiento.

4.7.3 *Diseño Hidráulico*

Dentro de la solución se realizó un diseño para el cruce del camino con un cauce natural, el cual consistió en la implementación de una alcantarilla tipo cajón simple. Esta propuesta se justifica en función de los comentarios y opiniones recolectadas durante las reuniones con profesionales de la municipalidad, la junta de vecinos y entes fiscalizadores del PIRDT.

4.7.4 *Presupuesto de Proyecto actual*

El presupuesto del proyecto actual presenta un notorio incremento en comparación con el costo estimado por el PMDT del 2008, el cual alcanzaba los \$30.655.870, aumentando en 367% el presupuesto anterior. Esta diferencia se basa principalmente en la implementación de nuevas técnicas de solución, ya que las propuestas presentadas en el PMDT se han vuelto insuficientes y las exigencias de los usuarios han cambiado.

La nueva propuesta considera en su diseño, todos los problemas presentes en el sector para dar una solución integral, que incluye un mejoramiento en la superficie de rodado y un correcto sistema de drenaje de la calzada. Del mismo modo, se propone la instalación de una alcantarilla prefabricada de hormigón, que sirva de puente a la vez que canalice el río sin la necesidad de modificar demasiado el flujo de este. De esta manera, se otorga una accesibilidad permanente al sector, mejorando las condiciones para que los usuarios puedan desempeñar de mejor manera sus actividades productivas.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES

En base a los resultados presentados en el capítulo anterior, se presentan las conclusiones más relevantes a continuación.

- Varias familias que habitan el sector ya han recibido beneficios de programas enfocados en el fomento productivo, los cuales, combinados con una buena infraestructura vial, optimizan el desarrollo sustentable de las personas.
- La configuración geomorfológica de la zona de estudio, así como los aspectos legales relacionados a la utilización de terrenos privados, limitan el desarrollo de una solución de ingeniería. Por lo cual, para el desarrollo de este tipo de proyecto donde el sector de estudio es en extremo rural, es necesaria la modificación y adaptación de los parámetros mínimos de diseño propuestos por el Manual de Carreteras, y así adecuarlos a las condiciones existente.
- Las propuestas y recomendaciones del Manual de Carretas están enfocadas solo en condiciones de terreno ideal, estandarizados por ciertos parámetros máximos y mínimos. Sin embargo, Los diseños viales en sectores rurales no tienen exigencias normativas tan estrictas como en sectores urbano, dando ciertas libertades en la elección e implementación de estos parámetros de diseño.
- El presupuesto actual se ve altamente alejado de los parámetros antiguos del PMDT 2008, ya que las exigencias de los usuarios han cambiado, las nuevas técnicas propuestas de solución han mejorado y las propuestas antiguas se han vuelto insuficientes para los requerimientos actuales.
- A pesar de las limitaciones existentes, se logra desarrollar un diseño de ingeniería, el cual da solución a la problemática de conectividad de los habitantes del sector durante todo el año, permitiendo el tránsito de vehículos principalmente livianos, y proporcionando un estándar óptimo de accesibilidad y seguridad.

5.1 Nuevas Líneas de Investigación.

Durante la realización del presente proyecto de título, se pudo observar una serie de temas para nuevas líneas investigativas que sirvan como base para el desarrollo de futuros proyectos. Dentro de las líneas de investigación identificadas se encuentran las siguientes.

- Análisis del desarrollo económico y social de la comunidad una vez implementada la solución de conectividad vial mediante datos cuantitativos. Se puede realizar un estudio que muestre como va cambiando la comunidad con el desarrollo de proyectos viales en las zonas rurales, y se realiza un análisis comparativo previo a la implementación de la solución y después de la incorporación de ésta.
- Estudio y desarrollo de un manual o guía de Diseño Vial para Zonas Rurales. Uno de los problemas que presenta el actual Manual de Carreteras, es la falta de información precisa para el diseño de vialidad rural. En base a esto, se podría desarrollar un documento que proporcione parámetros mínimos de diseño para caminos de bajo tránsito de sectores rurales, que contemple estas limitaciones y entregue propuestas de posibles soluciones alternativas a implementar.
- Implementación de superficies granulares con aditivo en base a polímero. Se realiza un estudio para analizar la resistencia del material al tránsito, y que tan beneficioso sería su implementación en función del costo y calidad en relación a otras alternativas.
- Estudiar soluciones alternativas a sistemas hidráulicos para cruces de cauces naturales en zonas de bajo tránsito. Se pueden analizar nuevas alternativas a la problemática vial en cruces de cauces, de manera de encontrar un equilibrio perfecto en términos de costo y beneficio, en relación a las alternativas convencionales.

CAPITULO 6: REFERENCIAS

- Telmo Duran, D., (2014). Diseño Preliminar de un Camino Vecinal de Aproximadamente 900 Metros de Longitud., Cuenca Ecuador.
- Aleman, H., (2015). Propuesta de Diseño Geometrico de 5.0 Km de Via de Acceso Vecinal Montañosa, El Salvador.
- Badillo, J., 2000. Fundamentos de la Mecanica de Suelos, Tomo 1. 1ra ed. México: LIMUSA.
- Garrido, A., (2011). Analisis de }variacion de indice de Penetracion Dinamico (N10) por Influencia de la Precipitacion en Taludes de Campo., Concepción.
- Kellen, G. & Sherar, J., (2004). Guia de Campo para las Mejores Practicas de Administración de Caminos Rurales, México.
- Ilustre Municipalidad de Tomé. Plan de Desarrollo Comunal, Tomé. <http://www.tome.cl/comuna/pladeco>. Acceso 20 de junio de 2017
- Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT), SUBDERE. <http://www.subdere.gov.cl/programas/divisi%C3%B3n-desarrollo-regional/programa-de-infraestructura-rural-para-el-desarrollo-territor>. Acceso 10 de Diciembre de 2016.
- Censo de Población y Vivienda de la República de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Marzo 2003. http://www.inebiobio.cl/contenido.aspx?id_contenido=42. Acceso 20 de Marzo de 2018.
- Encuesta de Caracterización Nacional (Casen), Observatorio de Desarrollo Social, 2015. http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2015.php. Acceso 20 de Marzo 2018.

CAPITULO 7: ANEXOS

7.1 Anexo A: Registro Fotográfico



Figura A1: Comienzo del Camino a estudiar.



Figura A2: Estado de la Huella Predial.



Figura A3: Estado del Camino Tramo final, Zona Baja



Figura A4: Acceso a Casas de Habitantes al Costado del Camino



Figura A5: Puente de Madera que Cruza Cauce Natural



Figura A6: Final de Camino de Estudio y Acceso a Viviendas de habitantes del Sector.

7.2 Anexo B: Mecánica de Suelos

7.2.1 Registro Fotográfico Prospección N°1



Figura B1: Calicata N°1.

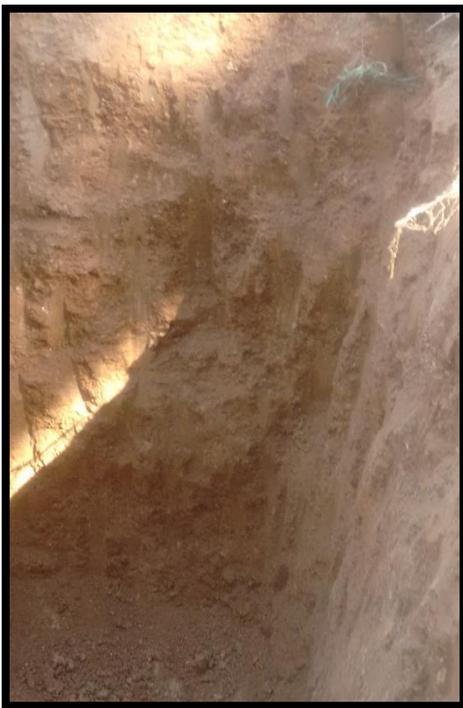


Figura B2: Estratos presentes en prospección.



Figura B3: Material extraído para la realización de ensayos.

7.2.2 Registro Fotográfico Prospección N°2.



Figura B4: Calicata N°2.



Figura B5: Estratos presentes en prospección.



Figura B6: Material extraído para la realización de ensayos.



Figura B7: Se identifico Grava de canto rodado de variados tamaños, siendo de 29cm de largo la de mayor dimensión.

7.2.3 Realización de Ensayos en Laboratorio

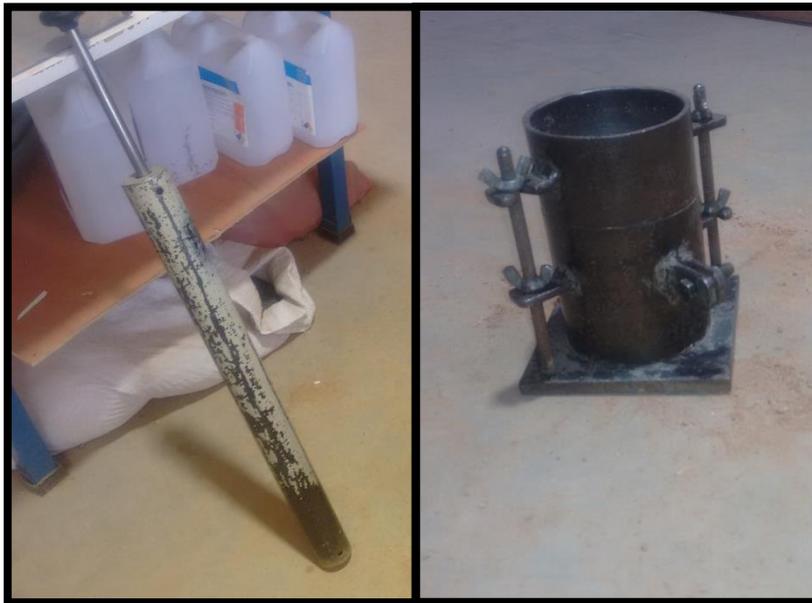


Figura B8: Martillo compactador y moldes utilizados para realizar ensayo Proctor modificado



Figura B9: Moldes utilizados para realización de ensayo CBR



Figura B10: Banco de trabajo para realizar ensayo CBR.

7.3 Anexo C: Levantamiento Topográfico

7.3.1 Puntos capturados para levantamiento topográfico

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
1	2000	3000	100	PR1
2	2005,17	2998,9	100,67	CE
3	1995,61	2990,3	99,46	TE
4	1997,2	2986,54	99,83	TE
5	1995,56	2985,74	99,68	TE
6	1997,59	2994,99	99,36	TE
7	2008,03	2989,73	101,25	CE
8	2011,07	2995,24	101,28	CE
9	2011,43	2995,29	101,63	CE
10	2009,02	2989,21	101,63	CE
11	2000,55	2992,61	100,23	CE
12	1997,79	2986,19	100,77	CE
13	1994,61	2988,82	99,75	CE
14	1998,08	2997,6	99,5	CE
15	2004,13	3002,94	100,5	CE
16	2003,46	3002,42	99,97	TE
17	2004,57	2998,55	100,27	TE
18	2009,6	2994,55	101,46	TE
19	2008,82	2990,4	101,5	TE
20	2003,91	2992,77	100,83	TE
21	2000,83	2993,47	99,94	TE
22	1994,79	2984,44	99,99	TE
23	1999,07	2993,71	99,81	TE
24	2004,08	2995,08	100,36	TE
25	2009,55	2991,67	101,34	TE
26	2002,92	2996,78	100,17	TE
27	2000,94	3004,9	99,7	TE
28	2000,86	3018,5	98,65	E
29	2001,23	3031,18	96,78	E
30	2000,77	3038,75	96,19	E
31	1998,07	3050,11	95,71	E
32	1999,64	3050,03	95,68	TE
33	1998,18	3039,91	96,01	CE
34	1998,77	3028,96	97,2	TE
35	1998,54	3012,54	99,64	CE
36	2002,87	3019,99	98,95	CE
37	2002,88	3023,42	98,17	CE
38	2003,62	3032,94	97,15	CE
39	2003,53	3037,36	96,58	CE
40	2002,54	3042,08	96,34	CE
41	2001,58	3045,61	96,24	CE
42	2000,38	3050,47	96,13	CE
43	1997,1	3060,71	96,29	CE
44	1995,41	3067,94	96,73	CE
45	1998,34	3029,16	96,94	CE
46	1998,59	3032,8	96,33	CE
47	1998,34	3038,03	96,1	CE
48	1997,08	3045,6	95,79	CE
49	2002,51	3030	97,05	TE
50	1999,45	3030,25	96,93	TE
51	1999,36	3036,14	96,29	TE
52	2002,43	3037,13	96,29	TE
53	2000,39	3046,29	95,9	TE
54	1996,56	3049,1	95,9	TE
55	1996,97	3058,08	95,5	TE
56	1994,8	3064,59	95,52	TE
57	1996,19	3061,54	96,1	TE
58	1995,81	3063,6	96,22	TE
59	1994,59	3067,47	96,35	TE
60	1994,16	3067,96	95,52	TE
61	1992,21	3068,69	95,43	E
62	1993,46	3064,03	95,55	E
63	1995,56	3057,28	95,55	E
64	1998,5	3048,82	95,76	E
65	1995,44	3050,87	95,67	CE
66	1991,57	3060,42	95,56	CE
67	1994,97	3069,91	97,08	TE
68	1994,23	3072,48	97,34	TE
69	1993,68	3076,62	97,74	CE
70	1995,14	3081,66	98,27	CE
71	1993,54	3078,23	97,76	TE
72	1993,78	3071,88	95,9	TE
73	1993,05	3072,15	95,54	TE
74	1991,23	3072,53	95,52	ARENA
75	1989,45	3072,81	96,42	ARENA
76	1989,38	3074,48	96	ARENA
77	1989,5	3071,27	95,9	ARENA
78	1989,66	3070,15	95,48	ARENA
79	1986,92	3072,94	95,35	ARENA
80	1993,71	3075,13	95,83	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción	Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
81	1993,44	3076,98	95,74	TE	125	1680,9	3094,97	155,11	TE
82	1993,42	3080,44	95,78	TE	127	1680,06	3078,59	157,32	TE
84	1992,72	3075,49	95,5	TE	128	1679,74	3106,7	154,95	TE
85	1989,19	3076,26	95,44	TE	129	1677,1	3115,04	154,09	TE
86	1988,66	3077,98	95,61	TE	130	1985,25	3086,27	94,29	RIO
87	1992,53	3078,37	95,38	TE	131	1984,26	3086,49	93,67	RIO
88	1992,3	3080,49	95,36	TE	132	1985,9	3082,51	94,48	CA
89	1989,17	3081,23	95,24	TE	133	1983,76	3083,44	93,62	RIO
90	1993,22	3083,53	95,31	TE	134	1983,73	3080,7	93,43	RIO
91	1987,87	3083,82	95,11	TE	135	1982,63	3080,67	93,11	RIO
92	1987,68	3077,55	95,41	TE	136	1983,9	3078,11	93,64	RIO
93	1987,01	3079,98	95,32	TE	137	1982,31	3077,73	93,45	RIO
94	1993,91	3088,04	95,08	TE	138	1983,78	3074,01	93,78	RIO
95	1995,72	3086,19	96,37	TE	139	1982,59	3073,87	93,47	RIO
96	1994,32	3092,63	94,75	TE	140	1984,27	3069,31	93,77	RIO
97	1996,56	3093,34	95,08	TE	141	1983,54	3069,16	93,49	RIO
98	1996,34	3096,71	94,94	TE	142	1982,76	3067,97	93,78	RIO
99	1993,72	3096	94,49	PU	143	1978,88	3085,07	94,44	RIO
100	1990,97	3095,02	94,36	PU	144	1978,92	3085,35	94,05	RIO
101	1989,19	3100,97	94,51	PU	145	1976,69	3086,3	94,67	RIO
102	1991,52	3101,94	94,47	PU	146	1977,47	3089,01	94,62	RIO
103	3097,64	1982,34	94,853	PR2	147	1980,16	3090,56	94,35	RIO
104	1600,02	2925,61	167,94	PR	148	1983,69	3094,61	94,4	RIO
105	1998,73	2998,03	99,53	TE	149	1983,21	3093,33	93,59	RIO
106	1999,13	3017,02	98,79	TE	150	1980,32	3090,05	93,6	RIO
107	1992,03	3063,48	95,5	E	151	1977,47	3088,54	94,25	RIO
108	1998,8	3040,81	96,05	TE	152	1977,15	3086,37	94,21	RIO
109	1677,57	3154,82	149,22	TE	153	1979,96	3087,08	93,57	RIO
110	1679,4	3160,73	148,44	TE	154	1982,02	3089,74	93,25	RIO
111	1675,36	3142,01	150,71	TE	155	1982,87	3090,93	92,87	RIO
112	1694,99	3167,09	146,45	TE	156	1989,08	3101,05	94,55	TE
113	1634,76	2985,05	165,84	CE	157	1986,59	3100,52	94,75	TE
114	1624,59	2977,36	166,88	TE	158	1984,95	3103,56	94,92	TE
115	1642,32	2990,64	165,39	TE	159	1991,36	3104,55	94,35	TE
116	1649,89	2996,71	164,79	TE	160	1941,43	3120,53	97,2	TE
117	1642,14	3000,15	165,45	TE	161	1888,02	3114,47	109,57	TE
118	1652,32	3009,75	164,26	TE	162	1884,8	3105,3	111,05	TE
119	1651,4	3010,12	164,31	TE	163	1889,12	3096,5	109,83	TE
120	1659,28	3024,2	164,25	TE	164	1915,56	3093,77	103,23	TE
121	1666,23	3037,66	162,95	TE	165	1894,36	3089,86	108,33	TE
122	1672,37	3050,04	161,82	TE	166	1910,94	3067,56	101,59	TE
123	1678,07	3061,38	159,85	TE	167	1939,62	3065,6	96,17	TE
124	1679,45	3067,16	157,52	TE	168	1993,81	3104,49	94,11	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
169	1988,82	3108,56	94,89	TE
170	1985,75	3117,23	95,34	TE
171	1981,85	3124,65	95,9	TE
172	1977,9	3130,73	96,5	TE
173	1977,38	3127,13	96,28	TE
174	1979,07	3123,76	95,83	TE
175	1968,69	3127,01	95,92	TE
176	1972,74	3125,26	95,98	TE
177	1979,47	3117,74	95,4	TE
178	1983,41	3115,53	95,3	TE
179	1984,95	3104,37	94,94	TE
180	1989,49	3099,2	93,56	RIO
181	1989,79	3097,8	92,9	RIO
182	1990,46	3095,66	93,58	RIO
183	1993,3	3097,86	93,51	RIO
184	1993,06	3099,16	93,12	RIO
185	1995,33	3101,81	93,02	RIO
186	1995,93	3102,4	92,89	RIO
187	1995,5	3103,31	93,39	RIO
188	1997,12	3102,62	92,91	RIO
189	1997,69	3102,56	93,68	RIO
190	1998,53	3105	93,57	RIO
191	1997,88	3105,41	93,2	RIO
192	2001,01	3106,33	94,55	CA
193	2000,77	3104,23	94,28	CA
194	1999,87	3102,75	94,05	CA
195	1996,31	3106,12	93,61	RIO
196	1996,41	3105,57	93,25	RIO
197	1996,79	3107,31	93,36	RIO
198	1995,86	3107,03	93,74	RIO
199	1986,46	3120,25	95,46	CE
200	1980,68	3129,37	96,35	CE
201	1976,2	3135,41	96,72	CE
202	1680,33	3101,7	155,43	TE
203	1675,1	3122,5	152,97	TE
204	1684,55	3131,21	151,88	TE
205	1685,31	3153,03	149,82	TE
206	1969,72	3137,67	97,37	TE
207	1968,61	3142,07	97,44	TE
208	1960,8	3137,17	97,59	TE
209	1957,28	3141,04	97,74	TE
210	1956,58	3135,77	97,71	TE
211	1942,99	3135,8	98,41	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
212	1942,82	3137,86	98,59	TE
213	1942,95	3140,76	98,6	TE
214	1932,92	3135,13	99,85	TE
215	1932,54	3136,44	99,68	TE
216	1932,26	3139,73	99,83	TE
217	1928,15	3133,48	101,29	TE
218	1927,87	3135,94	100,37	TE
219	1925,77	3134,23	100,88	TE
220	1928,33	3139,3	100,41	TE
221	1928,61	3141,11	100,55	TE
222	1937,02	3141,29	99,22	TE
223	1946,64	3142,35	98,27	TE
224	1958,21	3143,83	97,7	TE
225	1966,96	3142,48	97,41	TE
226	1968,39	3136,46	97,28	TE
227	1958,31	3139,31	97,65	TE
228	1943,66	3139,24	98,55	TE
229	1927,42	3137,75	100,54	TE
230	1924,66	3131,45	101,05	TE
231	1915,08	3131,08	102,91	TE
232	1914,41	3132,67	103,27	TE
233	1913,89	3133,84	102,38	TE
234	1913,86	3134,01	102,35	TE
235	1913,75	3134,2	102,7	TE
236	1913,25	3135,96	102,73	TE
237	1912,76	3137,52	102,85	TE
238	1911,97	3139,47	103,66	TE
239	1911,79	3140,15	103,63	TE
240	1908,97	3139,28	104,14	TE
241	1907,73	3138,76	103,85	TE
242	1907,54	3137,12	103,71	TE
243	1907,01	3135,56	103,73	TE
244	1906,8	3134,03	103,77	TE
245	1906,92	3133,16	103,64	TE
246	1907,31	3132,28	104,58	TE
247	1900,5	3139,07	104,76	TE
248	1899,86	3137,12	104,86	TE
249	1899,59	3135,43	104,89	TE
250	1899,29	3133,8	104,9	TE
251	1899,83	3132,46	105,03	TE
252	1900,3	3131,93	105,56	TE
253	1887,6	3125,53	108,06	TE
254	1890,72	3133,03	106,52	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
255	1890,79	3133,25	106,22	TE
256	1890,87	3135,54	106,26	TE
257	1891,03	3137,55	106,2	TE
258	1891,06	3139,11	105,9	TE
259	1890,86	3139,18	105,69	TE
260	1890,46	3140,27	105,75	TE
261	1890,32	3140,6	106,07	TE
262	1894,3	3137,76	105,864	PR3
263	1893,15	3139,86	105,6	TE
264	1893,11	3140,03	105,32	TE
265	1892,89	3140,93	105,35	TE
266	1892,93	3141,59	105,84	TE
267	1892,84	3142,07	105,82	TE
268	1898,45	3140,97	104,78	TE
269	1898,37	3141,22	104,64	TE
270	1898,05	3142,56	104,64	TE
271	1897,91	3142,88	104,8	TE
272	1897,93	3144,18	104,8	TE
273	1903,02	3144,86	104	TE
274	1902,78	3145,02	103,87	TE
275	1901,8	3146,29	103,86	TE
276	1901,47	3146,57	104,07	TE
277	1899,61	3147,2	104,12	TE
278	1901,17	3152,2	102,88	TE
279	1887,68	3144,68	104,63	TE
280	1886,48	3150,01	104,36	TE
281	1780,84	3137,25	128,83	TE
282	1790,97	3131,58	126,34	TE
283	1879,49	3131,72	108,81	TE
284	1879,51	3132,19	108,37	TE
285	1879,96	3134,39	108,06	TE
286	1880,22	3136,5	108	TE
287	1880,32	3138,22	107,97	TE
288	1879,88	3140,12	107,84	TE
289	1871,67	3135,4	109,4	TE
290	1871,87	3136,88	109,44	TE
291	1872,05	3139,11	109,47	TE
292	1872,2	3139,79	109,72	TE
293	1873,29	3141,38	109,24	TE
294	1874,25	3142,35	109,78	TE
295	1876,47	3142,23	109,49	TE
296	1876,62	3143,24	109,5	TE
297	2001,01	3050,81	96,16	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
298	1875,27	3133,48	109,21	CE
299	1869,95	3134,36	110,02	CE
300	1864,07	3138,41	110,99	TE
301	1864,22	3135,63	110,84	TE
302	1855,56	3135,77	112,33	TE
303	1852,52	3140,42	114,25	TE
304	2003,3	3042,3	96,37	TE
305	1850,6	3133,04	112,92	TE
306	1862,51	3135,02	111,17	TE
307	1868,91	3135,67	109,93	TE
308	1855,41	3136,87	112,35	TE
309	1852,84	3136,56	113,41	TE
310	1850,18	3138,63	115,27	TE
311	1849,04	3138,08	114,88	TE
312	1848,49	3135,12	114,94	TE
313	1849,07	3134,03	114,24	TE
314	2004,25	3033,1	97,18	CE
315	2003,63	3020,26	99,39	TE
316	1825,45	3132,73	119,895	PR4
317	1847,46	3132,42	114,63	TE
318	1841,92	3128,03	115,84	TE
319	1837,73	3125,7	116,64	TE
320	1838,93	3133,35	116,25	TE
321	1835,13	3128,46	117,43	TE
322	1831,15	3135,86	118,52	TE
323	1839,32	3140,81	116,97	TE
324	1830,23	3124,31	117,83	TE
325	1823,47	3124,89	119,36	TE
326	1823,17	3131,45	119,76	TE
327	1820,37	3138,25	121,22	TE
328	1819,7	3131,7	120,36	TE
329	1817,36	3128,17	121,02	TE
330	1811,32	3131	122,57	TE
331	1808,7	3132,27	123,15	TE
332	1812,22	3135,5	122,56	TE
333	1817,32	3142,87	121,73	TE
334	1807,98	3140,42	123,69	TE
335	1806,22	3134,87	123,72	TE
336	1801,61	3143,72	125,29	TE
337	1801,06	3140,32	125,39	TE
338	1796,91	3140,48	126,38	TE
339	1800,6	3144,17	125,49	TE
340	1794,96	3145,88	126,81	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
341	1793,06	3142,03	127,51	TE
342	1818,39	3142,57	121,73	TE
343	1820,15	3141,93	122,12	TE
344	1822,43	3137,67	121,1	TE
345	1820,45	3137,97	121,16	TE
346	1819,29	3140,34	121,51	TE
347	1832,24	3126,79	118,11	ARG
348	1830,83	3125,37	118,03	ARG
349	1820,36	3125,86	120,22	ARG
350	1818,98	3126,55	120,55	ARG
351	1816,38	3128,05	121,29	AR
352	1815,09	3128,82	121,64	AR
353	1810,5	3131,35	122,76	AR
354	1807,27	3133,1	123,49	AR
355	1808,88	3134,86	123,38	AR
356	1806,03	3137,04	123,93	AR
357	1803,02	3137,31	124,42	AR
358	1796,13	3137,98	126,2	AR
359	1796,36	3140,96	126,69	AR
360	1858,4	3136,99	111,98	CA
361	1857,73	3133,44	112,12	CA
362	1852,14	3133,41	112,92	CA
363	1851,23	3128,66	113,42	CA
364	1845,87	3128,03	114,1	CA
365	1844,38	3122,36	114,86	CA
366	1837,24	3121,07	115,92	CA
367	1839,95	3118,04	115,74	CA
368	1836,51	3115,6	116,42	CA
369	1841,82	3111,09	115,32	CA
370	1840,51	3108,39	115,22	CA
371	1848,23	3100,98	114,38	CA
372	1846,13	3099,65	114,52	CA
373	1828,48	3115,88	117,85	CA
374	1827,13	3120,48	118,19	CA
375	1817,22	3120,96	120,14	CA
376	1808,93	3128,41	122,52	CA
377	1798,79	3130,28	124,43	CA
378	1792,26	3137,07	126,25	CA
379	1778,83	3140,01	129,23	CA
380	1769,66	3144,93	131,62	CA
381	1770,42	3143,87	131,2	TE
382	1772,6	3142,02	130,9	TE
383	1777,81	3139,86	129,25	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
384	1784,38	3136,78	127,51	TE
385	1791,39	3132,13	126,32	TE
386	1796,22	3130,63	124,7	TE
387	1800,37	3128,62	123,87	TE
388	1804,9	3126,2	122,63	TE
389	1804,92	3125,43	123,17	TE
390	1803,99	3125,06	124,19	TE
391	1809,47	3123,66	121,73	TE
392	1809,46	3122,88	122,27	TE
393	1808,42	3122,41	123,44	TE
394	1812,32	3120,1	122,93	TE
395	1827,04	3113	120,14	TE
396	1837,75	3107,26	118,44	TE
397	1834,31	3110,06	118,63	TE
398	1812,26	3127,9	121,59	TE
399	1812,32	3128,13	121,9	TE
400	1810,69	3123,23	121,31	TE
401	1813,17	3121,82	120,65	TE
402	1813,99	3121,08	120,83	TE
403	1819,81	3118,67	119,37	TE
404	1819,76	3118,04	119,75	TE
405	1822,59	3123,13	119,17	TE
406	1822,57	3123,6	119,53	TE
407	1826,1	3121,6	118,29	TE
408	1826,18	3121,91	118,53	TE
409	1827,44	3115,43	117,69	TE
410	1827,63	3114,65	118,26	TE
411	1831,64	3113,61	116,86	TE
412	1831,58	3112,69	117,42	TE
413	1836	3110,9	116,03	TE
414	1835,68	3110,38	116,51	TE
415	1840,94	3106,34	114,95	TE
416	1832,06	3121,23	116,92	TE
417	1830,32	3122,43	117,4	TE
418	1830,23	3121,25	117,28	TE
419	1836,45	3122,44	115,85	TE
420	1836,26	3122,76	116,16	TE
421	1841,24	3125,24	114,79	TE
422	1840,86	3125,54	115,13	TE
423	1839,39	3126,48	116,34	TE
424	1843,89	3129,91	115,38	TE
425	1843,95	3129,12	114,66	TE
426	1844,8	3128,43	113,9	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
427	1848,95	3132,03	113,26	TE
428	1848,58	3132,25	113,57	TE
429	1850,56	3133,87	113,42	TE
430	1852,88	3134,46	112,61	TE
431	1852,03	3136,1	113,57	TE
432	1853,78	3134,94	112,49	TE
433	1857,3	3132,38	112,2	TE
434	1855,84	3131,2	112,69	TE
435	1848,99	3125,27	114,15	TE
436	1845,39	3121,87	114,87	TE
437	1845,75	3121,9	114,82	CE
438	1844,57	3117,24	115,05	CE
439	1846,28	3113,08	114,65	CE
440	1848,46	3107,61	114,39	CE
441	1851,41	3100,38	114,27	CE
442	1848,57	3124,39	114,31	CE
443	1852,39	3127,87	113,59	CE
444	1857,81	3131,87	112,66	CE
445	1862,97	3133,97	111,42	CE
446	1776,62	3141,54	129,947	PR5
447	2004,59	3037,65	96,6	TE
448	1996,21	3081,76	98,32	TE
449	1781,14	3137,58	128,8	TE
450	1781,46	3138,06	128,29	TE
451	1777,68	3145,81	129,93	TE
452	1777,99	3146,18	130,32	TE
453	1777,27	3148,04	130,97	TE
454	1776,16	3147,69	130,84	TE
455	1775,5	3147,28	130,88	TE
456	1767,34	3151,77	132,77	TE
457	1766,99	3151,34	132,53	TE
458	1994,24	3076,59	97,79	TE
459	1765,08	3146,39	132,55	TE
460	1759,28	3149,99	133,92	TE
461	1758,82	3149,51	134,26	TE
462	1755,72	3153,13	134,65	TE
463	1755,32	3151,71	135,33	TE
464	1753,11	3152,82	137,21	TE
465	1752,87	3151,94	137,35	TE
466	1750,05	3156,83	136,22	AR
467	1746,53	3159,89	136,49	TE
468	1744,35	3161,18	136,9	TE
469	1741,48	3163,09	137,48	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
470	1994,28	3078,12	97,81	TE
471	1778,72	3142,01	129,52	TE
472	1788,45	3137,39	126,99	TE
473	1797,74	3132,71	124,82	TE
474	1814,73	3124,07	120,88	TE
475	1828,18	3117,52	117,86	TE
476	1834,83	3114,7	116,57	TE
477	1839,86	3110,94	115,41	TE
478	1843,27	3107,41	114,77	TE
479	1836,59	3118,74	116,11	TE
480	1766,61	3151,59	132,55	CA
481	1766,37	3151,45	132,79	CA
482	1764,84	3149,65	133,03	CA
483	1758,91	3153,75	134,34	CA
484	1759,78	3155,98	134,32	CA
485	1753,47	3159,82	135,58	CA
486	1752,16	3158,69	135,64	CA
487	1750,97	3157,47	135,69	CA
488	1746,07	3161,72	136,69	CA
489	1746,7	3163,43	136,76	CA
490	1746,89	3164,68	136,85	CA
491	1738,71	3169,04	138,24	CA
492	1737,95	3167,26	138,31	CA
493	1737,22	3166	138,4	CA
494	1729,37	3169,55	139,76	CA
495	1729,51	3171,05	139,79	CA
496	1729,89	3172,36	139,78	CA
497	1718,72	3175,13	141,62	CA
498	1717,36	3173,81	141,8	CA
499	1716,82	3172,59	141,77	CA
500	1708	3176,88	143,35	CA
501	1708,14	3175,47	143,28	CA
502	1707,94	3172,44	143,12	CA
503	1697,08	3171,55	144,96	CA
504	1695,76	3174,12	145,13	CA
505	1695,22	3176,13	145,33	CA
506	1685,91	3171,73	147,15	CA
507	1688,31	3169,15	146,79	CA
508	1690,02	3167,03	146,68	CA
509	1683,35	3167,27	147,62	CA
510	1685,92	3166,52	147,33	CA
511	1695,94	3168,44	145,36	TE
512	1702,96	3169,47	143,87	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
513	1706,72	3169,18	143,49	TE
514	1706,44	3168,36	144,47	TE
515	1707,57	3177,45	143,35	TE
516	1707,67	3177,81	143,51	TE
517	1714,26	3176,69	142,34	TE
518	1714,32	3176,9	142,59	TE
519	1714,23	3170,21	142,08	TE
520	1714,34	3169,1	142,14	TE
521	1718,04	3175,96	141,75	TE
522	1718	3176,3	141,97	TE
523	1723,63	3169,43	140,7	TE
524	1723,36	3168,7	140,83	TE
525	1723,13	3167,67	142,75	TE
526	1721,97	3167,56	143,07	TE
527	1721,8	3165,74	143,61	TE
528	1718,11	3167,15	143,88	TE
529	1726,54	3174,05	140,29	TE
530	1726,68	3174,32	140,67	TE
531	1735,04	3170,84	138,79	TE
532	1735,18	3171,23	139,09	TE
533	1733,48	3166,82	139,11	TE
534	1733,31	3166,6	139,33	TE
535	1732,41	3165,32	140,23	TE
536	1709,83	3167,38	145,4	TE
537	1737,4	3169,95	138,45	TE
538	1737,69	3171,59	139,42	TE
539	1731,82	3173,57	140,43	TE
540	1731,63	3174,35	141,31	TE
541	1744,26	3167,01	137,18	TE
542	1745,18	3168,5	138,1	TE
543	1756,27	3159,73	135,07	TE
544	1756,09	3161,65	135,6	TE
545	1756,29	3162,74	136,41	CE
546	1767,04	3151,59	132,31	TE
547	1767,16	3151,9	132,87	TE
548	1768,43	3154,31	132,74	TE
549	1762,59	3155,43	133,98	TE
550	1762,37	3157,07	133,81	TE
551	1727,18	3175,27	141,12	TE
552	1709,24	3178,13	143,39	TE
553	1692,69	3176,42	145,93	TE
554	1682,47	3171,92	147,55	TE
555	1723,34	3174,67	141,021	PR6

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
556	1654,71	3011,77	163,91	TE
557	1678,22	3170,66	147,06	CE
558	1671,63	3170,18	146,3	CE
559	1663,71	3169,54	145,76	CA
560	1663,78	3167,96	145,87	CA
561	1663,79	3167,09	145,94	CA
562	1670,24	3166,25	146,39	CA
563	1670,75	3167,72	146,36	CA
564	1670,87	3168,82	146,24	CA
565	1677,52	3169,46	146,95	CA
566	1677,97	3167,94	147,16	CA
567	1678,25	3166,82	147,3	CA
568	1705,39	3172,11	143,52	CA
569	1697,34	3170,97	144,93	CA
570	1695,66	3173,04	145,19	CA
571	1689,03	3169,63	146,62	CA
572	1690,36	3166,79	146,6	CA
573	1685,01	3159,9	148,2	CA
574	1683,19	3159,91	148,3	CA
575	1681,75	3160,13	148,26	CA
576	1679,68	3148,92	149,46	CA
577	1681,32	3148,78	149,53	CA
578	1683,16	3148,71	149,5	CA
579	1682,49	3134,44	151,48	CA
580	1680,13	3134,26	151,53	CA
581	1677,59	3134,48	151,57	CA
582	1679,71	3121,33	153,22	CA
583	1681,62	3121,81	153,08	CA
584	1682,85	3122,02	153,04	CA
585	1676,43	3127,9	152,41	CA
586	1675,76	3127,27	152,45	CA
587	1674,67	3126,24	152,43	CE
588	1680,59	3114,96	153,74	CA
589	1682,15	3115,25	153,74	CA
590	1680,09	3115,26	153,65	TE
591	1679,2	3115,28	153,39	TE
592	1678,67	3115,63	153,53	TE
593	1677,88	3115,26	154,08	TE
594	1676,43	3123,07	153	TE
595	1675,69	3122,64	152,68	TE
596	1675,34	3122,47	152,96	TE
597	1675,13	3125,66	152,58	TE
598	1676,57	3130,66	152,22	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
599	1676,6	3133,11	151,68	TE
600	1677,11	3133,78	151,68	TE
601	1676,39	3134,26	151,69	TE
602	1678,06	3139,84	150,76	TE
603	1677,76	3140,55	150,53	TE
604	1677,32	3140,84	150,65	TE
605	1680,07	3152,23	149,1	TE
606	1679,79	3152,48	149,18	TE
607	1681,34	3160,5	148,21	TE
608	1680,99	3160,57	148,39	TE
609	1680,4	3164,78	147,83	TE
610	1679,69	3164,68	148,15	TE
611	1679,22	3166,52	147,44	TE
612	1678,23	3165,57	147,88	TE
613	1669,6	3166,07	146,39	TE
614	1669,69	3165,02	146,61	TE
615	1685,77	3158,98	148,31	TE
616	1686,63	3158,94	149,24	TE
617	1684,44	3153,1	149,08	TE
618	1683,87	3148,25	149,59	TE
619	1684,16	3136,47	151,19	TE
620	1683,82	3130,49	151,96	TE
621	1682,06	3109,15	154,27	TE
622	1694,63	3168	145,6	TE
623	1681,87	3108,66	154,166	PR7
624	1687,36	3158,62	149,25	TE
625	1695,62	3166,58	146,45	TE
626	2006,47	2999,55	100,69	TE
627	2004,92	3003,12	100,51	TE
628	1683,25	3131,34	151,85	TE
629	1684,12	3125,39	152,6	TE
630	1685,75	3115,74	153,82	TE
631	1688,44	3113,41	154,24	TE
632	1688,44	3110,28	154,39	TE
633	1688,3	3092,66	155,05	TE
634	1689,41	3094,14	154,95	TE
635	1689,42	3085,14	155,72	CE
636	1689,21	3076,33	156,95	CE
637	1687,54	3061,13	158,4	CE
638	1683,65	3051,2	159,23	CE
639	1681,84	3075,03	156,18	TE
640	1682,34	3085,01	155,32	TE
641	1682,34	3094,95	154,68	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
642	1681,73	3094,9	155,1	TE
643	1681,95	3101,77	154,26	TE
644	1681,28	3101,53	154,63	TE
645	1680,76	3101,65	155,43	TE
646	1681,84	3106,04	154,05	TE
647	1681,12	3106,29	154,31	TE
648	1680,49	3106,51	154,95	TE
649	1682,85	3123,68	152,82	TE
650	1684,43	3114,49	153,79	TE
651	1686,54	3107,2	154,4	TE
652	1683,02	3102,24	154,51	TE
653	1687,19	3098,41	154,77	TE
654	1683,31	3091,59	155,1	TE
655	1688	3084,09	155,76	TE
656	1682,6	3071,72	156,89	TE
657	1687,14	3067,61	157,62	TE
658	1684,95	3058,14	158,58	TE
659	1683,45	3054,22	158,93	TE
660	1683,19	3059,28	158,42	E
661	1685,07	3070,03	157,18	E
662	1685,37	3082,83	155,78	E
663	1685,06	3103,13	154,58	E
664	1681,13	3122,46	152,98	E
665	1683,84	3052,52	159,223	PR8
666	1681,01	3075,33	156,39	TE
667	1680,52	3072,57	158,04	TE
668	1680,91	3078,42	157,29	TE
669	1681,3	3066,76	157,26	TE
670	1680,43	3067,03	157,51	TE
671	1678,63	3061,17	159,83	TE
672	1679,68	3061,18	157,82	TE
673	1679,12	3061,32	158,13	TE
674	1675,73	3051,87	159,2	TE
675	1675,3	3052,07	159,37	TE
676	1673,14	3049,71	161,8	TE
677	1673,46	3048,87	160,24	TE
678	1674,32	3048,49	159,6	TE
679	1669,5	3037,97	160,51	TE
680	1668,47	3038,11	161,39	TE
681	1667,49	3037,06	162,93	TE
682	1664,72	3027,74	161,5	TE
683	1663,89	3027,98	162,04	TE
684	1662,11	3022,48	162,05	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
685	1661,14	3023,35	162,86	TE
686	1660,65	3023,54	164,2	TE
687	1655,84	3012,46	163,24	TE
688	1648,9	3003,58	164,25	TE
689	1641,96	2990,94	165,43	TE
690	1649,46	2997,11	164,82	CE
691	1661,77	3011,72	163,34	CE
692	1665,22	3018,19	162,59	CE
693	1670,83	3027,39	161,58	CE
694	1676,66	3037,49	160,39	CE
695	1681,55	3047,54	159,41	CE
696	1679,98	3048,03	159,56	CA
697	1682,57	3070,15	157,07	CA
698	1676,4	3050,72	159,52	CA
699	1669,47	3035,6	160,89	CA
700	1661,82	3020,73	162,33	CA
701	1650,33	3004,19	164,21	CA
702	1641,16	2991,64	165,41	CA
703	1653,83	3003,44	164,2	CA
704	1665,27	3021,14	162,19	CA
705	1673,01	3036,35	160,62	CA
706	1679,44	3051,99	159,25	E
707	1671,54	3036,11	160,78	E
708	1662,78	3019,61	162,42	E
709	1652,56	3004,28	164,16	E
710	1644,18	2996,1	165,02	E
711	1654,94	3011,06	163,39	TE
712	1652,75	3009,6	164,2	TE
713	1653	3009,18	163,83	TE
714	1647,57	3002,56	164,42	TE
715	1643,28	2999,24	164,8	TE
716	1643,08	2999,54	165,33	TE
717	1637,67	2994,99	165,47	TE
718	1629,59	2990,01	165,9	TE
719	1624,61	2980,91	166,25	TE
720	1634,3	2985,46	165,9	CE
721	1642,36	2991,05	165,43	CE
722	1651,56	3005,62	164,07	CA
723	1641,77	2996,31	165	CA
724	1629,93	2989,17	165,93	CA
725	1634,2	2987,3	165,82	CA
726	1619,49	2983,02	166,57	CA
727	1620,65	2981,74	166,53	E

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
728	1634,68	2989,44	165,66	E
729	1646,45	2998,35	164,77	E
730	1609,24	2971,75	167,979	PR9
731	1620,82	2984,94	166,48	TE
732	1623,07	2979,66	166,36	TE
733	1613,38	2983,1	166,71	TE
734	1602,84	2979,15	166,61	TE
735	1602,68	2981,91	166,73	TE
736	1605,01	2982,14	166,81	TE
737	1607,48	2980,61	166,7	TE
738	1598,37	2978,09	166,47	TE
739	1600,99	2973,57	166,54	TE
740	1605,8	2974,48	166,7	TE
741	1608,37	2973,47	167,24	TE
742	1618,69	2974,85	166,85	TE
743	1614,21	2967,3	167,86	TE
744	1614,83	2966,86	168,5	TE
745	1608,87	2955,78	168,86	TE
746	1609,95	2955,66	169,56	TE
747	1606,77	2948,87	169,22	TE
748	1606,44	2945,06	169,26	TE
749	1606,82	2945,24	169,6	TE
750	1598,92	2925,97	167,92	TE
751	1599,73	2932,32	168,37	TE
752	1600,02	2925,61	167,937	PR10
753	1600,04	2938,08	168,86	TE
754	1601,03	2947,79	169,58	TE
755	1602,15	2955,69	169,57	TE
756	1609,6	2969,57	168	TE
757	1607,94	2970,58	168,03	TE
758	1622,25	2980,57	166,44	CA
759	1620,61	2984,07	166,5	CA
760	1612,37	2980,19	166,85	CA
761	1600,12	2977,34	166,47	CA
762	1601,08	2974,22	166,55	CA
763	1606,01	2975,28	166,74	CA
764	1609,6	2973,09	167,42	CA
765	1610,12	2969,81	167,92	CA
766	1617,52	2975,36	166,95	CA
767	1611,83	2964,73	168,27	CA
768	1606,31	2949,24	169,35	CA
769	1604,03	2931,73	168,48	CA
770	1603,18	2924,97	168,01	CA

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
771	1601,47	2937,32	168,82	CA
772	1603,78	2951,91	169,41	CA
773	1607,77	2963,95	168,6	CA
774	1612,99	2979,46	166,91	E
775	1597,3	2975,56	166,48	E
776	1606,94	2977,74	166,77	E
777	1612,75	2969,99	167,79	E
778	1616,16	2975,09	167,14	E
779	1605,79	2953,66	169,24	E
780	1604	2945,82	169,37	E
781	1602,38	2931,36	168,43	E
782	1601,72	2924,61	167,85	E
783	1599,73	2923,6	167,73	PR
784	1605,05	2924,88	168,21	TE
785	1604,28	2924,76	167,94	TE
786	1603,44	2912,64	166,44	TE
787	1604,02	2912,65	166,89	TE
788	1602,09	2899,96	164,47	TE
789	1603,06	2900,23	165,2	TE
790	1601,66	2894,63	163,54	TE
791	1602,41	2894,84	164,16	TE
792	1599,98	2884,13	161,69	TE
793	1596,96	2872,15	159,77	TE
794	1594,21	2864,01	158,37	TE
795	1590,34	2854,62	157,1	TE
796	1590,97	2854,92	157,4	TE
797	1592,33	2857,16	157,94	TE
798	1591,07	2852	157,25	TE
799	1596	2865,35	159,48	TE
800	1597,03	2913,55	166,43	TE
801	1597,35	2912,46	166,19	TE
802	1595,67	2914,49	165,65	TE
803	1592,28	2910,46	165,49	TE
804	1595,67	2905,83	165,37	TE
805	1596,2	2893,81	163,23	TE
806	1592,58	2873,31	159,61	CA
807	1595,59	2884,7	161,48	CA
808	1598,24	2897,42	163,95	CA
809	1599,15	2910,72	166,05	CA
810	1601,92	2908,97	165,91	CA
811	1601,07	2897,4	164,11	CA
812	1598,68	2884,48	161,77	CA
813	1596,31	2873,82	160,15	CA

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
814	1591,49	2862,1	157,99	CA
815	1592,44	2868,45	158,93	E
816	1596,15	2881,04	161,01	E
817	1598,46	2893,3	163,25	E
818	1600,24	2906,01	165,43	E
819	1601,12	2915,65	166,8	E
820	1604,85	2915,07	168,01	TE
821	1605,63	2921,95	168,79	TE
822	1603,75	2902,99	166,56	TE
823	1602,14	2888,38	164,48	TE
824	1598,6	2872,36	161,38	TE
825	1590,64	2852,51	157,263	PR11
826	1590,58	2874,1	159,62	TE
827	1589,45	2874,16	160,1	TE
828	1587,04	2868,63	159,18	TE
829	1588,09	2868,07	158,59	TE
830	1584,74	2860,91	157,42	TE
831	1584,33	2860,88	157,69	TE
832	1583,61	2861	157,67	TE
833	1580,96	2855,89	156,81	TE
834	1581,61	2855,44	156,63	TE
835	1578,88	2850,73	155,97	TE
836	1571	2840,29	155,37	TE
837	1565,61	2829,91	154,86	TE
838	1560,51	2819,28	154,68	TE
839	1555,38	2811,67	154,46	TE
840	1563,55	2800,8	155,06	TE
841	1566,92	2809,48	154,59	TE
842	1570,69	2820,93	154,3	TE
843	1576,07	2833,09	154,85	TE
844	1581,79	2843,64	155,58	TE
845	1588,75	2849,24	156,55	TE
846	1589,49	2849,59	157,02	TE
847	1589,89	2850,56	157,24	TE
848	1589,34	2850,8	156,79	TE
849	1594,32	2854,2	158,01	TE
850	1592,57	2853,12	157,6	TE
851	1593,16	2852,03	158,08	TE
852	1594,36	2852,34	158,13	TE
853	1592,8	2847,11	157,14	TE
854	1590,25	2837,27	155,13	TE
855	1583,09	2831,64	154,22	TE
856	1587,49	2826,56	153,41	TE

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
857	1580,55	2824,17	153,56	TE
858	1571,51	2799,26	153,39	TE
859	1560,92	2799,08	155,17	CA
860	1554,66	2807,33	154,56	CA
861	1559,15	2812,36	154,65	CA
862	1564,75	2813,08	154,67	CA
863	1567,97	2821,05	154,57	CA
864	1564,29	2823,67	154,73	CA
865	1569,42	2834	155	CA
866	1573,39	2832,88	154,88	CA
867	1578,72	2842,28	155,42	CA
868	1574,79	2842,42	155,38	CA
869	1580,4	2849,86	155,99	CA
870	1583,66	2849,16	156,16	CA
871	1589,16	2858,72	157,39	CA
872	1587,29	2860,96	157,43	CA
873	1591,54	2870,91	159,18	CA
874	1593,32	2875,96	160,08	CA
875	1596,31	2888,65	162,21	CA
876	1594,64	2876,42	160,26	E
877	1589,46	2862,6	157,81	E
878	1581,91	2850,02	156,08	E
879	1576,65	2841,73	155,36	E
880	1569,27	2828,27	154,73	E
881	1562,78	2813,68	154,71	E
882	1560,23	2803,98	154,99	E
883	1559,03	2798,34	155,24	E
884	1553,1	2803,05	154,76	E
885	1558,08	2808,18	154,69	E
886	1557,68	2812,67	154,77	PO
887	1560,4	2819,62	154,69	POC
888	1559,2	2805,99	154,88	EX
889	1551,48	2804,15	154,58	EX
890	1548,67	2798,25	154,76	EX
891	1557,24	2794,77	155,54	EX
892	1560,72	2797,81	155,23	EX
893	1560,47	2790,01	155,84	EX
894	1560,17	2785,8	156,26	EX
895	1554,35	2785,12	155,93	EX
896	1551,99	2788,87	155,16	EX
897	1544,98	2790,03	153,72	EX
898	1542,23	2796,69	154,09	EX
899	1547,58	2800,53	154,48	EX

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
900	1551,88	2804,2	154,62	EX
901	1542,8	2793,28	154,07	EX
902	1542,82	2793,28	154,06	EX
903	1549,4	2794,6	154,84	EX
904	1554,46	2792,03	155,46	EX
905	1557,23	2786,45	156,03	EX
906	1570,05	2838,72	155,26	AR
907	1581,05	2856,53	156,76	AR
908	1582,11	2858,79	157,2	AR
909	1583,26	2861,64	157,66	AR
910	1584,73	2863,81	158,2	AR
911	1586,33	2867,7	159,08	AR
912	1593,62	2889,11	162,43	AR
913	1599,28	2918,79	167,17	ARG

7.3.2 Puntos de Cambio

El levantamiento topográfico se realizó usando como referencia el punto inicial Este-Norte-Cota correspondiente a 2000-3000-100 respectivamente. La Tabla C1 muestra las coordenadas de los puntos de cambio de estación.

Tabla C1: Puntos de Cambio de Estación.

Punto	PR	Este	Norte	Cota
1	PR1	2000	3000	100
103	PR2	1982,34	3097,64	94,85
262	PR3	1894,30	3137,76	105,86
316	PR4	1825,45	3132,73	119,90
446	PR5	1776,62	3141,54	129,95
555	PR6	1723,34	3174,67	141,02
623	PR7	1681,87	3108,66	154,17
665	PR8	1683,84	3052,52	159,22
730	PR9	1609,24	2971,75	167,98
752	PR10	1600,02	2925,61	167,94
825	PR11	1590,64	2852,51	157,26

Fuente: Elaboración Propia.

7.4 Anexo D: Movimientos de Tierra

Tabla D1: Tabla de volúmenes de movimiento de tierras.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Vol. de relleno acumulado	Vol. de corte acumulado
0+000.00	0.02	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.06	0.25	0.43	11.49	0.43	11.49
0+020.00	0.08	0.40	0.71	3.24	1.14	14.73
0+020.00	0.08	0.40	0.00	0.00	1.14	14.73
0+030.00	0.10	0.35	0.89	3.75	2.02	18.48
0+040.00	0.23	0.22	1.62	2.87	3.65	21.35
0+050.00	0.90	0.01	5.67	1.14	9.32	22.48
0+060.00	1.02	0.00	9.63	0.08	18.95	22.56
0+070.00	1.27	0.00	11.44	0.03	30.39	22.59
0+080.00	0.72	0.06	9.87	0.31	40.26	22.90
0+090.00	0.69	0.08	6.96	0.72	47.22	23.62
0+100.00	0.14	0.25	4.12	1.68	51.34	25.30
0+110.00	0.00	1.21	0.71	7.29	52.05	32.59
0+120.00	0.00	1.09	0.00	11.46	52.05	44.05
0+130.00	0.36	0.19	1.79	6.35	53.84	50.40
0+140.00	0.71	0.20	5.33	1.94	59.17	52.34
0+150.00	0.16	0.37	4.36	2.87	63.53	55.21
0+160.00	0.00	2.12	0.82	12.43	64.35	67.65
0+170.00	0.02	1.46	0.08	17.91	64.43	85.56
0+180.00	0.02	0.70	0.16	10.80	64.59	96.36
0+190.00	1.27	0.03	6.46	3.58	71.05	99.94
0+200.00	1.22	0.00	12.50	0.16	83.56	100.11
0+210.00	0.04	0.31	6.30	1.56	89.85	101.67
0+220.00	0.00	1.11	0.19	7.10	90.04	108.76
0+230.00	0.00	1.47	0.00	12.91	90.04	121.68
0+240.00	0.00	1.64	0.00	15.53	90.04	137.21
0+250.00	0.00	1.41	0.01	15.11	90.05	152.31
0+260.00	0.03	0.91	0.14	11.46	90.20	163.78
0+270.00	0.03	0.39	0.27	6.49	90.47	170.27
0+280.00	0.02	0.69	0.26	5.41	90.73	175.68
0+290.00	0.02	0.84	0.20	7.65	90.93	183.33
0+300.00	0.53	0.18	2.65	5.11	93.59	188.43
0+310.00	2.03	0.02	12.55	1.01	106.14	189.44
0+320.00	3.03	0.00	25.01	0.10	131.14	189.55
0+330.00	2.52	0.00	27.64	0.00	158.78	189.55
0+340.00	0.48	0.25	15.01	1.26	173.79	190.81
0+350.00	0.00	1.47	2.41	8.59	176.20	199.40
0+360.00	0.00	1.81	0.02	16.35	176.22	215.75

0+370.00	0.03	0.44	0.13	11.23	176.35	226.99
0+380.00	0.92	0.01	4.72	2.27	181.07	229.25
0+390.00	0.60	0.03	7.55	0.20	188.62	229.45
0+400.00	0.04	1.41	3.22	6.90	191.85	236.35
0+410.00	0.01	0.50	0.26	9.33	192.11	245.68
0+420.00	1.54	0.00	7.58	2.58	199.69	248.26
0+430.00	0.76	0.00	11.27	0.03	210.96	248.28
0+440.00	0.20	0.05	4.76	0.29	215.71	248.57
0+450.00	0.03	0.37	1.16	2.11	216.87	250.68
0+460.00	0.10	0.38	0.68	3.69	217.55	254.37
0+470.00	0.14	0.47	1.20	4.27	218.75	258.64
0+480.00	0.01	0.59	0.75	5.33	219.50	263.97
0+490.00	0.00	1.32	0.06	9.57	219.56	273.54
0+500.00	0.03	0.96	0.15	11.41	219.70	284.94
0+510.00	0.12	0.87	0.75	9.17	220.46	294.11
0+520.00	0.50	0.54	3.12	7.09	223.58	301.20
0+530.00	0.44	0.31	4.71	4.27	228.29	305.47
0+540.00	0.15	0.35	2.95	3.28	231.23	308.75
0+550.00	0.11	0.53	1.30	4.39	232.53	313.14
0+560.00	0.09	0.38	1.08	4.66	233.62	317.80
0+570.00	0.88	0.03	5.11	1.99	238.73	319.80
0+580.00	0.62	0.38	7.71	1.81	246.44	321.61
0+590.00	0.02	1.02	3.20	7.07	249.64	328.68
0+600.00	0.00	2.41	0.11	17.97	249.75	346.65
0+610.00	0.17	0.34	0.82	14.33	250.57	360.98
0+620.00	1.03	0.05	6.05	1.98	256.62	362.96
0+630.00	1.31	0.08	11.70	0.68	268.32	363.64
0+640.00	0.43	0.21	8.59	1.48	276.91	365.12
0+650.00	0.14	0.64	2.85	4.27	279.76	369.40
0+660.00	0.00	1.07	0.70	8.58	280.46	377.97
0+670.00	0.34	0.21	1.74	6.45	282.20	384.42
0+680.00	1.06	0.00	7.02	1.08	289.22	385.50
0+690.00	0.35	0.01	7.01	0.07	296.24	385.57
0+700.00	0.08	0.44	2.13	2.21	298.37	387.78
0+710.00	0.13	0.37	0.99	4.10	299.36	391.88
0+720.00	1.39	0.01	7.29	2.01	306.65	393.89
0+730.00	1.22	0.00	13.00	0.06	319.65	393.95
0+740.00	5.00	0.00	31.11	0.01	350.76	393.96
0+750.00	0.00	0.00	25.10	0.00	375.86	393.96
0+760.00	9.12	0.00	44.08	0.00	419.94	393.96
0+770.00	1.97	3.11	55.06	15.87	475.01	409.83
0+780.00	0.53	2.02	12.80	23.83	487.80	433.66
0+790.00	0.00	2.11	2.71	19.95	490.52	453.61
0+800.00	0.01	1.48	0.08	17.97	490.59	471.58

0+810.00	0.58	0.38	2.87	9.48	493.46	481.06
0+820.00	1.39	0.71	9.55	5.60	503.01	486.65
0+830.00	0.44	2.27	9.02	15.10	512.03	501.75
0+840.00	0.30	1.18	3.71	17.25	515.75	519.00
0+850.07	0.04	1.45	1.73	13.26	517.48	532.26

Fuente: Elaboración Propia.

7.5 Anexo E: Resultados Mecánica de Suelo.

Para la elaboración del siguiente estudio fue realizado acorde a los procedimientos dictado por la normativa chilena de mecánica de suelos:

- a) NCh 1515. Of1979. (Determinación del contenido de humedad).
- b) NCh 1517/1.Of1979. (Límites de consistencia – Parte 1: Determinación del límite líquido).
- c) NCh 1517/2 Of1979. (Límites de consistencia – Parte 2: Determinación del límite plástico.)
- d) NCh 1534/2.Of1979. (Relaciones humedad/densidad – Parte 2: Métodos de compactación con pisón de 4,5 kg. y 460 mm. de caída).
- e) NCh 1852. Of1981. (Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio).

7.5.1 Estratigrafía e Identificación Visual.

Con el objeto de evaluar la estratigrafía y características del terreno en estudio, se programó una exploración, que consistió en la realización de dos prospecciones del subsuelo (calicatas), cuyas profundidades fueron de 1,2 metros, las cuales se realizaron manualmente. De lo anterior se presentan los resúmenes de la inspección visual:

Tabla E1: Caracterización Calicata 1

Profundidad [m]	Horizontes	Características
0 - 0,1	Horizonte 1	Presencia de capa vegetan en borde del camino
0,1 - 1,1	Horizonte 2	Arena Limosa, compacidad media, Humedad media, color café anaranjado

Tabla E2: Caracterización Calicata 2

Profundidad [m]	Horizontes	Características
0- 0,1	Horizonte 1	Presencia de capa vegetan en borde del camino y eje del camino
0,1 - 1,2	Horizonte 2	Grava arenosa de tamaño max. De hasta 8", porcentaje grava 60% aprox. Humedad baja, compacidad media, color café claro. Tamaño 2,5" predomina en porcentaje de 20%.

7.5.2 Granulometría y Límites de Atterberg

Con las muestras extraídas de cada una de las prospecciones se procederá a clasificar las muestras mediante el método AASHTO el cual es el establecido de forma oficial para proyectos de pavimentación. Los resultados de la clasificación se presentan a continuación:

Tabla E3: Tabla Granulométrica Calicata 1.

Determinación de la granulometría de agregados gruesos					
Abertura mm	Tamiz	Peso Retenido [g]	Porcentaje Retenido %	Acumulado Retenido %	Porcentaje Pasa %
4,75	N°4	5,4	1,6%	1,6%	98,4%
2	N°10	49,9	14,9%	16,6%	83,4%
0,84	N°20	61,6	18,4%	35,0%	65,0%
0,425	N°40	31,1	9,3%	44,3%	55,7%
0,25	N°60	18	5,4%	49,7%	50,3%
0,08	N°200	56,9	17,0%	66,8%	33,2%
Residuo		111	33,2%		
Total muestra (g)		333,9			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E4: Límites de Consistencia Calicata 1.

Límite Plástico					
Ensaye N°	1	2	3		
Capsula N°	AF	AA	CL-1		
Peso Cap. + Suelo Húmedo	24,35	24,43	24,71		
Peso Cap. + Suelo Seco	24,20	23,84	24,54		
Peso Capsula	23,76	21,70	23,83		
Humedad	34,09	27,57	23,94		
Límite Plástico	28,53				
Límite Líquido					
Ensaye N°	1	2	3	4	5
Capsula N°	AG-07	LR-06	AG-02	LC-1	LR-10
Numero De Golpes	14	20	29	34	45
Peso Cap. + Suelo Húmedo	40,32	42,04	44,01	39,90	37,80
Peso Cap. + Suelo Seco	36,45	37,45	39,44	36,15	34,30
Peso Capsula	24,50	25,30	26,90	25,60	24,20
Humedad	32,4	37,8	36,4	35,5	34,7
Límite Líquido	37				
Límite líquido (LL) %	28,53	Límite plástico (LP) %	37	Índice de plasticidad (IP = LL - LP) %	8,47

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E5: Tabla Granulométrica Calicata 2.

Determinación de la granulometría de agregados gruesos					
Abertura mm	Tamiz	Peso Retenido [g]	Porcentaje Retenido %	Acumulado Retenido %	Porcentaje Pasa %
4,75	N°4	0	0,0%	0,0%	100,0%
2	N°10	68,1	15,6%	15,6%	84,4%
0,84	N°20	87,2	19,9%	35,5%	64,5%
0,425	N°40	82,6	18,9%	54,4%	45,6%
0,25	N°60	51	11,7%	66,1%	33,9%
0,08	N°200	68,9	15,8%	81,8%	18,2%
Residuo		79,4	18,2%		
Total muestra (g)		437,2			

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E6: Limites de Consistencia Calicata 2.

Limite Plástico					
Ensaye N°	1		2		
Capsula N°	CL-5		AE		
Peso Cap. + Suelo Húmedo	25,95		24,67		
Peso Cap. +Suelo Seco	25,61		24,35		
Peso Capsula	23,7		22,71		
Humedad	17,80		19,51		
Limite Plástico	18,66				
Limite Liquido					
Ensaye N°	1	2	3	4	5
Capsula N°	AG-07	LR-06	AG-02	LC-1	LR-10
Numero De Golpes	12	16	22	29	33
Peso Cap. + Suelo Húmedo	42,38	41,27	41,27	36,96	38,79
Peso Cap. +Suelo Seco	39,5	38,64	38,82	34,68	36,49
Peso Capsula	25,67	27,04	26,47	22,6	24,2
Humedad	26,62	21,11	20,13	14,06	21,95
Limite Liquido	17,8				
Limite liquido (LL) %	18,66	Limite plástico (LP) %	17,8	Índice de plasticidad (IP = LL – LP) %	0

Fuente: Elaboración Propia.

7.5.3 Ensayo Proctor Modificado

Tabla E7: Proctor Modificado Calicata 1.

Ensaye N°	Agua Agregada %	Molde + Material (g)	Peso Molde (g)	Material Solo (g)	Volumen Molde (cc)	D.C.H (kg/m3)	Humedad Real (%)	D.C.S (kg/m3)
5	6	3427	1585	1842	942	1,955	7,9	1,812
4	8	3559	1585	1974	967	2,041	11,8	1,826
1	10	3567	1585	1982	942	2,104	14,4	1,839
2	12	3588	1585	2003	942	2,126	15,5	1,841
3	14	3533	1585	1948	942	2,068	17,6	1,758

Fuente: Elaboración Propia.

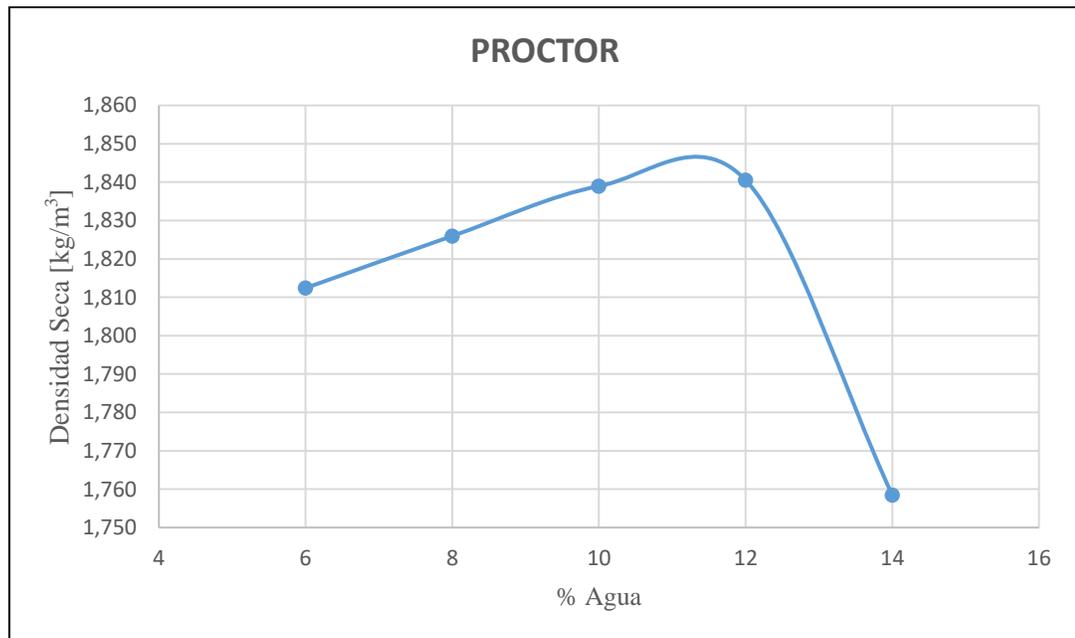


Figura E1: Grafico Proctor Calicata 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E8: Humedad Optima y D.M.C.S.

Humedad Optima [%]	D.M.C.S. [g/cm3]
11.2	1.869

Tabla E9: Proctor Modificado Calicata 2.

Ensaye N°	Agua Agregada %	Molde + Material (g)	Peso Molde (g)	Material Solo (g)	Volumen Molde (cc)	D.C.H (kg/m ³)	Humedad Real (%)	D.C.S (kg/m ³)
3	4	4054	1958	2096	931	2,251	3,8	2,169
1	6	3798	1585	2213	942	2,349	6,1	2,215
5	7	3814	1585	2229	942	2,366	6,6	2,220
2	8	3826	1585	2241	942	2,379	7,6	2,211
4	10	4140	1958	2182	931	2,344	8,4	2,162

Fuente: Elaboración Propia.

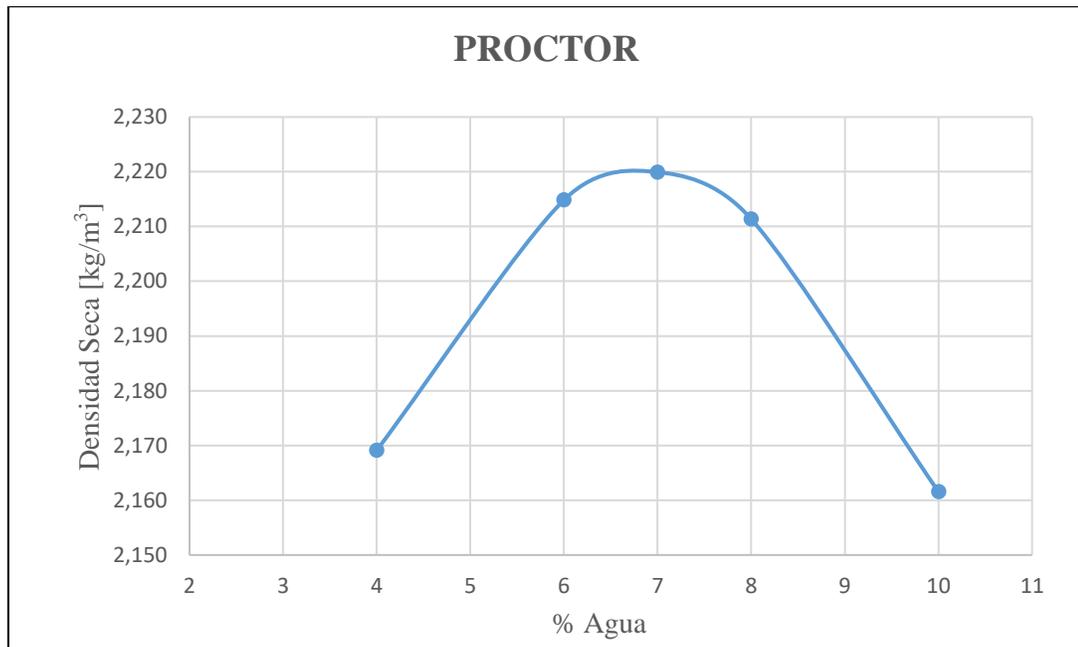


Figura E2: Grafico Proctor Calicata 2.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E10: Humedad Optima y D.M.C.S.

Humedad Optima [%]	D.M.C.S. [g/cm ³]
6.9	2.220

7.5.4 Ensayo CBR

Este Ensayo de Relación de Soporte de California o CBR, permite medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y evaluar la calidad del terreno para subrasante, subbase y base de pavimentos.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

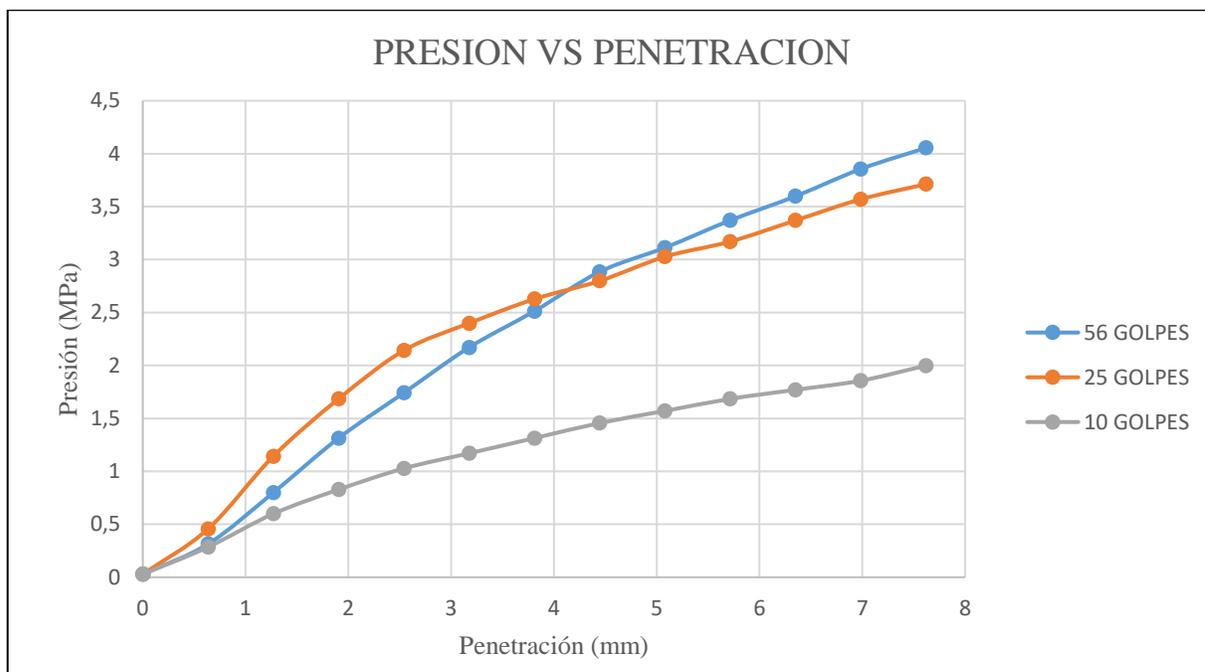


Figura E3: Grafico presión VS penetración Calicata 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E11: CBR Calicata 1.

Ensaye N°	Agua Agregada %	Molde + Material (g)	Peso Molde (g)	Material Solo (g)	Volumen Molde (g)	D.C.H (g) (Kg/m3)	D.C.S (γ) (kg/m3)
1	11	9167	4670	4497	2117,46	2,124	1,913
2	11	8903	4491	4412	2114,58	2,086	1,880
3	11	8673	4515	4158	2114,96	1,966	1,771

Fuente: Elaboración Propia.

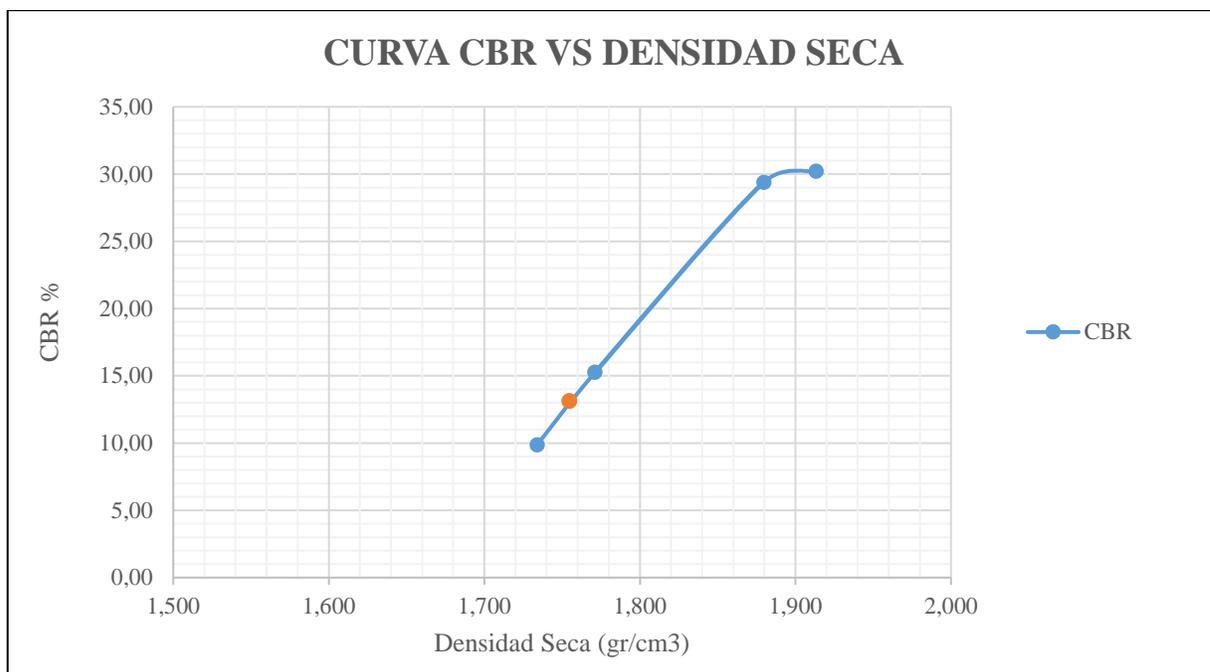


Figura E4: Grafico CBR VS Densidad Seca Calicata 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E12: Resultado CBR al 95% D.M.C.S. Calicata 1.

DENSIDAD SECA	CBR
1,913	30,22
1,880	29,39
1,771	15,25
1,755	13,14

95% DMCS

Fuente: Elaboración Propia.

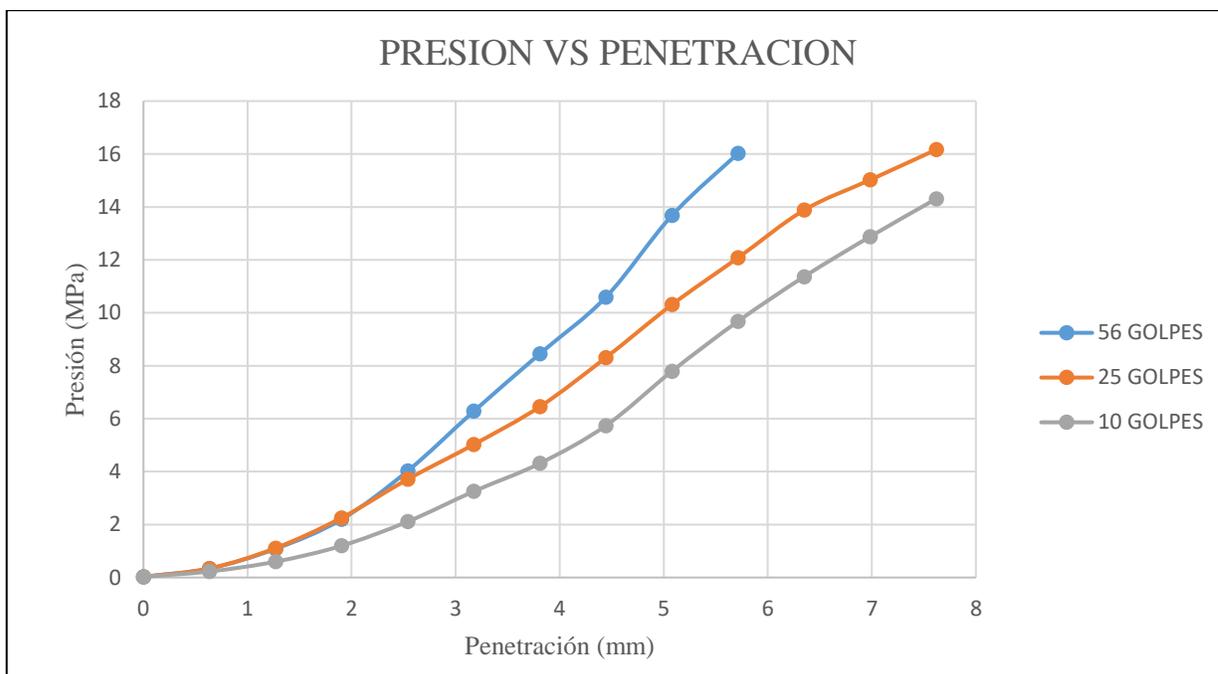


Figura E5: Grafico presión VS penetración Calicata 2.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E13: CBR Calicata 2.

Ensayo N°	Agua Agregada %	Molde + Material (g)	Peso Molde (g)	Material Solo (g)	Volumen Molde (g)	D.C.H (ρ) (Kg/m3)	D.C.S (γ) (kg/m3)	
1	7	9683	4670	5013	2117,46	2,367	2,213	
2	7	9465	4491	4974	2114,58	2,352	2,198	
3	7	9388	4515	4873	2114,96	2,304	2,153	

Fuente: Elaboración Propia.

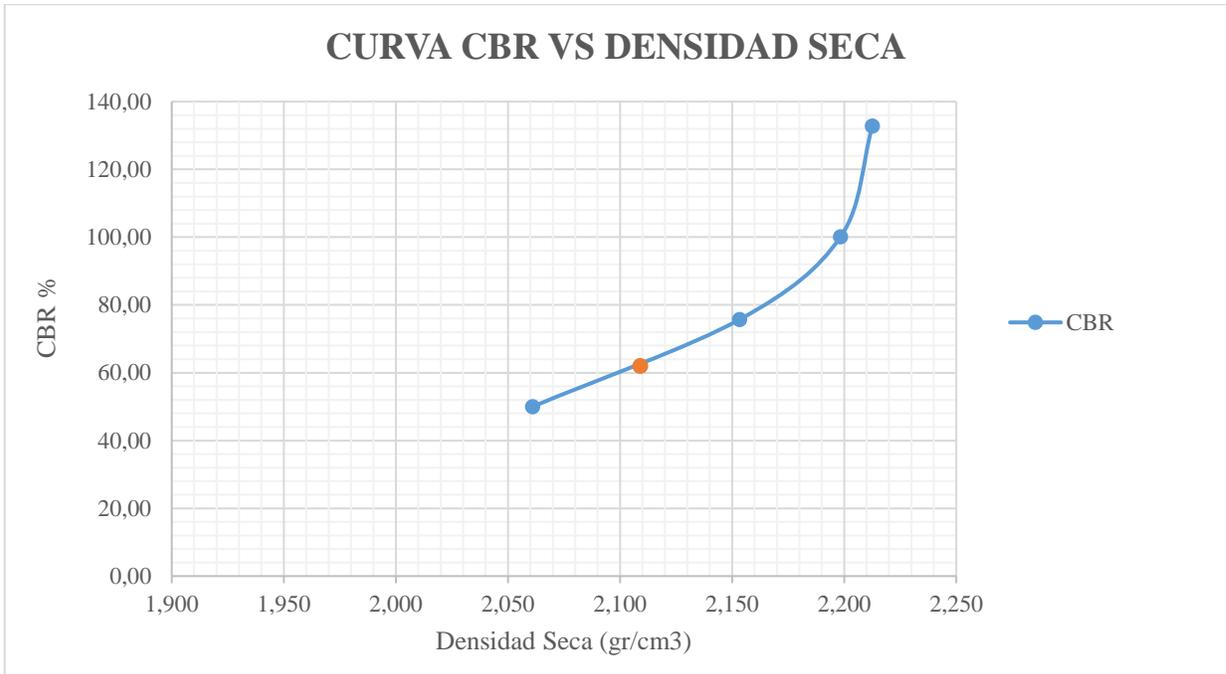


Figura E6: Grafico CBR VS Densidad Seca Calicata 2.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla E12: Resultado CBR al 95% D.M.C.S. Calicata 2.

DENSIDAD SECA	CBR
2,213	132,83
2,198	100,10
2,153	75,70
2,11	62,00

95% DMCS

7.6 Anexo F: Planos



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO

PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARÁCTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.

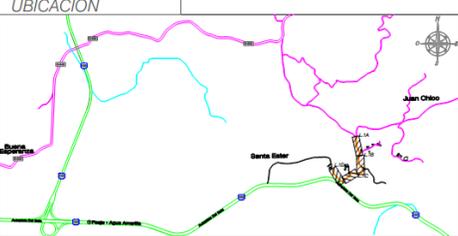
CONTENIDO : DISEÑO GEOMÉTRICO, CUADRO DE OBRA Y DETALLES

PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR
Y ^{ta} REVISION EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROJ. URBANOS Y CIUDAD:	ÁREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD:

FACTURA N° _____ DEL _____

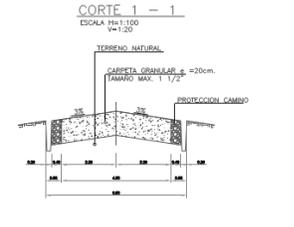
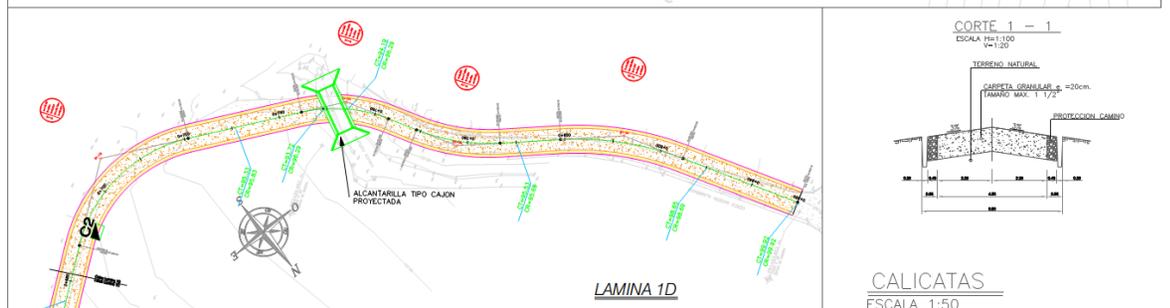
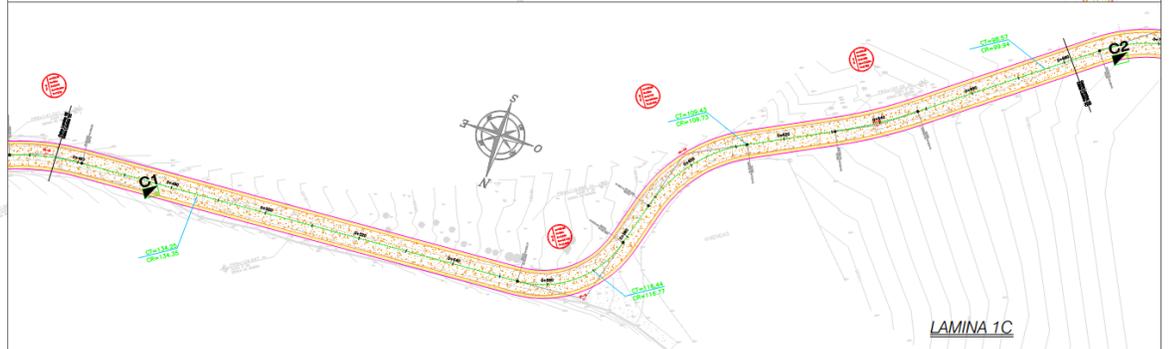
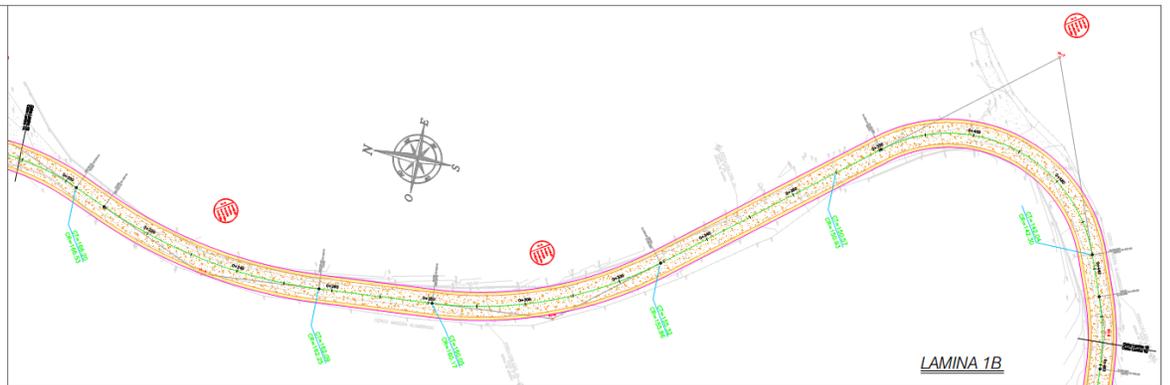
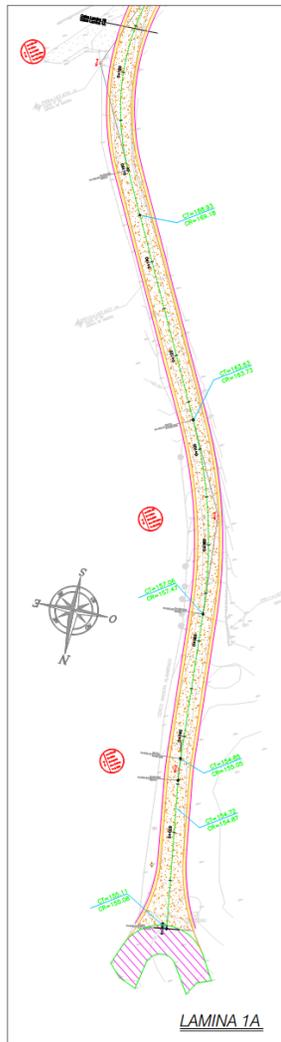
PROYECTO N°:	LAMINA N°:	FECHA:
Las Indicadas	DG - 1 de 1	Junio 2017
ESCALA:	REVISION N°:	INGRESO:
0.841x1.189=1.00m ²	1	
FORMATO:	CERTIFICADO DOM:	

UBICACION



SIMBOLOGIA

<ul style="list-style-type: none"> ARBOL (AR) CAMINO RIPO EXISTENTE (CA) LINEA DE CERCO (CE) POSTACION ELECTRICA (PO) PARADERO PUNTO Y COTA ALTIMETRICA PUNTO DE REFERENCIA P/E TALUD (PT) TERRENO CAMINO RIPO ACCESO RESIDENCIAL EJE CAMINO PROYECTADO VERTICE ALINEACION HORIZONTAL CAMINO PPAL. EXISTENTE (EX) CARPETA GRANULAR PROYECTADA CUNETA PROYECTADA ALCANTARILLA CAJON PROYECTADO COTA BASANTE COTA TERRENO 	<ul style="list-style-type: none">
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



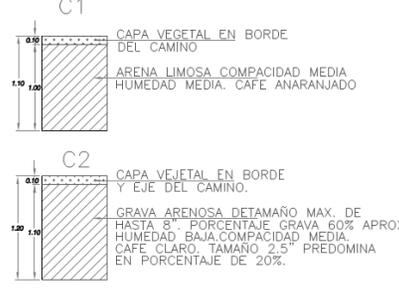
CALICATAS
ESCALA 1:50

CUADRO DE DISTANCIA COORDENADAS Y RUMBOS

N°	VERTICE	DISTANCIA	RUMBOS	COORDENADAS NORTE / ESTE	DEFLEXION
2	VI-2	4.51	H27° 51' 03"E	2828.9601 / 1568.8854	175.6900
		30.31			
3	VI-3	40.53	H18° 23' 39"E	2857.1981 / 1586.1518	156.7764
		53.39			
4	VI-4	42.95	H31° 23' 34"E	2948.4134 / 1605.1595	130.7791
		6.96			
5	VI-5	47.23	H42° 18' 02"E	2987.8546 / 1632.6241	152.5949
		23.47			
6	VI-6	48.49	H11° 13' 58"E	3043.5036 / 1675.7445	145.2693
		51.12			
7	VI-7	56.61	H47° 55' 46"E	3141.1711 / 1679.5856	71.8759
		8.80			
8	VI-8	15.04	S69° 23' 26"E	3171.8938 / 1724.2508	162.7640
		92.91			

CUADRO DE OBRAS

DESIGNACION	MOVIMIENTO DE TIERRA		CARPETA GRANULAR e=0.2 (m ²)	PROTECCION LATERAL e=0.2 (m ²)
	EXCAVACION (m ³)	TERRAPLEN (m ³)		
CAMINO	532.26	517.48	762.25	134.75





GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO

PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARÁCTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.

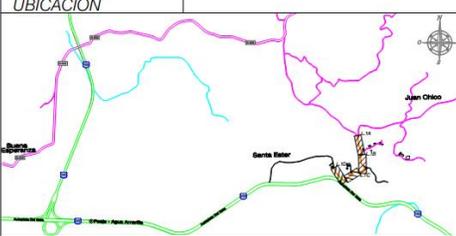
CONTENIDO : SOLUCIÓN AGUAS LLUVIAS, CUADRO DE OBRAS Y DETALLES

PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR
VºBº REVISION EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROJ. URBANOS Y CIUDAD:	ÁREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD:

FACTURA Nº _____ DEL _____

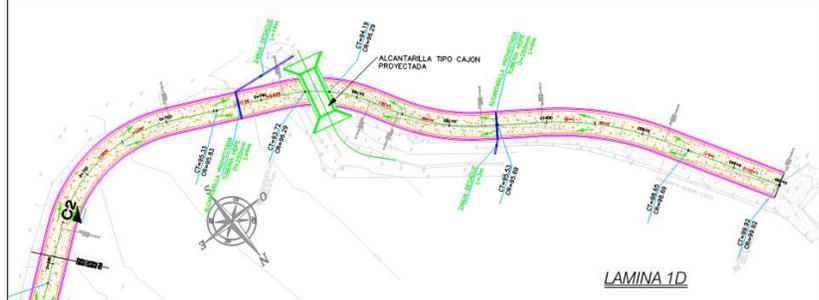
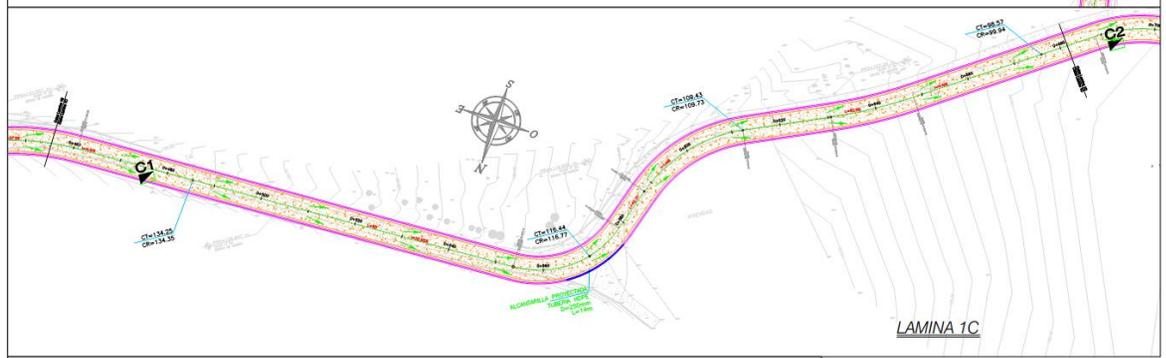
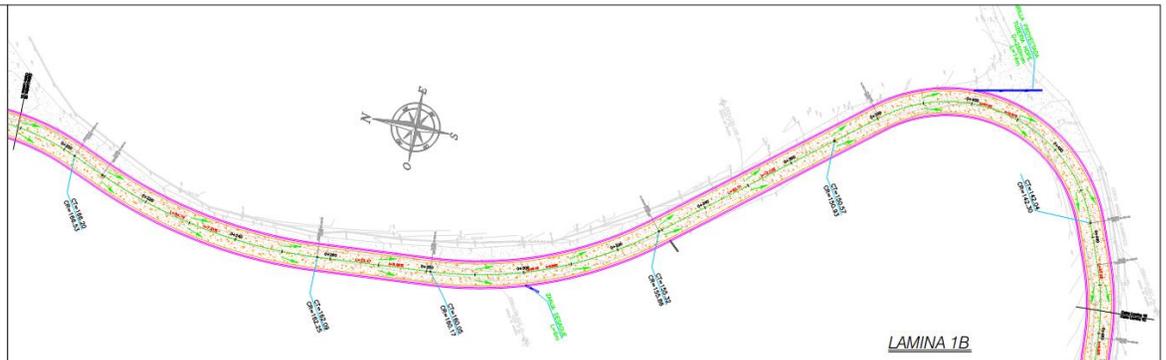
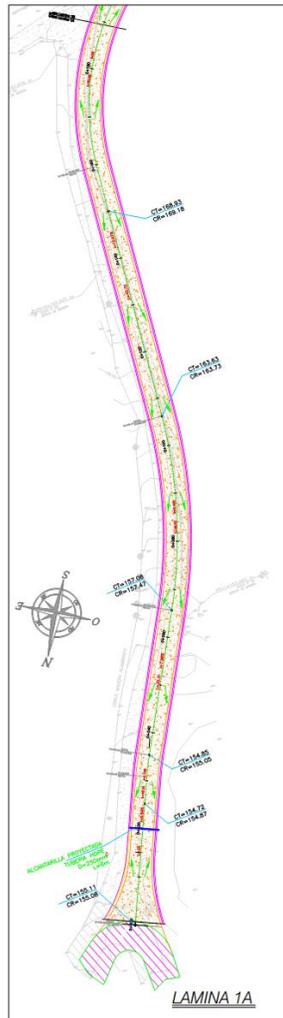
PROYECTO Nº:	LAMINA Nº:	FECHA:
	ALL - 1 de 2	Junio 2017
ESCALA:	REVISION Nº:	INGRESO:
Las Indicadas	1	
FORMATO:	CERTIFICADO DOM:	
0.841x1.189=1.00m²		

UBICACION

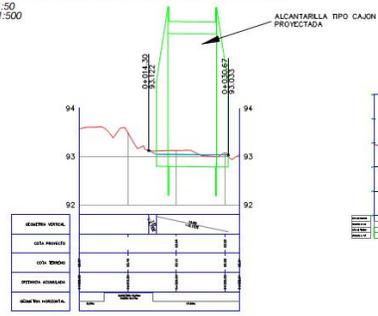


SIMBOLOGIA

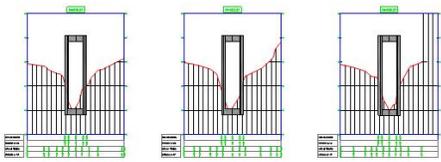
ÁRBOL (AR)	
CAMINO RIPIO EXISTENTE (CA)	
LÍNEA DE CERCO (CE)	
POSTACION ELECTRICA (PO)	
PARADERO	
PUNTO Y COTA ALTMETRICA	
PUNTO DE REFERENCIA	
PIE TALUD (PT)	
TERRENO	
CAMINO RIPIO	
ACCESO RESIDENCIAL	
EJE CAMINO PROYECTADO	
CAMINO PPAL. EXISTENTE (EX)	
CARPETA GRANULAR PROYECTADA	
CUNETTA PROYECTADA	
ALCANTARILLA CAJON PROYECTADO	
COTA RASANTE	
COTA TERRENO	
DIRECCION DEL FLUJO	
ALCANTARILLA PROYECTADA	
ZANJA DESAGUE	



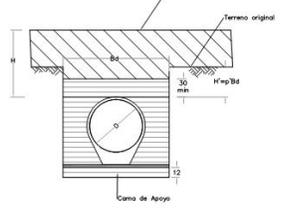
PERFIL LONGITUDINAL CANAL NATURAL
EV: 1:50
EH: 1:500



PERFILES TRANSVERSALES CANAL NATURAL
EV: 1:50
EH: 1:250



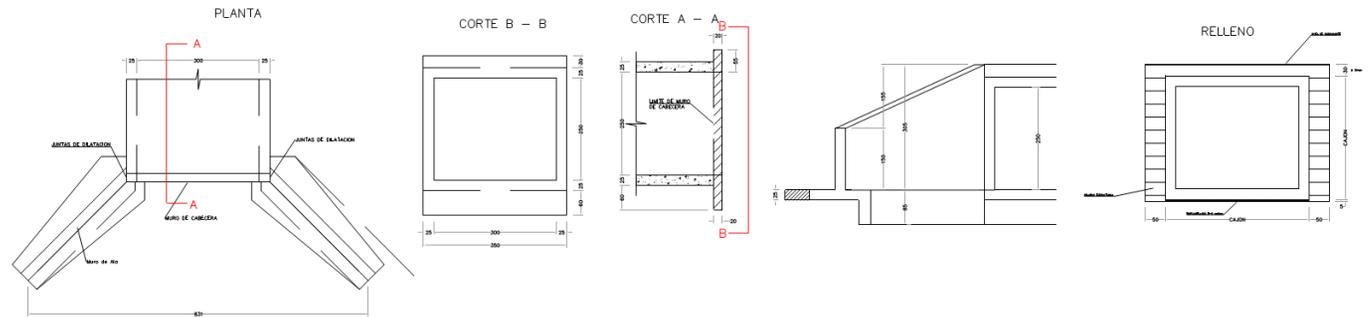
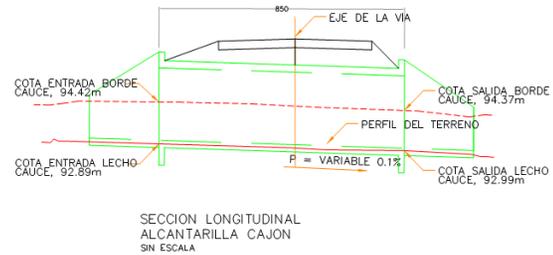
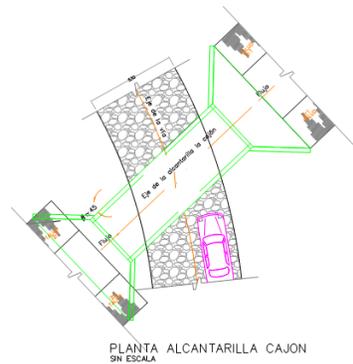
DETALLE ALCANTARILLA PROYECTADA



CALICATAS
ESCALA 1:50

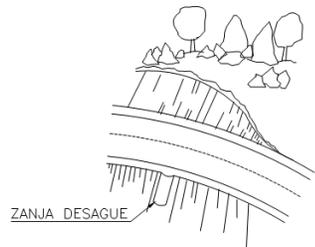


 <p>GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO</p>		
<p>PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARACTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.</p>		
<p>CONTENIDO: SOLUCION AGUAS LLUVIAS, CUADRO DE OBRAS Y DETALLES</p>		
PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR
Vºº REVISIÓN EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROJ. URBANOS Y CIUDAD:	ÁREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD:
FACTURA Nº DEL		
<p>PROYECTO Nº: _____</p>		
ESCALA:	REVISIÓN Nº:	INGRESO:
Las Indicadas	1	
FORMATO:	CERTIFICADO DOM:	
0,841x1,189=1,00m²		



Detalle Armadura

ESQUEMA REFERENCIAL ZANJA DESAGUE

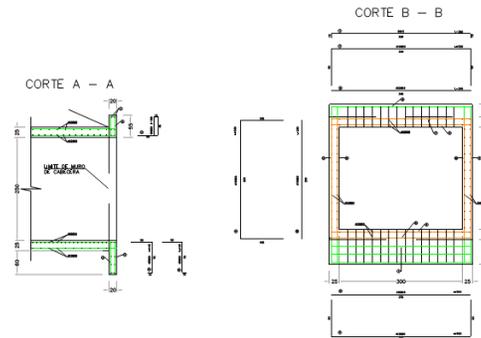


CORTE LATERAL ZANJA DESAGUE

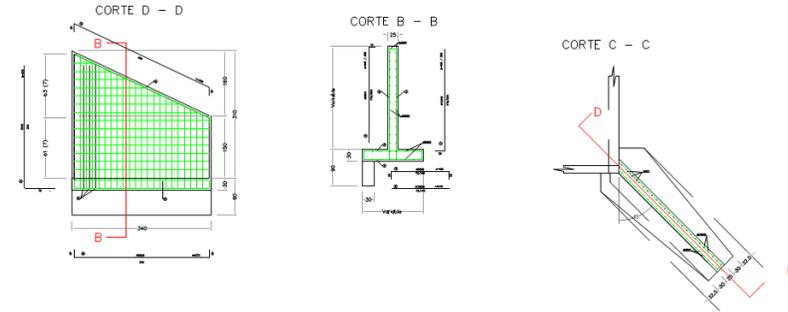


*Zanja excavada en terreno natural, con recubrimiento de lechada de hormigon, de un ancho de 30cm.

Alcantarilla Cajon



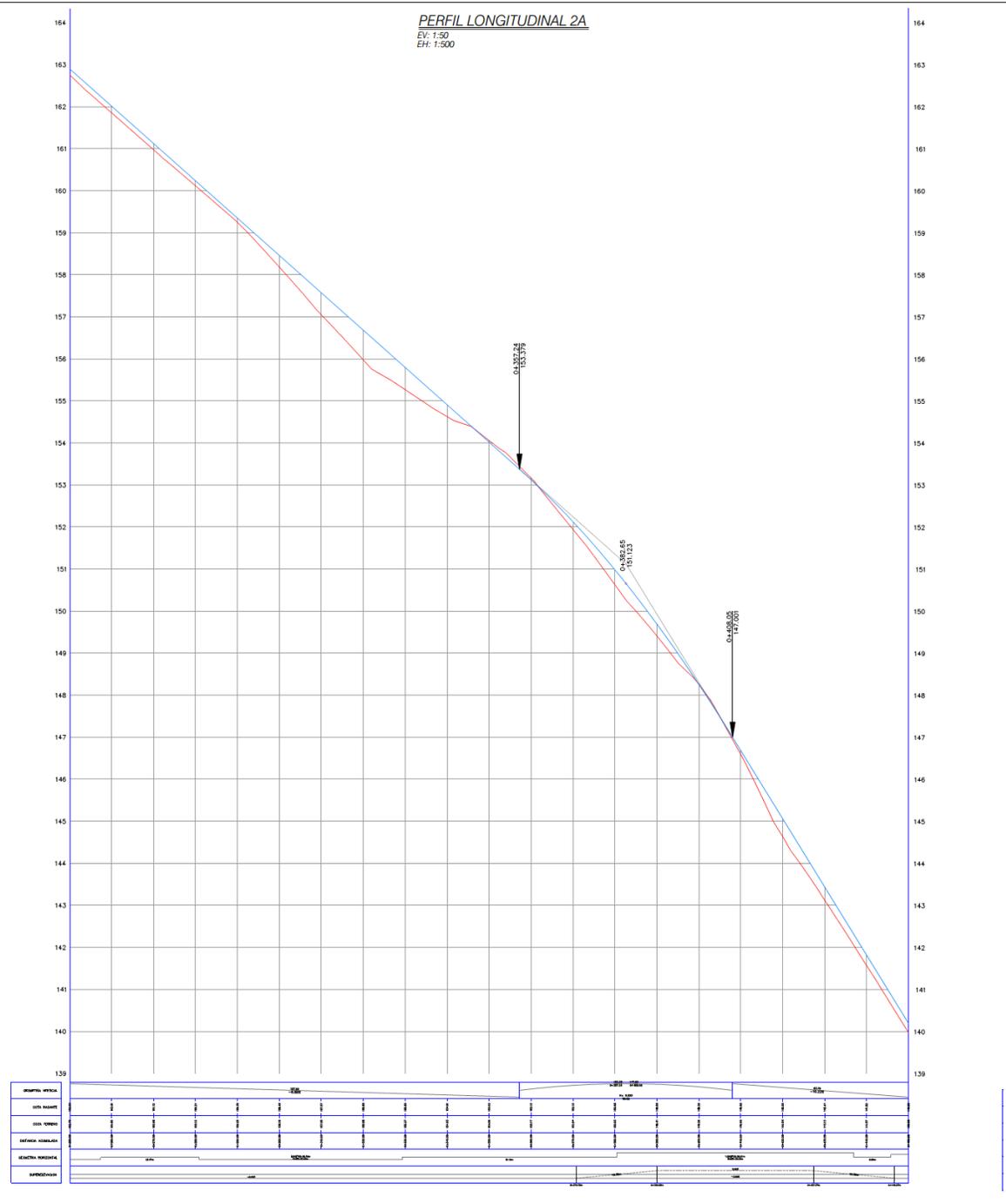
MURO DE ALA



CUADRO DE OBRAS ALCANTARILLA CAJON

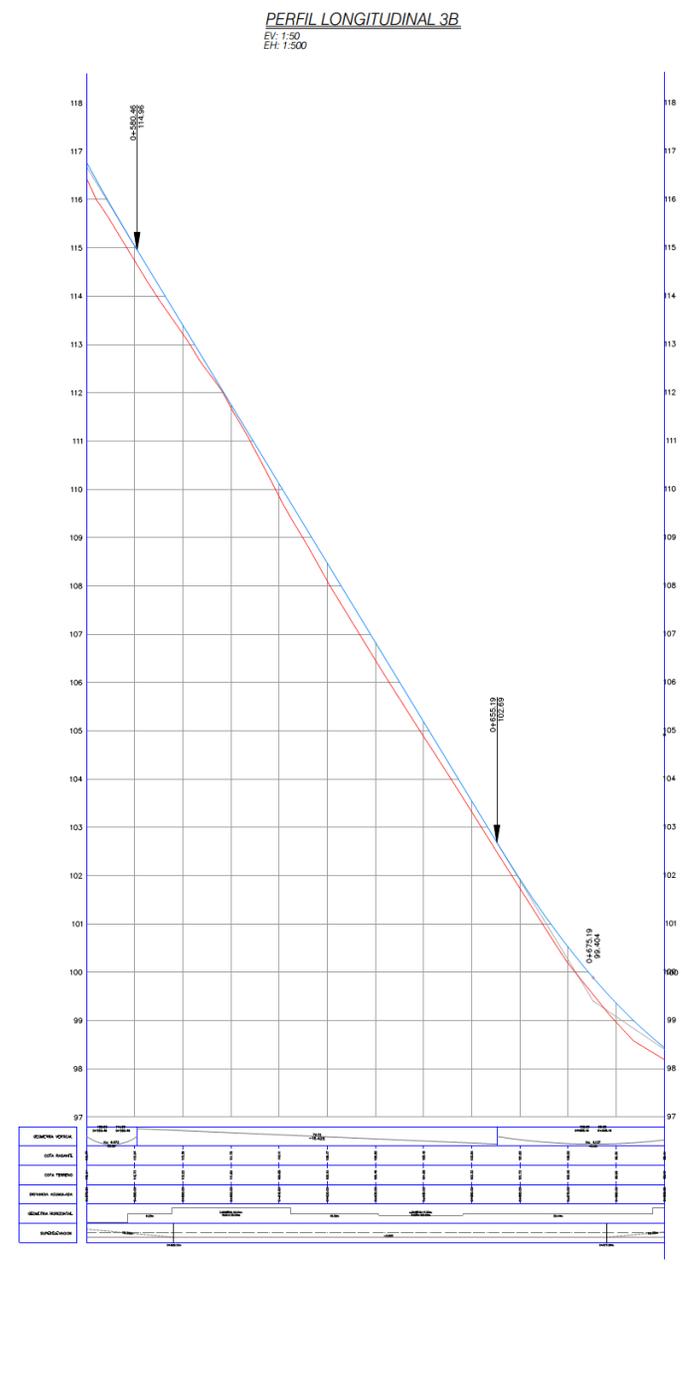
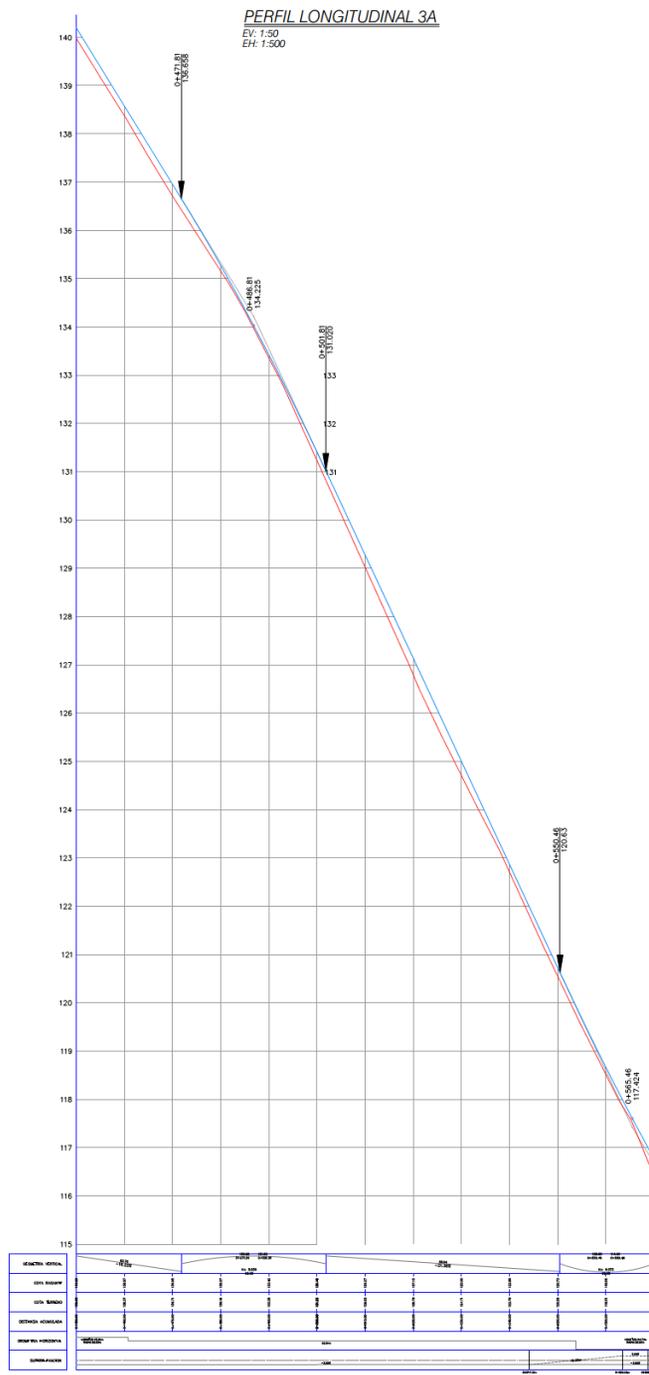
DESIGNACION	Excavación (m³)	Relleño Estructural (m³)	Hormigon H-35 (m³)	Acero Refuerzo (kg)	Emplantado H-5 (m³)
ALCANTARILLA CAJON	28.78	33	47.5	4084.4	2.72

 <p>GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO</p>						
<p>PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARACTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.</p>						
<p>CONTENIDO : PERFIL LONGITUDINAL</p>						
PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD				
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS				
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR				
_____	_____	_____				
VºBº REVISIÓN EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROY. URBANOS Y CIUDAD:	AREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD:				
_____	_____	_____				
FACTURA Nº	DEL					
<p>_____</p>						
PROYECTO Nº:	LAMINA Nº:	FECHA:				
_____	PL - 2 de 4	Junio 2017				
ESCALA:	REVISIÓN Nº:	INGRESO:				
Las Indicadas	1	_____				
FORMATO:	CERTIFICADO DOM:					
0.84x1.189=1.00m²	_____					
<p>SIMBOLOGÍA</p> <table border="1"> <tr> <td>COTA PROYECTADA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COTA TERRENO</td> <td></td> </tr> </table>			COTA PROYECTADA		COTA TERRENO	
COTA PROYECTADA						
COTA TERRENO						



 <p style="text-align: center;">GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO</p>		
<p>PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARÁCTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.</p>		
CONTENIDO : PERFIL LONGITUDINAL		
PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR
_____	_____	_____
VºBº REVISIÓN EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROJ. URBANOS Y CIUDAD:	ÁREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD:
_____	_____	_____
FACTURA Nº	DEL	

PROYECTO Nº:	LAMINA Nº:	FECHA:
_____	PL - 3 DE 4	Junio 2017
ESCALA:	REVISIÓN Nº:	INGRESO:
Las Indicadas	1	_____
FORMATO:	CERTIFICADO DOM :	
0.841x1.189=1.00m²	_____	
<p>SIMBOLOGÍA</p> <p>COTA PROYECTADA —</p> <p>COTA TERRENO —</p>		





GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO

PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARACTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.

CONTENIDO : PERFIL LONGITUDINAL

PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR
_____	_____	_____
Vª REVISIÓN EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROJ. URBANOS Y CIUDAD.	AREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD.

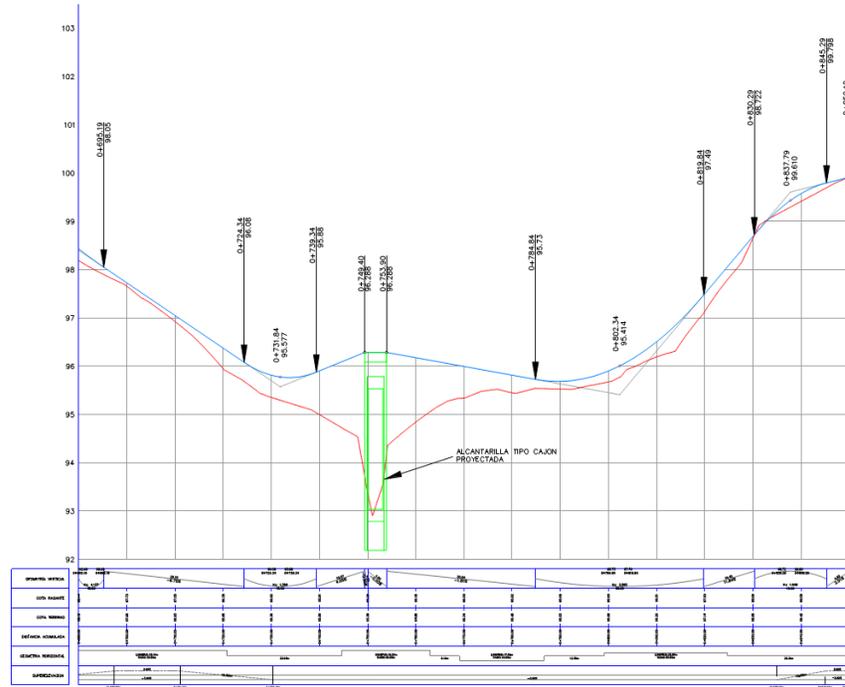
FACTURA Nº _____ DEL _____

PROYECTO Nº:	LAMINA Nº:	FECHA:
_____	PL - 4 de 4	Junio 2017
ESCALA:	REVISIÓN Nº:	INGRESO:
Las Indicadas	1	_____
FORMATO:	CERTIFICADO DOM :	
0.84x1.189=1.00m²	_____	

SIMBOLOGIA	
COTA PROYECTADA	
COTA TERRENO	
ALCANTARILLA CAJON PROYECTADO	

PERFIL LONGITUDINAL 4A

EV: 1:50
EH: 1:500





GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
SERVIU REGIÓN DEL BÍO-BÍO

PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL DE CARÁCTER VECINAL, PERTENECIENTE AL SECTOR DE LOS CEREZOS, COMUNA DE TOME.

CONTENIDO : PERFILES TRANSVERSALES

PROVINCIA	COMUNA	LOCALIDAD
CONCEPCIÓN	TOME	LOS CEREZOS
PROYECTISTA	MANDANTE	REVISOR
Vºº REVISIÓN EQUIPO DE URBANIZACIÓN:	UNIDAD DISEÑO PROJ. URBANOS Y CIUDAD.	ÁREA PROYECTOS URBANOS Y CIUDAD.

FACTURA N° _____ DEL _____

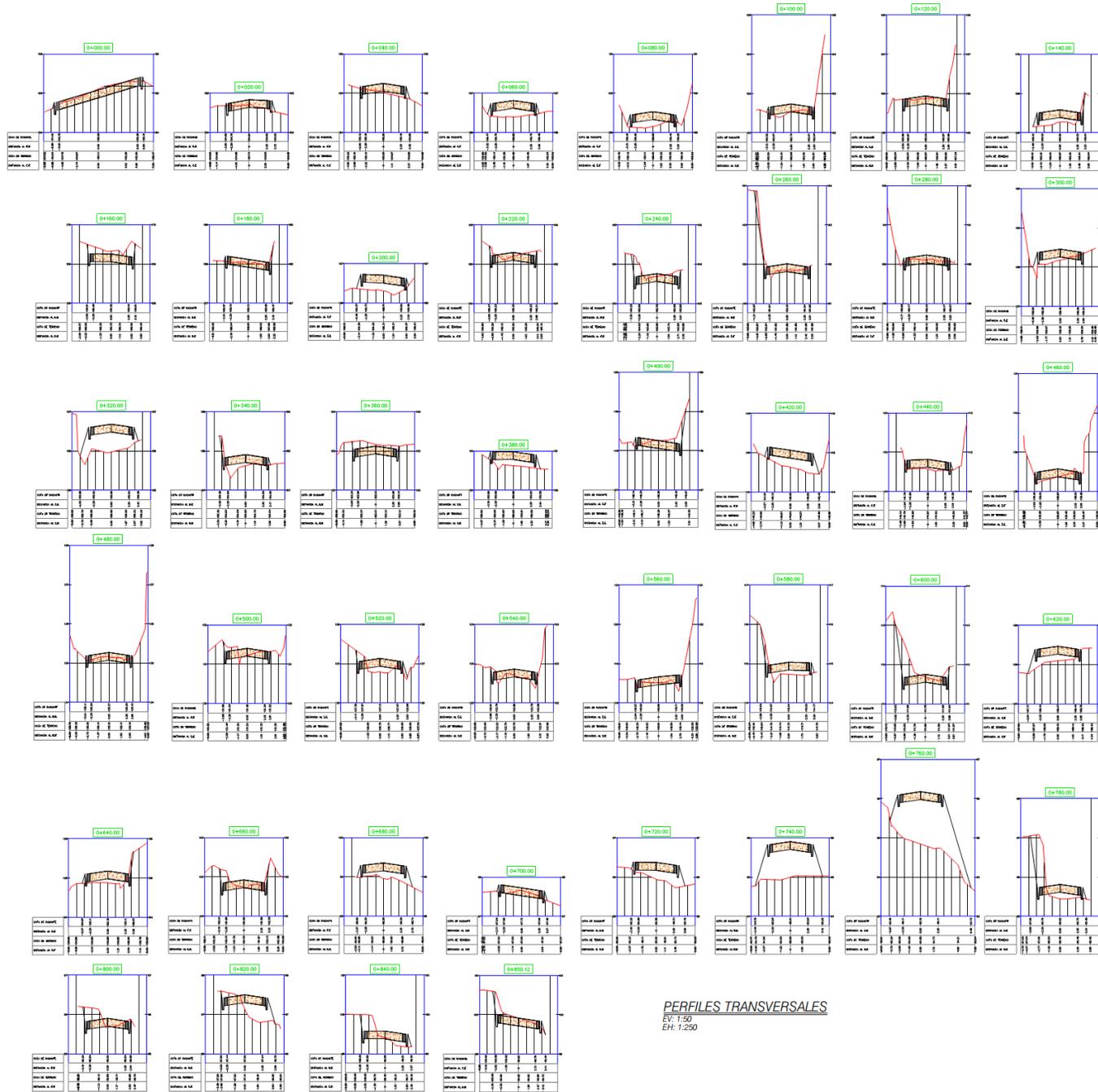
PROYECTO N°:	LAMINA N°:	FECHA:
	PT - 1 de 1	Junio 2017

ESCALA:	REVISIÓN N°:	INGRESO:
Las Indicadas	1	

FORMATO: 0,84x1,189=1,00m² CERTIFICADO DOM: _____

SIMBOLOGÍA

	PERFIL PROYECTADO
	COTA TERRENO



PERFILES TRANSVERSALES
EV: 1:50
EH: 1:250

