



*Optimización del proyecto vial “Subida a la Barda”, ciudad de
Villa Regina*

AUTOR: Marino Cristian Nicolas

DIRECTOR ACADEMICO: Pernich Adriana

CO-DIRECTOR ACADEMICO: Quidel Luis Alberto

CARRERA: Ingeniería Civil

LUGAR: Neuquén, Argentina

AÑO: 2016

RESUMEN:

En este trabajo se estudió el pliego de licitación de la obra vial Subida a la Barda en la ciudad de Villa Regina. Del estudio del pliego se constató que los parámetros adoptados no cumplían con las Normas de Diseño Geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad (NDGDNV).

Se buscó en primera instancia seleccionar los parámetros que cumplan con la norma. Si se adoptan los parámetros especificados en el pliego, los volúmenes de movimientos de suelo y costo asociado se escapaban demasiado de los especificados en él. Como consecuencia se analizó arribar a una solución de compromiso donde se respetan los parámetros de la norma con modificaciones mínimas de algunas de las premisas de diseño lo cual permitió encontrar la solución buscada: que cumpla con la norma y su costo por movimiento de suelo esté dentro de lo estipulado por el pliego.

Para realizar este trabajo se utilizó una estación total Trimble y el software de Cartomap para el diseño geométrico. Con la estación total se realizó un relevamiento planialtimétrico y con los datos obtenidos se trabajó en Cartomap, realizando en primera instancia un Modelo Digital del Terreno, el cual luego se utilizó para realizar el diseño de la traza y ajustar los parámetros de diseño de la manera más eficiente posible.

ABSTRACT:

In order to fulfill the aim of this final work, firstly, the bidding document of the road work “Terraplen Nuevo Camino de Subida a la Alta Barda” was studied. As a result, the parameters adopted by this document did not follow the geometric design standards of the National Road Direction (NDGDNV). Then, the geometric parameters that did follow the standard were selected showing that the earth moving and costs associated were off-budget.

The decision to make small changes in the design premises established by the standard, which are detailed and developed in this paper, led to the possibility to not exceed the existent budget for the proposed road work.

Finally, we achieved respecting the parameters of the standard despite minimal changes in the established design premises. The changes were made in order to not surpass the bidding document’s budget. All in all, we were able to find a solution in which both standard and earth moving costs were respected.

As additional information, a total station (Trimble brand) was used to make the topographic survey and the software “Cartomap” was used to do the geometric design using planimetric data. This software creates a digital model of the ground in which it permits to design the road trace and to adjust the design parameters in order to arrive to the most efficient road design.

RECONOCIMIENTOS Y DEDICATORIAS:

A mis padres por el apoyo económico y afectivo. A profesores por su enseñanza y compromiso con la educación. A la directora y el co-director de este Proyecto Integrador Profesional, Dra. Adriana Pernich e Ing. Luis Quidel respectivamente. A compañeros de carrera y amigos, con los que en el transcurso de estos años he compartido momentos importantes de mi vida. Para finalizar quiero reconocer la oportunidad de tener una formación y título universitario mediante la universidad gratuita que ofrece este país, algo que no todos los países pueden ofrecer.

INDICE GENERAL

Capítulo 1: presentación del problema.....	2
1.1 Introducción:	2
1.2 Ubicación de la obra:.....	3
1.3 Contenido y organización del Proyecto Integrador Profesional	3
Capítulo 2: análisis de pliego de licitación.	5
2.1 Introducción:	5
2.2 Descripción del proyecto y Parámetros Geométricos:.....	5
2.3 Condiciones presupuestarias y de contratación:	6
2.4 Especificaciones Técnicas	6
Capítulo 3: determinación de parámetros geométricos según normativa vigente	10
3.1 Introducción:	10
3.2 Categoría del camino y topografía:	11
3.3 Condiciones para el diseño:.....	12
3.4 Aclaraciones importantes de las NDGDNV.....	12
Capítulo 4: modelo digital del terreno.	14
4.1 Introducción	14
4.2 relevamiento topográfico de la zona.	14
4-3 Generación de curvas de nivel	18
Capítulo 5: Planteo de alternativas	20
5-1 Introducción	20
5-2 Ejes alternativos	20

5.3 Procedimiento de cálculo de parámetros y carga de datos en Cartomap.	21
5.4 Resultados y análisis de alternativas.....	37
Capítulo 6: Alternativa definitiva	44
6.1 Introducción	44
6.2 Alternativa 2	44
Capítulo 7 Comparaciones entre proyecto original, alternativa 2 y normas de diseño geométrico	47
7.1 Introducción	47
7.2 Comparación de parámetros geométricos.....	47
7.3 Comparación de datos.....	49
7.4 Comparación de volúmenes.....	50
7.5 Replanteo	51
Capítulo 8: Conclusiones.	53
Bibliografía:	55
Anexos	56
Anexo 1: estudios previos y antecedentes.....	56
Anexo 2: puntos relevados.....	73
Anexo 3: salidas Cartomap: planos de planimetría – altimetría-perfiles transversales – listados	88

Capítulo 1: presentación del problema

1.1 Introducción:

Este trabajo se basó en la adjudicada obra “TERRAPLÉN NUEVO CAMINO DE SUBIDA A LA ALTA BARDA” a la empresa “Oscar Raúl Quidel” en el marco de la licitación pública N° 05/11 de la ciudad de Villa Regina, provincia de Rio Negro.

La obra consiste en la ejecución de un camino que conecte la zona alta de la barda con la ciudad, cita en el valle de Rio Negro.

Para construir dicho camino hacen falta ejecutar dos tareas principales: la excavación de terreno natural y la posterior construcción del terraplén para salvar el desnivel de modo que sea transitable por vehículos.

El objeto de la licitación es la ejecución de la excavación, mientras que la construcción del terraplén estaría a cargo del municipio.

Iniciados los estudios preliminares de relevamiento planialtimétrico, se procedió a realizar el estudio acabado de las prestaciones que debía cumplir el proyecto. Siendo la vida útil prevista de 25 años.

A las prestaciones se las relaciono con las factibilidades técnicas y económicas de la obra, de ello surgió la alternativa de introducir modificaciones en los siguientes aspectos:

1. *Parámetros geométricos del trazado propuesto por el pliego técnico.*
2. *Volúmenes de suelo y roca (si fuera factible) a mover. Teniendo presente que el movimiento de suelos es un ítem determinante en el costo total de la obra.*

1.2 Ubicación de la obra:

Esta obra se emplaza en la ciudad de Villa Regina – Provincia de Río Negro – Argentina, en la zona del cementerio, a pocos metros de la ruta nacional N° 22.

En la Figura 1.1 se muestra una imagen de la zona del alto valle de Río Negro, junto con una imagen de detalle de la ciudad de Villa Regina. También se muestra una imagen ampliada de la zona donde se proyectó el camino, arriba al centro.



FIGURA 1.1 LUGAR A EMPLAZAR EL PROYECTO

1.3 Contenido y organización del Proyecto Integrador Profesional

El trabajo se ha organizado en 8 capítulos, en los que presentan los diferentes aspectos de su desarrollo. A continuación se hace una breve descripción del contenido de cada uno de ellos.

En el capítulo 1 se presenta una introducción a este trabajo. Dando una descripción del objetivo del proyecto y el lugar de implantación de la obra.

En el capítulo 2 se realizó el análisis del pliego de licitación el cual establece el marco normativo que debe respetar la obra, en sus aspectos técnicos y legales. También se describen las características y parámetros geométricos, del proyecto a optimizar: pendientes longitudinales, radios de curvatura, movimientos de suelo.

En el capítulo 3 se detallan valores de parámetros geométricos que establecen las Normas de Diseño Geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad (NDGDNV¹) para este proyecto. Se obtuvieron los valores de estos parámetros y se explicó el procedimiento utilizado para su obtención, aplicando para esto las NDGDNV.

En el capítulo 4 se presentan los pasos que se siguieron para obtener el Modelo Digital del Terreno (MDT²). Utilizando el software Cartomap. Se presenta el proceso utilizado para obtener los datos topográficos: coordenadas y cota, relevados en campo, de diferentes puntos del terreno en la zona de emplazamiento de la obra, también se explica el procedimiento utilizado para obtener las curvas de nivel del MDT.

En el capítulo 5 se plantean alternativas al proyecto original y procedimiento para obtener los parámetros geométricos que corresponden siguiendo las NDGDNV y procedimiento de carga de datos en el software Cartomap. Con estos datos se realizó un análisis de las alternativas planteadas.

En el capítulo 6 se describe la alternativa adoptada, se toma la alternativa 2 como definitiva y se exponen los resultados de volúmenes de suelo que ésta genera. Siendo el volumen de desmonte de 91.740 metros cúbicos y el volumen de terraplén de 126.059 metros cúbicos. La diferencia entre ambos es 34.319 metros cúbicos, lo que significa que se debe desmontar ese volumen de material extra. Se planifico extraerlo de un posible préstamo en la zona de la curva N°2.

En el capítulo 7 se comparan los parámetros geométricos recomendados por las NDGDNV, los utilizados en el proyecto presentado por el municipio y los correspondientes a la alternativa 2 que plantea este trabajo. Además se compararon los volúmenes de suelo obtenidos en cada una de las alternativas.

Finalmente en el capítulo 9 se exponen las conclusiones.

¹ NDGDNV es la sigla de las Normas de Diseño Geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad

² MDT Modelo Digital del Terreno

Capítulo 2: análisis de pliego de licitación.

2.1 Introducción:

El pliego de bases y condiciones de la licitación establece las condiciones legales generales y particulares de la obra junto con las especificaciones técnicas particulares, el modelo de propuesta presupuestaria, el modelo de declaración jurada y los planos correspondientes, que se incluyen en Anexo 1.

Previo a este llamado a licitación, fueron realizados movimientos de volúmenes de roca mediante técnicas de dinamitado, (tarea encuadrando dentro de la etapa 1 del proyecto del camino).

El objeto del llamado a licitación comprende la ejecución de la segunda etapa de la construcción del nuevo camino. Específicamente consiste en la contratación de equipo vial para la excavación del suelo y carga sobre camión para la conformación del terraplén de subida. [Pliego de bases y condiciones – Lic. Publica 05/11 – Municipalidad de Villa Regina].

2.2 Descripción del proyecto y Parámetros Geométricos:

El proyecto original consta de un desarrollo de 925 metros con una pendiente longitudinal uniforme de 7,1%, 3 curvas horizontales y movimientos de suelo aproximados de 110.000 metros cúbicos. Considerando el punto de inicio del trazado fijo en la intersección con la calle existente en zona urbana y el punto final limitado entre una torre de alta tensión y un afloramiento rocoso. El afloramiento rocoso se lo considera un punto fijo ya que requeriría técnicas de excavación onerosas.

Una de las premisas del presente trabajo consiste en optimizar el diseño geométrico que comprende traza, radios de curvas y pendientes longitudinales de forma tal que se optimice la relación técnico - económica del proyecto.

En el proyecto del municipio el ancho de calzada es 7 metros, con pendiente transversal mínima de 3% en tramos rectos. Dicha pendiente se modificara en las curvas horizontales según sus radios y tramos de transición.

El talud mínimo de 1 V: 1,5 H y al pie debe contar con una cuneta de ancho mínimo de un metro, según lo establece el proyecto de la Municipalidad de Villa Regina. Dicho proyecto establece los radios para las tres curvas es de 57 metros, 19 metros y 73 metros. La curva de radio 19 metros es crítica dentro del proyecto debido a que no cumple con el radio mínimo que permiten las NDGDNV. Se puede ver la planimetría de este proyecto en el plano PM01 incluido en el anexo 1.

2.3 Condiciones presupuestarias y de contratación:

El presupuesto oficial fija como precio tope en la suma de \$1.100.000.00 (pesos un millón cien mil con 0/00) con un plazo de obra de 180 (ciento ochenta) días corridos a partir de la fecha de firma del acta de inicio de obra. La contratación es por la provisión total del servicio bajo la modalidad de ajuste alzado.

2.4 Especificaciones Técnicas

El trabajo consiste en la excavación necesaria para la construcción del camino de subida a la barda, formación de terraplenes y banquetas utilizando los productos excavados en la zona alta, entre progresivas PK 0+550,00 y 0+925,00 según el proyecto que propone el Municipio de la ciudad de Villa Regina.

La metodología de excavación será la de empujar el material con topadora, haciendo que deslice por el talud natural del terreno, para luego proceder a la carga sobre camión y posterior traslado, considerando una distancia media de transporte de 50 metros.

La realización de las tareas incluye la provisión total de los materiales y los equipos necesarios para la disgregación del suelo de cualquier naturaleza, como así también la mano de obra requerida. Dentro de equipos y materiales se deben prever, en caso de ser necesario, la utilización de martillos neumáticos y/o explosivos, cumpliendo con los permisos necesarios a tal fin.

La certificación de los trabajos será aprobada por la inspección cuando las mediciones realizadas (tales como, longitudes, cotas y pendientes) se verifiquen dentro de los límites de tolerancia establecidos en el pliego de licitación o bien por lo ordenado por la inspección.

La metodología de medición de los trabajos de excavación será mediante la “Media de las Áreas” utilizando perfiles transversales realizados por la inspección conjuntamente con la contratista para calcular los volúmenes excavados. Dichos perfiles serán comparados con aquellos de la medición inicial del terreno. La medición inicial del terreno a excavar corresponde al momento de haberse realizado la limpieza de la superficie natural que consiste en remover una capa de 5 centímetros con el fin de extraer material orgánico. El pliego aclara que todo movimiento de suelo adicional, ya sea por debajo de la cota indicada o por disminución de la pendiente de los taludes, no recibirá pago alguno.

La forma de pago de los trabajos de excavación, medidos en la forma especificada anteriormente, será por metro cubico al precio unitario que establece el contrato para el ítem respectivo. Dicho precio será compensación total por:

- Provisión, transporte, almacenamiento y manipuleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Equipo, herramientas y personal necesario.
- Toda otra tarea que sea necesaria para ejecutar los trabajos en la forma especificada.

Los precios que figuran en el contrato serán con IVA incluido y teniendo en cuenta todos los tipos de impuestos correspondientes.

En la Figura 2.1 se muestra un croquis de la ubicación de la obra, tomando como referencias al cementerio, ruta nacional N°22 y borde de barda.

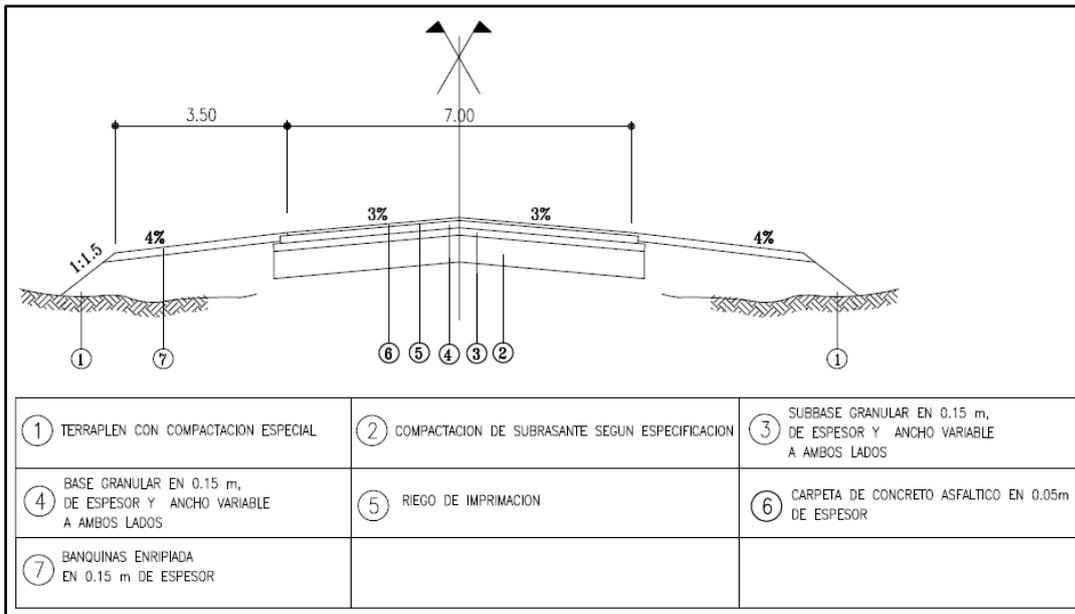


Figura 2.3: Perfil transversal tipo

Un juego completo de los planos se incluye en anexo 1.

Capítulo 3: determinación de parámetros geométricos según normativa vigente

3.1 Introducción:

Para realizar el diseño geométrico de un camino es necesario conocer los parámetros que rigen dicho proceso. Dichos parámetros son:

- Velocidad directriz: velocidad de circulación estimada para dicho tramo. Con esta velocidad directriz se definirán el resto de parámetros geométricos que se citan a continuación:
- Peraltes en curvas.
- Radios mínimos y máximos de las curvas establecidas por razones de seguridad.
- Pendiente longitudinal máxima.
- longitud de tramo en subida.

Todos estos valores resultan condicionados por el vehículo que presente mayor relación peso/potencia que se prevé circulara, junto con la proporción de ellos respecto del total de vehículos. También quedan definidas las dimensiones mínimas del ancho de calzada y de banquina que, junto con la pendiente del talud

del terraplén, influenciarán de modo importante los volúmenes de movimiento de suelos.

3.2 Categoría del camino y topografía:

Para comenzar con el diseño geométrico se definieron la categoría del camino y las características topográficas de la zona de implantación según las NDGDNV:

- Se consideró el camino a proyectar de categoría IV, como lo clasifica las NDGDNV en su tomo Atlas, Planilla N° 1 (TMDA estimado entre 150 y 500 vehículos por día).
- A partir de visitas al lugar pudo observarse que la zona de implantación de la obra presenta una topografía MONTAÑOSA. Esta clasificación es definida por las NDGDNV, que establece tres tipos de topografía “LLANURA, ONDULADA o MONTAÑOSA”.

Fundamentación de estas definiciones:

- La categoría del camino definida se basa en que el proyecto inicial cuenta con una curva de radio de giro de 19 metros. Con este radio se buscó en que categoría de camino se encuadraba, en las NDGDNV.

El resultado fue que el radio de 19 metros no es aceptado por las normas para ninguna categoría, por lo cual buscamos adoptar un radio que permitiera cumplir con dichas normas. La categoría V, la más baja, permite que el menor radio de curvatura sea de 30 metros pero diseña el tramo con una velocidad directriz de 30 km/h. Se consideró más adecuado realizar el diseño con una velocidad directriz de 40 km/h, siendo la velocidad máxima en zona urbana. Por lo tanto la categoría adoptada fue la IV.

- La decisión acerca de qué tipo de topografía adoptar fue motivo del siguiente análisis:

Se pudo observar en visitas previas que la topografía de los alrededores de la zona de obra es ONDULADA. Sin embargo la zona puntual de implantación de la obra presenta un frente de barda con una pendiente de talud natural aproximada de

1.5V:1H. Sobre esta pendiente se debe construir el camino. Por este motivo se adopta una zona “MONTAÑOSA” para el cálculo de los parámetros de diseño.

3.3 Condiciones para el diseño:

En primer lugar se obtuvieron las condiciones generales que debe reunir diseño geométrico del camino. Para esto con la categoría y el tipo de topografía de la zona se ingresó en la Planilla N° 1 del tomo ATLAS (N.D.G.D.N.V, 1980). Los datos extraídos de dicha planilla se presentan en Tabla 3.1.

Tabla 3.1 - Datos de diseño según NDGDNV, 1980

VELOCIDAD DIRECTRIZ	PERALTE MAXIMO	RADIO MINIMO		VALORES MAXIMOS PARA ALTURA MENOR A 500 msnm		DISTANCIA MINIMA DE VISIBILIDAD		ANCHOS DE CORONAMIENTO		TALUD DEL TERRAPLEN
		DESEABLE	ABSOLUTO	PENDIENTE	LONGITUD	DETENCION	SOBREPASO	CALZADA	BANQUINA	
[km/h]	[%]	[m]	[m]	[%]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
40	10	80	50	6	190	45	260	6	1,25	1:1 1/2

3.4 Aclaraciones importantes de las NDGDNV

- Reducción de pendientes en función de longitud del tramo:

Las velocidades de los automóviles se ven poco afectadas por pendientes de hasta 6%.

Las velocidades de circulación de los camiones se reducen a causa de pendientes muchos menores. Aumentando el efecto a medida que el tramo se hace más largo. Esto motiva que se restrinja la pendiente máxima en función de la longitud del tramo. Caso contrario se produciría congestión de tránsito por reducción de la velocidad de circulación de los camiones o vehículos pesados.

- Reducción de la pendiente en función de los radios de las curvas

En terreno montañoso la combinación de curvas cerradas con pendientes pronunciadas produce reducción en la velocidad de circulación. Por esto se suele reducir la pendiente en la curva, disminuyendo así este efecto de reducción de velocidad de circulación.

- Reducción de pendientes en función de la altura sobre el nivel del mar

Las pendientes máximas y sus longitudes respectivas corresponden a alturas de hasta 500 metros sobre el nivel del mar (msnm) y tránsito de diseño con un 30% de camiones. Para otras alturas y porcentajes de camiones, la norma sugiere utilizar los gráficos II-15 y II-16 del tomo ATLAS (N.D.G.D.N.V. 1980).

La ciudad de Villa Regina se encuentra a 185 msnm por lo que esta reducción no aplica.

- Reducción de peralte

En zonas de frecuente formación de hielo en calzada se debe adoptar un peralte máximo de 6 % ajustando el radio mínimo a dicho peralte según TABLA N° 3 de las (N.D.G.D.N.V. 1980).

No se tiene en cuenta esta disminución por no considerarse una zona de frecuente formación de hielo.

Capítulo 4: modelo digital del terreno.

4.1 Introducción

El proceso de diseño geométrico requiere conocer el lugar de emplazamiento de la obra y en especial las variaciones topográficas que existan.

Para realizar un diseño digital de la traza del camino es necesario representar el terreno natural, donde se evidencien variaciones topográficas. Mediante un relevamiento topográfico se obtienen cierta cantidad de puntos con valores de cota y ubicación planimetría. Dichos valores se volcaron sobre un sistema local de coordenadas. Pero es necesario crear un modelo continuo de estos datos. A este modelo continuo se lo denomina Modelo Digital del Terreno (MDT). En este capítulo se presentan los pasos que se siguieron para obtener dicho Modelo Digital.

4.2 relevamiento topográfico de la zona.

Para realizar esta tarea se utilizó un equipo estación total TRIMBLE 3600 de precisión 1 mm + 1 ppm. y un alcance de 3.000 metros.

Se procedió a realizar el relevamiento de la zona a ser afectada por la construcción y sus alrededores. Se adoptó relevar puntos distribuidos de manera tal de representar lo mejor posible la topografía del terreno natural utilizando distintas densidades de puntos. En la

zona de mayor cambio de pendiente se aumento dicha densificación mientras que en la zona plana del terreno se opto por formar un mallado reticular de 25 metros de lado aproximadamente. A la distribución regular de puntos fueron agregados otros puntos en zonas donde se apreciaron variaciones bruscas de niveles o puntos singulares.

Como resultado de estas mediciones se obtuvo una nube de puntos con coordenadas geométricas (N, E, Z). Respecto de un punto origen arbitrario.

La tabla de coordenadas de los puntos se detalla en Anexo2.

4.2.1 Procedimiento para la obtención de puntos geográficos con estación total Trimble 3600

Ver Anexo 2.2

4.2.2 Determinación de condiciones de borde

- Al comenzar con las tareas de limpieza del terreno, mediante inspección visual se relevaron singularidades encontradas, se describen a partir de la progresiva 0+000 (PK 0+000) del proyecto contenido en el pliego de licitación.

El punto de PK 0+000 se ubica a 98.2 m de la primer columna de alta tensión y a 33.5 metros de las vías del tren. En cercanía a dicho punto se encontró un cartel indicando la presencia de un gasoducto de alta presión, el cual mediante cuidadosa excavación manual resulto estar ubicado a una profundidad de 1,5 metros. En la Figura 4.3 se muestra la ubicación del punto inicio del proyecto y la distancia a la columna de alta tensión y vías del ferrocarril. Dicha Figura es un extracto del plano “PMO1 – Planimetría con imagen satelital” y puede verse en Anexo 1.2.



Figura 4.3: Ubicación de progresiva 0+000, inicio de proyecto y primera columna de alta tensión (PAT 1)

- Luego hacia la PK 0+250 se encuentra una columna de alta tensión distante unos 40 metros del eje propuesto por el municipio. En la Figura 4.2.6 se muestra la ubicación de dicha torre y la distancia al eje propuesto en el pliego de licitación. Dicha Figura es un extracto del plano “PMO1 – Planimetría con imagen satelital” y puede verse en Anexo 1.2.



FIGURA 4.4 Ubicación de la segunda columna de alta tensión (PAT 2)

- En la progresiva 0+375 se encontró el pie del talud natural de la barda, a 8 metros del eje del proyecto contenido en el pliego de licitación. En la Figura 4.5 se observa el eje del proyecto planteado por el municipio en color rojo, las curvas de nivel en fucsia y en color verde el pie de barda.

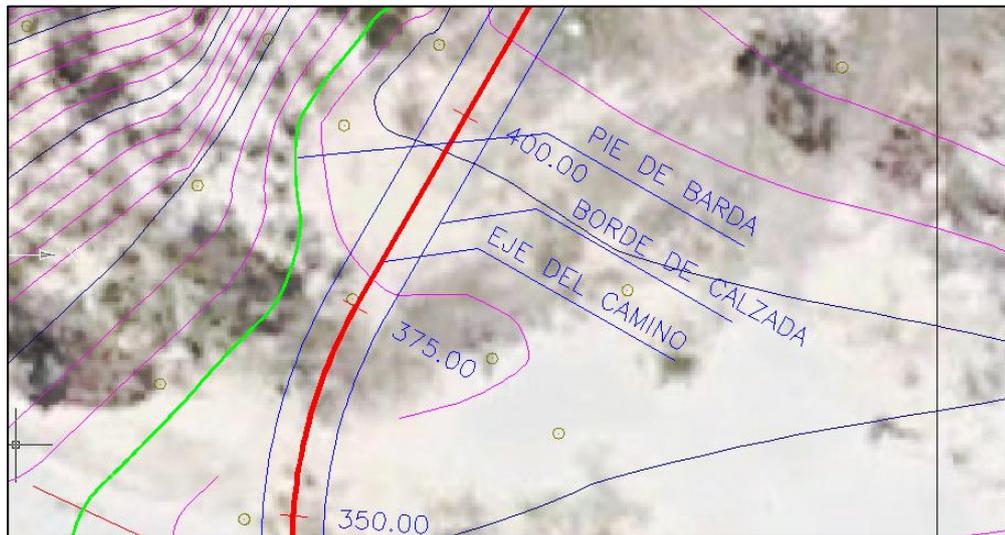


FIGURA 4.5 Posición del pie de barda

- Hacia la PK 0+500 se encontró el cauce de un escurrimiento superficial de origen pluvial.
- En el tramo final, en la zona alta, existe un estrato de roca dura, conocido en como cemento indio, con un espesor promedio de 2 metros. Dicho estrato requiere técnicas de dinamitado o martillo neumático para su extracción.
- En la progresiva 0+750 se encontró otra torre de alta tensión.

Cada una de las irregularidades encontradas constituye una condición de borde.

En la Figura 4.6 se muestran estas condiciones de borde junto con el eje de la traza propuesta por el municipio.

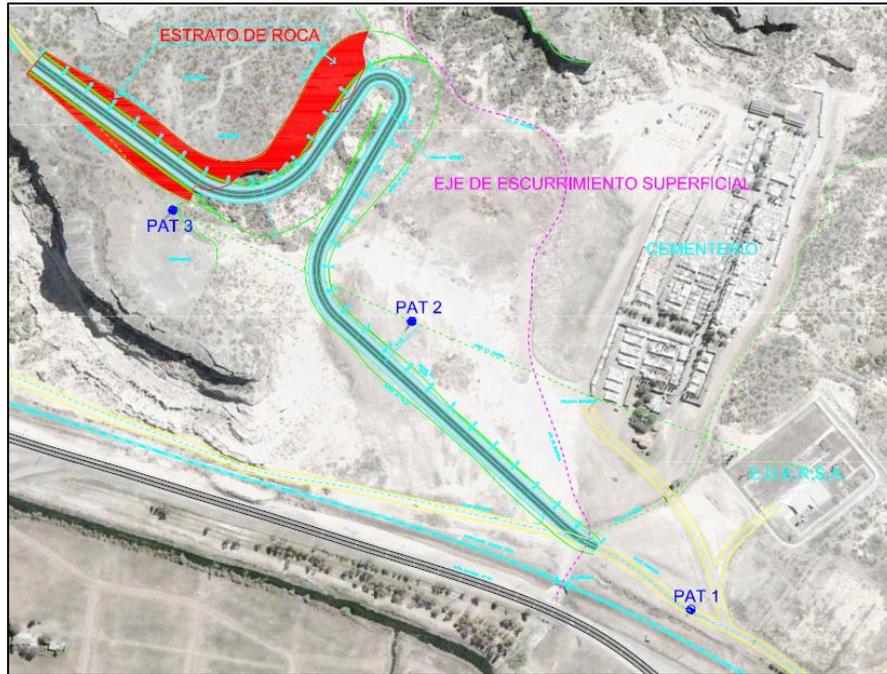


FIGURA 4.6 Condiciones de borde

Borde derecho³ de terraplén quedó limitado por el cauce de escurrimiento superficial en PK 0+500 y por el estrato de roca en la parte alta.

Borde izquierdo quedó limitado por el borde de la barda y por la segunda torre de alta tensión ubicada en la zona alta.

4-3 Generación de curvas de nivel

Los datos obtenidos con el procedimiento descrito en 4.2 se cargaron en el software Cartomap, en el cual primeramente se generaron las curvas de nivel.

Este proceso se inicia con la carga de puntos provenientes del relevamiento topográfico, los cuales poseen información de ubicación planimétrica y cota. Con estos datos el programa genera un Modelo Digital del Terreno (MDT) por medio de triangulaciones entre los puntos. Este MDT sirve de base para la generación de las curvas de nivel buscadas.

³ Se toma como sentido de circulación el sentido de avance de progresivas, es decir, partiendo desde PK+0.00.

El procedimiento para la obtención de las curvas de nivel con el software Cartomap se detalla a continuación.

Cartomap es un programa que trabaja con datos de manera “ramificada” en la cual se crean Capas, las que contendrán diferentes Entidades, estas últimas se utilizan para separar elementos de un proyecto, como pueden ser zonas de exclusión o de inclusión o bien líneas de rotura (líneas que marcan un cambio de pendiente) dentro del Modelo Digital del Terreno (MDT).

Es preciso generar una entidad, que es donde se almacenaran los puntos del relevamiento.

El MDT se genera a partir de los puntos importados creando previamente una triangulación entre dichos puntos. La triangulación permite generar el levantamiento digital del terreno conociendo posición y cota de cada punto, generando las curvas de nivel a la equidistancia que se le solicite en el ingreso de datos. Las curvas de nivel creadas con Cartomap pueden verse en el plano SB03 del anexo 3, en el mismo anexo se pueden ver los planos de puntos relevados y malla de triángulos, planos SB01 y SB02 respectivamente.

Capítulo 5: Planteo de alternativas

5-1 Introducción

A partir del proyecto presentado por el municipio, se modificaron parámetros de diseño hasta obtener un trazado con las condiciones exigidas por las NDGDNV. Estos parámetros se detallaron en el capítulo 3 -Tabla 3.1 - Datos de diseño según NDGDNV 1980.

A continuación se exponen alternativas al proyecto original.

El proceso para obtener cada una de estas alternativas consistió en una serie de iteraciones, en las que se modificó pendiente de rasante, ángulos entre alineaciones y radios de curvatura, hasta lograr un trazado sin interferencias con las condiciones de borde.

5-2 Ejes alternativos

5.2.1 Alternativa 1:

La primera alternativa al proyecto contenido en el pliego de licitación tuvo la premisa de cumplir con los requisitos de las NDGDNV.

Los cambios aplicados a esta alternativa fueron aumentar el radio de la curva N° 2 de 19 a 50 metros y disminuir la pendiente longitudinal de 7% a 6%. Para la curva N° 1 se adoptó un radio de 60 m y para la curva N°3 un radio de 70 m.

En las figuras 5.14 y 5.15 se muestran esquemáticamente la planimetría de esta alternativa.

5.2.2 Alternativa 2:

Luego de plantear la primera alternativa se decidió realizar los siguientes cambios: en la segunda alternativa se buscó mejorar el diseño geométrico respecto al proyecto del municipio y reducir los volúmenes de movimiento de suelo. Para lograr esto se plantearon cambios en los parámetros de la siguiente manera: en primer lugar se adoptó una pendiente uniforme de 7%, como proponía el proyecto original. Como segunda modificación se adopta el radio de la curva N°2 de 40 metros. La numeración de las curvas y sus radios en el proyecto del municipio pueden verse en el plano PM01 del anexo 1.

5.3 Procedimiento de cálculo de parámetros y carga de datos en Cartomap.

El procedimiento que se utilizó para cargar los parámetros geométricos y los detalles que se tuvieron en cuenta son similares en todas las alternativas, por este motivo se decidió realizar todo el desarrollo sobre la Alternativa 1 y en ésta expresar directamente las particularidades que se encontraron en dicho proceso y los resultados obtenidos.

ALINEACIONES

Sobre las curvas de nivel obtenidas en 4.3 “Generación de curvas de nivel” se comenzó con el trazado del eje de la rasante.

Se inicia el proceso de diseño trazando los tramos rectos, teniendo en cuenta la ubicación de las condiciones de borde y la cantidad de curvas de nivel cortadas por las alineaciones. Las condiciones de borde son las torres de la línea de alta tensión, el cauce de escorrentía superficial y el estrato de roca en la parte alta.

En la Figura 5.1 se muestran los tramos rectos (alineaciones) sobre las curvas de nivel. La línea roja representa el borde del estrato rocoso y la línea verde el eje del cauce de escorrentía superficial.

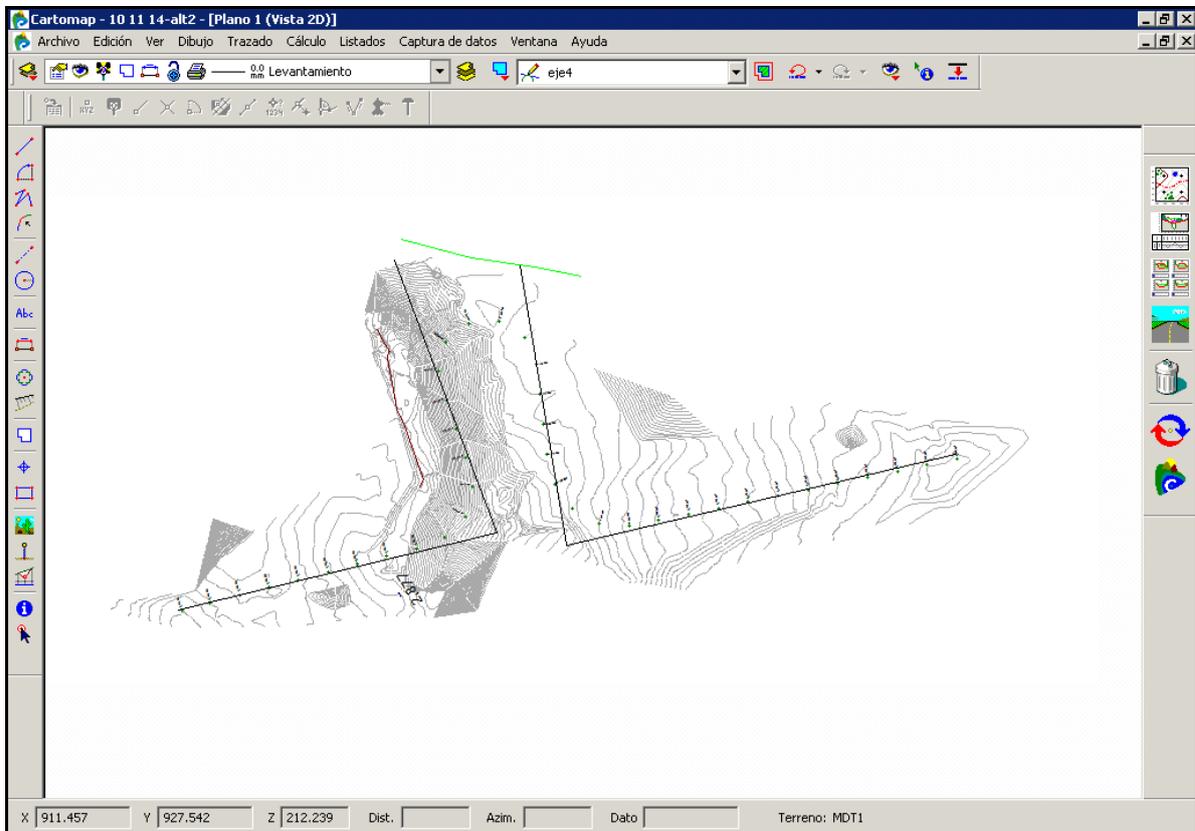


FIGURA 5.1 - Alineaciones

- CURVAS

El segundo paso consiste en trazar los enlaces entre dichas alineaciones. Estos enlaces son las curvas mediante las cuales se unen las alineaciones.

Las curvas pueden ser simple (radio constante) o curvas con transición (radio varía desde un valor infinito - recta - hasta el valor determinado para cada curva). La variación se produce de manera continua mediante una curva de transición del tipo espiral logarítmica, o clotoide en Cartomap.

Según las Normas de Diseño Geométrico (NDGDNV) se puede obviar la inclusión de las transiciones en curvas para radios mínimos, que son función de la velocidad directriz. Este radio mínimo se determina con la siguiente expresión:

$$R = \frac{vD^2}{10} = 160\text{metros}$$

Donde:

R: Radio de la curva, expresado en metros

VD: Velocidad Directriz, expresada en km/h

Como los radios adoptados son menores que 160 m se concluye que las curvas tienen que proyectarse con transición.

Para establecer la curva de transición se define la longitud de desarrollo de dicha curva. Para definir la longitud a utilizar se deben tener en cuenta 4 criterios que expresa la norma, sobre Comodidad Dinámica, Guiado Óptico, Apariencia General y Apariencia de Borde. La longitud a adoptar será la mayor que surja de estos criterios.

La NDGDNV en su tomo “ATLAS” contiene un resumen en el cual se tienen en cuenta estos criterios y adopta un valor de longitud de desarrollo que cumple con dichos criterios de manera simultánea. Este resumen consta de una tabla que se reproduce parcialmente en la Tabla 5.1 (mencionada como LAMINA N° 8 en la norma).

A esta tabla se ingresa con valores de velocidad directriz y el radio de la curva con esto se obtiene el valor L_{\min} que expresa la longitud de la transición, en metros, mínima a utilizar en el proyecto de la curva.

R [m]	V=25 km/h			V=30 km/h			V=40 km/h			V=50 km/h		
	e [%]	Lemin [m]	S[m]	e [%]	Lemin [m]	S[m]	e [%]	Lemin [m]	S[m]	e [%]	Lemin [m]	S[m]
	Rmin Abs= 20 Rmin Des= 50			Rmin Abs= 25 Rmin Des= 70			Rmin Abs= 50 Rmin Des= 125			Rmin Abs= 75 Rmin Des= 175		
20	10	45	6.6									
30	10	45	4.3	10	45	4.4						
40	10	45	3.3	10	45	3.3						
50	9.8	45	2.6	10	45	2.7	10	50	2.8			
60	8.2	35	2.2	10	45	2.3	10	50	2.4			
70	7	30	1.9	10	45	2	10	50	2.1			
80	6.2	30	1.7	8.9	40	1.7	10	50	1.9	10	55	2
90	5.5	30	1.5	7.9	35	1.6	10	50	1.7	10	50	1.8
100	4.9	30	1.4	7.1	30	1.4	10	50	1.5	10	50	1.6
110	4.5	30	1.3	6.4	30	1.3	10	50	1.4	10	50	1.5
120	4.1	30	1.2	5.9	30	1.2	10	50	1.3	10	50	1.4
130	3.8	30	1.1	5.5	30	1.1	9.7	45	1.2	10	50	1.3

140	3.5	30	1.1	5.1	30	1.1	9	45	1.1	10	50	1.2
150	3.3	30	1	4.7	30	1	8.4	40	1.1	10	50	1.2

TABLA 5.1 Longitud de desarrollo de clotoides (NDGDNV_Lamina N°8)

De la Tabla 5.1 se puede observar que la longitud mínima de desarrollo para curvas de 50, 60 y 70 metros de radio es 50m. Este es el valor que se adoptó en el diseño.

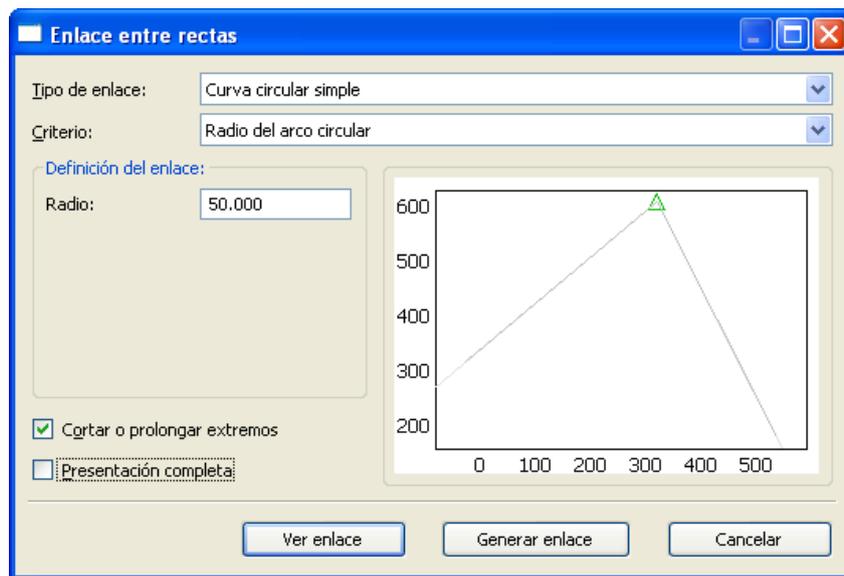


FIGURA 5.2 Enlaces

Luego de cargar estos radios en Cartomap se obtienen dichos enlaces como muestran las figuras 5.2 y 5.3.

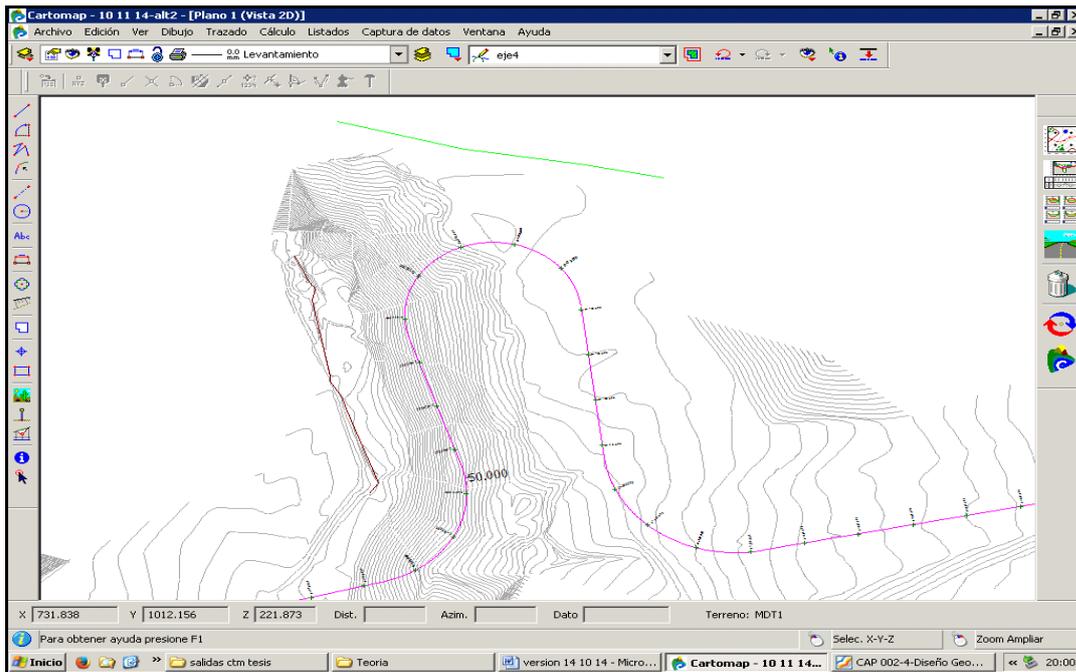


FIGURA 5.3–Eje de la traza con curvas

- RASANTE

Obtenida la planimetría se procede a realizar el trazado de la rasante del proyecto. Esto se realizó sobre el perfil longitudinal del terreno natural, trazando una recta de pendiente uniforme del 6% para todo el desarrollo del camino. Obteniendo como resultado la altimetría del eje.

En la Figura 5.4 se muestra el perfil longitudinal del terreno natural que genera Cartomap, en abscisas se representa el desarrollo del eje y en ordenadas la altura de cada punto del eje.

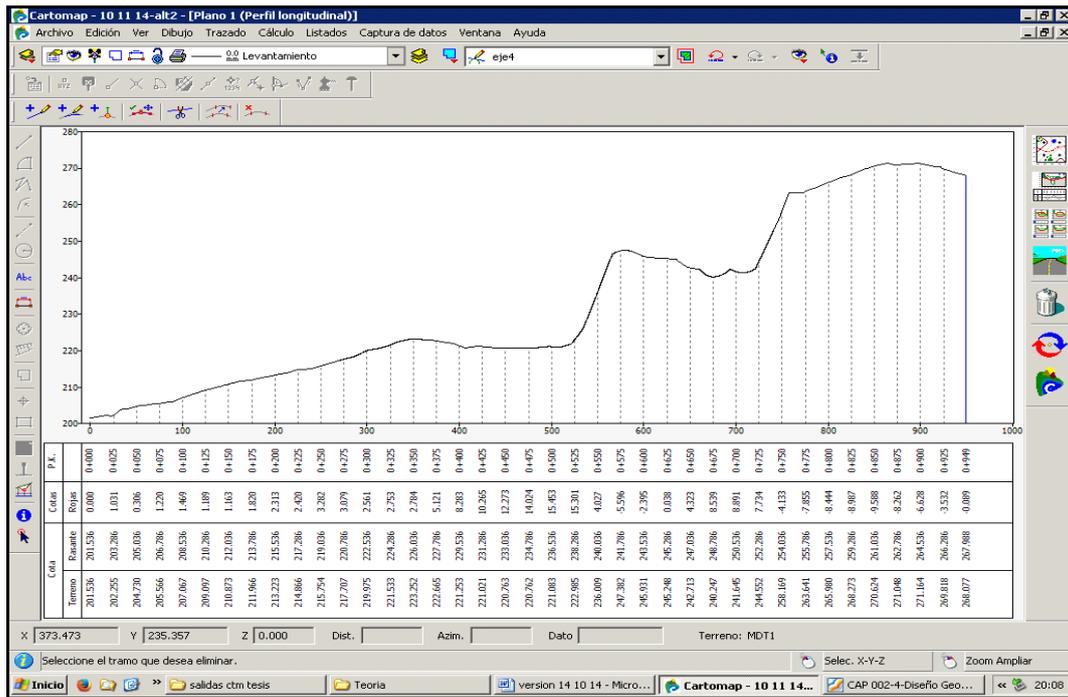


FIGURA 5.4: Perfil longitudinal del terreno natural

Una decisión tomada en el momento de proyectar la pendiente del camino fue adoptar una pendiente uniforme. El programa permite generar quiebres en la pendiente, al hacerlo se generarían, indefectiblemente, tramos de mayor pendiente que la media. Esto es así porque se mantienen fijas tanto la altura a salvar como la longitud del proyecto.

En la Figura 5.5 se muestra el perfil longitudinal del terreno natural y la rasante del eje del proyecto. Bajo el perfil se muestra una tabla con datos de cota de rasante y cota de terreno natural para cada progresiva y la diferencia de cota entre terreno natural y rasante, conocida como cota roja.

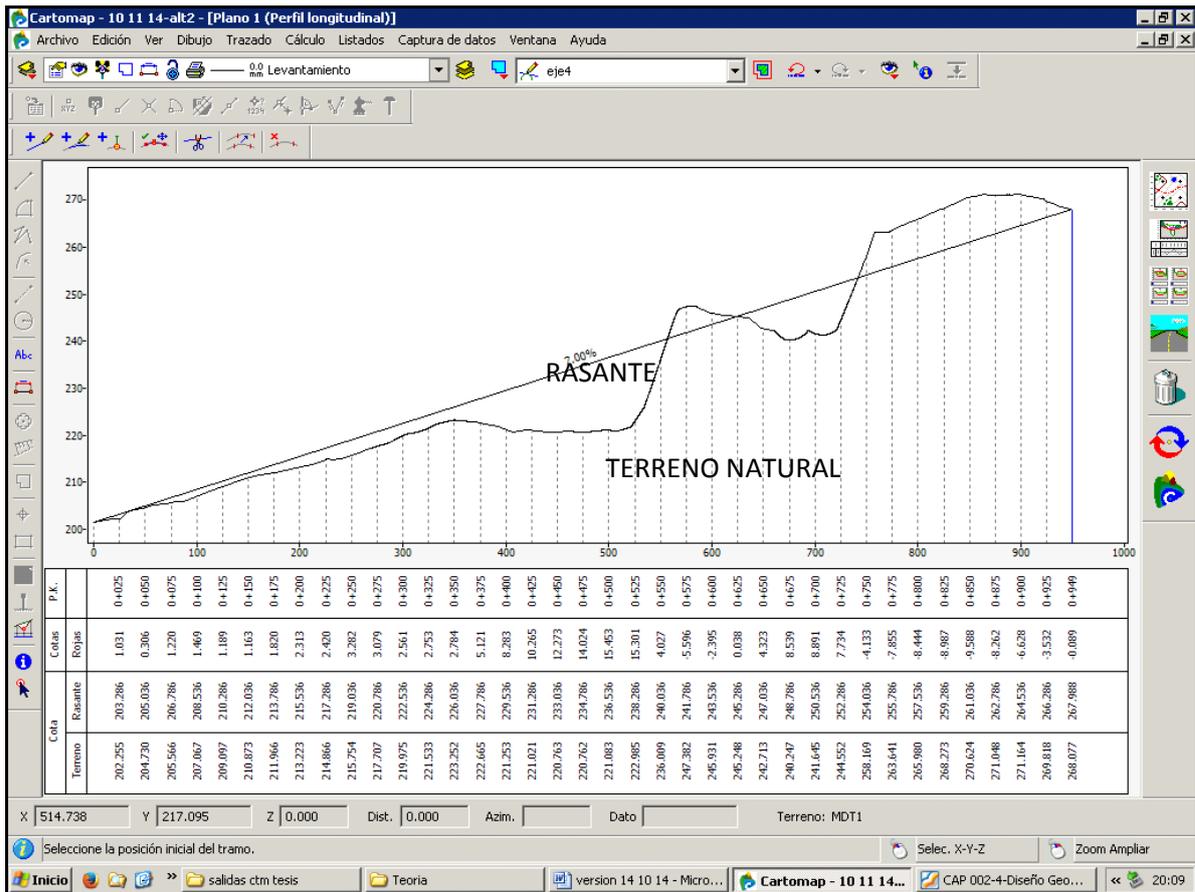


FIGURA 5.5 Perfil longitudinal del terreno natural y rasante

En Anexo 3 se presentan los planos de altimetría del eje de esta alternativa

- **PERFIL TRANSVERSAL**

El siguiente paso consiste en generar en Cartomap un perfil transversal tipo y asignarlo al proyecto.

En la generación del perfil tipo se utilizan los datos establecidos en el capítulo 2, de los valores de ancho de calzada, ancho de banquina, pendiente de talud y valores de peralte en tramos rectos. A este perfil se le agregaron las capas correspondientes a la subbase y base granular, con los espesores exigidos por el pliego de licitación.

Se confecciona de manera analítica el perfil tipo a utilizar, especificando longitudes y pendientes de cada elemento que forma el perfil tipo: calzada, banquina, pendiente de talud, fondo de cuneta y pendiente de contratalud.

Finalmente se asigna la sección transversal al proyecto que se está generando.

En la Figura 5.6 se muestra la pantalla que se observa en el programa cuando se realiza la asignación de secciones tipo al proyecto.

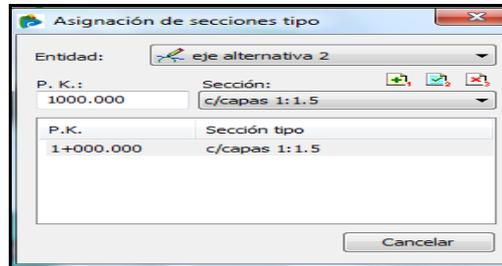


FIGURA 5.6 Asignación de perfil transversal tipo

En la Figura 5.7 se observan 3 perfiles transversales del proyecto con el perfil tipo ya asignado y en rojo la morfología del terreno natural.

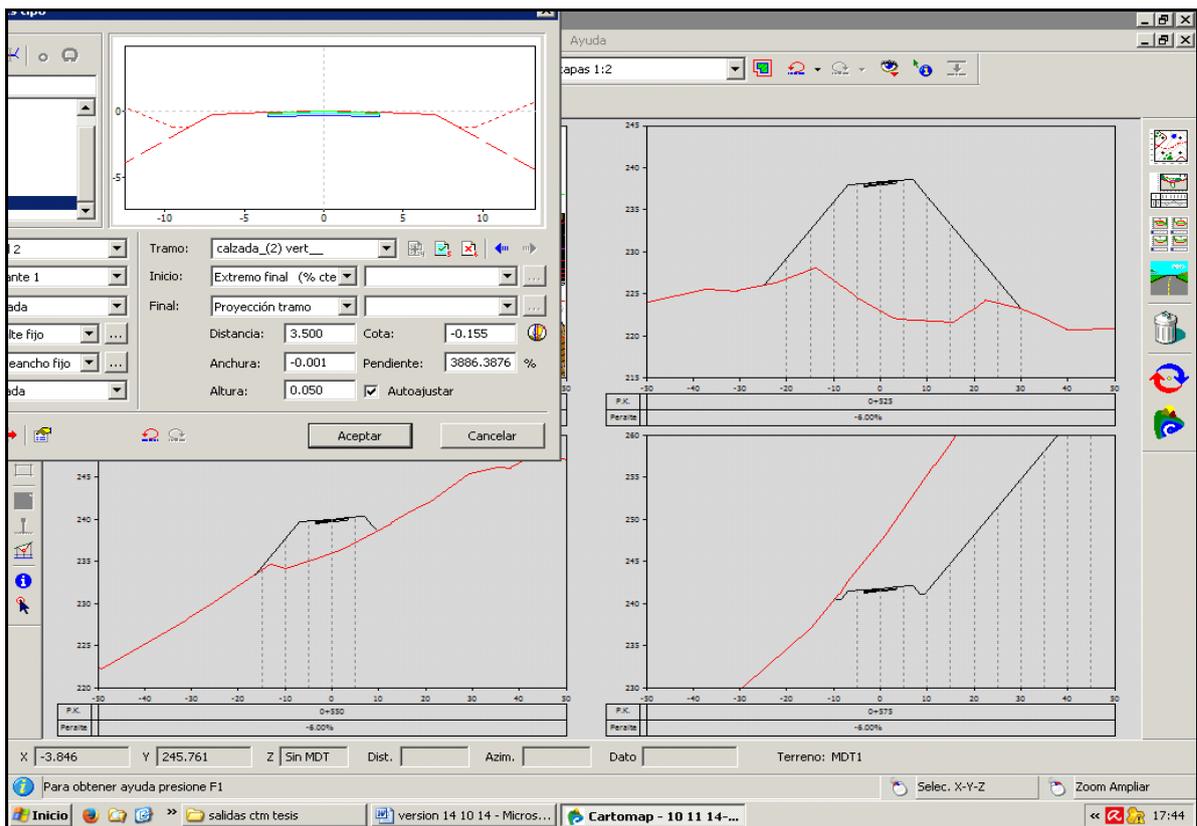


FIGURA 5.7 Perfil transversal tipo

- DETERMINACION Y ASIGNACION DE PERALTES:

Se define al peralte como la inclinación lateral que se le da a la calzada. Esta inclinación se utiliza para contrarrestar, en parte, la fuerza centrífuga que experimenta un vehículo al recorrer una trayectoria curva. Cuando el vehículo circula por una curva actúa sobre él una fuerza centrífuga que tiende a desplazarlo hacia la parte externa de la curva. Esta fuerza es directamente proporcional a la velocidad de circulación del vehículo e inversamente proporcional al radio de la curva.

Esto se deduce de la segunda ley de Newton:

$f=m.a$: segunda Ley de Newton

Donde:

f: fuerza que experimenta el vehículo

m: masa del móvil

a: aceleración centrífuga del vehículo

Y la aceleración centrífuga se expresa:

$$a = \frac{v^2}{R}$$

Donde:

V: velocidad del móvil

R: radio de la curva

Esta fuerza centrífuga es contrarrestada por fuerzas que dependen del coeficiente de fricción lateral entre neumático y calzada y del valor de peralte adoptado.

Las NDGDNV buscan contrarrestar totalmente la fuerza centrífuga con el peralte para grandes radios. A medida que el radio se acerca al valor mínimo absoluto, el peralte tiende a su valor máximo determinado en la tabla 4.1 del capítulo IV de la citada norma.

El valor del peralte se obtiene de la siguiente expresión:

$$p = \frac{VD^2}{127 * R} - a * f_{max}$$

Donde:

p: peralte

VD: velocidad directriz

R: radio de la curva

a=1 para radio mínimo absoluto

a=0.50 para radio mínimo deseable

a variable para radios intermedios

f_max: coeficiente de fricción máximo

La norma tiene tabulados los valores de peralte en función del radio y velocidad directriz. De la lámina N° 8 de las NDGNDV se obtienen los valores necesarios.

En la Tabla 5.2 se presentan los valores que establece la norma para la velocidad de diseño adoptada y los radios de cada una de las curvas.

Tabla 5.2 Radio y peralte de las curvas de la alternativa 1

CURVA N°	RADIO [m]	PERALTE [%]
1	60	10
2	50	10
3	70	10

Al comenzar una curva, los peraltes tienen que variar desde el peralte utilizado en el galibo en tramo recto hasta el valor de peralte calculado para cada curva. Galibo en tramo recto es el que tiene la pendiente para permitir el correcto escurrimiento de las aguas de lluvia hacia las banquetas.

Elementos que constituyen una curva:

Tramo recto – transición - tramo circular – transición - tramo recto. La transición suele ser una curva espiral logarítmica, también llamada clotoide.

Los cambios de tramos se distinguen mediante puntos representativos, que se indican en el esquema de la Figura 5.8, siendo:

TE: punto donde termina el tramo recto e inicia el tramo de curva espiral.

EC: punto final de la espiral y e inicio de la curva circular.

CE: punto final de la curva circular e inicio del segundo tramo de curva espiral.

ET: finaliza el segundo tramo espiral e inicia el siguiente tramo recto.

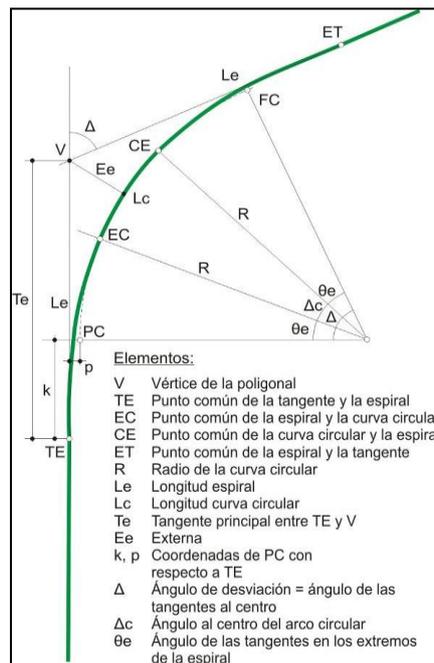


FIGURA 5.8 Elementos de una curva

En el tramo de transición el radio cambia de un valor infinito, en correspondencia con el tramo recto, hasta el valor adoptado para el radio de la curva circular. En los puntos de encuentro tramo recto – tramo de transición, el tramo de transición es tangente a la alineación del tramo recto.

En este caso la longitud de desarrollo es 50 metros. Junto con la variación del radio, sobre la longitud de desarrollo, se produce la transición del peralte de la calzada, desde el galibo normal (sección transversal tipo) con pendiente del 3% hacia las banquetas, hasta el valor de 10% que es el peralte calculado para cada curva.

En las curvas con clotoide la transición del peralte se realiza sobre la clotoide mientras que en las curvas simples, el 50% se realiza sobre la tangente y el otro 50% sobre la parte circular en una longitud no menor a la dada por la lámina N° 8 de las NDGDNV.

En la Figura 5.9 se muestran los perfiles transversales de la calzada y como varían sus tramos (izquierdo y derecho) para una curva a la derecha. En el punto A se muestra el galibo normal; en el punto B el tramo izquierdo se hace horizontal; en el punto C el tramo de la izquierda adopta la pendiente del tramo derecho y finalmente en el punto E se muestra como rotan los tramos respecto del centro de la calzada hasta el valor de peralte establecido para dicha curva.

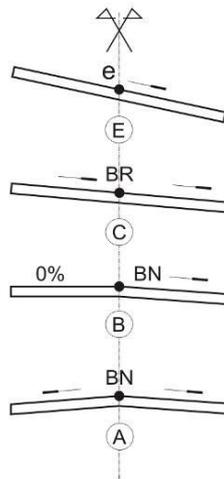


FIGURA 5.9 Método de variación de peralte

En el siguiente paso se le asignan los peraltes a la entidad de Cartomap en todo el desarrollo. En los tramos rectos el peralte resulta de la sección tipo ingresada

anteriormente, con una pendiente de calzada que permite el escurrimiento de las aguas superficiales. El valor adoptado es la inclinación transversal que toma la calzada cuando se transita por el tramo circular de dicho enlace (corresponde al punto E de la Figura 5.9).

En la Figura 5.10 se muestran los diferentes tramos que componen un perfil transversal..

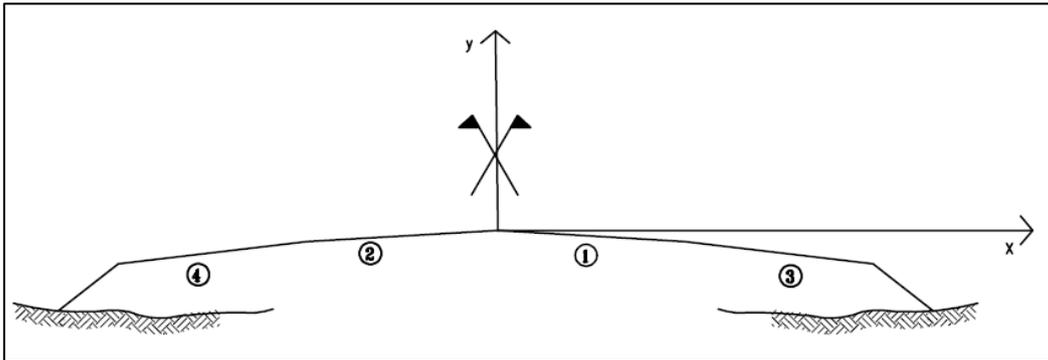


FIGURA 5.10 Sistema de referencia y tramos de un perfil transversal

- DETERMINACIÓN Y ASIGNACIÓN DE SOBREANCHOS:

En una curva se aumenta el ancho de la calzada. Este aumento en el ancho de la calzada se introduce con el fin de permitir a un vehículo mantenerse dentro de su carril mientras transita la curva a la velocidad directriz. Esto se basa en el hecho de que un vehículo al recorrer una curva ocupa un ancho mayor al del vehículo, como se muestra en el esquema la Figura 5.11 (a). Además el sobreancho también tiene en cuenta la dificultad que genera una curva para mantener el vehículo en la zona central del carril y poder visualizar la posición relativa de un vehículo que viene transitando en sentido contrario.

Para el cálculo de este sobreancho, la norma establece como vehículo tipo un camión semirremolque con las dimensiones indicadas en el esquema la Figura 5.11 (b).

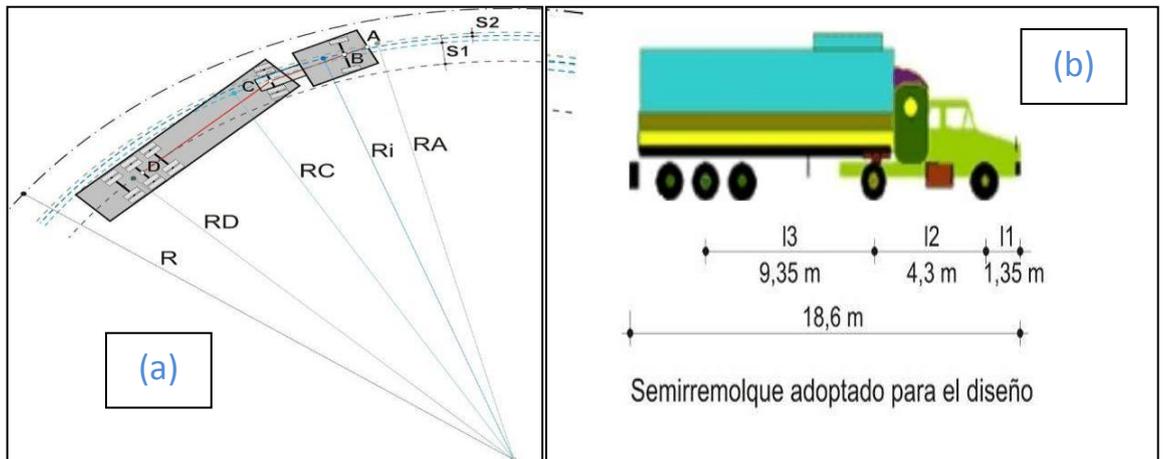


FIGURA 5.11 Esquema para el cálculo de sobreebanco en curva

La expresión de cálculo de sobreebanco es la siguiente:

$$S = 2[R - \sqrt{R^2 - (I_2^2 + I_3^2)}] + [\sqrt{R^2 - (I_1(I_1 + 2I_2) - R)}] + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

$I_1 = 1.35 \text{ m}$ Es la distancia entre paragolpes delantero y eje delantero de la unidad tractora

$I_2 = 4.30 \text{ m}$ Es la distancia entre eje trasero y eje delantero de la unidad tractora

$I_3 = 9.35 \text{ m}$ Es la distancia entre eje trasero de la unidad tractora y eje medio del semirremolque

R: radio de la curva

V: velocidad directriz del proyecto

Los valores de sobreebanco para cada curva se presentan en tabla 5.3.

Tabla 5.3 sobreeanchos de cada curva de la alternativa 1

CURVA N°	RADIO [m]	SOBREENCHO [m]
1	60	2.40
2	50	2.80
3	70	2.10

La aplicación del sobreeancho calculado debe hacerse mitad para cada lado en curvas con transición, variando linealmente desde el punto intersección tangente-espiral hasta el punto espiral-circular, logrando su valor máximo en este último punto. Se mantiene el valor constante sobre toda la curva circular y luego varia de manera inversa desde el valor “S” hasta cero en el punto espiral-tangente.

En curvas sin transición el sobreeancho se aplica completamente sobre la cara interna de la curva, y la longitud de desarrollo será la misma utilizada para desarrollar el peralte en curvas sin transición, descrito en el punto anterior.

En la Figura 5.12 se muestra la variación del sobreeancho sobre la longitud de transición y como se mantiene constante sobre la curva circular. También se observa cómo se aplica la mitad del sobreeancho a cada lado de la curva.

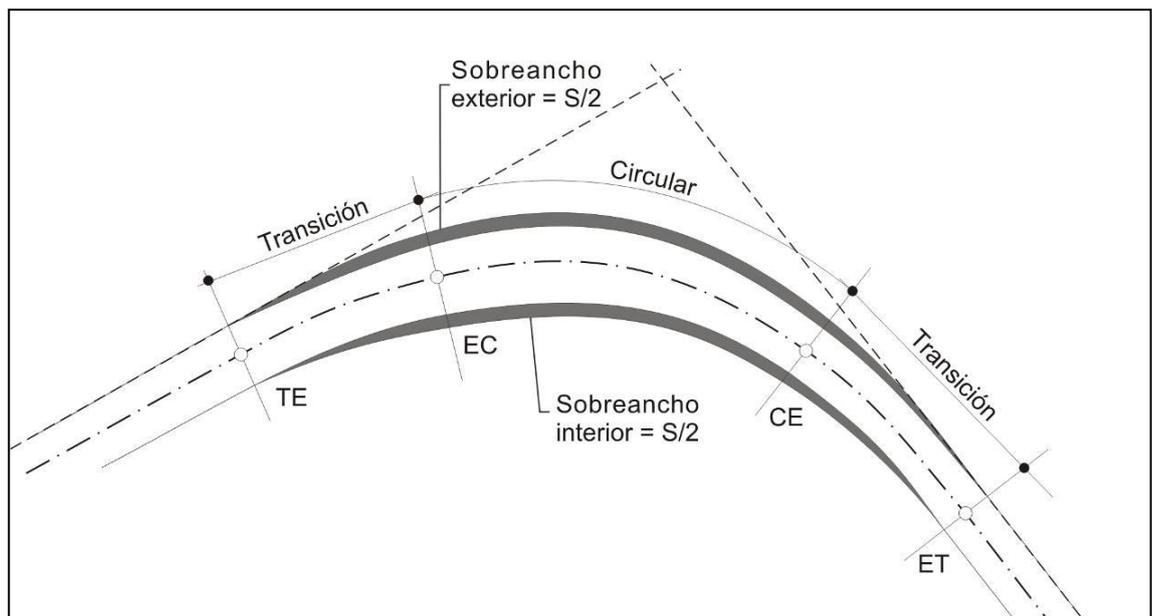


FIGURA 5.12 Esquema para aplicación de sobreeanchos

- CALCULO DE QUADS

Luego de cargar los parámetros geométricos del proyecto Cartomap genera un modelo digital de la obra. Dicho modelo digital se conforma con los llamados QUAD. Un Quad es la unidad geométrica que se forma al unir los vértices de los tramos de dos secciones tipo a distintas progresivas. En la Figura 5.13 se muestra gráficamente como queda formado un Quad por cuatro vértices.

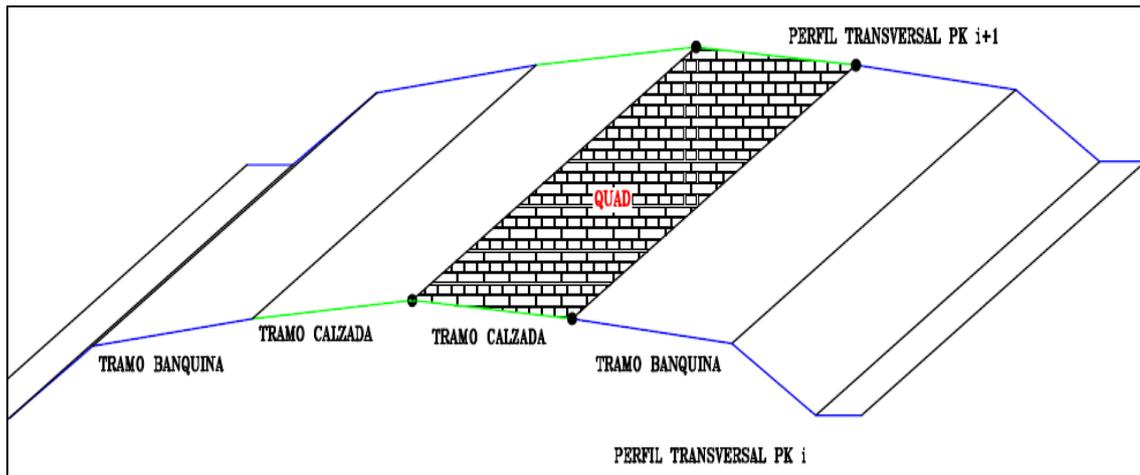


FIGURA 5.13 Representación gráfica de un Quad

En este momento se encuentran cargados los parámetros geométricos que definen el proyecto. Con esto Cartomap calcula volúmenes de movimiento de suelos, permite exportar planos en formato .DWG para editarlos en programas como AutoCAD. Se obtienen planos de planialtimetrías, perfiles transversales y un modelo en tres dimensiones del proyecto implantado en el terreno. Además del programa se obtienen listados de cubicaciones, asignaciones de peraltes y sobreanchos.

5.4 Resultados y análisis de alternativas

5-4-1 Análisis Alternativa I:

En la alternativa 1 no fue posible cumplir con los parámetros geométricos exigidos por las NDGNDV y respetar, al mismo tiempo, las condiciones de borde existentes.

Para cumplir con la pendiente de 6% fue necesario aumentar la longitud del tramo.

Y para que la curva número 2 tenga un radio de 50 metros se tienen dos opciones:

Extenderse hacia afuera del modelo digital, como se muestra en la Figura 5.14 o aumentar el ángulo entre la alineación 2 y 3 generando un acortamiento en la longitud de desarrollo, como muestra la Figura 5.15.

En la Figura 5.14 se muestra una parte de la planimetría donde se puede ver como el eje sale del modelo digital del terreno, cruzando la línea de escurrimiento y metiéndose en el frente de barda sobre la curva 2.

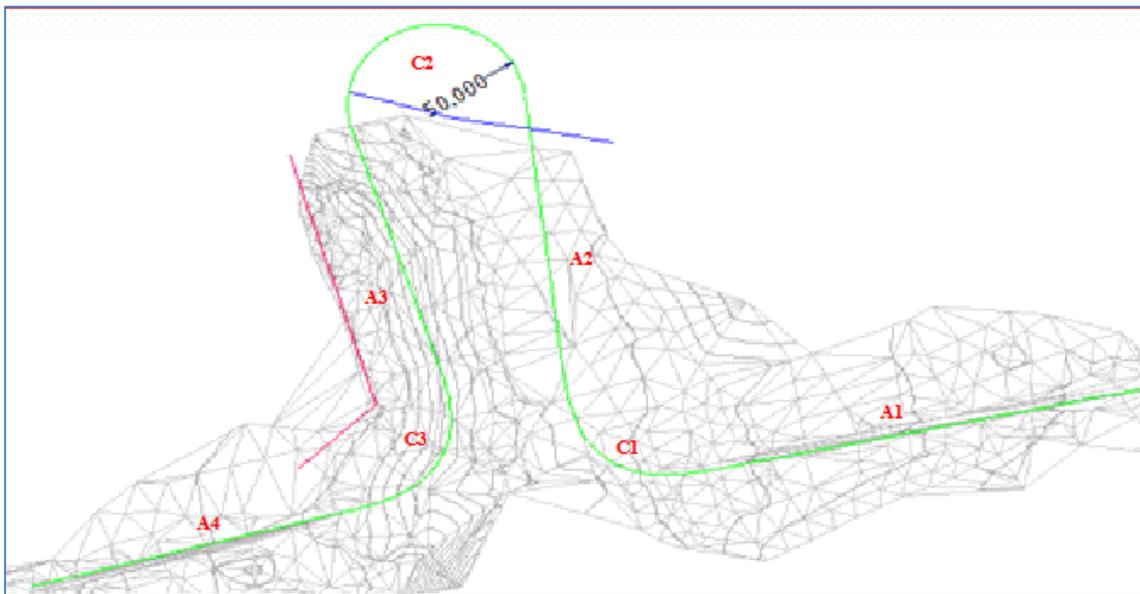


FIGURA 5.14 Alternativa 1

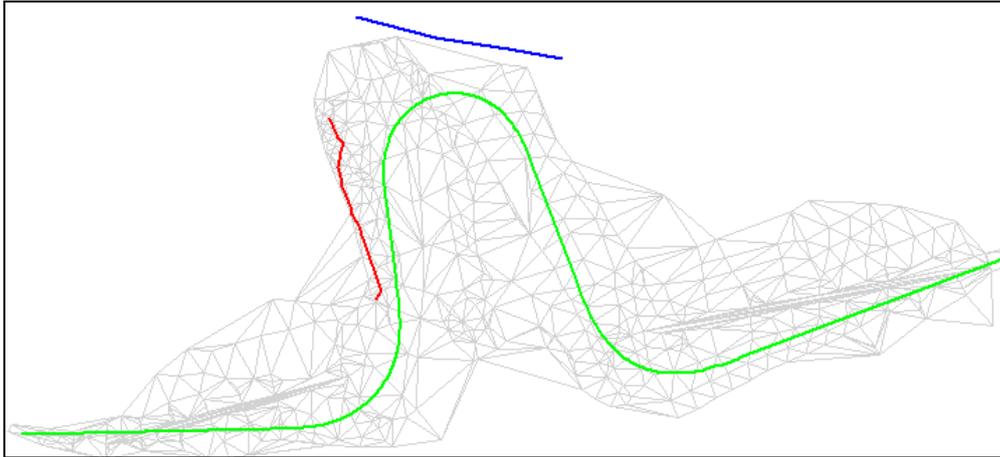


FIGURA 5.15 Alternativa 1

Análisis de los efectos sobre el proyecto al aplicar estos cambios:

Estos cambios en los parámetros geométricos, generan gran impacto en el costo de la obra. En este caso:

- El hecho de aumentar el radio de la curva N°2 genera un desplazamiento de la traza, lo que lleva a un aumento en el movimiento de suelos. Si el desplazamiento es en dirección al Este aumenta el volumen de terraplén. Habrá un aumento de la excavación si el desplazamiento es hacia el Oeste, aumentando el costo por utilizar técnicas especiales para remover un estrato rocoso ubicado en la parte alta, (de 2 metros de potencia promedio).
- Otro punto importante fue la condición limitante en el sector Norte, donde el terraplén cortaría el cauce natural de una cárcava que conduce las escorrentías pluviales de la cuenca. En este caso se debería proyectar algún tipo de protección al terraplén, sea un alcantarillado/entubado de dicho cauce o bien el revestimiento del talud, para así evitar la erosión del mismo, aumentando más aun el costo.
- La disminución de la pendiente tiene como efecto más notorio el aumento de la longitud de desarrollo del proyecto, hecho inevitable para disminuir la pendiente promedio.

Este hecho se acentúa cuando se busca generar un diseño en el cual la fluidez de circulación sea una premisa importante. En el caso que deba respetarse la pendiente promedio, se generan quiebres en la pendiente de modo tal que la pendiente entre

quiebre y quiebre disminuya a medida que un vehículo asciende, es decir, a medida que aumenta la progresiva de la traza.

Con esto se logra aprovechar el desarrollo de potencia de un vehículo que se desplaza con cierta velocidad inicial. Y evitar una brusca disminución de su velocidad en el tramo final. Este efecto es más notorio en vehículos pesados, como camiones, donde la relación peso/potencia puede limitar la velocidad de operación por debajo de la velocidad de diseño.

Un vehículo tipo, como puede ser un Renault Laguna, pesa 15.25 kN y entrega una potencia máxima de 103 kW, dando una relación peso/potencia de 0.15. Mientras que un camión puede pesar en su conjunto unas 350 kN y el tractor entregar una potencia de 150 kW, dando una relación peso/potencia de 2.33. O sea se dispone de 1 W por cada 2.33 N.

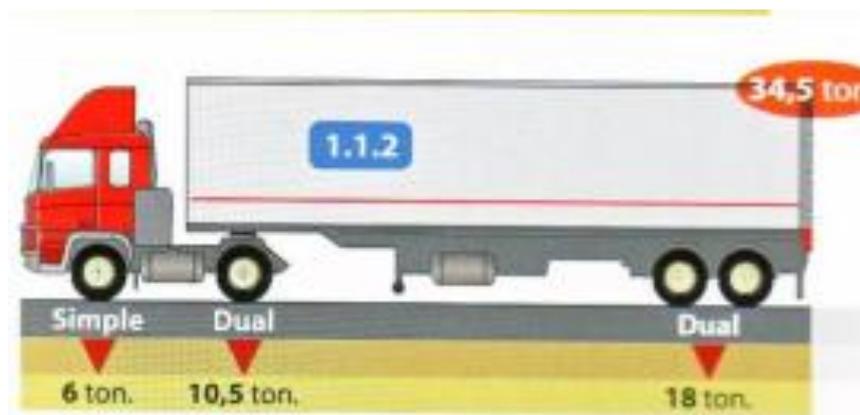


FIGURA 5.16 Esquema de camión con remolque

Disminución de pendiente en curva:

Con el objetivo de mantener una velocidad de operación, aproximadamente igual a la Velocidad Directriz, se reduce la pendiente en curva, lugar donde un vehículo requiere mayor potencia para mantener su velocidad de marcha. El mayor requerimiento de potencia se debe al aumento de la fuerza de fricción entre pavimento y neumáticos. Esto se explica ya que al circular sobre la calzada peraltada, la fuerza de fricción transversal se descompone en dirección vertical y tangencial. La componente vertical aumenta la fuerza normal que se compone ahora del peso propio más la componente que proviene de la fricción. Esta fuerza normal es la encargada de producir la fricción en el plano de

la calzada, la cual genera un aumento en la potencia necesaria para mantener la velocidad.

Todas estas consideraciones son las óptimas para realizar un proyecto vial con las mejores condiciones, lamentablemente conllevan a un aumento en la longitud de desarrollo del proyecto y consecuente aumento de movimiento de suelos, cuestiones que no pueden dejar de ser tenidas en cuenta.

Por lo tanto se concluye que con esta alternativa no es factible cumplir con los parámetros geométricos que establecen la NDGNDV y las condiciones del pliego de licitación.

- *5.4.2 Análisis Alternativa 2:*

El primer objetivo de esta alternativa fue reducir el volumen de excavación, debido a que era la única tarea que especificaba el pliego de licitación además se buscó que los volúmenes de excavación resultasen con una adecuada compensación entre terraplén y desmonte. Este nuevo objetivo surgió en el transcurso de la obra, debido a un nuevo contrato que incluyó la realización del terraplén por parte de la empresa.

A continuación se describen los parámetros geométricos adoptados y las particularidades que se encontraron luego de analizar los resultados que se obtuvieron al cargar esta alternativa en Cartomap:

Para la curva N° 1 se adopta un radio de 60 metros, siendo la velocidad de diseño de 40 km/h. Estos valores conducen a que requiere una curva con transición (según lo obtenido en el punto 5.3.2, el valor mínimo de radio de curva que no requiere transición es de 160 metros).

En el caso particular de la curva N° 2 se adoptó un radio menor al mínimo absoluto establecido por la norma. Se analizan a continuación, mediante los cálculos analíticos a partir de los cuales la norma establece los valores de longitud de desarrollo de las transiciones.

- *Primer criterio: Comodidad Dinámica.*

Este criterio tiene en cuenta la variación de la aceleración centrífuga (manteniendo la velocidad de circulación constante). Se adopta un valor tal que no genere incomodidad a los pasajeros, adoptando como transición una curva de Euler o Clotoide, se obtiene la siguiente expresión:

$$L_e = 2.72 \frac{V}{A} \left(0.007865 \frac{V^2}{R} - P \right)$$

Siendo:

L_e : longitud de desarrollo de la espiral [m]

V: velocidad directriz [km/h]

A: variación de la aceleración centrífuga $\left[\frac{m}{s^3} \right]$

R: radio de la curva circular [m]

P: coeficiente de peralte

Recordando los parámetros de la curva N° 2, R=40 m; V=30 km/h; P=10%

Para el valor de A la norma establece que entre 0.30 y 0.60 $\frac{m}{s^3}$ no se siente incomodidad, aquí optamos por utilizar el valor 0.60 mientras que la norma lo hace con 0.45.

Utilizando estos valores el cálculo de la longitud de desarrollo es:

$$L_e = 10.5 \text{ m}$$

Segundo criterio: Apariencia General

Lo que establece este criterio es que un vehículo circulando a la velocidad directriz no demore menos de dos segundos en recorrer la longitud de desarrollo. La expresión para su cálculo es la siguiente:

$$L_e = \frac{V}{1.8}$$

Siendo V la velocidad directriz expresada en km/h y Le en metros

Esto da:

$$L_e = 16.7 \text{ m}$$

Tercer criterio: Apariencia de Borde

En la longitud de desarrollo también se suele introducir la variación del peralte, se busca que dicha variación no sea muy abrupta. La norma utiliza la fórmula:

$$L_e = \frac{P \cdot V}{11}$$

Siendo:

V: velocidad directriz [km/h]

P: peralte [%]

Esto da como resultado:

$$L_e = 27.3 \text{ m}$$

Cuarto criterio: Guiado Óptico

Este criterio se establece para asegurar que una curva sea visible, planteando que el giro sobre la espiral debe ser del orden de los 3°. La expresión resultante es:

$$L_e = \frac{R}{10} = 3 \text{ m}$$

Para cumplir con los cuatro criterios se debería adoptar el valor de 27.3 m de longitud de desarrollo.

La norma aclara que en ningún caso se utilizara una longitud de transición menor a los 30 m.

Por esto se decidió no incluir la transición sino adoptar una curva circular simple. Este hecho nos permite reducir el movimiento de suelos entre progresiva de inicio y fin de curva.

Respecto a las curvas N° 1 y N° 3 se realizaron estos mismos cálculos y dieron valores mayores a 30 metros, por lo tanto se decidió adoptar los valores que Figuran en la lámina N° 8 de las NDGNDV.

Para la curva N° 1, de 60 metros de radio, se adopta un peralte de 10% el cual es el valor máximo de peralte permitido, dado que el radio es mayor al mínimo absoluto no actuará la fuerza de fricción máxima. Para las curvas N° 2 y 3 se adoptan los valores máximos de peraltes obtenidos de las NDGNDV expresados en la Tabla 3.1.

Para las curvas N° 2 y 3 se asignan estos peraltes debido a que la definición de radio mínimo absoluto es el radio para el cual un vehículo circulando a la velocidad directriz experimenta una aceleración centrífuga tal que hace que actúe la fuerza de fricción lateral máxima entre calzada y neumático.

El caso de la curva N° 2, que es especial debido a que $R_2=40$ m está por debajo del radio mínimo absoluto. La norma no permite utilizar este valor de radio para la velocidad directriz establecida para el proyecto de 40 km/h. Lo que se hizo fue plantear que en la zona de curva N° 2 se reduce la velocidad de diseño de 40 a 30 km/h, de esta manera para la velocidad directriz de 30 km/h el radio mínimo es de 25 metros. En obra se colocara carteleria vertical indicando la velocidad máxima. En tabla 5.4 se resumen los valores de radio y sobreancho para cada curva.

Tabla 5.4 Radios y sobreanchos para las curvas de la alternativa 2

CURVA N°	RADIO [m]	SOBREANCHO [m]
1	60	2.40
2	40	3.30
3	70	2.10

Capítulo 6: Alternativa definitiva

6.1 Introducción

Para obtener la alternativa 2 se fue iterando en Cartomap modificando longitud de alineaciones y variación del ángulo entre ellas y junto con el cálculo de volúmenes de movimientos de suelo de cada caso hasta obtener un valor mínimo de excavación.

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en esta alternativa:

6.2 Alternativa 2

En la Tabla 6.1 se muestran los parámetros geométricos utilizados en esta alternativa. En la columna de velocidad directriz se muestra la reducción que se introdujo en la zona de la curva N° 2 con el fin de utilizar un radio de curvatura de 40 metros. Se utilizaron los peraltes máximos en las 3 curvas y el sobreebanco que establece la norma para cada radio y velocidad directriz utilizados.

Tabla 6.1 Parámetros geométricos de la alternativa 2

PARAMETROS GEOMETRICOS ALTERNATIVA 2				
CURVA N°	VELOCIDAD DIRECTRIZ [km/h]	RADIO [m]	PERALTE [%]	SOBREANCHO [m]
1	40	60	10	2.4
2	30	40	10	3.3
3	40	70	10	2.1

En tabla 6.2 se muestran los volúmenes de suelo de este proyecto. En la columna volúmenes sin coeficientes se muestran, la excavación que debe hacerse para llegar a los niveles de subrasante del proyecto, sin aplicar el coeficiente de esponjamiento. El coeficiente de esponjamiento es la relación entre el volumen final e inicial de suelo removido. Para este tipo de suelo y según experiencia del constructor se adoptó un valor de 1.15.

Y luego el volumen final compactado de suelo, sin aplicar el coeficiente de compactación. El coeficiente de compactación es la relación de volúmenes del suelo una vez compactado y el suelo suelto, el valor adoptado según recomendación del constructor fue 0.85.

En la columna de coeficientes se muestran los valores adoptados de coeficientes de esponjamiento y compactación.

Para obtener los volúmenes de suelo que deberán moverse se utilizaron estos coeficientes en la obra. Esto quiere decir que al excavar 79.774 metros cúbicos de este suelo, debido al esponjamiento del mismo, el volumen a transportar será de 91.740 metros cúbicos. Para obtener 107.150 metros cúbicos de suelo compactado se deberán aportar 126.059 metros cúbicos de suelo transportado.

Debido a que los volúmenes requeridos para los terraplenes son mayor al volumen de excavación se realizó una alternativa de utilizar el material de un área de préstamo. La diferencia de suelo entre lo que se obtiene al excavar y lo que se necesita es 34.319 metros cúbicos. Por lo tanto se debe obtener un préstamo de esta cantidad. El volumen adicional requerido se planifico obtener de una excavación adicional en la zona de la

curva N° 2 que servirá como zona de detención por generarse un ensanchamiento de banquina hacia afuera de la curva, como muestra la Figura 6.1.

Tabla 6.2 Volúmenes de movimiento de suelo de la alternativa 2

RESUMEN MOVIMIENTO DE SUELO DE LA ALTERNATIVA 2				
TIPO DE MOVIMIENTO	VOLUMEN sin coeficientes [m³]	COEFICIENTES	VOLUMEN A TRANSPORTAR [m³]	DIFERENCIA [m³]
DESMONTE	79774	1.15	91740	
TERRAPLEN	107150	0.85	126059	34319

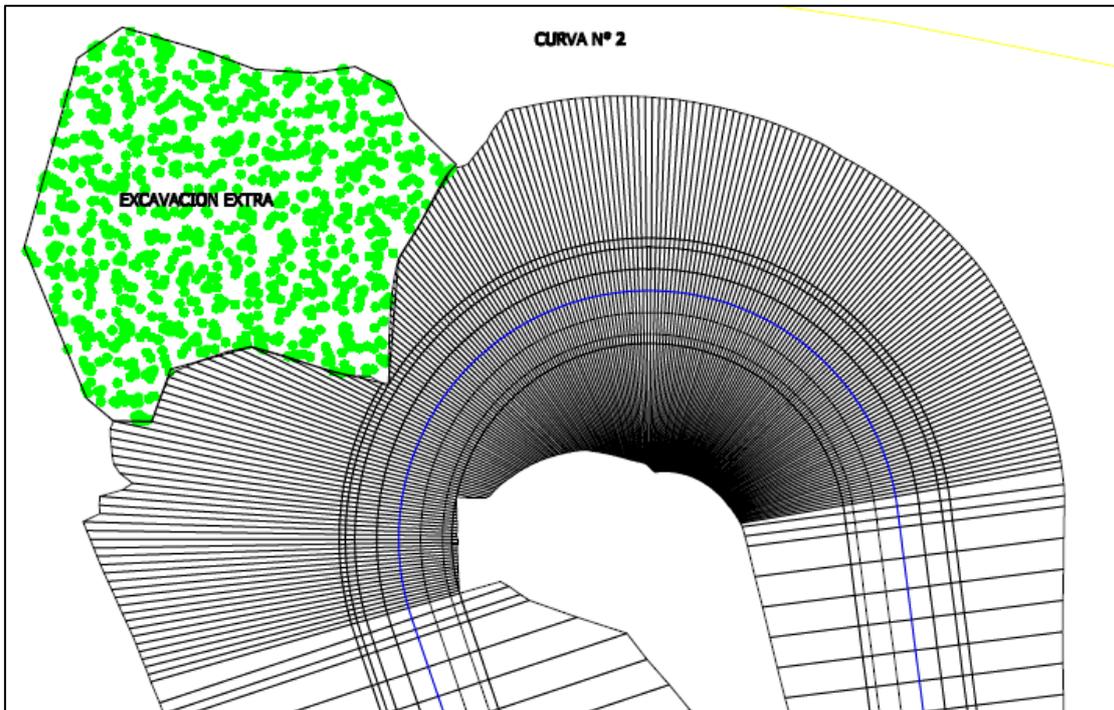


FIGURA 6.1 Zona de préstamo a excavar.

Las planillas completas se muestran en Anexo 3 junto con los planos.

Capítulo 7 Comparaciones entre proyecto original, alternativa 2 y normas de diseño geométrico

7.1 Introducción

Luego de obtenida la alternativa 2 como definitiva, se realizó la comparación con las demás para analizar que parámetros o volúmenes se pudieron mejorar y cuáles no.

7.2 Comparación de parámetros geométricos

En las tablas 7.1, 7.2 y 7.3 se muestran los valores de los parámetros geométricos recomendados por las NDGNDV, los utilizados en el proyecto del municipio y en la alternativa 2 respectivamente.

De las comparaciones de los valores de radio de las curvas y de la velocidad directriz utilizada en el diseño, cabe destacar el hecho que al utilizar una velocidad directriz de 30 km/h en la curva N° 2 de la alternativa 2 permite aumentar el radio de dicha curva de 19 metros, como proponía el proyecto del municipio, a 40 metros y cumplir con las recomendaciones de la norma. [NDGDNV, 1980]

Se adoptaron valores de peralte máximo en las 3 curvas, siendo la única opción para la curva N° 2, donde actúa la máxima fricción lateral para un vehículo que circule a la velocidad directriz.

En las curvas N° 1 y 3 se utilizó un radio mayor al mínimo absoluto por lo tanto no actuará la fuerza de fricción máxima bajo las mismas condiciones de circulación.

Las curvas N° 1 y 3 presentan mayor seguridad para vehículos que superen la velocidad de diseño.

TABLA 7.1 Parámetros geométricos de NDGDNV.

CURVA N°	VELOCIDAD DIRECTRIZ [km/h]	RADIO MINIMO [m]	PERALTE MAXIMO [%]	SOBREANCHO [m]
1				
2	40	50	10	2.8
3				

TABLA 7.2 Parámetros geométricos proyecto municipio

CURVA N°	VELOCIDAD DIRECTRIZ [km/h]	RADIO [m]	PERALTE [%]	SOBREANCHO [m]
1		57		
2	40	19	N/E	N/E
3		73		

TABLA 7.3 Parámetros geométricos alternativa 2

CURVA N°	VELOCIDAD DIRECTRIZ [km/h]	RADIO [m]	PERALTE [%]	SOBREANCHO [m]
1	40	60	10	2.4
2	30	40	10	3.3
3	40	70	10	2.1

7.3 Comparación de datos

En tablas 7.4, 7.5 y 7.6 se presentan los valores de pendiente máxima de rasante, ancho de calzada, ancho de banquina y el talud mínimo de terraplén según la NDGDNV, del proyecto del municipio y de la alternativa 2 respectivamente.

La NDGDNV plantea una pendiente longitudinal máxima del 6 %. En esta alternativa se utilizó 7 %. Se justifica este aumento de pendiente, en que dicha pendiente máxima contempla un 30% de circulación de camiones y se prevé que se tendrá una circulación menor. La norma utiliza un camión tipo con relación peso potencia de 2 N/W, quiere decir que para pendientes mayores a 6% un camión con esas características no podrá mantener la velocidad de marcha cuando circule el tránsito máximo horario. Esto generaría cierta congestión de tránsito.

En la alternativa 2 los valores adoptados difieren de los recomendados por las NDGDNV debido a que se estima que no circulara un 30 % de camiones. En el caso que así ocurriese, como el tramo no es demasiado largo 946 metros, no generaría grandes problemas en la circulación. Por otra parte la relación peso potencia utilizada en la norma quedaría exagerada frente a los valores para automóviles como se muestra en la sección 5.4.1

En la alternativa 2 se utilizaron los valores recomendados por las normas en lo referente a ancho de calzada, ancho de banquina y el talud mínimo de terraplén, a diferencia del proyecto del municipio.

TABLA 7. 4 Datos y Parámetros geométricos recomendados por las NDGNDV

PENDIENTE [%]	ANCHO CALZADA [m]	ANCHO BANQUINA [m]	TALUD DE TERRAPLEN
6.0	6	1.25	1:1 1/2

TABLA 7. 5 Datos y Parámetros geométricos proyecto del municipio

DESARROLLO [m]	PENDIENTE [%]	ANCHO CALZADA [m]	ANCHO BANQUINA [m]	TALUD DE TERRAPLEN
925.00	7.1	7	3.50	1:1 1/2

TABLA 7. 6 Datos y Parámetros geométricos alternativa 2

DESARROLLO [m]	PENDIENTE [%]	ANCHO CALZADA [m]	ANCHO BANQUINA [m]	TALUD DE TERRAPLEN
946.4	7.0	6	1.25	1:1.5

7.4 Comparación de volúmenes

En tabla 7.7 se especifican los volúmenes de suelo a desmontar y transportar, comparando los informados por el municipio con los obtenidos para la alternativa 2.

El pliego de licitación de esta obra especifica una excavación de 110.000 metros cúbicos con el fin de permitir la apertura del camino, en la alternativa 2 se obtuvo un valor de 79.774 metros cúbicos, este volumen se refiere al volumen de suelo existente con las condiciones in-situ, al excavar dicho material se disminuye su densidad, aumentando su volumen, este fenómeno se lo conoce como esponjamiento del suelo. Para este tipo de suelo se adoptó un esponjamiento del 15%. El volumen real a transportar proveniente de la excavación necesaria es 91.740 metros cúbicos, dentro del volumen previste por el pliego.

El volumen de terraplén es 107.150 metros cúbicos, para la alternativa 2 (Tabla 6.2).

Para calcular el volumen real a transportar se debe tener en cuenta el coeficiente de compactación del suelo, adoptado en 0.85. Por lo tanto el volumen total a transportar resulta en 126.059 metros cúbicos (15% más de lo previsto desmontar en el pliego).

TABLA 7.7 Comparativa movimientos de suelo

PROYECTO	VOLUMEN A DESMONTAR [m³]	VOLUMEN A TRANSPORTAR [m³]
MUNICIPIO	110,000	N/E
ALTERNATIVA 2	79774	126059

7.5 Replanteo

Las tareas de replanteo se realizaron con estación total. Primeramente se replanteo el eje del trazado en planta para ubicar en el terreno donde pasaría el camino. Luego se procedió a replantar los bordes de talud y así constatar que no se generasen interferencias con las condiciones de borde.

El procedimiento para realizar el replanteo con estación total que se utilizo es el siguiente:

- Primero se debe generar un archivo con extensión .ÁREA con el cual la estación total pueda leer los puntos que se le vayan a cargar. Este archivo se genera en el software de transmisión de datos “Geodimeter” el cual recibe los datos de salida de Cartomap como un listado de puntos.
- Una vez cargado el proyecto de la traza en el equipo se procede al trabajo de campo.
- Puesta en estación en la cercanía del inicio del camino. Se ingresa al programa 29 “ROADLINE 2D”, se toma una primer medición colocando el prisma en algún punto, con el objetivo de buscar el correspondiente al eje del trazado, el inicial en la PK 0+000.

En esta pantalla se muestra el apartamiento al punto buscado en términos de ángulos. El asistente deberá mover el prisma en la dirección que reduzca estos valores. El procedimiento se torna iterativo, hasta llegar a cero. En dicho lugar se encuentra el punto que se quería replantear, en este caso el eje en su progresiva 0+000. Se repite el procedimiento para el resto de los puntos a replantear.

El programa “ROADLINE 2D” realiza el replanteo de puntos en planimetría, no así en la cota de dicho punto, para esto se debe utilizar el programa 39 “ROADLINE 3D”.

El primer problema encontrado en esta etapa fue la materialización de ciertos puntos, dado que en el terreno no se encontraban accesibles, por estar a varios metros bajo la cota del terreno natural o bien sobre éste.

Capítulo 8: Conclusiones.

- Se cumplió con el objetivo específico de que el diseño cumpla con las normas de diseño geométrico (NDGDNV, 1980).
- Se logró el objetivo general de optimizar la alternativa en dos aspectos:
 - El primero es la fluidez y seguridad de circulación, esto se debe a haber asignado peraltes a las curvas y a haber aumentado el radio de la curva número 2 de 19 metros a 40 metros.
 - El segundo aspecto optimizado fue el volumen de excavación de suelos, el cual se llevó de 110.000 metros cúbicos, como proponía el proyecto del municipio, a 79.774 metros cúbicos. A este volumen necesario de excavación se suman 27.376 metros cúbicos de préstamo para la ejecución del terraplén.
- La pendiente longitudinal no pudo disminuirse al valor recomendado por NDGDNV y se adoptó la pendiente de la propuesta del municipio del 7%.

- Se analizó, a partir de los fundamentos de las NDGDNV, las causas por las que recomienda una pendiente longitudinal de 6%, detectándose que la razón principal se debe a la proporción de camiones y la posible disminución de la velocidad de estos durante el ascenso.

- El uso de la estación total fue clave para dos tareas, la primera fue la ágil obtención de número amplio de puntos con datos planialtimétricos que luego se utilizaron en Cartomap. La segunda función clave fue la de realizar el replanteo preliminar de los proyectos que se fueron planteando en la obra hasta obtener al definitivo.

- El uso del software Cartomap permitió la carga de datos obtenidos mediante la estación total y con estos datos generar el modelo digital del terreno sobre el cual se realizaron todas las iteraciones, cambiando los parámetros de diseño y simulando los volúmenes de suelo a mover. Este hecho permitió obtener un proyecto más seguro, con mayor calidad de circulación y menor costo de excavación que el proyecto del pliego de licitación.

Bibliografía:

1 (NDGNDVDNV, 1980) Normas de Diseño Geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad, año 1980.

2 Pliego de licitaciones técnico y legal Licitación Publica N° 05/2011 Obra: “Terraplén Nuevo Camino de Subida a la Alta Barda”.

3 “Ingeniería de Pavimentos para Carreteras” Alfonso Montejo Fonseca 1° Edición 1997. ISBN 958-96036-0-2

4 “Curvas con Transiciones para Caminos” Joseph Barnett 4° Edición 1972.

5 Estudio Geotécnico N° 705 de Barrio de viviendas y camino de acceso al cerro, Villa Regina, provincia de Rio Negro. Realizado por la empresa Compagnucci Diaz SRL.

Anexos

Anexo 1: estudios previos y antecedentes

ANEXO 1.1 PLIEGO DE LICITACION:

En hoja siguiente se presenta una copia del pliego de licitación formulado por el municipio de Villa Regina:

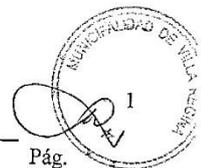
LICITACIÓN PÚBLICA Nº 05 /11

TERRAPLEN NUEVO CAMINO DE SUBIDA A LA ALTA BARDA

PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES

INDICE

DETALLE	Página
I).- PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES LEGALES GENERALES	2
II).- PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES LEGALES PARTICULARES	5
III).- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	7
IV).- MODELO DE PROPUESTA.....	9
V).- MODELO DE DECLARACION JURADA	10
VI).- PLANOS	11-12-13



**I).- PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES LEGALES
GENERALES**

- APARTADO 1.- De las normas y reglamentaciones vigentes

El presente Llamado a Licitación PÚBLICA y la/las contratación/es que el mismo origine, son reglados por la Carta Orgánica del Pueblo de Villa Regina, Ordenanza de Contrataciones n° 67/94, Ordenanza de Contabilidad n° 51/97, Ordenanza de Procedimiento Administrativo n° 36/06 y supletoria y analógicamente en lo aplicable por la Ley General de Obras Públicas N° 286 y su Reglamentación, y por todas las especificaciones particulares contenidas en el Pliego de Bases y Condiciones. Para la dilucidación de todos los aspectos litigiosos de la presente LICITACIÓN PÚBLICA y de la contratación que a partir de la misma surja, tanto el Ente Contratante como los Contratistas reconocen únicamente válido el ámbito de la Justicia Ordinaria de la Provincia de Río Negro.-

- APARTADO 2.- De la Licitación PÚBLICA

2.1.- Ente contratante y sistema de contratación. El ente contratante es la MUNICIPALIDAD DE VILLA REGINA, y la contratación es por la provisión de total del servicio.-

2.2.- Consultas de Pliegos. Los interesados en presentar ofertas podrán consultar los Pliegos en el Departamento Compras de la Municipalidad, sito en el edificio municipal de Avda. Rivadavia N° 220, en horario de atención al público.

2.3.- Aclaraciones y consultas escritas. Cuando la Municipalidad lo estime necesario requerirá a los interesados la presentación por escrito de las solicitudes de aclaración o las consultas, las que serán respondidas de igual manera, haciendo extensiva la respuesta a todos los que hayan efectuado retiro de pliegos. La Municipalidad aceptará este tipo de requisitoria hasta 4 (cuatro) días hábiles anteriores a la fecha de apertura, comprometiéndose a responder antes de que resten 2 (dos) días hábiles para el acto de apertura.-

- APARTADO 3.- De las ofertas.

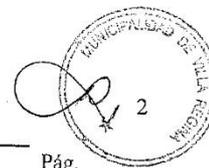
3.1.- La sola presentación de las ofertas en las condiciones señaladas en el presente pliego constituye la aceptación de las condiciones establecidas en el mismo.-

3.2.- Forma de presentación. Las ofertas serán presentadas conforme al modelo que integra el presente Pliego, hasta la fecha y hora indicadas de comienzo del acto de apertura.

Las ofertas se presentarán en un sobre cerrado con la siguiente leyenda:

Licitación PÚBLICA N° 05/11

TERRAPLEN NUEVO CAMINO DE SUBIDA A LA ALTA BARDA



El mismo contendrá la siguiente documentación:

- + a. Nombre y apellido o Razón Social.
- + b. En el caso que los oferentes sean sociedades deberán presentar fotocopia autenticada por Juez de Paz o Escribano Público del estatuto o contrato, del acta de autorización para licitar en caso de que tal autorización sea necesaria de acuerdo a los estatutos.
- + c. Copia certificada de las actas que acrediten designación y vigencia de la designación de las personas que por estatuto o contrato social deban firmar la documentación que obliga a la sociedad y del acto de voluntad que determine la participación en la licitación y sus efectos vinculantes.-
- d. Constancia de inscripción en AFIP, y constancia de inscripción en Ingresos Brutos.
- + e. La oferta propiamente dicha, confeccionada según modelo obrante en el pliego de bases y condiciones.-
- + f. Constancia de visita de obra.-
- + g. Garantía de mantenimiento de la oferta (1% del presupuesto oficial) debidamente firmada y sellada de acuerdo a la Ley de sellos.-
- + h. Pliego de Bases y Condiciones debidamente firmado en todas sus fojas y con el sellado de ley correspondiente.-
- + i. Listado de equipos a utilizar en la obra indicando potencia y modelo.-
- + j. Listado de ejecución de obras similares.-
- k. Recibo de compra del pliego.
- l. Plan de trabajos.

3.3.- **Garantía de la oferta.** Podrán ser constituidas de alguna de las siguientes maneras:

- En dinero en efectivo, mediante depósito bancario en una cuenta corriente municipal según se establezca en el Pliego de condiciones Particulares, acompañando la boleta pertinente.
- Cheque certificado, contra una entidad bancaria con domicilio en el Ejido Municipal de Villa Regina.
- Con aval bancario o fianza, Constituyéndose explícitamente el fiador en solidario, liso y llano, y principal pagador con renuncia de los beneficios de división y exclusión.
- Seguro de caución, con pólizas aprobadas por la Superintendencia de Seguros de la Nación, constituyéndose explícitamente el fiador en solidario, liso y llano, y principal pagador.

Las garantías deberán ser presentadas conjuntamente con la respectiva oferta y su devolución se operará inmediatamente después de la adjudicación a las firmas que no resulten adjudicatarios.

3.4.- **Mantenimiento de la oferta.** El plazo de mantenimiento de oferta es de 30 (treinta) días corridos a contar de la fecha de apertura de la presente.-

- APARTADO 4.- Del acto de apertura de ofertas

En el lugar, fecha y hora fijados para la apertura de las ofertas, con presencia de funcionarios municipales se procederá en acto público a abrir los sobres antes mencionados.-
En este acto se labrará un acta donde consten todas las actividades realizadas y las eventuales objeciones planteadas por representantes de los oferentes, siendo firmada por los funcionarios municipales, los responsables de objeciones y/o impugnaciones, y, optativamente por los presentes que también deseen hacerlo.-

- APARTADO 5.- Causales de Rechazo

Será causal de rechazo las propuestas que no incluyan en el sobre la documentación descripta en 3.2.a- 3.2.b- 3.2.c.- 3.2.e- 3.2.f. - 3.2.g. - 3.2.h. - 3.2.i. - 3.2.j.
Si faltara la documentación descripta en : 3.2.d - 3.2.k. - 3.2.l. se dará un plazo de 48 horas para cumplimentar la misma, cumplido dicho plazo, queda sin efecto la oferta.

- APARTADO 6.- De la adjudicación

6.1.- **Análisis de las ofertas.** La Municipalidad resolverá la adjudicación eligiendo la oferta más conveniente. Se tomará en cuenta además del criterio económico, los antecedentes empresariales y calidad de los servicios ofrecidos. El Municipio se reserva el derecho de declarar desierta la presente licitación.

6.2.- **Exclusión de propuesta.** Las propuestas que se encuadren en algunas de las condiciones que se enumeran a continuación, no serán tenidas en cuenta a los efectos de adjudicación de las obras:

- 1º - Las propuestas que hayan sido presentadas por Empresas que se encuentren encuadradas en lo establecido por el Art. 24º inc. a) y b) de la Ley General de Obras Públicas.-
- 2º - Propuestas presentadas por Empresas en vías de apremio por deudas con el erario público.-
- 3º - Propuestas presentadas por Empresas que hubieran dejado de cumplir contratos formalizados con el Gobierno Nacional y/o Provincial y/o sus entes autárquicos y/o el Municipio de Villa Regina.-

6.3.- **Período de adjudicación.** En un plazo máximo de 30 (treinta) días corridos posteriores a la fecha de apertura, la Municipalidad decidirá la adjudicación, efectuando luego las comunicaciones de Ley.-

- APARTADO 7.- De la entrega de los materiales y penas por moras

7.1.- Se establece como plazo máximo para la terminación de la obra, 180 (ciento ochenta) días corridos a partir de la fecha de firma del acta de inicio de la obra.-

7.2.- Todas las moras en que incurra el Contratista, con respecto a la fecha de entrega, serán penalizadas con multa equivalente a 10 SAM (Sanción Municipal) por día de mora.-

II).- PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES LEGALES PARTICULARES

Art. 1º.- **OBJETO DEL LLAMADO A LICITACIÓN PÚBLICA:** El presente llamado tiene como finalidad la ejecución de la 2º etapa para la construcción del nuevo camino de subida a la alta barda consistente en la contratación de equipo vial para la excavación y colocación sobre camión del suelo del lugar para la conformación del terraplén de subida.

Art. 2º.- **LUGAR DE ENTREGA DE LAS OFERTAS:** Avda. Rivadavia 220, Departamento de Compras hasta las 10,00Hs del día 03/ 01 /2012.

Art. 3º.- **PRESUPUESTO OFICIAL:** Se fija el presupuesto oficial como precio tope en la suma de \$ **1.100.000 (PESOS UN MILLON CIEN MIL)**.-

Art. 4º.- **PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS:** Las ofertas se presentarán en la oficina de Compras hasta la fecha y hora indicada para el acto de apertura.-

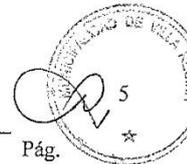
Art. 5º.- **PLAZO DE OBRA:** Se fija en 180 (ciento ochenta) días corridos a partir de la fecha de firma del acta de inicio de obra.

Art. 6º.- **ACTO DE APERTURA:** La apertura de las ofertas se realizará en la Municipalidad de Villa Regina, el día **03/01/2012** a las **10,00- horas**, en el Departamento Compras.-

Art. 7º.- **VALOR DEL PLIEGO:** El presente pliego tiene un valor de Pesos Quinientos (\$ 500,00.-)

Art. 8º.- **FORMA DE COTIZAR:** El proponente presentará en el sobre la oferta según el modelo de propuesta que integra la documentación del presente Llamado.
El sobre deberá contener:

- a. **Nombre y apellido o Razón Social.**
- b. **En el caso que los oferentes sean sociedades deberán presentar fotocopia autenticada por Juez de Paz o Escribano Público del estatuto o contrato, del acta de autorización para licitar en caso de que tal autorización sea necesaria de acuerdo a los estatutos.**
- c. **Copia certificada de las actas que acrediten designación y vigencia de la designación de las personas que por estatuto o contrato social deban firmar la documentación que obliga a la sociedad y del acto de voluntad que determine la participación en la licitación y sus efectos vinculantes.-**
- d. **Constancia de inscripción en AFIP, y constancia de inscripción en Ingresos Brutos.**
- e. **La oferta propiamente dicha, confeccionada según modelo obrante en el pliego de bases y condiciones.-**
- f. **Constancia de visita de obra.-**
- g. **Garantía de mantenimiento de la oferta (1% del presupuesto oficial) debidamente firmada y sellada de acuerdo a la Ley de sellos.-**
- h. **Pliego de Bases y Condiciones debidamente firmado en todas sus fojas y con el sellado de ley correspondiente.-**
- i. **Listado de equipos a utilizar en la obra indicando potencia y modelo.-**
- j. **Listado de ejecución de obras similares.-**
- k. **Recibo de compra del pliego.**



I. Plan de trabajos.

Art. 9.- FORMA DE PAGO: El pago de la obra se efectuará por certificados mensuales. Conformado el certificado por obras públicas e ingresada la factura al Departamento de compras, se pagará a las 48 horas de haberse acreditado la transferencia de fondos desde nación.-

Art. 10.- MULTAS: Rige lo dispuesto en el apartado 7 del Pliego de Bases y Condiciones Legales Generales del presente Concurso de Precios.-



III).- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Sección 1. EXCAVACION Y CARGA SOBRE CAMION

Este trabajo consistirá en la contratación de equipo para realizar toda excavación en la zona alta entre progresivas 550,00 y 950,00 , necesaria para la construcción del camino de subida a la barda para la formación de terraplenes, rellenos y banquetas, utilizando los productos excavados, y todo otro trabajo de excavación o utilización de materiales excavados no incluidos en otro ítem del contrato y necesario para la terminación del camino de acuerdo con los perfiles e indicaciones de los planos, las especificaciones respectivas y las ordenes de la Inspección.

La metodología será la de empujar el material para que se deslice por el talud hasta el pie del mismo para poderlo transportar posteriormente y la de cargar sobre camión volcador provistos por la municipalidad para su posterior transporte.

- 1.1. Comprende la carga y/o disponer el material hasta una distancia de 50 metros.
- 1.2. Se conducirán los trabajos de excavación de forma de obtener una sección transversal terminada de acuerdo con las indicaciones de los planos o de la Inspección. No se deberá, salvo orden expresa de la misma, efectuar excavaciones por debajo de la cota de la subrasante proyectada, ni por debajo de las cotas de fondo de desagüe indicadas en los planos. En ningún caso se permitirá la extracción de suelos de la zona de camino excavando una sección transversal mayor a la máxima permitida ni profundizando las cotas de cuneta por debajo de la cota de desagüe indicada en los planos. La Inspección podrá exigir la reposición de los materiales indebidamente excavados, estando la Contratista obligada a efectuar este trabajo por su exclusiva cuenta.
- 1.3. Durante los trabajos de excavación y formación de terraplenes, la calzada y demás partes de la obra en construcción, deberán tener asegurado su correcto desagüe en todo tiempo.
- 1.4. Todos los taludes de desmontes, cunetas, zanjas y prestamos, serán conformados y perfilados con la inclinación y perfiles indicados en los planos o fijados por la Inspección.
- 1.5. Durante la ejecución se protegerá la obra de los efectos de la erosión, socavaciones, derrumbes, etc., por medio de cunetas o zanjas provisionales. Los productos de los deslizamientos y derrumbes, deberán removerse y acondicionarse convenientemente en la forma indicada por la Inspección.
- 1.6. El Contratista notificará a la Inspección con la anticipación suficiente el comienzo de todo trabajo de excavación, con el objeto de que el personal de la Inspección realice las mediciones previas necesarias, de manera que sea posible determinar posteriormente el volumen excavado.
- 1.7. Todos los prestamos se excavarán con formas regulares y serán conformados y perfilados cuidadosamente para permitir la exacta medición del material. Las cotas de fondo de préstamo, se mantendrán tales que permitan un desagüe correcto en todos sus puntos. Si dichas cotas figuran en los planos, en ningún caso deberá excavar por debajo de las mismas. Cuando sin autorización expresa de la Inspección la excavación de prestamos se efectuó hasta una cota inferior a la indicada en los planos o la fijada con anterioridad por la Inspección, el Contratista a requerimiento de aquella, estará obligado a reponer a su exclusiva cuenta el material excavado. La Inspección podrá autorizar taludes compatibles con la naturaleza del terreno, pudiendo llegar a ser verticales si la excavación se efectúa en suelos que lo permitan (rocosos).
- 1.8. Los taludes y el fondo de los prestamos se perfilarán con exactitud si las condiciones lo permiten, deberán redondearse las aristas y disminuirse la inclinación de los taludes, aun cuando los

planos no lo indiquen. Prestamos contiguos, de anchos o profundidades diferentes, deberán identificarse con curvas o planos de suave transición. Todos los prestamos tendrán inclinación transversal que alejen las aguas del camino.

1.9. El Contratista deberá disponer en obra de los equipos necesarios para ejecutar los trabajos conforme a las exigencias de calidad especificadas en tipo y cantidad suficiente para cumplir con el plan de trabajo.

1.10. Este ítem incluye la provisión de los Equipos, Materiales, Mano de Obra y Medios necesarios para la disgregación del terreno de cualquier naturaleza; inclusive la utilización de martillos neumáticos y/o explosivos a los efectos de su posterior empuje o carga.

1.11. CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN

Los trabajos serán aceptados cuando las mediciones realizadas por la Inspección tales como, pendientes, longitudes y cotas, se verifiquen dentro de las indicaciones del proyecto o lo ordenado por la Inspección con las tolerancias establecidas en la Especificación Particular en caso que esta se incluya.

1.12. MEDICION

Todo trabajo de excavación, ejecutado en la forma especificada, se medirán mediante secciones transversales y el volumen se computara por el método de la media de las áreas. Una vez efectuada la limpieza del terreno, se levantarán perfiles transversales, que conformados por la Inspección y el Contratista servirán de base para la medición.

Se medirán así mismo : 1º) El mayor volumen sobre el correspondiente a las secciones transversales ordenadas por la inspección, siempre que dicho mayor volumen computado para una sección del camino de 25 metros de longitud mínima no exceda del 5% del volumen ordenado para esa misma sección; 2º) Toda excavación debajo de la cota que haya sido ordenada o autorizada por la Inspección; 3º) Todo mayor volumen excavado resultante de una disminución de la inclinación de los taludes, ordenada o autorizada por la Inspección en base a la naturaleza de los terrenos.

Todo otro volumen excavado en exceso sobre los ordenados por la Inspección, no recibirá pago alguno.

Los trabajos de excavación, medidos en la forma especificada, serán pagados en METROS CUBICOS (m³), al precio unitario de contrato establecido para el ítem respectivo. Dicho precio será compensación total por la provisión, transporte, almacenamiento y manipuleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos; por el equipo, herramientas y personal necesario y por toda otra tarea que sea necesaria para ejecutar los trabajos en la forma especificada.

Sección 3.- I.V.A. e Impuestos

Los precios serán I.V.A. incluido, teniéndose en cuenta en el precio final todos los impuestos correspondientes (ingresos brutos, sellados, etc.)

IV).- MODELO DE PROPUESTA

Señor:
Intendente
Municipalidad de Villa Regina
SU DESPACHO:

El (los) que suscribe(n) _____

con domicilio legal en: _____ de Villa Regina, habiendo tenido conocimiento de la Licitación PÚBLICA N° 05 /11 "**TERRAPLEN NUEVO CAMINO DE SUBIDA A LA ALTA BARRA**", ofrece(n) la prestación del servicio, en un todo de acuerdo con la documentación que integra el Pliego de Bases y Condiciones, de acuerdo al siguiente presupuesto, plazo de entrega y condiciones de pago indicados.-

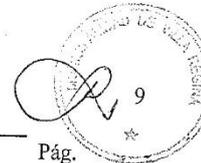
PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES	
				UNITARIO	SubTOTAL
1	Excavación. Carga sobre camión	M3	110.000		

TOTAL DEL PRESUPUESTO (IVA INCLUIDO)

Se deja carátula debidamente firmada.-

Saluda(n) al señor Intendente con atenta consideración.-



V).- MODELO DE DECLARACION JURADA

LICITACIÓN PÚBLICA N° 05 /11

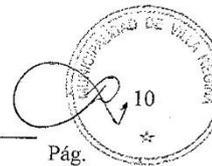
TERRAPLEN NUEVO CAMINO DE SUBIDA A LA ALTA BARDA

El que suscribe
Documento de Identidad N° en representación de la Empresa cuya Razón Social Es
.....
declara que para cualquier cuestión judicial que se suscite, se somete a la Jurisdicción de la Justicia Ordinaria de
la Provincia de Río Negro, con asiento en la ciudad de General Roca, fijando su domicilio legal en
.....de Villa Regina, en donde será notificado de
cualquier resolución que surja.-

.....
Firma
Documento:

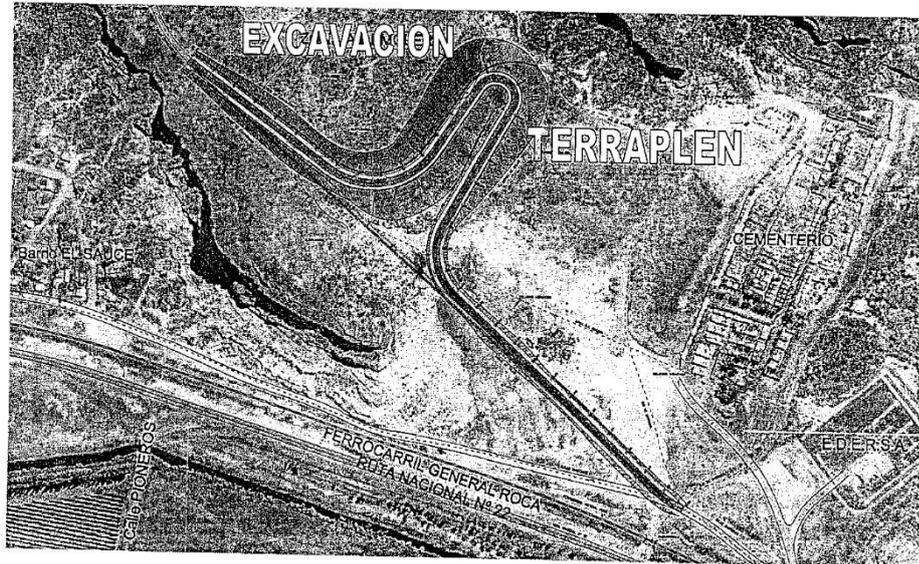
.....
Aclaración de Firma

VILLA REGINA, de 2011.-

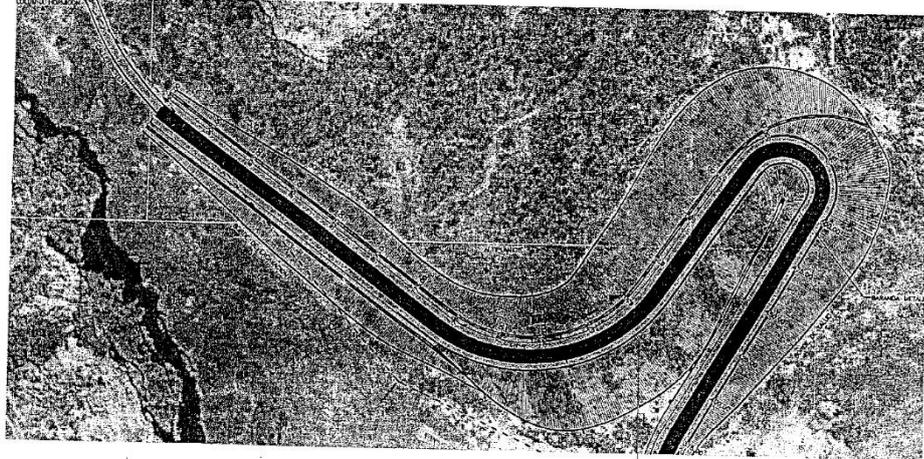


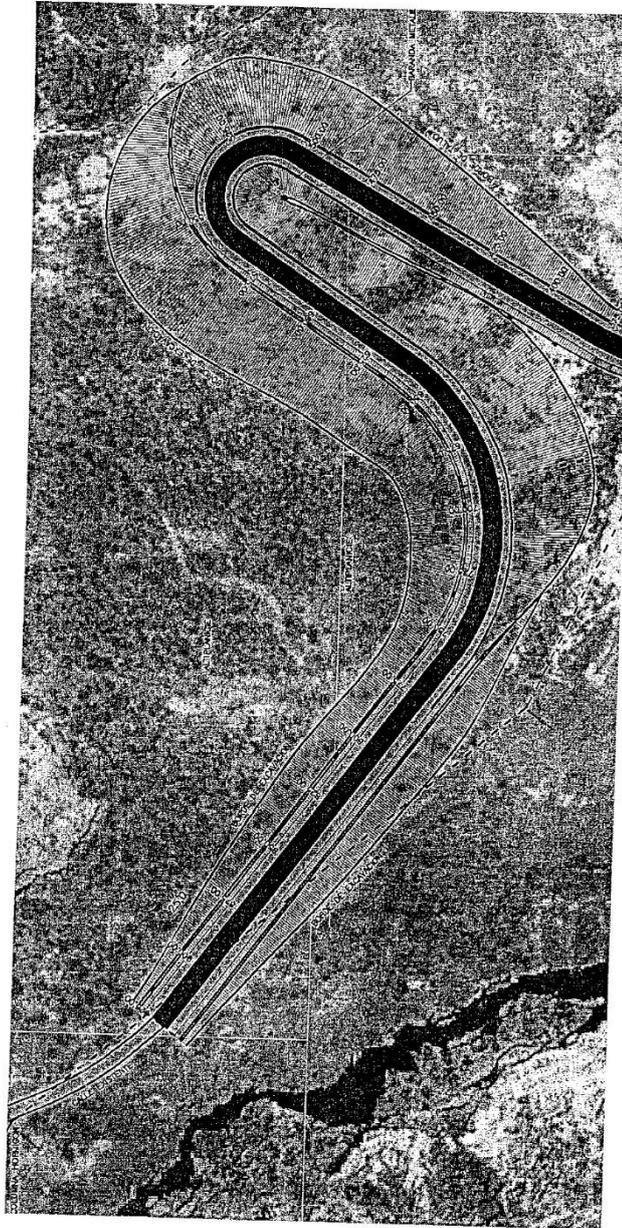
VI).- PLANOS

IX.1. CROQUIS DE UBICACIÓN



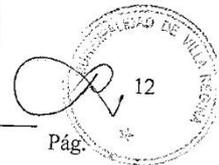
IX.2. PLANIALTIMETRIA





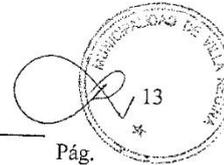
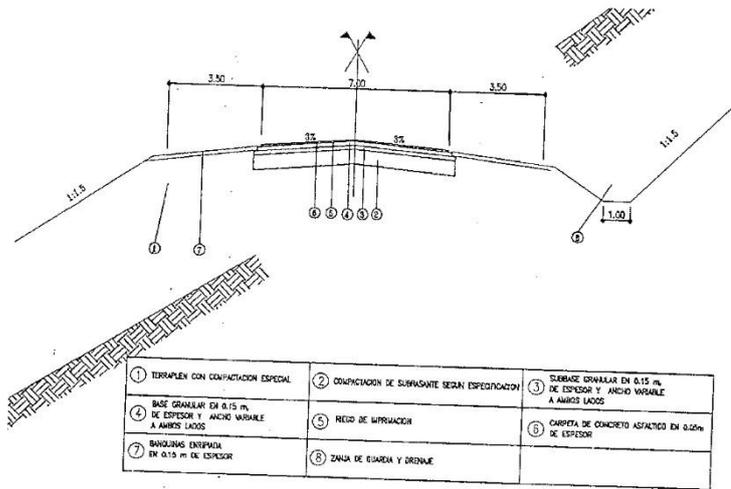
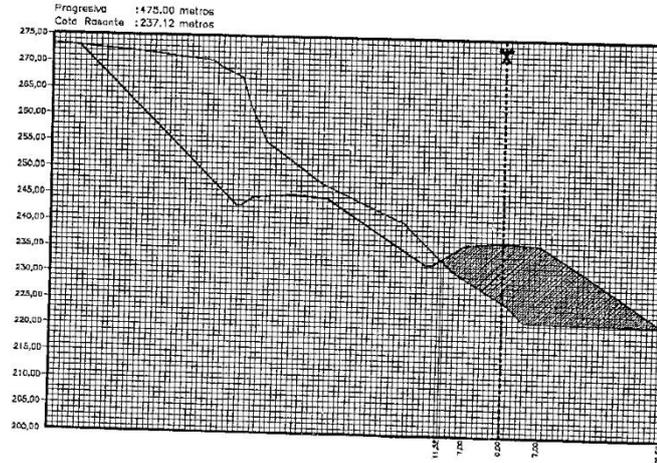
Av. Rivadavia 220 - Tel. 02941 484550/465410 - 8336 - VILLA REGINA - Provincia de Río Negro

e-mail: municipalidad@villaregina.gov.ar www.villaregina.gov.ar



Pág.

IX.2.- PERFIL TIPO



**ANEXO 1.2 CONDICIONES DE BORDE, PLANOS PROYECTO
MUNICIPIO:**

PM 01 – PLANIMETRIA CON IMAGEN SATELITAL.

PM 02 – ESTRATO DE ROCA.

Anexo 2.1 : puntos relevados

LISTADO DE PUNTOS RELEVADOS				
Índice	X	Y	Z	Código 1
1	1145,139	1009,579	205,262	CA
2	1146,472	1002,016	205,073	CA
3	1085,133	986,993	201,484	CA
4	1088,266	980,692	201,463	CA
5	1036,541	952,546	204,032	CA
6	1040,545	947,009	203,694	CA
7	1004,455	925,014	204,264	CA
8	1007,673	920,249	204,186	CA
9	1003,946	926,896	204,395	AL
10	1036,638	957,233	204,247	AL
11	1084,344	993,987	202,285	AL
12	1076,394	991,52	203,146	TN
13	1062,91	978,274	202,023	TN
14	1047,452	969,352	204,036	TN
15	1029,07	961,363	204,796	TN
16	1004,706	957,618	205,562	TN
17	998,619	973,988	206,268	TN
18	1013,606	978,707	205,964	TN
19	1029,449	983,166	205,334	TN
20	1045,637	990,64	204,161	TN
21	1058,815	997,203	204,507	TN
22	1070,217	1002,424	205,57	TN
23	1063,12	1016,972	206,513	TN
24	1046,847	1012,22	206,416	TN
25	1032,349	1006,075	204,951	TN
26	1013,393	998,805	206,941	TN
27	997,74	992,863	207,098	TN
28	980,889	985,678	207,193	TN
29	971,175	997,62	207,706	TN
30	986,018	1005,157	207,562	TN
31	1001,761	1013,902	206,912	TN
32	1008,668	1018,85	206,558	TN
33	1022,206	1027,876	207,565	TN
34	1000,085	1029,91	207,613	TN
35	986,359	1020,715	207,63	TN
36	971,418	1012,812	208,266	TN
37	953,85	1002,812	208,689	TN
38	943,643	1024,379	209,382	TN

39	956,334	1032,535	208,613	TN
40	987,285	953,164	207,17	RE
41	983,369	960,169	207,533	RE
42	978,24	967,858	207,666	RE
43	973,402	973,515	207,856	RE
44	967,356	980,193	208,39	RE
45	958,345	989,714	208,925	RE
46	946,924	1003,509	209,155	RE
47	934,306	1001,346	209,999	RE
48	937,326	990,662	210,294	RE
49	938,797	978,424	210,478	RE
50	940,917	966,06	210,361	RE
51	943,83	954,177	210,632	RE
52	945,48	939,752	210,6	RE
53	934,439	936,058	211,499	RE
54	929,946	947,111	211,401	RE
55	925,644	957,833	211,709	RE
56	916,654	962,785	212,181	RE
57	908,435	970,699	212,37	RE
58	901,88	980,569	213,068	RE
59	896,942	990,898	213,041	RE
60	889,446	1003,662	213,048	RE
61	876,859	999,344	213,989	RE
62	879,233	987,4	214,132	RE
63	880,571	975,024	213,638	RE
64	882,848	963,683	213,449	RE
65	884,107	951,581	213,669	RE
66	885,286	939,664	213,467	RE
67	890,458	920,685	213,844	RE
68	877,157	915,232	214,222	RE
69	870,674	927,006	214,532	RE
70	865,923	937,341	214,592	RE
71	860,079	949,41	214,56	RE
72	856,524	959,71	214,687	RE
73	852,534	972,109	214,356	RE
74	838,521	970,773	215,969	RE
75	843,088	959,727	215,551	RE
76	846,768	949,056	215,514	RE
77	850,119	936,944	215,124	RE
78	854,438	924,724	215,121	RE
79	859,335	907,905	215,354	RE
80	845,703	905,919	216,084	RE
81	841,618	915,487	216,023	RE
82	839,108	926,474	215,892	RE
83	837,441	937,236	216,124	RE

84	833,536	948,449	216,626	RE
85	831,277	961,399	216,254	RE
86	828,921	972,195	216,909	RE
87	816,507	968,424	217,602	RE
88	820,156	956,275	217,707	RE
89	824,935	946,193	217,37	RE
90	827,594	934,124	216,955	RE
91	831,841	922,566	216,558	RE
92	835,682	909,882	216,479	RE
93	838,013	898,03	216,716	RE
94	829,495	889,777	217,702	RE
95	822,64	898,649	218,071	RE
96	816,491	910,681	218,079	RE
97	810,057	921,152	218,205	RE
98	804,68	932,797	218,375	RE
99	800,212	943,793	219,085	RE
100	796,6	955,544	219,169	RE
101	786,181	960,493	220,567	RE
102	790,031	949,505	219,677	RE
103	795,763	938,5	219,519	RE
104	800,154	925,12	219,131	RE
105	805,276	914,251	219,202	RE
106	810,509	904,299	218,796	RE
107	819,178	893,558	218,534	RE
108	825,069	884,427	218,713	RE
109	814,192	883,209	220,936	RE
110	802,74	888,342	221,71	RE
111	793,649	895,217	221,637	RE
112	789,046	905,44	221,864	RE
113	787,759	915,634	221,421	RE
114	781,505	922,589	221,327	RE
115	771,169	932,194	222,313	RE
116	762,675	942,031	222,916	RE
117	836,459	982,527	217,254	PF3
118	803,221	1018,831	219,604	PF4
119	831,202	989,161	217,699	RE
120	825,352	998,048	218,002	RE
121	818,699	1007,115	218,26	RE
122	812,393	1017,846	218,784	RE
123	805,72	1030,551	219,409	RE
124	796,426	1044,987	219,48	RE
125	786,471	1060,126	219,67	RE
126	774,329	1076,096	219,951	RE
127	765,563	1094,247	220,458	RE
128	760,292	1111,54	220,214	RE

129	753,574	1128,707	220,224	RE
130	736,537	1123,812	221,388	RE
131	743,595	1111,277	220,802	RE
132	750,675	1096,226	220,374	RE
133	758,646	1080,162	220,246	RE
134	768,035	1064,869	219,882	RE
135	779,328	1052,034	219,703	RE
136	789,747	1036,111	219,55	RE
137	807,477	1006,876	219,073	RE
138	817,225	980,465	218,464	RE
139	802,9	971,627	219,576	RE
140	794,231	989,995	219,989	RE
141	784,47	1009,023	220,166	RE
142	779,398	1019,352	220,216	RE
143	768,815	1029,859	220,395	RE
144	756,219	1038,712	221,025	RE
145	752,38	1062,043	220,614	RE
146	742,734	1078,522	220,779	RE
147	730,561	1094,31	220,742	RE
148	720,147	1112,347	221,193	RE
149	701,265	1102,365	220,802	RE
150	708,549	1088,086	221,118	RE
151	716,979	1074,293	220,779	RE
152	725,727	1061,515	220,956	RE
153	734,485	1045,565	220,87	RE
154	740,517	1030,168	221,123	RE
155	746,311	1018,925	220,66	RE
156	755,06	1008,502	221,334	RE
157	764,516	996,309	221,905	RE
158	773,222	982,597	221,378	RE
159	780,059	967,435	221,064	RE
160	770,344	955,406	221,451	RE
161	757,048	964,066	223,128	RE
162	742,693	973,509	223,641	RE
163	729,412	975,151	224,19	RE
164	722,208	980,339	224,854	RE
165	722,202	980,335	224,853	R
166	722,192	980,333	224,356	PP
167	718,163	992,058	224,262	PP
168	716,483	1003,114	223,31	PP
169	715,64	1015,952	222,309	PP
170	715,125	1030,966	221,617	PP
171	716,349	1044,813	221,427	PP
172	710,422	1055,884	221,473	PP
173	701,815	1070,051	222,189	PP

174	703,546	1082,273	222,059	PP
175	693,31	1095,26	221,811	PP
176	679,288	1107,899	221,585	PP
177	683,164	1124,201	221,163	PP
178	729,667	954,246	226,634	PP
179	711,521	938,595	233,014	PP
180	708,635	968,223	230,857	PP
181	720,371	974,705	225,892	PP
182	703,121	993,323	231,753	PP
183	711,372	997,959	227,534	PP
184	700,904	1003,806	229,217	PP
185	710,059	1008,541	225,908	PP
186	697,627	1019,463	227,761	PP
187	705,216	1023,157	225,542	PP
188	695,865	1041,817	227,595	PP
189	709,868	1048,223	223,973	PP
190	693,43	1065,319	227,944	PP
191	700,213	1069,651	223,494	PP
192	687,667	1082,213	229,557	PP
193	696,877	1085,285	225,571	PP
194	671,075	1115,113	225,129	PP
195	679,02	1117,372	223,574	PP
196	648,08	1103,347	238,242	PP
197	656,866	1103,947	232,479	PP
198	664,699	1087,824	234,072	PP
199	653,017	1087,053	241,895	PP
200	666,654	1067,202	242,217	PP
201	674,819	1070,518	236,39	PP
202	670,939	1031,68	243,617	PP
203	677,454	1032,851	238,505	PP
204	679,064	999,084	244,917	PP
205	684,809	999,915	240,214	PP
206	679,013	967,132	247,292	PP
207	688,072	963,463	240,754	PP
208	676,761	946,544	247,21	PP
209	693,426	944,396	237,623	PP
210	704,007	933,602	233,618	PP
211	668,028	921,628	243,11	PP
212	664,063	891,476	249,233	PP
213	674,732	918,8	239,24	PP
214	673,734	881,23	257,07	PP
215	648,185	877,103	255,245	PP
216	644,051	911,124	257,197	PP
217	636,574	913,336	263,073	PP
218	652,88	950,674	262,229	PP

219	655,023	942,131	257,391	PP
220	657,449	975,399	262,755	PP
221	664,17	971,18	258,432	PP
222	653,77	991,963	262,369	PP
223	662,064	992,964	259,59	PP
224	645,651	1018,681	262,045	PP
225	652,113	1017,972	259,61	PP
226	647,075	1033,88	262,295	PP
227	651,464	1034,052	257,906	PP
228	642,723	1041,477	264,663	PP
229	651,52	1043,36	255,49	PP
230	641,015	1059,724	263,603	PP
231	648,666	1061,225	256,804	PP
232	636,081	1071,812	263,74	PP
233	640,443	1073,318	256,466	PP
234	623,324	1088,668	260,448	PP
235	637,327	1089,422	253,957	PP
236	614,289	1100,123	264,408	PP
237	623,121	1104,789	252,211	PP
238	635,359	1047,762	264,418	PF5
239	726,206	940,208	226,215	PP
240	716,615	929,454	227,11	PP
241	715,016	938,508	232,727	PP
242	723,066	938,571	229,568	PP
243	725,703	942,919	229,051	PP
244	722,491	947,906	230,368	PP
245	723,027	960,841	230,696	PP
246	715,979	956,599	233,706	PP
247	710,587	961,211	231,587	PP
248	699,254	954,595	234,138	PP
249	698,473	950,733	234,56	PP
250	697,302	946,029	235,351	PP
251	697,567	938,19	235,797	PP
252	707,557	944,11	232,529	PP
253	707,856	936,245	233,229	PP
254	700,093	930,356	233,825	PP
255	714,797	916,165	227,984	PP
256	718,505	917,606	229,361	PP
257	732,018	924,584	230,425	PP
258	738,238	930,046	226,073	PP
259	613,735	1105,246	264,74	PA
260	608,187	1105,419	265,727	PA
261	600,869	1105,382	265,768	PA
262	602,63	1099,953	267,112	PA
263	601,056	1092,588	267,202	PA

264	606,612	1094,889	266,139	PA
265	614,19	1100,774	264,494	PA
266	614,755	1095,764	264,161	PA
267	612,515	1093,57	265,843	PA
268	604,971	1087,363	267,209	PA
269	614,64	1090,019	263,534	PA
270	606,402	1082,061	267,085	PA
271	609,936	1087,832	263,724	PA
272	606,49	1074,227	267,944	PA
273	613,458	1080,645	263,907	PA
274	608,318	1067,208	268,246	PA
275	610,522	1074,551	264,741	PA
276	611,592	1065,474	266,451	PA
277	609,21	1064,761	268,243	PA
278	617,151	1056,475	265,036	PA
279	613,228	1054,814	267,794	PA
280	618,686	1042,594	267,515	PA
281	622,287	1044,308	265,022	PA
282	626,172	1023,551	266,626	PA
283	626,557	1028,952	264,951	PA
284	629,674	1010,05	267,447	PA
285	634,304	1012,909	263,799	PA
286	634,299	992,171	267,352	PA
287	639,693	993,712	263,525	PA
288	639,821	974,395	267,229	PA
289	643,724	975,585	264,642	PA
290	635,984	962,47	267,357	PA
291	642,367	964,092	265,779	PA
292	647,57	970,289	265,317	PA
293	652,221	969,029	262,556	PA
294	652,119	986,051	262,931	PA
295	646,873	984,79	263,514	PA
296	647,174	1004,707	262,529	PA
297	642,107	1003,686	263,243	PA
298	640,692	1030,312	264,361	PA
299	634,451	1030,668	263,805	PA
300	640,077	1043,342	264,575	PA
301	634,236	1042,421	264,667	PA
302	634,796	1065,49	262,908	PA
303	627,972	1065,206	262,182	PA
304	624,885	1084,72	260,785	PA
305	619,451	1081,003	261,022	PA
306	612,626	1084,626	264,149	PA
307	616,725	1083,418	261,313	PA
308	615,122	1070,565	264,767	PA

309	621,93	1074,97	261,806	PA
310	619,761	1057,506	264,75	PA
311	622,569	1059,246	262,331	PA
312	628,129	1052,853	264,711	PA
313	624,841	1057,22	262,53	PA
314	633,135	1052,614	264,252	PA
315	633,786	1053,962	262,367	PA
316	642,468	1046,984	261,957	PA
317	640,262	1051,15	263,79	PA
318	627,427	1024,921	265,133	R
319	619,477	1042,59	266,24	R
320	618,762	1048,9	266,205	R
321	610,769	1091,869	265,329	R
322	616,296	1056,166	265,645	R
323	618,911	1067,617	264,796	R
324	620,689	1073,409	263,847	R
325	627,26	1022,239	265,919	R
326	616,807	1077,737	266,147	R
327	631,96	1014,574	264,864	R
328	633,54	1006,67	264,916	R
329	626,875	1025,473	265,307	R
330	644,306	958,324	262,988	PA
331	654,248	954,843	262,439	PA
332	631,262	942,389	263,666	PA
333	644,845	938,624	262,168	PA
334	621,024	925,484	264,359	PA
335	637,599	921,185	262,48	PA
336	608,569	908,24	264,428	PA
337	625,467	904,967	263,18	PA
338	597,874	894,972	265,74	PA
339	609,836	889,596	264,911	PA
340	585,822	881,054	267,707	PA
341	598,437	877,088	266,782	PA
342	615,739	928,789	267,608	PA
343	620,897	942,171	268,798	PA
344	631,181	954,701	267,268	PA
345	639,288	968,235	267,316	PA
346	648,568	966,373	264,036	R
347	644,395	960,914	264,206	R
348	575,739	858,85	269,05	PF7
349	629,417	870,385	266,239	PF8
350	634,07	880,121	263,945	PA
351	632,188	889,824	264,317	PA
352	642,481	875,364	262,557	PA
353	642,526	872,128	263,99	PA

354	648,163	875,515	263,271	PA
355	646,485	866,873	263,538	PA
356	656,811	873,591	264,831	PA
357	666,981	875,533	263,993	PA
358	652,072	857,828	263,771	PA
359	657,253	853,624	263,587	PA
360	634,284	860,671	265,911	PA
361	634,021	853,43	265,281	PA
362	610,808	854,487	267,63	CA
363	617,512	859,157	266,968	CA
364	599,632	857,299	267,988	CA
365	600,861	863,939	267,676	CA
366	587,002	857,885	268,367	CA
367	589,286	864,806	268,111	CA
368	562,435	857,668	269,664	CA
369	561,33	864,418	269,569	CA
370	535,094	857,764	270,523	CA
371	536,403	864,066	270,636	CA
372	504,105	858,187	270,752	CA
373	504,254	864,272	270,825	CA
374	487,221	858,216	270,596	CA
375	486,752	863,796	270,454	CA
376	474,85	857,716	269,568	CA
377	474,438	863,357	269,699	CA
378	466,715	857,297	268,814	CA
379	466,962	862,919	269,099	CA
380	436,211	861,368	268,777	CA
381	416,388	857,062	271,024	CA
382	416,918	861,999	270,87	CA
383	399,584	860,906	272,783	CA
384	401,051	866,05	272,802	CA
385	379,963	864,995	273,763	CA
386	382,631	870,055	273,948	CA
387	489,538	860,035	270,632	PF10
388	553,381	870,303	269,94	TN
389	553,44	848,293	270,245	TN
390	537,54	877,654	271,057	TN
391	538,602	845,532	270,592	TN
392	509,759	874,293	271,163	TN
393	524,239	845,801	271,302	TN
394	495,604	876,808	271,257	TN
395	506,248	850,675	270,971	TN
396	476,266	875,229	270,573	TN
397	479,47	853,843	270,183	TN
398	461,524	875,594	269,972	CA

399	425,751	856,267	269,697	CA
400	433,274	861,416	269,081	CA
401	450,259	856,395	267,998	CA
402	450,347	862,399	268,143	CA
403	461,134	856,852	268,36	CA
404	461,113	862,583	268,667	CA
405	735,723	1130,737	221,133	PF11
406	689,368	1091,634	224,244	PP
407	694,006	1095,457	221,638	PP
408	677,812	1091,598	226,169	PP
409	685,18	1098,971	222,055	PP
410	672,325	1097,569	226,456	PP
411	677,775	1100,228	222,813	PP
412	669,646	1104,944	225,758	PP
413	678,45	1108,229	221,864	PP
414	674,775	1116,088	225,801	PP
415	683,25	1117,931	221,406	PP
416	669,428	1121,527	224,89	PP
417	675,231	1128,234	221,895	PP
418	662,49	1125,956	225,206	PP
419	671,51	1133,227	220,687	PP
420	659,185	1131,801	225,37	PP
421	660,263	1138,43	219,729	PP
422	656,751	1127,116	227,937	PP
423	660,191	1151,54	220,65	PP
424	648,759	1146,902	220,806	PP
425	649,826	1120,976	230,703	PP
426	641,386	1119,608	231,904	PP
427	634,468	1144,352	220,721	PP
428	630,904	1121,158	232,629	PP
429	625,403	1143,997	223,257	PP
430	626	1112,131	239,532	PP
431	610,335	1139,663	226,287	PP
432	633,488	1106,138	242,603	PP
433	637,013	1103,094	243,676	PP
434	644,326	1098,75	242,282	PP
435	1035,919	967,937	204,806	PF12
436	1009,009	967,793	205,809	PF13
437	997,658	952,345	205,715	TN
438	984,184	944,84	205,542	TN
439	970,073	937,308	205,763	TN
440	956,221	930,722	206,091	TN
441	941,753	925,929	206,656	TN
442	927,22	920,283	207,388	TN
443	912,691	914,108	208,128	TN

444	898,987	907,197	208,731	TN
445	885,018	900,974	209,397	TN
446	871,206	894,555	210,041	TN
447	857,392	887,127	210,763	TN
448	862,695	875,212	209,063	TN
449	875,989	881,475	208,058	TN
450	889,187	888,799	208,259	TN
451	902	895,697	208,201	TN
452	914,663	902,591	207,591	TN
453	927,188	909,054	207,02	TN
454	940,813	915,501	206,661	TN
455	954,829	920,907	206,045	TN
456	968,247	927,425	205,664	TN
457	981,164	934,391	205,442	TN
458	993,523	940,907	205,445	TN
459	1012,344	952,374	205,22	TN
460	1088,694	941,669	205,83	VIAS
461	597,041	903,41	265,753	PA
462	577,864	902,752	267,139	PA
463	557,209	902,904	269,059	PA
464	537,212	903,146	270,914	PA
465	521,261	906,851	271,919	PA
466	502,842	905,2	272,632	PA
467	486,976	905,969	273,029	PA
468	508,892	924,461	273,028	PA
469	526,582	923,844	271,392	PA
470	543,003	928,903	269,992	PA
471	562,42	934,192	268,889	PA
472	581,837	938,889	267,937	PA
473	600,136	944,181	268,349	PA
474	617,095	945,549	268,512	PA
475	611,958	956,402	269,12	PA
476	598,051	957,694	269,881	PA
477	586,153	959,379	269,509	PA
478	570,53	960,454	269,604	PA
479	575,174	869,944	276,942	CABLE
480	577,294	870,012	277,003	CABLE

Anexo 2.2: procedimiento para la obtención de puntos geográficos con estación total Trimble 3600:

- Puesta en estación del equipo:

El equipo registra coordenadas de puntos sobre un sistema relativo de referencia tridimensional de ejes Norte (N), Este (E) y cota Z.

El punto donde se hace estación tiene coordenadas conocidas, llamemos a dicho punto “E1” de coordenadas (N, E, Z)₁ se coloca el trípode sobre dicho punto. Luego se sujeta la Estación con el tornillo de sujeción sobre el apoyo.

Se enciende el equipo encendiéndose un láser rojo, el cual apunta hacia abajo, suplantando a la antigua plomada, al punto reflejado sobre el suelo se lo hace coincidir con el punto E1.

Sobre la base de la estación se tiene un nivel esférico con el cual se realiza la nivelación inicial, y luego se realiza un ajuste fino con los tornillos calantes observando un nivel digital sobre el display. Se da vuelta campana el anteojo y se chequea que se mantenga nivelado, en caso de no ser así se corrige nuevamente con los tornillos calantes. Se termina la operación presionando la tecla ENTER.

Para iniciar el relevamiento de los puntos se debe dar comienzo al proyecto en el equipo, con esto el equipo genera un archivo con extensión .JOB donde se guardarán las coordenadas de los puntos. Luego de la puesta en estación se debe dar nombre al archivo donde se guardarán los datos. A continuación se le da orientación al sistema coordenado, para lo cual se apunta el anteojo en la dirección en la cual se avanzará con la toma de coordenadas, esto se realiza desde el menú Coordenadas del dispositivo.

De esta manera el equipo se encuentra listo para comenzar a registrar los puntos topográficos requeridos para el trabajo.

En la Figura 4-1 se muestran los ejes coordenados N y E, la ubicación del punto estación junto con la orientación inicial del anteojo y el mallado reticular sobre el que se tomaron las coordenadas,

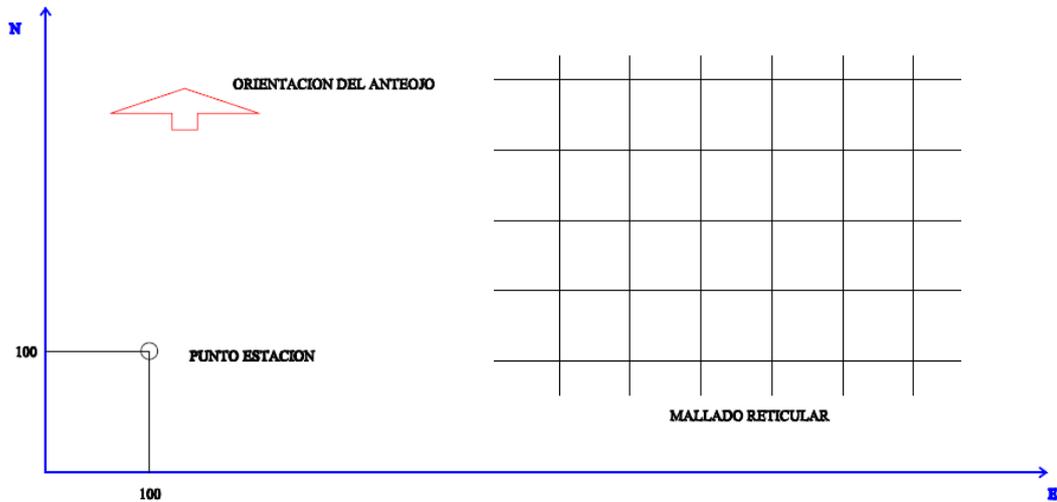


Figura 4.1: Sistema de coordenadas N-E estación total

- **Inicio de toma de coordenadas:**

Se selecciona el programa 19 del equipo, con el que se tomarán las mediciones. Previamente se debe registrar en el equipo la altura a la que se pondrá el prisma sobre el nivel del terreno natural, distancia desde la base del jalón hasta el centro del prisma, expresado en metros. Dicha distancia se indica con D en la figura 4.2 a), en la figura 4.2 b) se muestra un detalle del prisma.

Luego se ubica el prisma en el punto a registrar, cuidando de mantener lo mejor posible la verticalidad del jalón, mediante el nivel esférico adosado al mismo (figura 4.2 c), se apunta con el anteojo y se dispara un rayo láser que rebota sobre el prisma y devuelve la señal. El equipo capta esta señal y expresa la posición del punto en coordenadas geográficas. Entre cada medición el equipo da la posibilidad de modificar la altura del prisma el código y/o el nombre del punto, características que luego aparecerán en el archivo de datos.

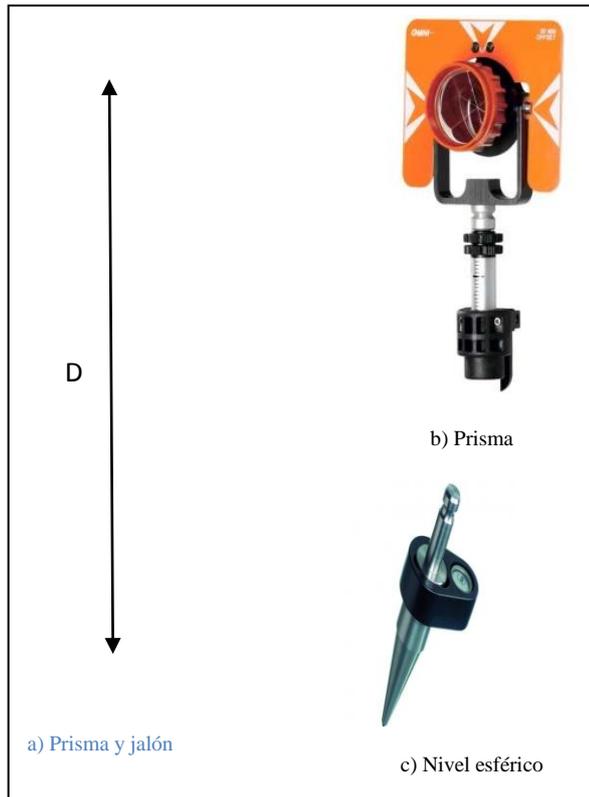


Figura 4-2: Detalles del jalón y prisma: a) Prisma y jalón; b) Prisma; c) Nivel esférico

Desde una estación determinada se toman las lecturas de las coordenadas de los puntos que estén dentro de su alcance. Cuando se requiere cambiar el lugar de estación del equipo y continuar cargando puntos al mismo proyecto se procede de la manera que se describe a continuación:

- Cambio de estación

Si se ha empezado un proyecto y se necesita hacer un cambio de estación o bien continuar en otro momento, se necesitan tener guardados al menos 2 puntos fijos con sus coordenadas. Por ejemplo si se está en la estación 1 (E1) y se quiere pasar a una estación 2 (E2) se deberán tomar al menos 2 puntos de referencia fácilmente identificables y protegidos contra el vandalismo. De estos puntos se anotaran las coordenadas.

A continuación se explica el procedimiento que se debe realizar para retomar un proyecto si se interrumpen los trabajos. Si el objetivo es que el equipo continúe adicionando la información de los nuevos puntos en el mismo archivo Relevamiento

se debe respetar el sistema de referencia ya establecido. Para ello se puede proceder con una de las siguientes variantes:

- Variante 1: cuando el punto donde se hará estación es conocido, por haber sido relevado anteriormente, se ingresan las coordenadas del punto estación, sin su cota, $PF_i(N, E)$ mediante el programa 20 del equipo. Luego se asigna su altura mediante el programa 21.
- Variante 2: cuando el punto inicial no es conocido. Se hará “estación libre”. En esta metodología no importa el punto donde coloquemos el equipo, se lo instala y luego mediante el programa 20 se toman las lecturas de los puntos fijos registrados anteriormente desde una estación E_K y se le asignan las coordenadas.

Una vez finalizado el proyecto se conecta el display del equipo a una PC, la cual debe tener instalado el software “Geodimeter”, para transferir la información desde la estación total hacia la PC. Los datos se descargan con extensión .RAW los cuales pueden ser convertidos a .DWG o ASCII para así trabajarlos en Auto CAD o como listado de puntos respectivamente.

Realizado el relevamiento se obtuvieron las coordenadas de los puntos en ambas extensiones.

Anexo 3: salidas Cartomap: planos de planimetría – altimetría-perfiles transversales – listados

Definición del trazado en planta de perfiles transversales - alternativa 2			
P.K.	X	Y	Cota
0+000.000	1086.557	984.128	201.536
(-20.000)	1090.599	964.541	201.521
(-15.000)	1089.589	969.438	201.538
(-10.000)	1088.578	974.334	201.541
(-5.000)	1087.568	979.231	201.543
0	1086.557	984.128	201.536
-5	1085.547	989.025	201.911
-10	1084.536	993.922	202.287
-15	1083.525	998.818	202.356
-20	1082.515	1003.715	202.854
0+025.000	1062.073	979.075	202.761
(-20.000)	1066.115	959.488	201.941
(-15.000)	1065.105	964.385	201.806
(-10.000)	1064.094	969.282	201.898
(-5.000)	1063.083	974.179	201.814
0	1062.073	979.075	202.761
-5	1061.062	983.972	203.344
-10	1060.052	988.869	203.909
-15	1059.041	993.766	204.277
-20	1058.031	998.663	204.683
0+050.000	1037.589	974.023	203.751
(-20.000)	1041.631	954.436	203.876
(-15.000)	1040.62	959.332	204.092
(-10.000)	1039.61	964.229	204.363
(-5.000)	1038.599	969.126	204.446
0	1037.589	974.023	203.751
-5	1036.578	978.92	204.593
-10	1035.568	983.816	204.71
-15	1034.557	988.713	204.938
-20	1033.547	993.61	204.969
0+075.000	1013.105	968.97	205.436
(-20.000)	1017.147	949.383	204.893
(-15.000)	1016.136	954.28	205.088
(-10.000)	1015.126	959.177	205.201
(-5.000)	1014.115	964.073	205.473
0	1013.105	968.97	205.436
-5	1012.094	973.867	205.811

-10	1011.084	978.764	206.041
-15	1010.073	983.661	206.278
-20	1009.063	988.557	206.546
0+100.000	988.621	963.918	207.272
(-20.000)	992.663	944.33	205.808
(-15.000)	991.652	949.227	206.298
(-10.000)	990.642	954.124	206.665
(-5.000)	989.631	959.021	206.922
0	988.621	963.918	207.272
-5	987.61	968.814	207.495
-10	986.6	973.711	207.035
-15	985.589	978.608	207.016
-20	984.579	983.505	207.012
0+125.000	964.137	958.865	209.062
(-20.000)	968.179	939.278	206.787
(-15.000)	967.168	944.175	207.712
(-10.000)	966.158	949.071	208.693
(-5.000)	965.147	953.968	208.982
0	964.137	958.865	209.062
-5	963.126	963.762	209.104
-10	962.115	968.659	209.087
-15	961.105	973.555	208.995
-20	960.094	978.452	209.003
0+150.000	939.652	953.812	210.518
(-20.000)	943.695	934.225	209.08
(-15.000)	942.684	939.122	210.816
(-10.000)	941.673	944.019	210.787
(-5.000)	940.663	948.916	210.822
0	939.652	953.812	210.518
-5	938.642	958.709	210.485
-10	937.631	963.606	210.687
-15	936.621	968.503	210.715
-20	935.61	973.4	210.776
0+175.000	915.168	948.76	211.963
(-20.000)	919.21	929.173	211.414
(-15.000)	918.2	934.069	212.392
(-10.000)	917.189	938.966	212.32
(-5.000)	916.179	943.863	212.067
0	915.168	948.76	211.963
-5	914.158	953.657	211.879
-10	913.147	958.553	212.125
-15	912.137	963.45	212.292
-20	911.126	968.347	212.293

0+200.000	890.684	943.707	213.408
(-20.000)	894.726	924.12	213.594
(-15.000)	893.716	929.017	213.485
(-10.000)	892.705	933.914	213.376
(-5.000)	891.695	938.81	213.268
0	890.684	943.707	213.408
-5	889.674	948.604	213.276
-10	888.663	953.501	213.426
-15	887.653	958.398	213.391
-20	886.642	963.294	213.32
0+225.000	866.2	938.655	214.853
(-20.000)	870.242	919.067	214.596
(-15.000)	869.232	923.964	214.627
(-10.000)	868.221	928.861	214.632
(-5.000)	867.211	933.758	214.587
0	866.2	938.655	214.853
-5	865.19	943.551	214.656
-10	864.179	948.448	214.537
-15	863.169	953.345	214.484
-20	862.158	958.242	214.514
0+250.000	841.716	933.602	215.754
(-20.000)	845.758	914.015	215.858
(-15.000)	844.748	918.912	215.775
(-10.000)	843.737	923.808	215.711
(-5.000)	842.727	928.705	215.662
0	841.716	933.602	215.754
-5	840.706	938.499	215.945
-10	839.695	943.396	216.027
-15	838.684	948.292	216.187
-20	837.674	953.189	216.164
0+275.000	817.11	929.239	217.724
(-20.000)	819.258	909.354	217.9
(-15.000)	818.721	914.325	217.82
(-10.000)	818.184	919.297	217.767
(-5.000)	817.647	924.268	217.72
0	817.11	929.239	217.724
-5	816.573	934.21	217.795
-10	816.036	939.181	217.895
-15	815.5	944.152	218.03
-20	814.963	949.123	218.066
0+300.000	792.258	930.321	220.011
(-20.000)	787.574	910.878	221.658
(-15.000)	788.745	915.738	221.284

(-10.000)	789.916	920.599	220.681
(-5.000)	791.087	925.46	220.196
0	792.258	930.321	220.011
-5	793.429	935.182	219.826
-10	794.6	940.043	219.567
-15	795.771	944.904	219.374
-20	796.942	949.765	219.222
0+325.000	770.365	941.846	221.647
(-20.000)	756.961	927.002	225.947
(-15.000)	760.312	930.713	225.064
(-10.000)	763.663	934.424	224.181
(-5.000)	767.014	938.135	222.347
0	770.365	941.846	221.647
-5	773.716	945.557	221.177
-10	777.067	949.268	220.859
-15	780.418	952.979	220.576
-20	783.769	956.69	220.534
0+350.000	756.492	962.372	223.231
(-20.000)	737.906	954.984	225.626
(-15.000)	742.552	956.831	225.027
(-10.000)	747.199	958.678	224.428
(-5.000)	751.845	960.525	223.83
0	756.492	962.372	223.231
-5	761.138	964.218	222.741
-10	765.784	966.065	222.331
-15	770.431	967.912	221.893
-20	775.077	969.759	221.454
0+375.000	750.503	986.586	222.725
(-20.000)	730.723	983.631	223.896
(-15.000)	735.668	984.37	223.569
(-10.000)	740.613	985.109	223.243
(-5.000)	745.558	985.847	222.916
0	750.503	986.586	222.725
-5	755.448	987.324	222.597
-10	760.393	988.063	222.262
-15	765.339	988.802	221.9
-20	770.284	989.54	221.528
0+400.000	747.28	1011.377	221.351
(-20.000)	727.439	1008.86	222.343
(-15.000)	732.399	1009.489	222.095
(-10.000)	737.36	1010.118	221.847
(-5.000)	742.32	1010.748	221.599
0	747.28	1011.377	221.351

-5	752.24	1012.006	221.147
-10	757.201	1012.635	221.181
-15	762.161	1013.265	220.976
-20	767.121	1013.894	220.78
0+425.000	744.134	1036.178	220.979
(-20.000)	724.293	1033.661	221.366
(-15.000)	729.253	1034.29	221.25
(-10.000)	734.213	1034.919	221.135
(-5.000)	739.173	1035.549	221.016
0	744.134	1036.178	220.979
-5	749.094	1036.807	220.962
-10	754.054	1037.437	220.961
-15	759.014	1038.066	220.878
-20	763.975	1038.695	220.607
0+450.000	740.987	1060.979	220.762
(-20.000)	721.146	1058.462	221.127
(-15.000)	726.107	1059.091	220.972
(-10.000)	731.067	1059.721	220.891
(-5.000)	736.027	1060.35	220.826
0	740.987	1060.979	220.762
-5	745.948	1061.609	220.697
-10	750.908	1062.238	220.633
-15	755.868	1062.867	220.45
-20	760.828	1063.496	220.221
0+475.000	732.193	1083.982	220.764
(-20.000)	716.552	1071.518	220.871
(-15.000)	720.462	1074.634	220.782
(-10.000)	724.372	1077.75	220.774
(-5.000)	728.282	1080.866	220.769
0	732.193	1083.982	220.764
-5	736.103	1087.098	220.759
-10	740.013	1090.215	220.646
-15	743.923	1093.331	220.532
-20	747.833	1096.447	220.435
0+500.000	711.693	1097.572	221.112
(-20.000)	706.302	1078.313	221.79
(-15.000)	707.65	1083.128	221.494
(-10.000)	708.998	1087.942	221.107
(-5.000)	710.345	1092.757	221.121
0	711.693	1097.572	221.112
-5	713.041	1102.387	221.102
-10	714.389	1107.202	221.093
-15	715.736	1112.017	221.149

	-20	717.084	1116.832	221.18
0+525.000		687.117	1096.599	222.631
(-20.000)		694.014	1077.826	226.564
(-15.000)		692.29	1082.519	227.51
(-10.000)		690.566	1087.213	226.218
(-5.000)		688.842	1091.906	224.224
	0	687.117	1096.599	222.631
	-5	685.393	1101.293	221.944
	-10	683.669	1105.986	221.789
	-15	681.945	1110.679	221.587
	-20	680.22	1115.372	222.538
0+550.000		667.757	1081.431	235.291
(-20.000)		684.334	1070.242	231.916
(-15.000)		680.189	1073.039	233.689
(-10.000)		676.045	1075.836	233.762
(-5.000)		671.901	1078.634	234.42
	0	667.757	1081.431	235.291
	-5	663.612	1084.228	236.405
	-10	659.468	1087.025	237.782
	-15	655.324	1089.823	239.275
	-20	651.179	1092.62	240.735
0+575.000		660.931	1057.802	247.283
(-20.000)		680.921	1058.427	234.552
(-15.000)		675.923	1058.271	236.959
(-10.000)		670.926	1058.115	240.285
(-5.000)		665.928	1057.958	243.842
	0	660.931	1057.802	247.283
	-5	655.933	1057.646	251.23
	-10	650.936	1057.489	255.202
	-15	645.938	1057.333	259.072
	-20	640.94	1057.177	263.524
0+600.000		667.23	1033.721	245.927
(-20.000)		686.186	1040.098	233.198
(-15.000)		681.447	1038.504	235.974
(-10.000)		676.708	1036.91	238.587
(-5.000)		671.969	1035.315	242.356
	0	667.23	1033.721	245.927
	-5	662.491	1032.127	249.83
	-10	657.752	1030.533	253.814
	-15	653.013	1028.938	257.592
	-20	648.274	1027.344	261.515
0+625.000		675.202	1010.026	245.329
(-20.000)		694.158	1016.403	230.801

(-15.000)	689.419	1014.809	234.378
(-10.000)	684.68	1013.215	237.956
(-5.000)	679.941	1011.62	241.534
0	675.202	1010.026	245.329
-5	670.463	1008.432	249.169
-10	665.724	1006.837	252.668
-15	660.985	1005.243	256.725
-20	656.246	1003.649	260.048
0+650.000	682.855	986.23	242.933
(-20.000)	702.151	991.486	232.337
(-15.000)	697.327	990.172	235.091
(-10.000)	692.503	988.858	237.705
(-5.000)	687.679	987.544	240.319
0	682.855	986.23	242.933
-5	678.03	984.916	246.749
-10	673.206	983.602	250.562
-15	668.382	982.288	254.516
-20	663.558	980.973	258.667
0+675.000	686.299	961.562	241.825
(-20.000)	706.29	960.958	232.231
(-15.000)	701.292	961.109	233.808
(-10.000)	696.295	961.26	236.354
(-5.000)	691.297	961.411	238.9
0	686.299	961.562	241.825
-5	681.302	961.713	245.284
-10	676.304	961.863	248.823
-15	671.306	962.014	252.473
-20	666.308	962.165	255.873
0+700.000	679.721	937.705	243.153
(-20.000)	697.1	927.806	234.311
(-15.000)	692.755	930.281	235.913
(-10.000)	688.411	932.756	237.922
(-5.000)	684.066	935.23	240.537
0	679.721	937.705	243.153
-5	675.377	940.179	245.788
-10	671.032	942.654	248.928
-15	666.687	945.129	252.157
-20	662.343	947.603	255.414
0+725.000	662.581	919.845	246.38
(-20.000)	673.447	903.054	246.453
(-15.000)	670.73	907.251	243.615
(-10.000)	668.014	911.449	244.345
(-5.000)	665.297	915.647	245.353

0	662.581	919.845	246.38
-5	659.864	924.042	248.935
-10	657.148	928.24	251.716
-15	654.431	932.438	254.563
-20	651.715	936.636	257.518
0+750.000	639.8	909.737	260.303
(-20.000)	645.759	890.646	257.886
(-15.000)	644.27	895.419	258.238
(-10.000)	642.78	900.191	258.59
(-5.000)	641.29	904.964	258.942
0	639.8	909.737	260.303
-5	638.31	914.51	261.752
-10	636.821	919.283	262.653
-15	635.331	924.056	262.792
-20	633.841	928.829	263.065
0+775.000	615.694	903.12	263.849
(-20.000)	620.825	883.79	265.022
(-15.000)	619.542	888.622	264.696
(-10.000)	618.259	893.455	262.939
(-5.000)	616.976	898.288	264.038
0	615.694	903.12	263.849
-5	614.411	907.953	263.871
-10	613.128	912.786	264.17
-15	611.845	917.618	265.878
-20	610.563	922.451	267.138
0+800.000	591.53	896.707	266.193
(-20.000)	596.661	877.376	266.924
(-15.000)	595.379	882.209	266.752
(-10.000)	594.096	887.041	266.575
(-5.000)	592.813	891.874	266.408
0	591.53	896.707	266.193
-5	590.248	901.539	266.32
-10	588.965	906.372	266.447
-15	587.682	911.205	266.574
-20	586.399	916.037	266.701
0+825.000	567.367	890.293	268.56
(-20.000)	572.498	870.962	275.216
(-15.000)	571.215	875.795	270.068
(-10.000)	569.933	880.628	269.015
(-5.000)	568.65	885.46	268.86
0	567.367	890.293	268.56
-5	566.084	895.126	268.51
-10	564.802	899.958	268.511

-15	563.519	904.791	268.336
-20	562.236	909.624	268.2263
0+850.000	543.204	883.879	270.496
(-20.000)	548.335	864.549	270.201
(-15.000)	547.052	869.381	270.249
(-10.000)	545.769	874.214	270.473
(-5.000)	544.487	879.047	270.463
0	543.204	883.879	270.496
-5	541.921	888.712	270.875
-10	540.638	893.545	270.893
-15	539.356	898.377	270.88
-20	538.073	903.21	270.833
0+875.000	519.041	877.466	271.084
(-20.000)	524.172	858.135	270.965
(-15.000)	522.889	862.968	270.819
(-10.000)	521.606	867.8	270.941
(-5.000)	520.323	872.633	270.989
0	519.041	877.466	271.084
-5	517.758	882.298	271.579
-10	516.475	887.131	271.744
-15	515.192	891.964	271.957
-20	513.91	896.796	272.107
0+900.000	494.877	871.052	271.083
(-20.000)	500.008	851.721	270.665
(-15.000)	498.726	856.554	270.746
(-10.000)	497.443	861.387	270.697
(-5.000)	496.16	866.219	270.94
0	494.877	871.052	271.083
-5	493.595	875.884	271.164
-10	492.312	880.717	271.56
-15	491.029	885.55	271.746
-20	489.746	890.382	271.985
0+925.000	470.714	864.638	269.538
(-20.000)	475.845	845.307	268.57
(-15.000)	474.562	850.14	268.748
(-10.000)	473.28	854.973	269.096
(-5.000)	471.997	859.805	269.339
0	470.714	864.638	269.538
-5	469.431	869.471	269.919
-10	468.149	874.303	270.204
-15	466.866	879.136	270.553
-20	465.583	883.969	270.886
0+946.400	450.03	859.148	268.077

(-20.000)	455.161	839.817	267.781
(-15.000)	453.878	844.65	267.307
(-10.000)	452.596	849.483	267.523
(-5.000)	451.313	854.315	267.832
0	450.03	859.148	268.077
-5	448.747	863.981	268.515
-10	447.465	868.813	268.938
-15	446.182	873.646	269.371
-20	444.899	878.479	269.802

Definición del trazado en alzado de alternativa 2					
P.K.	X	Y	Cota Terreno	Cota Rasante	Dif. Cotas
0+000.000	1086.557	984.128	201.536	201.536	0.000
0+025.000	1062.073	979.075	202.761	203.307	0.547
0+050.000	1037.589	974.023	203.751	205.065	1.313
0+075.000	1013.105	968.970	205.436	206.822	1.386
0+100.000	988.621	963.918	207.272	208.579	1.307
0+125.000	964.137	958.865	209.062	210.337	1.275
0+150.000	939.652	953.812	210.518	212.094	1.577
0+175.000	915.168	948.760	211.963	213.852	1.889
0+200.000	890.684	943.707	213.408	215.609	2.201
0+225.000	866.200	938.655	214.853	217.366	2.513
0+250.000	841.716	933.602	215.754	219.124	3.370
0+275.000	817.110	929.239	217.724	220.881	3.157
0+300.000	792.258	930.321	220.011	222.638	2.627
0+325.000	770.365	941.846	221.647	224.396	2.749
0+350.000	756.492	962.372	223.231	226.153	2.922
0+375.000	750.503	986.586	222.725	227.910	5.185
0+400.000	747.280	1011.377	221.351	229.668	8.317
0+425.000	744.134	1036.178	220.979	231.425	10.446
0+450.000	740.987	1060.979	220.762	233.182	12.421
0+475.000	732.193	1083.982	220.764	234.940	14.176
0+500.000	711.693	1097.572	221.112	236.697	15.585
0+525.000	687.117	1096.599	222.631	238.455	15.823
0+550.000	667.757	1081.431	235.291	240.212	4.921
0+575.000	660.931	1057.802	247.283	241.969	-5.314
0+600.000	667.230	1033.721	245.927	243.727	-2.201
0+625.000	675.202	1010.026	245.329	245.484	0.155
0+650.000	682.855	986.230	242.933	247.241	4.309
0+675.000	686.299	961.562	241.825	248.999	7.173
0+700.000	679.721	937.705	243.153	250.756	7.603
0+725.000	662.581	919.845	246.380	252.513	6.133
0+750.000	639.800	909.737	260.303	254.271	-6.032
0+775.000	615.694	903.120	263.849	256.028	-7.821
0+800.000	591.530	896.707	266.193	257.785	-8.408
0+825.000	567.367	890.293	268.560	259.543	-9.017
0+850.000	543.204	883.879	270.496	261.300	-9.196
0+875.000	519.041	877.466	271.084	263.058	-8.026
0+900.000	494.877	871.052	271.083	264.815	-6.268
0+925.000	470.714	864.638	269.538	266.572	-2.966
0+946.400	450.030	859.148	268.077	268.077	0.000

peraltes de alternativa 2				
P.K.	Peralte 1	Peralte 3	Peralte 33	Peralte 4
0+000.000	-3	3	-4	4
0+338.815	-3	3	-4	4
0+353.101	-3	0	-4	4
0+367.386	-3	-3	-4	4
0+303.101	-10	-10	-4	-4
0+335.506	-10	-10	-4	-4
0+371.331	-3	-3	-4	4
0+385.506	-3	0	-4	4
0+399.793	-3	3	-4	4
0+437.133	-3	3	-4	4
0+435.133	0	3	-4	4
0+443.133	3	3	-4	4
0+463.133	10	10	4	4
0+576.730	10	10	4	4
0+596.730	3	3	-4	4
0+604.730	0	3	-4	4
0+613.730	-3	3	-4	4
0+618.601	-3	3	-4	4
0+633.887	-3	0	-4	4
0+647.173	-3	-3	-4	4
0+683.887	-10	-10	-4	-4
0+714.680	-10	-10	-4	-4
0+750.394	-3	-3	-4	4
0+764.680	-3	0	-4	4
0+778.966	-3	3	-4	4
0+946.400	-3	3	-4	4

sobrecanchos de alternativa 2		
P.K.	Derecha del eje [m]	Izquierda del eje[m]
0+000.000	0	0
0+253.101	0	0
0+303.101	1.2	-1.2
0+335.506	1.2	-1.2
0+385.506	0	0
0+453.133	0	-1.65
0+478.133	0	-3.3
0+519.931	0	0
0+561.730	0	-3.3
0+586.730	0	-1.65
0+632.887	0	0
0+682.887	1.05	-1.05
0+714.680	1.05	-1.05
0+946.400	0	0

Listado de volumen de alternativa 2			
P.K.	Dist. [m]	Vol. Desmonte [m ³]	Vol. Terraplén [m ³]
0+025.000	25	217	133
0+050.000	25	131	232
0+075.000	25	50	297
0+100.000	25	9	467
0+125.000	25	0	519
0+150.000	25	0	511
0+175.000	25	0	620
0+200.000	25	0	829
0+225.000	25	0	1055
0+250.000	25	0	1322
0+275.000	25	0	1417
0+300.000	25	0	1226
0+325.000	25	24	1101
0+350.000	25	24	1185
0+375.000	25	0	1982
0+400.000	25	0	3959
0+425.000	25	0	6350
0+450.000	25	0	8708
0+475.000	25	0	11102
0+500.000	25	0	13107
0+525.000	25	0	13324
0+550.000	25	0	7592
0+575.000	25	5647	1240
0+600.000	25	9990	581
0+625.000	25	7062	2610
0+650.000	25	4238	4878
0+675.000	25	1759	6327
0+700.000	25	242	7381
0+725.000	25	0	5498
0+750.000	25	2721	1596
0+775.000	25	6836	0
0+800.000	25	6856	0
0+825.000	25	7271	0
0+850.000	25	8767	0
0+875.000	25	7878	0
0+900.000	25	5874	0
0+925.000	25	3198	0
0+946.400	21.4	981	4
Total		79774	107150

OBS: valores sin aplicar coeficientes de esponjamiento y compactación

Anexo 3: salidas Cartomap: planos de planimetría – altimetría-perfiles transversales.

SBO1-PUNTOS RELEVADOS

(Número de hoja reservado para este plano)

SB02-MALLA DE TRIANGULOS

(Número de hoja reservado para este plano)

SB03-PLANO DE CURVAS DE NIVEL

(Número de hoja reservado para este plano)

SB04-ALTIMETRIA

(Número de hoja reservado para este plano)

SB05-PLANIMETRIA CON DESMONTE Y TERRAPLEN

(Número de hoja reservado para este plano)

SB06-PERFILES TRANSVERSALES

(Número de hoja reservado para este plano)