



Universidad
Nacional
de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Ingeniería Civil

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Informe Técnico Final



**DISEÑO GEOMETRICO DE CAMINO PERIMETRAL PARA
ANTEPROYECTO MASTER PLAN ECOVALLE PAMPA DE LA
VIUDA**

Alumno:	Leonardo Barrionuevo
Docente Tutor:	Ing. Mauro Iván Tartabini
Tutor Externo:	Dr. Ing. Tomás A. Prato
Empresa Receptora:	INDIGO SA
Año:	2016

1. ÍNDICE	
2. RESUMEN	4
3. MARCO DEL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS SUPERVISADAS	5
3.1. ÁMBITO DE DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES.....	5
3.2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	5
3.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	5
3.4. APLICACIÓN DE MATERIAS CURSADAS	6
4. MARCO TEÓRICO: DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL	7
4.1. INTRODUCCIÓN.....	7
4.2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE DISEÑO DE UNA CARRETERA	7
4.2.1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.	8
4.2.2. CONDICIONANTES DEL DISEÑO.	8
4.2.3. VELOCIDADES. VELOCIDAD DIRECTRIZ.....	9
4.3. GEOMETRÍA DEL CAMINO.	10
4.3.1. DISEÑO PLANIMÉTRICO.	13
4.3.2. DISEÑO ALTIMÉTRICO.....	15
4.3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL	18
4.3.4. DISEÑO DE RED DE DRENAJE.....	23
5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	28
5.1. UBICACIÓN DE LA OBRA	28
5.2. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DE ZONA DE PROYECTO.....	30
5.3. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO	33
5.3.1. DISEÑO PLANIMÉTRICO	33
5.3.2. DISEÑO ALTIMÉTRICO.....	34
5.3.3. PERFIL DE OBRA BASICO.....	36
5.4. ESTUDIOS GEOLÓGICOS E HIDROLOGÍCOS	38
5.4.1. Introducción.....	38
5.4.2. Antecedentes.....	38
5.4.3. Caracterización de la Región.....	39
5.4.4. Geomorfología.....	40
5.4.5. Clima	42
5.4.6. Vegetación	45
5.4.7. Suelos	46
5.4.8. Tormenta de Diseño	47
5.4.9. Determinación del derrame máximo superficial	48
5.4.10. Aplicación del programa computacional HEC-HMS.....	51
5.4.11. Resultados obtenidos.....	53

5.5. DESAGÜE DE PROYECTO. OBRAS DE ARTE PROYECTADAS: CÁLCULO DE CAPACIDADES, GRÁFICOS Y TABLAS.	56
5.5.1. Situación hidráulica existente	56
5.5.2. Situación hidráulica de proyecto	56
5.5.3. Resultados obtenidos	61
5.6. MOVIMIENTO DE SUELOS	63
6. CONCLUSIONES.....	64
ANEXO MOVIMIENTO DE SUELOS.....	65
ANEXO PLANOS	66

Indice de figuras

Figura 4-1: Distancia visual de detención (DVD). Fuente: Norma DNV.....	11
Figura 4-2: Esquema del modelo para el cálculo de la DVA. Fuente: Norma DNV.....	12
Figura 4-3: Transición del peralte. Fuente: Norma DNV.....	15
Figura 4-4: Curvas verticales convexas. Operación diurna.	17
Figura 4-5: Curvas verticales cóncavas. Operación nocturna.	18
Figura 4-6: Curvas verticales cóncavas. DVD en presencia de estructuras.	18
Figura 4-7: Sección transversal de un camino de dos carriles indivisos	19
Figura 4-8: Justificación de barrera por configuración peligrosa del terraplén.....	23
Figura 4-9: Justificación de barrera en mediana para caminos con control total de accesos.	23
Figura 5-1: Ubicación de proyecto: mapa político	28
Figura 5-2: Ubicación de proyecto: imagen satelital.....	29
Figura 5-3: Planimetría general de proyecto	30
Figura 5-4: Vista hacia el este, Camino Oeste pr 2++800.	31
Figura 5-5: Una de las tantas cárcavas de la zona de proyecto.	31
Figura 5-6: Ruta Camino a Pampa de La Viuda, vista en sentido hacia Ciudad de La Rioja	32
Figura 5-7: Vista hacia el este desde el Camino Oeste.....	32
Figura 5-8: Perfil de obra básica	37
Figura 5-9: Mapa físico del área de estudio	40
Figura 5-10: Mapa geomorfológico del área de estudio	41
Figura 5-11: Mapa clasificación hídrica.....	43
Figura 5-12: Mapa cobertura vegetal de la Provincia de La Rioja	45
Figura 5-13: Mapa clasificación litológica.....	47
<i>Figura 5-14: Esquema determinación de la función de transferencia</i>	<i>52</i>
Figura 5-15: Ubicación badenes	57
Figura 5-16: Datos de entrada para la verificación de alcantarillas en HY-8	58
Figura 5-17: Ventana de resultados obtenidos con el programa HY-8	59
Figura 5-18: Sección longitudinal que resulta al aplicar el programa HY-8.....	59

Indice de tablas

Tabla 5-1: Características de curvas horizontales Camino Oeste	34
Tabla 5-2: Características de curvas horizontales Camino Este	34
Tabla 5-3: Características de curvas verticales Camino Oeste	35
Tabla 5-4: Características de curvas verticales Camino Este.....	36
Tabla 5-5: Planilla de Caudales de cuencas	54
Tabla 5-6: Planilla de Caudales de cuencas (continuación)	55
Tabla 5-7: Alcantarillas Camino Oeste.....	61
Tabla 5-8: Alcantarillas Camino Este	62

2. RESUMEN

El presente informe técnico final corresponde a un resumen de la Práctica Profesional Supervisada realizada por el alumno Leonardo Barrionuevo. La misma ha sido realizada en la empresa INDIGO S.A. bajo la supervisión externa del Ingeniero Tomás Alberto Prato y como tutor interno designado por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales el Ingeniero Mauro Iván Tartabini.

La Práctica Profesional Supervisada se realiza en el marco del anteproyecto Máster Plan Ecovalle Pampa de la Viuda.

Este informe está estructurado en cuatro partes. En primer lugar se describe el marco de desarrollo de la Practica Supervisada. Este capítulo está compuesto por la descripción del ámbito de la obra, los objetivos planteados, las actividades realizadas, etc.

En el siguiente capítulo se expone el marco teórico respecto del tema principal que se ha desarrollado en los trabajos realizados durante la Práctica Profesional, es decir, diseño de geométrico de una carretera rural. En el mismo se exponen conceptos vinculados con el diseño de carreteras en general.

La tercer parte del informe consiste en una descripción general del proyecto en su totalidad, distintos componentes, principales objetivos, etc. En esta sección se ha buscado describir de manera resumida las principales características y principios que han gobernado el diseño de la obra propuesta.

Finalmente se presentan las conclusiones de los trabajos desarrollados durante el transcurso de la Práctica Profesional Supervisada, sumado a algunas consideraciones finales respecto a los objetivos personales alcanzados en el ejercicio de la profesión.

3. MARCO DEL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS SUPERVISADAS

3.1. ÁMBITO DE DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Las actividades concernientes a la Práctica Profesional Supervisada se han llevado a cabo por el alumno en el marco de la materia con ese mismo nombre, bajo la modalidad Monotributo. Para ello ha desarrollado distintas actividades relacionadas con la Ingeniería Civil durante el segundo semestre del año 2015. Las mismas se han realizado en la empresa INDIGO S.A.

Dichas tareas responden al desarrollo del proyecto de la obra con la siguiente designación:

ANTEPROYECTO MASTER PLAN ECOVALLE PAMPA DE LA VIUDA DEPARTAMENTO: Sanagasta – Provincia de La Rioja

La construcción de la obra está a cargo de la empresa PAOLINI HNOS, la cual contrató a la firma INDIGO S.A. para el desarrollo del anteproyecto. Es importante destacar que el ámbito de trabajo en el que estuvo inserto el alumno, implicó el contacto permanente con profesionales de otras áreas de la ingeniería y profesionales de la empresa a cargo de la construcción de la obra.

El trabajo realizado por el alumno corresponde a un anteproyecto de caminos rurales perimetrales al Valle de Pampa de la Viuda cuyo objetivo es brindar accesos para un posterior desarrollo de un proyecto de Master Plan en el valle. El objeto del proyecto es sentar las bases para un futuro desarrollo urbanístico, fomentar el turismo, el deporte y la producción agrícola ampliando sus horizontes actuales, en una zona que se verá favorecida por la obra de Conexión Vial La Rioja - Chilecito.

3.2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Entre los objetivos que se persiguen con esta Práctica Supervisada podemos mencionar:

- Aplicar los conocimientos adquiridos en el cursado de la carrera al ejercicio profesional;
- Experimentar el desarrollo de un proyecto vial en todas sus etapas (campaña, tareas de gabinete, etc.);
- Hacer frente a diferentes problemáticas que puedan surgir, buscando su solución;
- Trabajo en equipo con diferentes áreas (en la empresa hay equipos que desarrollan diferentes aspectos, como ser de estructuras y puentes, hidráulica, etc);
- Insertarse en un ambiente laboral, familiarizándose con la dinámica de este tipo de trabajos y adquiriendo experiencia para el futuro.

3.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Durante el desarrollo de la Práctica Supervisada se han realizado las siguientes actividades:

- Campaña de reconocimiento del lugar de emplazamiento del proyecto

- Búsqueda de antecedentes e información
- Definición del tipo de obra básica, selección de parámetros de diseño, etc.
- Estudio de alternativas de traza
- Diseño planialtimétrico de la traza seleccionada
- Confección de informes y planos

3.4. APLICACIÓN DE MATERIAS CURSADAS

Antes de exponer el desarrollo del marco teórico, es importante destacar las materias que brindaron los conceptos y herramientas con las que se pudo contar para realizar la Práctica Supervisada.

La materia que brindó fundamentalmente los conceptos y herramientas para la realización de dichos trabajos fue Transporte II. Dentro de los elementos empleados se destacan todos los conceptos relacionados con el diseño geométrico vial, aplicación de normas de diseño, cómputo de movimiento de suelos, etc. Además ha sido de gran ayuda el empleo del programa de diseño AutoCAD Civil. 3D.

Para la preparación, interpretación, manejo y edición de planos en formato digital el alumno ha empleado conocimientos adquiridos en Representación Asistida, en lo que respecta al manejo del software Autocad. Por otro lado, también han sido útiles los conceptos de geometría descriptiva vistos en dicha materia.

Complementariamente se tuvieron en cuenta los conocimientos adquiridos en Hidrología y Procesos Hidráulicos para la comprensión de las características hidrológicas y el diseño de los elementos hidráulicos que componen el sistema de drenaje y las materias Topografía I y Topografía II para la interpretación de datos y planos.

4. MARCO TEÓRICO: DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL

4.1. INTRODUCCIÓN

Para una mejor comprensión de los aspectos desarrollados en el marco de esta práctica supervisada se expondrá primeramente una serie de conceptos y definiciones en el presente capítulo.

4.2. GENERALIDADES DEL PROCESO DE DISEÑO DE UNA CARRETERA

El diseño geométrico de una carretera es preponderantemente influenciado por dos condicionantes o factores: el primero es la configuración del terreno que debe atravesar, y el segundo será el tránsito que deberá satisfacer. Un buen diseño será aquel que teniendo en cuenta estos dos factores suponga un costo mínimo anual de acuerdo a la importancia de estos factores.

Entonces, cuando el tránsito es reducido, la topografía será la que prevalezca sobre el diseño del camino; a su vez cuando el tránsito es importante, serán sus características y las necesidades de los usuarios las que gobiernen el diseño.

A continuación se pretende resumir las partes componentes del diseño propuesto para este proyecto:

Reconocimiento del terreno: se recorrió la zona de emplazamiento del proyecto a fin de tener una acabada idea de la topografía y la relación del proyecto con el entorno.

Definición de poligonal base: primeramente se plantean alternativas de trazado preliminares y de acuerdo a los criterios acordados de acuerdo al proyecto del que forma parte este diseño se elige la opción más conveniente.

Definición del eje, o trazado geométrico en planta: Se busca generar acuerdos entre los segmentos de la poligonal de base a los fines de garantizar distancias de visibilidad y de frenado coherentes con la velocidad de diseño adoptada.

Definición de la rasante, o trazado geométrico en altura: Implica la definición de las pendientes que tendrán los segmentos de nuestro proyecto, y los acuerdos entre estos, a los fines de garantizar las distancias de visibilidad y frenado, el correcto andar de los vehículos (esencialmente los de mayor porte), minimizar los costos de traslado de suelo en la obra. En este punto también es fundamental considerar la red de drenaje, con el objetivo de modificar lo menos posible el curso natural de las aguas.

Definición de perfil tipo: En función de la demanda que deba soportar la vía, se selecciona el perfil más conveniente, desde el punto de vista estructural, funcional, técnico-económico. Además, debemos garantizar una estabilidad en los taludes, en función del tipo de material con el que trabajemos.

Estudio de la red de drenaje y definición de obras de arte: Para evitar que la obra básica, que funciona como una barrera física a la escorrentía natural, cause problemas al medio, y que el medio no le cause problemas a la obra.

Cómputos: ítem que permite cuantificar los costos de la obra, por lo que se pretende llegar a una solución óptima, siempre y cuando no vaya en detrimento de la calidad de la solución adoptada.

4.2.1. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS.

Los caminos de una red vial pueden ser divididos desde distintos puntos de vista. Las más utilizadas son:

Por su función dentro de la red:

- Troncales o primarios son aquellas que unen polos o ciudades importantes. A través de ellas se desarrolla el mayor porcentaje de tránsito de larga distancia.
- Secundarios son los que vinculan localidades de menor importancia. Funcionan como alternativas de los troncales y sirven de enlace entre estos.
- Terciarios o colectores.
- Vecinales o locales.

Por su uso o destino:

- Comerciales.
- De fomento.
- De turismo.
- Especiales.

Por su demanda:

Estudiando el tránsito futuro que deberá soportar la vía en estudio, a los fines del proyecto, los caminos se han dividido en seis categorías de acuerdo a las normas vigentes en la Dirección Nacional de Vialidad, que son:

Tabla 2.1. Categoría de los caminos en función de la demanda. Norma DNV.

Categoría	TMDA previsto [veh/día]
Especial	Mayor a 15.000
Categoría I	Entre 5.000 y 15.000
Categoría II	Entre 1.500 y 5.000
Categoría III	Entre 500 y 1.500
Categoría IV	Entre 150 y 500
Categoría V	Menor a 150

A través de esta clasificación, la norma se independiza del uso o de la función en la red que tenga el camino, y define las características propias del camino en función de la cantidad de vehículos que se prevé que utilizarán la vía en el futuro.

4.2.2. CONDICIONANTES DEL DISEÑO.

Debemos mencionar que además del volumen, nos interesa saber qué tipo de tránsito circulará por nuestra vía, y cuál será la localización geográfica de la misma.

Llamamos **Controles de diseño** a las características del tránsito que gobiernan el diseño de los elementos geométricos. Se lo caracteriza a través de:

- el **Volumen** (expresado en TMDA, que es el Tránsito Medio Diario Anual);
- la **Composición** que nos permitirá definir el vehículo tipo.

- la **Distribución horaria y por sentidos**, que define las condiciones de operación del tránsito en las horas pico, para estudiar elementos particulares del diseño y determinar específicamente el volumen de diseño.
- el **Crecimiento** del número de viajes, para poder prever el tránsito en el año de diseño.

Por otro lado, definimos a los **Controles de localización** como los condicionantes dados fundamentalmente por la topografía de emplazamiento del mismo. Esto se debe a la gran influencia que tiene esta en los costos de los movimientos de suelo asociados.

Las Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales de la Dirección Nacional de Vialidad clasifican al terreno en tres clases:

- **Zona llana**, con pendientes reducidas, consecuentemente el relieve en sí no influye en el trazado.
- **Zona ondulada**, como intermedio entre zona llana y montañosa.
- **Zona montañosa**, donde las pendientes del terreno influyen de manera decisiva en el trazado.

Esta clasificación no es rígida, dada la dificultad de definir un límite estricto entre una zona y otra.

4.2.3. VELOCIDADES. VELOCIDAD DIRECTRIZ.

El objetivo del diseño de la obra de ingeniería debe ser tener una velocidad que satisfaga la demanda con seguridad. Por ello, aparece el concepto de **Velocidad de diseño** o **Velocidad directriz**.

Llamamos velocidad de diseño a "la máxima velocidad a la que puede circular con seguridad en una sección de camino, un conductor de habilidad media, manejando un vehículo en condiciones mecánicas aceptables, en una corriente de tránsito con volúmenes tan bajos que no influyen en la elección de su velocidad, cuando el estado del tiempo, de la calzada y de la visibilidad ambiente son favorables".

Además, se utilizan otros conceptos de velocidad, asociados al diseño de carretera:

- **Velocidad de operación** es la más alta velocidad general a la cual un conductor puede viajar sobre una carretera dada, bajo condiciones de tiempo favorables y bajo condiciones de tránsito prevalecientes, sin superar la velocidad directriz en cada sección del camino.
- **Velocidad específica** (de un cierto elemento del trazado) es la máxima a la que puede ser recorrido sin rebasar límites funcionales. Estos son, la desaceleración media de frenado, aceleración centrífuga, perceptibilidad de la curva, etc. Cuando mayor sea la velocidad específica de un elemento del trazado, más amplias serán sus dimensiones geométricas.
- **Velocidad media de marcha** corresponde a la velocidad de un vehículo sobre una sección de carretera, y nos da una idea de la velocidad promedio a la que circula el usuario. En general, la podemos suponer como el 75% de la Velocidad Directriz.

Para la selección de la **velocidad directriz** adecuada para nuestro diseño, la DNV propone un cuadro, que tiene en cuenta no solo el TMDA, sino también la topografía del camino.

Tabla 2.2. Velocidad de diseño en caminos rurales. Norma DNV

Categoría	Características básicas			Topografía	Velocidad directriz (km/h)
	TMDA	Control de accesos	Número de trochas		
Especial	> 15.000	Total	>(2+2)	Llanura	150
				Ondulada	110
I	5.000 A 15.000	Total o parcial	2+2	Llanura	130
				Ondulada	110
				Montañosa	80
II	1.500 A 5.000	Parcial	2	Llanura	120
				Ondulada	100
				Montañosa	70
III	500 A 1.500	Parcial o sin control	2	Llanura	110
				Ondulada	80
				Montañosa	60
IV	150 A 500	Sin control	2	Llanura	100
				Ondulada	70
				Montañosa	40
V	< 150	Sin control	2	Llanura	90
				Ondulada	50
				Montañosa	30

4.3. GEOMETRÍA DEL CAMINO.

En lo siguiente, repasaremos los elementos más importantes que conforman el diseño geométrico y los principales condicionantes de diseño que atañen a la vialidad en general y a esta obra en particular.

En este sentido, es necesario destacar que una de las características que más contribuye a la circulación segura, es contar continuamente con la debida visibilidad para poder anticipar cómodamente las distintas maniobras a realizar. Por esto, la norma de la DNV define las siguientes distancias de visibilidad.

Distancia de visibilidad de detención (DVD)

Es la mínima necesaria para que el vehículo pueda detenerse antes de colisionar con un obstáculo en su trocha sin tener desaceleraciones inadmisibles. Debe estar garantizada en la totalidad del trazado.

Resulta de la suma de la distancia de reacción al frenado y la distancia de frenado propiamente dicha.

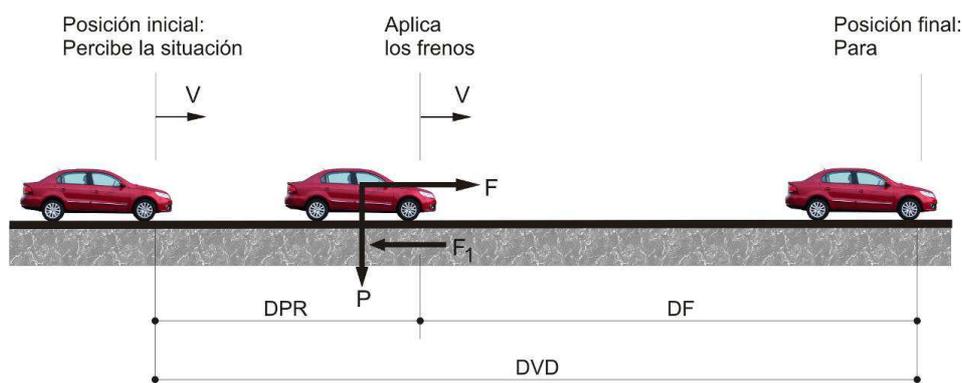


Figura 4-1: Distancia visual de detención (DVD). Fuente: Norma DNV.

La distancia de reacción al frenado (D_o) que depende fundamentalmente del usuario (a través del tiempo de Percepción, Intelcepción, Emoción y Volición) y de la velocidad de diseño.

$$D_o = v \cdot t_{pr}$$

con: v = Velocidad de diseño;
 t_{pr} = Tiempo de percepción y reacción

Para el caso de una velocidad de diseño de 110 km/h, como es el caso de estudio nuestro, la distancia de reacción al frenado es de **76,4 m**.

La distancia de frenado propiamente dicha es la distancia recorrida desde el instante en que comienza la aplicación de los frenos hasta que el vehículo se detiene. Depende del coeficiente de fricción longitudinal y, lógicamente, de la velocidad que trae el vehículo al inicio de la maniobra.

$$D_f = \frac{v^2}{2g \cdot (f_i \pm i)}$$

con: v = Velocidad de diseño;
 f_i = Coef. de fricción longitudinal;
 i = Pendiente longitudinal;

Para una calzada plana (con pendiente longitudinal nula), y pavimento húmedo, la distancia de frenado, con una velocidad directriz de 110 km/h, es de **170,0 m**.

Distancia de visibilidad de decisión (DVDE)

Es la requerida por un conductor para detectar una inesperada información, reconocer el peligro, seleccionar una velocidad y trayectoria adecuadas y completar la maniobra segura y eficientemente.

Los conductores necesitan las distancias de visibilidad de decisión donde haya posibilidad de error en la interpretación de la información para aumentar la seguridad y maniobrabilidad. Es el caso de intersecciones, zonas de demanda concentrada, etc.

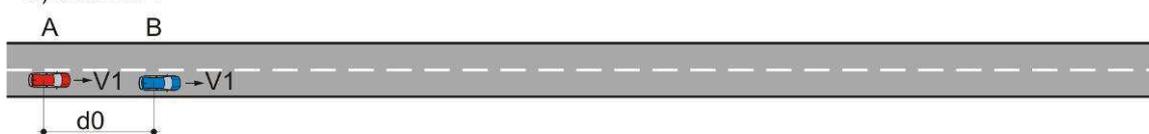
Distancia de visibilidad de sobrepaso o adelantamiento (DVA)

En caminos indivisos de dos carriles y dos sentidos, es la mínima distancia visual suficiente y necesaria que, invadiendo el carril de sentido contrario, permita al conductor de un vehículo adelantarse a otro que circula más lentamente por su mismo carril, sin interferir la velocidad y trayectoria de un tercer vehículo que avance en sentido contrario, si apareciera a la vista una vez iniciada la maniobra.

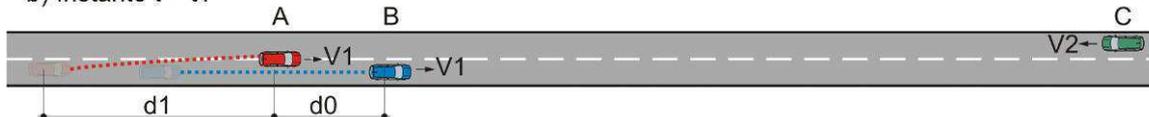
Para la determinación de las DVA mínimas el modelo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) supone que:

- El vehículo adelantado viaja a la VMM
- El tiempo de percepción, evaluación de las posibilidades de adelantamiento, reacción y comienzo de la aceleración del vehículo que se adelanta (A) se estima en 4 s
- Durante el período anterior se acepta que el vehículo que se adelanta (A) circula a la misma velocidad que el vehículo que tiene adelante circulando en sentido contrario (B)
- Durante el período anterior se acepta que, además de circular ambos vehículos (A y B) a la velocidad del que va a ser adelantado (VMM), lo hacen separados por una distancia d_0 , en m
- El promedio de velocidad del vehículo que se adelanta (A), desde que inicia su desplazamiento hacia el carril izquierdo hasta que retoma el derecho, supera en 15 km/h al del vehículo adelantado (B)
- El carril izquierdo debe quedar libre en una longitud adicional d_3 tal, que permita que un tercer vehículo (C) que se aproxima en sentido contrario a igual velocidad V_2 que el vehículo que se adelanta (A), la recorra en el mismo tiempo que tarda este último en desplazarse al carril izquierdo, adelantar al vehículo más lento y retomar el carril derecho.

a) Instante t



b) Instante $t + t_1$



c) Instante $t + t_1 + t_2$

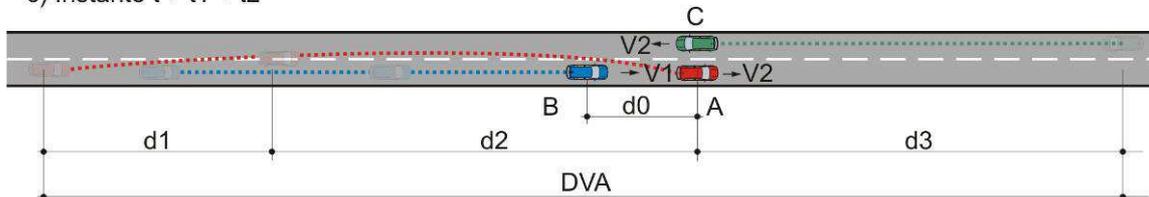


Figura 4-2: Esquema del modelo para el cálculo de la DVA. Fuente: Norma DNV.

La DVA mínima para caminos indivisos de dos carriles se determina como la suma de tres distancias, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Las magnitudes que intervienen son:

V1: velocidad del vehículo que es adelantado (B) en km/h (VMM)

d0: distancia mínima entre vehículos que circulan en la misma dirección, en m

V2: velocidad del vehículo que se adelanta (A) en km/h (VMM + 15 km/h)

d1: distancia recorrida por el vehículo que se adelanta (A) durante el tiempo de percepción, decisión, reacción y comienzo de la maniobra de adelantamiento, en m

t1: tiempo que tarda el vehículo que se adelanta (A) en recorrer la distancia d1, en s

d2: distancia recorrida por el vehículo que se adelanta (A) desde que se desplaza al carril izquierdo hasta que retoma el derecho, en m

t2: tiempo que tarda el vehículo que se adelanta (A) en recorrer la distancia d2, en s

d3: distancia recorrida por un vehículo que circula en sentido contrario (C) al que se adelanta, en m, durante el lapso t2

4.3.1. DISEÑO PLANIMÉTRICO.

Los principales elementos del diseño en planta, son los tramos rectos y los acuerdos horizontales, que pueden ser simples (curvas circulares), o utilizar algún tipo de transición.

Tramos rectos (R=Infinito).

Con el objetivo de maximizar los sectores con suficiente distancia de visibilidad al sobrepaso, se busca ejecutar tantos tramos rectos y tan largos como sea posible.

Curvas horizontales.

Es la forma de unificar 2 segmentos rectos de manera que el usuario experimente un cambio gradual en la dirección en la que se mueve. Las podemos clasificar en 2 grandes grupos:

- Curvas circulares.

Cuando los segmentos son entrelazados por arcos de círculo, las llamamos curvas circulares.

Las mismas pueden ser *curvas simples*, cuando el arco es uno sólo y de radio constante. Si se utilizan dos o más de una curvas circulares contiguas, de diferente radio, que cruzan hacia el mismo lado, las llamamos *curvas compuestas*. Cuando cruzan en sentido opuesto y tienen un punto de tangencia común, se denominan *curvas revertidas*.

En el diseño vial rural, el diseño de las curvas circulares está determinado por la fuerza centrífuga, que tiende a desviar radialmente al vehículo que transita por el acuerdo. Esta fuerza puede ser calculada, para un vehículo que viaja a una velocidad constante, según la expresión:

$$F = \frac{W \cdot v^2}{g \cdot R}$$

con: W = Peso del vehículo.

v = Velocidad del vehículo.

g = Aceleración gravitatoria

R = Radio de la curva.

La expresión evidencia la relación directa entre velocidad y fuerza centrífuga, y la relación inversa con el radio. Hasta cierto punto, esta fuerza puede ser equilibrada con la fricción transversal que se genera en la interface carretera-neumático, pero si la fuerza sigue aumentando, nos enfrentamos a una situación de inestabilidad dinámica.

Para contrarrestar este efecto indeseable, que nos llevaría al diseño con radios excesivamente grandes, se introduce el **peralte**. Así, la norma fija los radios mínimos de diseño y los radios deseables de diseño en función no solo de la velocidad de diseño, sino también del peralte máximo asignado.

La tasa máxima de peralte asignado depende fundamentalmente de las condiciones climáticas usuales del camino (presencia usual de nieve o hielo) y de la frecuencia de vehículos muy lentos, para los cuales la presencia de esta inclinación transversal conduce a un movimiento antinatural de giro. Los valores máximos varían generalmente entre 0,12 y 0,06, siendo este último el utilizado para la obra en cuestión.

- Curvas de transición.

Se utilizan transiciones para transitar de manera gradual el cambio de curvatura del trazado que representa la presencia de una curva circular (curvatura constante). Esta discontinuidad, además de ser incómoda para el usuario, puede causar accidentes debido a que, naturalmente, el conductor tiende a realizar la transición individualmente, ya sea invadiendo el carril contrario o disminuyendo su velocidad.

Deseablemente, todas las curvas con $VD \geq 60$ km/h deberían diseñarse con transiciones, pero cuando $R \geq 1800$ m, es posible obviarles. Sin embargo, las curvas de transición pueden usarse hasta $R = 6000$ m. Se recomienda proyectarlas en toda curva peraltada para desarrollar el peralte en ella.

La curva de transición más utilizada en nuestro país es la clotoide, por tener un radio que varía proporcionalmente con la distancia recorrida.

La longitud mínima de la curva de transición se define en función de varios criterios:

- Longitud tal que garantice la comodidad del usuario, en función de la tasa de cambio de la aceleración centrífuga.
- Longitud tal que el peralte pueda desarrollarse dentro de límites aceptables de giro y pendiente relativa del pavimento.
- Es deseable mantener la relación entre la longitud de la transición a la longitud de la curva general en el rango de 1:2 a 1:4.

Desarrollo del peralte.

El peralte comienza a desarrollarse en la recta extendida (Rex), que es la longitud necesaria para realizar el cambio desde una sección con bombeo normal a una con bombeo adverso removido. Usualmente su utiliza una pendiente de 1:400.

El desarrollo de peralte (Ddp) denota la longitud de carretera necesaria para realizar el cambio desde una sección transversal con bombeo adverso removido a la sección totalmente peraltada (Ver figura 2.3).

Un criterio muy utilizado en la práctica indica que para garantizar el confort y apariencia la pendiente longitudinal para el desarrollo del peralte debe ser de 1:200. La norma provee además las longitudes mínimas del Ddp en función de la velocidad directriz, para evitar cambios bruscos en los perfiles del borde del pavimento.

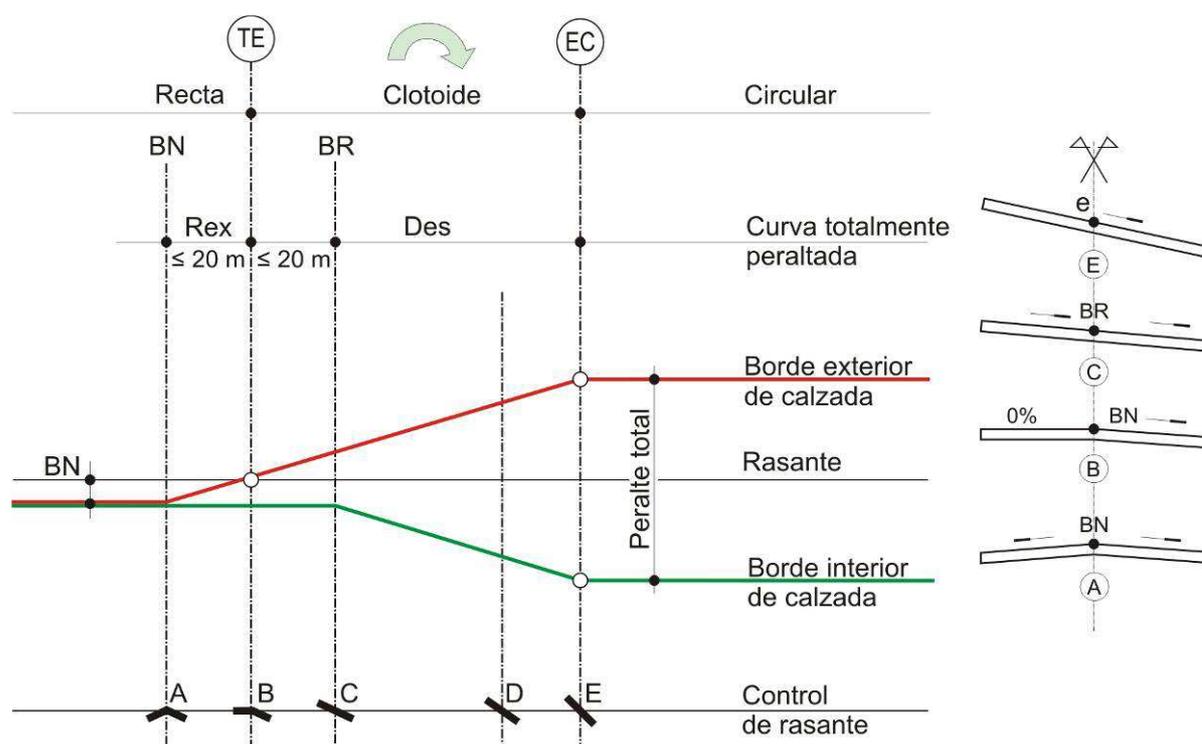


Figura 4-3: Transición del peralte. Fuente: Norma DNV.

Sobreanchos.

Finalmente, haremos unos comentarios sobre los sobreanchos, cuya utilización se basa en brindar mayor seguridad en las curvas, dado que el vehículo tipo ocupa un mayor ancho en el carril en la curva respecto a la recta, por lo que es factible salirse del carril.

El valor de los ensanchos dado por la norma depende del ancho de la calzada, de la velocidad de diseño y del radio de la curva. Su distribución será:

Sobre curvas horizontales simples (sin espiral), el sobreancho se aplica sólo en el interior. Sobre curvas horizontales con transición, el sobreancho se divide mitad en el interior y mitad en el exterior.

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud D_{dp} , y debe presentar una curva suave.

Sobre curvas horizontales simples, comienza gradualmente en la recta; debe alcanzar $2/3$ del valor del sobreancho en la recta y continuar aumentando en la curva hasta alcanzar el valor del sobreancho total.

4.3.2. DISEÑO ALTIMÉTRICO.

La rasante está conformada normalmente por una serie de líneas rectas, que llamamos **pendientes**, conectadas por **curvas verticales** de simple expresión analítica. En el proyecto de la rasante se puede distinguir a grandes rasgos dos características principales: forma y posición.

- La forma: comprende la combinación de pendientes y curvaturas, depende básicamente de la ponderación de los factores técnico-funcionales, de seguridad y estéticos.
- La posición: se refiere a la altura respecto al perfil del terreno natural depende básicamente de los factores técnicos, económicos y constructivos. La rasante puede sufrir pequeños ajustes, subiendo o bajando su posición, por razones económicas para modificar el movimiento de suelo.

Los factores que influyen en el diseño de la rasante pueden ser: técnico-funcionales y de seguridad, económicos y estéticos.

Variables como el tránsito (pendientes, velocidad directriz, coordinación planialtimétrica) y la topografía, el sistema de drenaje, los puntos de control (gálibo vertical libre mínimo) o constructivos, son partes del grupo de factores técnico-funcionales y de seguridad. Ejemplos de factores económicos son, fundamentalmente, los vinculados a la minimización de costes en el movimiento de suelo, taludes de poca altura a los fines de evitar algún tipo de obra de sostenimiento, o reducción de la longitud de las alcantarillas. Hablamos de factores estéticos cuando buscamos un diseño que no sólo sea agradable a la vista, sino que también apunte a un manejo distendido y circulación previsible.

Pendientes

El condicionante fundamental en las pendientes es la reducción de velocidad y aumentos del costo del usuario. Los vehículos más pesados son los que sufren en mayor medida este efecto. La relación Peso/Potencia nos indica de manera adecuada la característica de operación de un vehículo. Se suele utilizar una relación peso/potencia de 134 kg/HP.

- Pendiente máxima

La norma de la DNV estipula una pendiente máxima, pero debemos tener en cuenta que este valor suele conducir a reducciones de velocidad muy significativas, por lo que es conveniente mantenernos alejados del mismo. Estos valores están definidos en función de la velocidad directriz.

- Longitud crítica

Además, del análisis técnico-económico, surge el concepto de longitud crítica que a posteriori, se intentará respetar en nuestro diseño de rasante. Llamamos así a "la longitud máxima de una diseñada pendiente de subida sobre la cual un camión cargado puede operar sin una reducción de velocidad excesiva" (es decir, peligrosa y antifuncional). Los valores de longitud crítica para una *pendiente dada* se obtienen en función de la *relación peso/potencia* del vehículo, la *velocidad de entrada* (velocidad media de marcha) y de la *velocidad mínima sobre la pendiente*, debajo de la cual la interferencia a los vehículos siguientes es considerada irrazonable.

- Carriles de ascenso (Trocha adicional ascendente)

Cuando la longitud de la pendiente es muy grande, los vehículos pesados circulan a velocidades reducidas. Esto provoca una reducción la capacidad, aumento de la demanda de sobrepaso, disminución de la oferta de sobrepaso y, por consiguiente, mayores demoras en la vía.

Para mitigar estos efectos indeseados, la AASHTO propone instalar una troca adicional, en los casos que la velocidad de un camión se reduzca en 25 km/h, y el volumen y porcentaje de vehículos pesados justifique la mejora, a saber:

- El volumen de tránsito de subida es mayor a 200 veh/hora.
- El volumen ascendente de caminos es mayor a 20 veh/hora.
- Se produce una de las siguientes condiciones: nivel de servicio E o F en el tramo; reducción de uno o dos niveles de servicio en el segmento; reducción de la velocidad de un vehículo pesado en 25 km/h.

Acuerdos verticales

El acuerdo más habitual en el diseño de curvas verticales es la parábola cuadrática de eje vertical. Entre dos pendientes de la rasante se intercalan curvas verticales que suavizan el quiebre mediante el cambio gradual de pendiente.

La parábola cuadrática tiene la propiedad de que el punto de intersección PIV de las tangentes extremas de cualquier arco de curva equidista de las verticales trazadas por los puntos extremos del arco. Se suele definir la parábola por su parámetro K, que es la inversa de la curvatura, constantes a lo largo de toda la curva.

Las curvas verticales se dividen en curvas verticales cóncavas (cuando pasamos de una pendiente negativa a una positiva) y convexas (caso contrario).

Las longitudes mínimas en la rasante están condicionadas por la DVD, la aceleración centrífuga experimentada por los pasajeros (fundamentalmente en curvas cóncavas) y el drenaje superficial.

- **Curvas convexas:**

El condicionante fundamental es la operación diurna, donde debemos garantizar la distancia visual de detención, asegurando un valor de K que conduzca a una pendiente tal que el propio camino no se interponga en la visual de un observador a una altura h_1 , y un objeto de altura h_2 .

El modelo adoptado por la norma es el provisto por la AASHTO (Figura 2.4.), que considera

Altura ojos ; $h_1 = 1,1$ m

Altura objeto: $h_2 = 0,3$ m

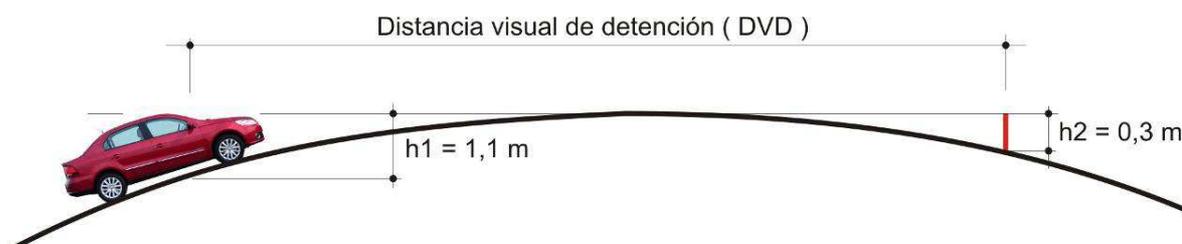


Figura 4-4: Curvas verticales convexas. Operación diurna.

- **Curvas cóncavas:**

El condicionante fundamental es la operación nocturna, donde la visual se ve limitada por el haz luminoso de los faros delanteros del vehículo, considerando un ángulo de 1° (Figura 2.5).

En este caso:

Altura de faros delanteros; $h_1 = 0,6 \text{ m}$

Altura del objeto; $h_2 = 0,0 \text{ m}$

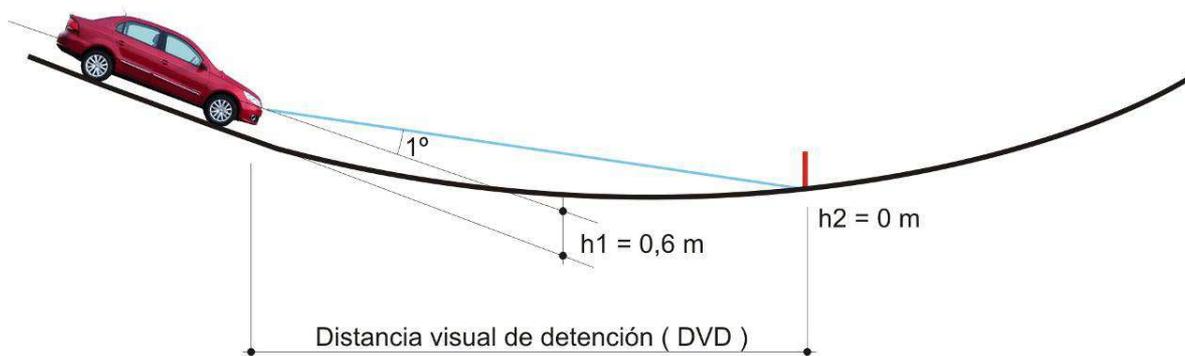


Figura 4-5: Curvas verticales cóncavas. Operación nocturna.

Existe otra condición que puede ser muy desfavorable en el diseño de curvas verticales cóncavas, que es la presencia de una estructura interrumpiendo la DVD. Para este caso, se considera un vehículo de mayor porte (mayor h_1 , peor condición) y una altura mínima de estructura H (Figura 2.6.).

Altura del ojo del conductor; $h_1 = 2,2 \text{ m}$

Altura del objeto; $h_2 = 0,0 \text{ m}$

Altura mínima de la estructura; $H = 4,5 \text{ m}$

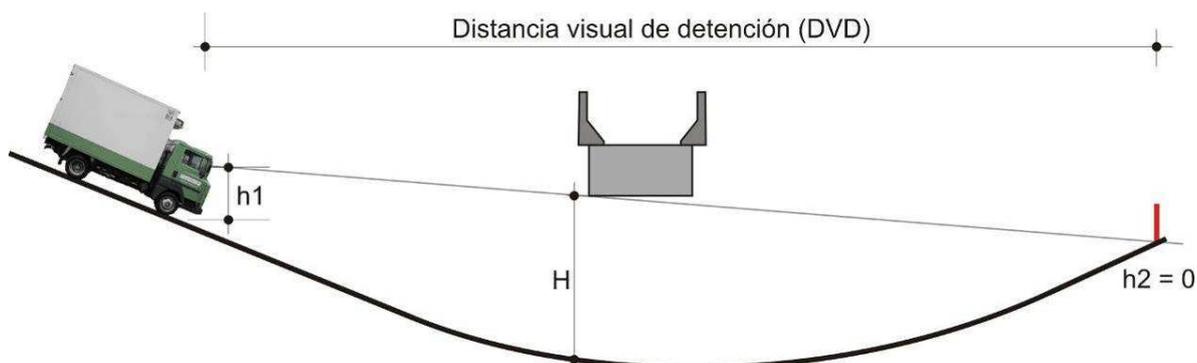


Figura 4-6: Curvas verticales cóncavas. DVD en presencia de estructuras.

4.3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal está geoméricamente definida por: calzada (que incluye los carriles), banquina, cunetas y taludes laterales. En determinados casos, se agregan cordones, barandas, fajas separadoras y dispositivos para la señalización de la vía.

En la Figura 2.7 se observa una sección transversal típica para un camino de dos carriles indivisos.

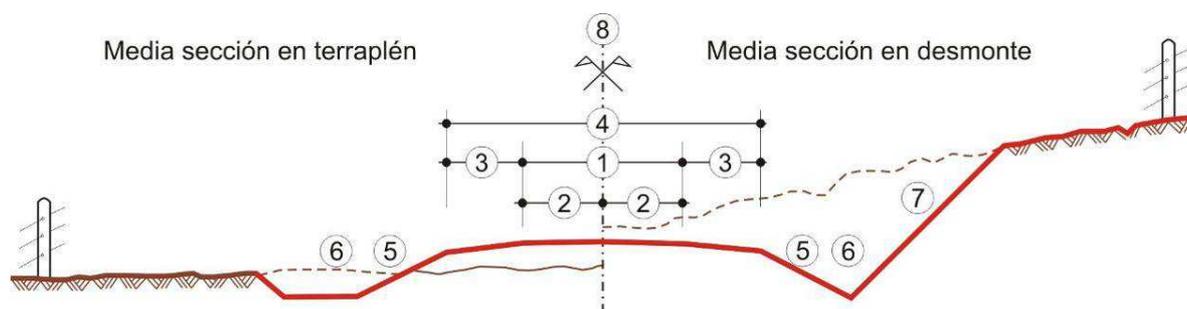


Figura 4-7: Sección transversal de un camino de dos carriles indivisos

- (1) Calzada
- (2) Carril
- (3) Banquina
- (4) Coronamiento
- (5) Talud
- (6) Cuneta
- (7) Contratalud
- (8) Zona de Camino

Calzada

Es la parte de la sección transversal destinada a la circulación de vehículos. Queda geométrica definida cuando se terminan el ancho, la pendiente transversal y el Nº de carriles.

- Ancho de carril

Es fijado en función de los volúmenes de tránsito futuro previstos, que va de la mano con la velocidad directriz. Para velocidades mayores a 80 km/h, se adopta 3,65 m.

- Pendiente transversal

Su función es evacuar rápidamente el agua de lluvia que cae en la calzada, a los fines de garantizar la seguridad (evitando el hidropilano del vehículo sobre la carpeta) y la durabilidad del paquete estructural.

En los caminos de calzadas indivisas en zonas rurales normalmente se adopta en diedro, con pendiente transversal uniforme en cada semiancho y una arista en la parte central. En caminos de calzadas divididas, separados por una mediana, se adopta una pendiente hacia afuera en los carriles, quebrada en la banquina. La pendiente a adoptar (bombeo normal) varía según el tipo de material con el que se construye la carpeta de rodadura. En la práctica habitual se utiliza 2% (para hormigón y concretos asfálticos sin tratamiento bituminoso).

- Número de carriles

Lógicamente, el número de carriles define la capacidad de vía, y será función de la demanda. En el caso de pendientes ascendentes de gran longitud, se puede requerir la incorporación de una trocha adicional ascendente, como se ha comentado en el punto del diseño alométrico.

Banquinas

Están destinadas al estacionamiento eventual de vehículos. En caso de emergencia pueden ser utilizados para la circulación. Quedan geométricamente definidas por: su ancho y su pendiente transversal.

- Ancho de banquina

Lo deseable sería establecer una banquina de 3 m de ancho a cada lado en todos los caminos, pero el costo adicional para la construcción y mantenimiento no se puede justificar en caminos de bajo volumen de tránsito. Para minimizar costos se adoptan anchos entre 0,5 m y 3,0 m

En los lugares en que se coloquen defensas o postes, o cualquier otro elemento vertical, la banquina debe ensancharse de manera que dichos elementos queden a 0,60 m.

En los casos que, por algún motivo, no puedan construirse las banquetas con su ancho reglamentario, deberán proveerse dársenas de detención, a cada costa del camino, debidamente señalizadas a intervalos de no más de 400 m.

- Pendiente transversal

La práctica usual es adoptar el 4%. Sin embargo, la AASHTO provee valores de referencia para pavimento sin cordones, de acuerdo al tipo de recubrimiento previsto.

Taludes y contrataludes

Su función es asegurar la estabilidad de la vía y proveer oportunidad para recuperar a vehículos fuera de control. Para su fijación, se tienen en cuenta criterios de: Seguridad técnica y psicológica, estabilidad, facilidad para su mantenimiento, estética y economía.

Un talud de 1:4 es suficientemente tendido como para evitar el vuelco de un vehículo que por el transita, pero en caminos de importancia, se suele ejecutarlos más tendidos (hasta 1:6) a los fines de brindar seguridad psicológica al usuario.

Por cuestiones de costos, no siempre es posible utilizar taludes tan tendidos, dado el importante movimiento de suelo que esto implica. Cuando la cota roja es elevada, se utilizan pendientes más empinadas. El límite último de estas pendientes depende de la estabilidad del talud. En esto, influye en gran manera la característica del suelo que forma el terraplén.

Para facilitar el mantenimiento de los taludes con equipos mecánicos, es conveniente que estos no sobrepasen una pendiente de 1:3. En condiciones climáticas favorables, se puede lograr el empastado de taludes con una pendiente de 1:2. Esta técnica favorece el mantenimiento y evita la erosión.

Desde el punto de vista estético para lograr una apariencia más natural e integrada en el paisaje, en el caso de terraplenes de altura variable, es preferible que los taludes, en las distintas secciones, no tengan la misma pendiente transversal, sino

que aproximadamente tengan la misma proyección horizontal; es decir, pendientes inversamente proporcionales a su altura.

Cunetas

Son necesarias para el drenaje del camino. Lo ideal es construir cunetas traspasables, conformadas con amplios y suaves lados y poca profundidad, lo que permite a los vehículos errantes atravesarlas sin ser violentamente redirigidos, volcados o enganchados.

Las secciones típicas son la triangular. En caso de utilizar secciones trapezoidales, el ancho mínimo debería ser 2,00 m, preferentemente 3,50 m, para ser excavadas y mantenidas por equipos mecánicos modernos.

La profundidad debe ser suficiente para que circule el agua sin que se sature la subrasante, y que el tirante normal no resulte peligroso ante la eventual caída de un vehículo. La pendiente longitudinal mínima depende de la velocidad para evitar la sedimentación y la erosión. Para evitar la erosión, si no se puede modificar la pendiente, se puede revestir la cuneta con pasto (reduce la velocidad y aumenta la velocidad admisible), o utilizar hormigón o piedras. Si aún la velocidad es erosiva, se deben diseñar disipadores de energía.

En el caso de cunetas ubicadas en el medio de canteros centrales de camino con calzadas divididas o autopistas, se pueden utilizar sumideros a determinados intervalos.

Cantero central o mediana

Se utiliza como elemento separador de calzadas de distinta mano. Su función es: separar los tránsitos opuestos; proveer área para vehículos fuera de control (evitando colisiones de frente); proporcionar un área de detención en casos de emergencia; brindar espacio para carriles de aceleración, deceleración o de giro a la izquierda; minimizar el encandilamiento por vehículos que circulan en sentido contrario y proveer ancho para eventuales futuras trochas.

Se considera que todas las vías multicarril deben ser divididas físicamente. Los anchos varían en función de la topografía, pero se apunta a proveer la mayor separación posible entre calzadas, dentro de límites razonables. En casos de caminos montañosos, el ancho mínimo puede ser de 1 metro, con barrera de seguridad en el centro.

En su capítulo 4, la norma de la DNV define que el ancho mínimo de la mediana, para autopistas rurales de velocidad de diseño entre 110 y 130 km/h es de 16 m.

Zona de camino

Dependerá fundamentalmente del número de calzadas y calles colectoras. La DNV propone valores según la Tabla 2.3, los cuales lógicamente no son rígidos puesto que existen factores como la economía, que generalmente terminan definiendo estas características.

Tabla 2.3. Anchos mínimos de zona de camino.

Categoría del camino	Anchos mínimos de zona de camino	
	Zonas previsiblemente rurales	Zonas previsiblemente urbanas, suburbanas o muy divididas (**)
Especial	150	180

I	120	150
II	100	130
III	70	100
IV	70	100
V	50 (*)	70 (*)

Notas:(*) Ancho a utilizar en casos excepcionales; (**) Incluye zona para calles colectoras.

Barreras de seguridad

Son dispositivos de protección para redirigir o contener a un vehículo errante salido de la calzada. Se instalan a un costado de la calzada para evitar choques frontales contra objetos fijos u otros vehículos que transitan en sentido contrario.

Según la terminología adoptada por la DNV, tendremos barreras laterales (diseñadas para impacto en una cara) o barreras de mediana (diseñadas para impacto en ambas caras).

Según su capacidad de deformación durante un choque, los sistemas de barreras se clasifican en:

- **Sistemas rígidos.** Incluyen cualquier estructura suficientemente rígida como para no deformarse sustancialmente frente al impacto de un vehículo de la clase para la cual fue diseñada. Típicamente tienen una altura mínima de 0,8 m. Dado que su deflexión es prácticamente nula, estos sistemas son la solución de preferencia para las medianas de sección reducida, puentes y muros de contención de suelos y túneles, donde sea esencial minimizar las deflexiones.
- **Sistemas semirrígidos.** Controlan y redireccionan a los vehículos que los impactan, disipando la energía mediante la deformación de los postes y viga. Consisten generalmente en barreras metálicas. Los postes se empotran en el terreno y se espacian a distancias variables entre 0,9 m y 1,9 m, en función del grado de rigidez que se desee obtener.
- **Sistemas flexibles.** En general son los más deformables al ser chocados, y absorben así gran parte de la energía lateral. Los sistemas más comunes se construyen de cables de acero o vigas metálicas de perfil W con postes débiles. Transforman la energía lateral del vehículo en trabajo de deformación de la viga o cables de acero.

La justificación de la instalación de una barrera surge de comparar los riesgos potenciales de chocar la barrera respecto del peligro que supone no tenerla. Para el caso de taludes, se puede utilizar la Figura 2.8, provista por la DNV.

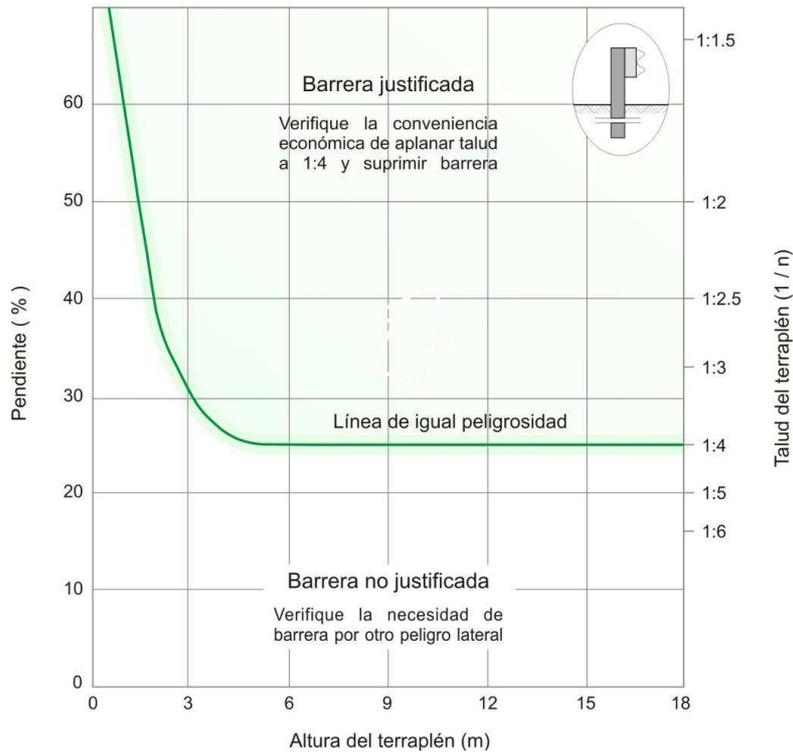


Figura 4-8: Justificación de barrera por configuración peligrosa del terraplén

Para la instalación de barreras longitudinales en la mediana, se puede utilizar la Figura 2.9, citada por la DNV, correspondiente a la Roadside Design Guide 2006.

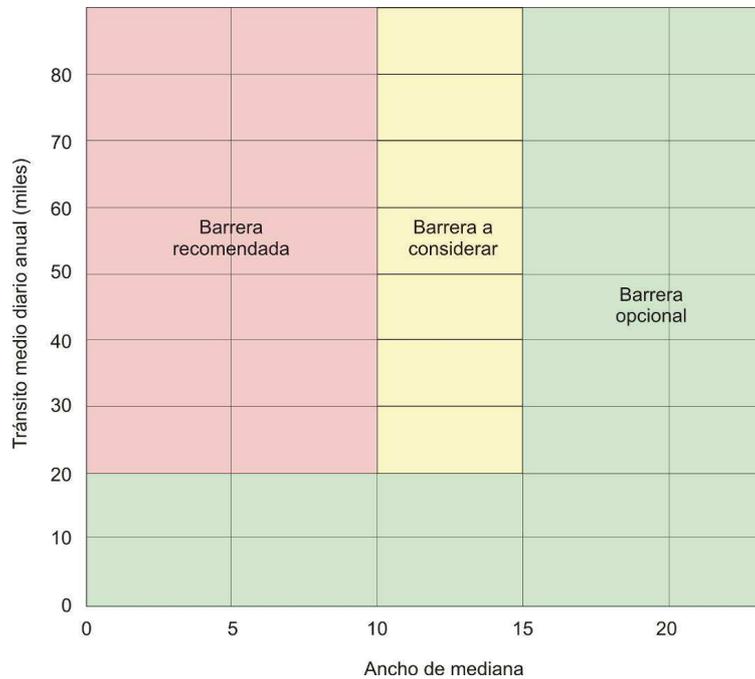


Figura 4-9: Justificación de barrera en mediana para caminos con control total de accesos.

4.3.4. DISEÑO DE RED DE DRENAJE.

La presencia de un camino, autopista, vía férrea y/o de pistas de un aeropuerto, provocan un "efecto barrera" sobre los escurrimientos de los excedentes pluviales de las distintas cuencas o subcuencas atravesadas por la obra. Este efecto, si no se

maneja adecuadamente, puede tener efectos negativos para la vía y para el medioambiente.

A los fines de evacuar de manera eficiente, y económicamente factible, el caudal que escurre, se debe definir el sistema de desagüe, cuyos objetivos principales son:

- Evacuar de manera controlada los excedentes del escurrimiento superficial que llegan a la zona de la vía de comunicación que se trate;
- Restituir la red de drenaje natural que se vea afectada por el trazado y
- Evitar que el agua subterránea pueda comprometer la estabilidad de la base, de los terraplenes y cortes de la vía.

Para cumplir estos objetivos se requiere:

- Estimar la magnitud y frecuencia del escurrimiento provocado por las precipitaciones;
- Conocer el drenaje superficial natural del terreno y restituir aquellos drenajes interceptados por la obra;
- Determinar las características del flujo de agua subterránea;
- Estudiar el efecto que la obra tiene sobre los canales y cursos de agua existentes, cuyo trazado deba ser modificado.

Cálculo del derrame superficial máximo

Para el cálculo del caudal para el cual vamos a diseñar el sistema, debemos conocer de alguna manera: las características de la cuenca de aporte y las características de las precipitaciones.

Existen muchos métodos y modelos diferentes, que se ajustan mejor o peor a la realidad en función de las condiciones de contorno para los que fueron desarrollados. La complejidad de los mismos varía, y su aplicación en cada caso dependerá de la complejidad de la cuenca, la importancia de la obra a proyectar o de la etapa del estudio que se esté desarrollando.

Para citar someramente las principales características de una cuenca a tener en cuenta para modelar adecuadamente la dinámica de la misma son:

- Superficie
- Red de drenaje y su cauce principal
- Tipo de suelo
- Tipo y distribución de la cubierta vegetal
- Uso de suelo
- Pendientes
- Existencia de enlagunamientos y retenciones
- Presencia de infraestructuras; etc.

Por el lado de las características de las precipitaciones, tendremos:

- **Duración e intensidad de la tormenta:** La duración es el tiempo que esta tarda en precipitarse sobre la superficie terrestre de la cuenca de estudio, en tanto que

la intensidad es la mayor o menor cantidad de agua que cae en un determinado lapso de tiempo.

- **Distribución temporal:** Como se reparte en el tiempo de duración la lámina de lluvia caída.
- **Distribución espacial:** Dado que los volúmenes de precipitación son medidos en estaciones pluviométricas, es decir, tenemos medidas puntuales, debemos estudiar la distribución espacial del evento a los fines de no subestimar o sobreestimar los resultados obtenidos.
- **Periodo de retorno o de recurrencia de la tormenta de proyecto:** el lapso máximo de tiempo en el que una tormenta de características dadas (o mayores) ocurren, en promedio, una vez.

Conociendo esta información, se procede a la aplicación de diversos modelos matemáticos que permiten simular el proceso hidrológico de una cuenca, para obtener los datos de entrada que permitirán verificar los elementos hidráulicos propiamente dichos.

Cunetas

Las cunetas son los canales que permiten controlar el agua superficial del camino y de la que llega a él sin estar encauzada.

La sección de la cuneta será diferente si la cuenta debe ser excavada en tierra o en roca.

Cuando la cuneta es excavada en suelo la forma más común es la trapecial, el ancho de fondo, en tierra, se fija como mínimo en dos metros para que sea posible trabajarla con equipo mecánico. En cuanto a los taludes, generalmente la inclinación es la misma del talud y contra talud del camino.

Si la cuneta es revestida o en roca interesa que la excavación sea mínima, es decir, buscar la sección de máxima eficiencia hidráulica.

Para el dimensionamiento de las cunetas se utilizan:

$$Q = V \cdot A \rightarrow \text{Ecuación de continuidad}$$

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} \rightarrow \text{Ecuación de continuidad}$$

- con:
- Q: Caudal;
 - V: Velocidad media del flujo;
 - R: Radio hidráulico;
 - i: Pendiente longitudinal del fondo del canal;
 - n: Coeficiente de Manning;
 - A: Superficie de la sección transversal del canal

La pendiente longitudinal (i), en general, es la del terreno, el cuál admite una cierta velocidad que no produce erosión (V_{adm}). La sección definitiva es la que garantiza la evacuación del caudal de diseño Q, con una cierta velocidad menor a la admisible. Además, el tirante normal (y) no debe ser excesivamente alto (no mayor a 0,60 m) para evitar corrientes de peligrosa profundidad, ni tampoco que la cuneta sea muy pequeña para evitar obstrucciones.

Para evitar la erosión se utilizan sangrías, revestimientos de fondo y taludes, o se modifica la pendiente longitudinal de la cuneta con la introducción de saltos, retardadores o rápidas.

Alcantarillas

Son conductos cerrados que permiten pasa la corriente de agua de una lado a otro del camino. Estos conductos continúan el cauce, en donde la corriente encuentra una barrera artificial, como es el terraplén de un camino, de una vía férrea u otra infraestructura.

Como generalmente reducen el cauce de la corriente de agua, ocasionan un embalse en la entrada. Esto genera un aumento de la carga hidráulica, que repercute en la velocidad dentro del conducto y a la salida. Estos factores tienden a condicionar el diseño, ya que pueden ocasionar inundaciones inadmisibles en el terreno adyacente, o velocidades excesivas causales de erosión en la salida.

La altura máxima de la alcantarilla (cota roja menos una cierta tapada, que depende del tipo de alcantarilla, fundamentalmente) y el caudal a evacuar suelen ser los condicionantes del diseño. Una vez determinados estos, se debe buscar el diseño más económico que sea técnicamente factible.

El proyecto de una alcantarilla puede ir desde construcciones simples para caudales mínimos (como las de sección circular, prefabricadas de hormigón, o ejecutadas con chapa corrugada) hasta verdaderas obras de ingeniería, que requieran acabados estudios geotécnicos, hidrológicos y estructurales por sus características técnicas.

- **Emplazamiento**

Parte del análisis de la topografía en las inmediaciones de la obra básica. Su localización depende fundamentalmente de:

Alineamiento-Longitud: Se busca adaptar la estructura a las condiciones topográficas, de manera que la alcantarilla coincida con el lecho de la corriente. Por otro lado, mientras mayor es el ángulo de esviaje de la misma respecto al eje de la obra básica, mayor será su longitud (J), aumentando así los costos de ejecución. Hay que tener en cuenta que cambiar el ángulo de cruce muchas veces implica modificar el cauce, aumentando así el costo de las protecciones para evitar erosión.

Pendiente: Lo conveniente es que será la misma que la del lecho del cauce, ya que si la pendiente de la obra de arte es menor, reducirá la velocidad del flujo y provocará sedimentación; si es mayor, aumentará la velocidad del flujo, produciendo erosión. La pendiente mínima será de 0,5%, para garantizar la evacuación del agua en el interior.

Elevación: Es conveniente que el fondo de la alcantarilla esté al ras del cauce y no más baja.

- **Tipo de estructura**

Se puede clasificar a las estructuras en función de:

- Material: Los más comunes son la metálicas, de hormigón, de mampostería o mixtas.

- Sección: Lo más común es utilizar secciones cajón (cuadradas o rectangulares) o circulares, por su facilidad de ejecución. También se usan de sección abovedada, en forma de arco.
- Número de conductos: Llamamos simples a las que tengan una sola celda, y múltiples a las que tengan 2 o más.

- Tipo de embocadura

La forma de la entrada repercute en la eficiencia hidráulica, en función del "coeficiente de entrada". Se pueden clasificar en tres grupos:

- Entradas saliente o proyectantes: Su costo es bajo, pero complican las operaciones de mantenimiento de taludes y disminuyen la seguridad vial. Además, su eficiencia es baja.
- Entradas con cabezal y aletas: Son estructuras que se colocan a la entrada o en ambos extremos para contribuir a la estabilidad del talud del terraplén; proteger el talud contra la erosión; y aumentar la eficiencia de la entrada encauzando la corriente hacia el conducto y disipar la energía cinética en la salida.
- Entradas mejoradas con diseño especial: Se modifica la geometría de los cabezales a los fines de reducir las pérdidas de carga. Redondear las aristas, acampanar la entrada o variar el ángulo de las alas son ejemplos de mejoramiento.

- Verificación de la sección

El proceso de cálculo se inicia con un predimensionado para luego proceder a su verificación. Los datos del problema son el caudal de diseño (obtenido del estudio hidrológico y de la localización de los elementos que conforman la red de drenaje); la pendiente del conducto y su longitud aproximada; el tirante admisible en la entrada del conducto (en función de la cota máxima inundable); el tirante admisible en el canal de salida; y la velocidad admisible de la salida (en función del material en la salida y el canal).

Las alcantarillas hidráulicamente pueden funcionar por control de entrada o por control de salida. El tipo de control depende del tipo de escurrimiento con que funciona la alcantarilla, existiendo una relación entre el caudal y el tirante en la entrada.

Control de entrada significa que la capacidad de descarga de la alcantarilla está regulada por la geometría de la sección y por la altura de agua a la entrada del conducto (H_e), independientemente de que esta esté descubierta o sumergida, no siendo afectada por la longitud, rugosidad y condiciones de salida de la alcantarilla.

Cuando la alcantarilla trabaja por control de salida, empiezan a influir otros factores como longitud, rugosidad del conducto, pendiente, pérdidas de carga en la entrada y altura de aguas a la salida.

5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

5.1. UBICACIÓN DE LA OBRA

El Proyecto completo se emplaza en la zona centro de la Provincia de La Rioja, en el Paraje Pampa de la Viuda Agustina y Bolsón de Huaco, el cual se encuentra aproximadamente a unos 50 km de la ciudad de La Rioja.

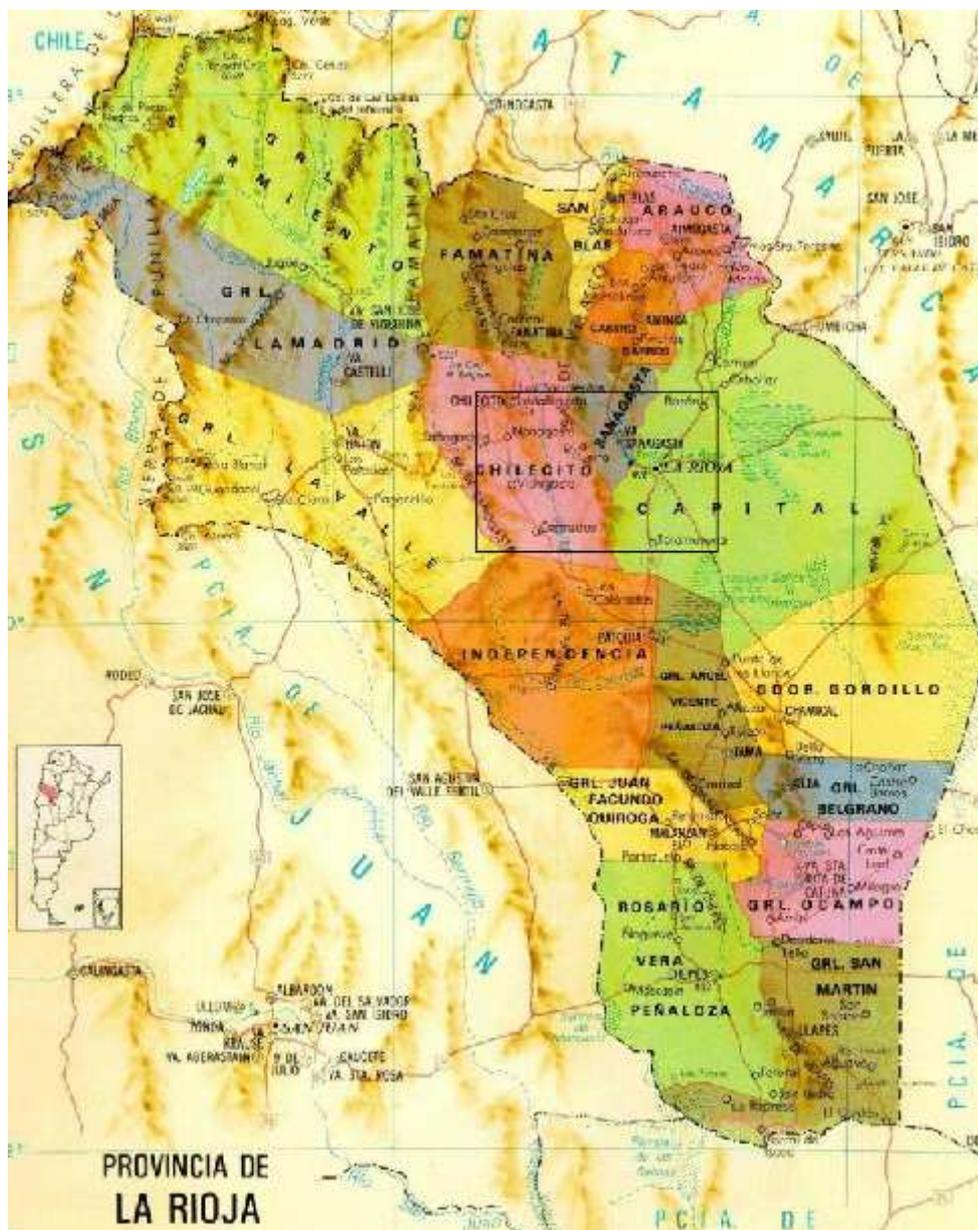


Figura 5-1: Ubicación de proyecto: mapa político



Figura 5-2: Ubicación de proyecto: imagen satelital

El objeto del proyecto es sentar las bases para un futuro desarrollo urbanístico, fomentar el turismo, el deporte y la producción agrícola ampliando sus horizontes actuales, en una zona que se verá favorecida por la obra de Conexión Vial La Rioja - Chilecito.

La documentación desarrollada para el proyecto corresponde a las siguientes obras:

- Camino Perimetral al Valle
- Microembalses
- Obras de protección contra erosiones
- Desarrollo urbanístico
- Propuesta de energías renovables (fotovoltaica y eólica) para iluminación de espacios comunes.

El presente informe se centra en la obra Camino perimetral. El camino proyectado se corresponde a un camino de acceso perimetral al desarrollo del proyecto Máster Plan Ecovalle Pampa de La Viuda, circunvalando el Valle y conectándose al proyecto vial conocido como Conexión Vial La Rioja Chilecito

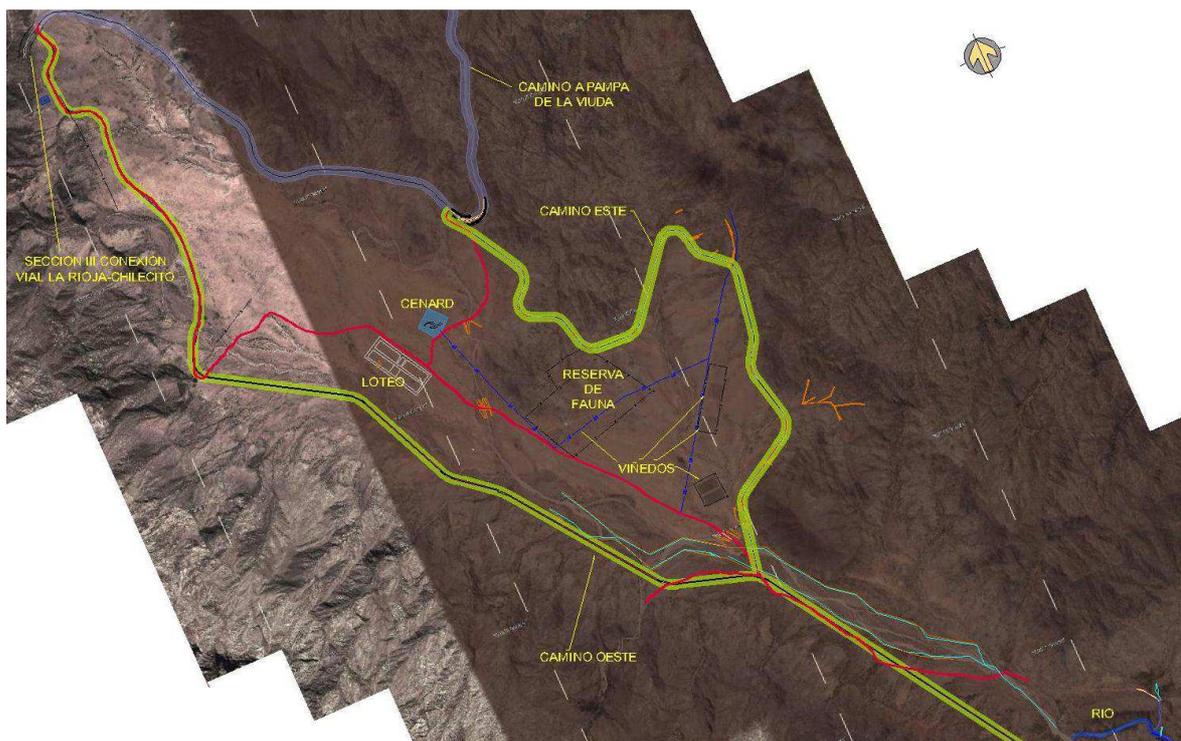


Figura 5-3: Planimetría general de proyecto

El proyecto vial se compone de dos caminos denominados Camino Oeste y Camino Este. El primero tiene su inicio entre el final del Camino a Pampa de la Viuda y el inicio de la Sección III Conexión Vial La Rioja Chilecito, con una longitud de 9,1 km.. El Camino Este inicia en Camino a Pampa de la Viuda y tiene su fin en la intersección con el Camino Oeste, en progresiva 6+900.

Se preveen loteos a ambos lados del Camino Oeste, por lo que su función será previsiblemente de accesibilidad a los mismos en un futuro. El Camino Este se pretende que amplie la accesibilidad al Valle primariamente.

5.2. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DE ZONA DE PROYECTO

Se realizó un recorrido en la zona de estudio con el objeto de tener un panorama del emplazamiento del proyecto, en el cual se observó principalmente:

- Zona de emplazamiento de la traza contemplando los loteos previstos en el futuro;
- Paisajes observados según la traza, principalmente del Camino Este;
- Problemas de índole hidráulico, ya que se observaron la presencia de cárcavas y erosión de los suelos;
- Tipo de vegetación, tipos de suelos, etc., que permitieron caracterizar las cuencas para un posterior análisis:

A continuación se muestran algunas imágenes:



Figura 5-4: Vista hacia el este, Camino Oeste pr 2++800.

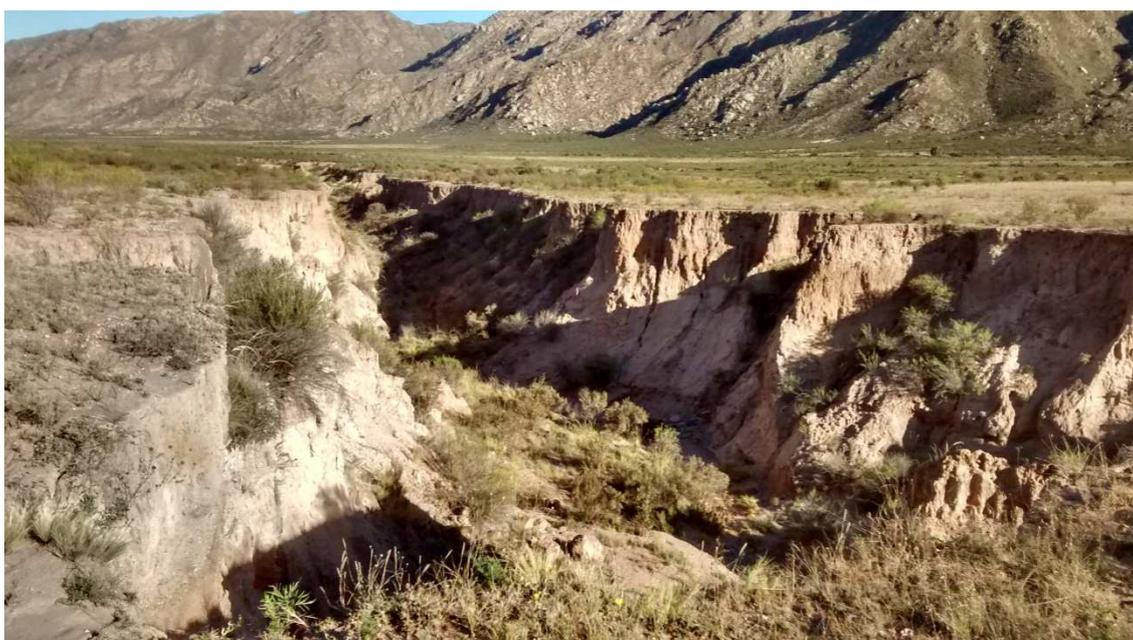


Figura 5-5: Una de las tantas cárcavas de la zona de proyecto.

Se observaron numerosas cárcavas, las cuales algunas superaban la altura del orden de los 2 metros, por lo que se tuvo en cuenta luego al plantear la traza de los caminos, evitando atravesarlas en los puntos donde eran más profundas.



Figura 5-6: Ruta Camino a Pampa de La Viuda, vista en sentido hacia Ciudad de La Rioja



Figura 5-7: Vista hacia el este desde el Camino Oeste.

5.3. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

Se adopta la Categoría V de las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras de la Dirección Nacional de Vialidad para caminos rurales con desarrollo sobre topografía ondulada. Se adopta una velocidad directriz de 50 km/h.

Como el objeto de la obra es la apertura de la traza que nos permita acceder a todos los puntos del valle para el desarrollo económico de la zona, lo que se pretende es que los costos de construcción sean lo menor posible, pero con opción a mejorar la obra en un futuro de acuerdo al desarrollo del Valle.

Además de que no hay valores de tránsito a los que vincular debido a que el Camino a Pampa de la Viuda es una obra inconclusa, se adopta dicha categoría, con parámetros poco exigentes.

5.3.1. DISEÑO PLANIMÉTRICO

Para la definición de los elementos de diseño se ha contemplado:

- Un radio mínimo deseable para las curvas horizontales de 120 m
- Un radio mínimo absoluto para las curvas horizontales de 89 m
- Un peralte máximo para las curvas horizontales del 6,00 %. En cada caso el mismo será en función del radio de la curva.
- Se han incorporado transiciones en todas las curvas horizontales para lograr la correspondiente adaptación del conductor a los trazados circulares, con una longitud mínima de 50 m.
- Para evitar el aspecto desagradable de los cambios de alineamientos rectos con ángulos de tangentes muy pequeños, en los casos de quiebres entre 1° y 6° se adoptan radios mínimos establecidos por las Normas de Vialidad.
- *Características geométricas*
- A continuación presentamos las características geométricas del camino perimetral oeste:

Vertice	Pr. Vertice	Radio	Long.	Te (Ext. Tang.)	Ee (Ext. Sec.)	Delta	Alfa	Pr. PC	Pr. FC	L.E
1	0+000.00									
2	0+192.45	90.00m	109.07m	62.36m	19.50m	69°26'16"	110°33'43"	0+130.09	0+239.16	75.00m
3	0+360.28	90.00m	120.39m	63.42m	10.61m	51°10'29"	128°49'30"	0+296.86	0+417.25	40.00m
4	0+663.16	90.00m	167.46m	96.04m	26.98m	77°57'51"	102°2'8"	0+567.12	0+734.58	45.00m
5	0+792.34	90.00m	95.87m	53.05m	14.47m	61°2'0"	118°57'59"	0+739.29	0+835.16	
6	0+912.22	100.00m	62.93m	32.54m	5.16m	36°3'5"	143°56'54"	0+879.68	0+942.61	75.00m
7	1+015.46									
8	1+275.59	150.00m	109.80m	55.64m	4.61m	26°39'45"	153°20'14"	1+219.95	1+329.75	40.00m
9	1+713.96	180.00m	89.78m	45.10m	2.11m	15°50'53"	164°9'6"	1+668.86	1+758.64	40.00m
10	1+870.67	180.00m	70.51m	35.36m	1.36m	12°53'39"	167°6'20"	1+835.31	1+905.82	30.00m
11	2+227.27	180.00m	95.32m	47.93m	2.52m	17°36'35"	162°23'23"	2+179.34	2+274.66	40.00m
12	2+439.42	90.00m	84.11m	42.66m	3.53m	28°4'35"	151°55'24"	2+396.76	2+480.87	40.00m
13	2+524.58	90.00m	82.64m	41.88m	3.35m	27°8'53"	152°51'6"	2+482.70	2+565.34	40.00m
14	2+799.56	100.00m	178.22m	103.25m	30.64m	79°11'48"	100°48'12"	2+696.31	2+874.53	40.00m
15	2+895.77	800.00m	69.08m	34.56m	0.75m	4°56'50"	175°3'9"	13+266.90	13+335.98	
16	3+872.45	180.00m	148.43m	76.02m	8.87m	34°30'50"	145°29'9"	3+796.43	3+944.86	40.00m
17	4+671.58	180.00m	124.87m	63.32m	5.50m	27°0'48"	152°59'11"	4+608.26	4+733.13	40.00m
18	5+045.56	180.00m	86.92m	43.63m	1.91m	14°56'6"	165°3'53"	5+001.93	5+088.85	40.00m
19	6+302.17	180.00m	154.65m	79.46m	9.92m	36°29'44"	143°30'15"	6+222.71	6+377.36	40.00m
20	6+914.93	180.00m	165.47m	85.53m	11.91m	39°56'11"	140°3'48"	6+829.40	6+994.87	40.00m
21	9+014.88	180.00m	119.26m	60.36m	4.83m	25°13'48"	154°46'12"	8+954.52	9+073.78	40.00m
22	9+133.38									

Tabla 5-1: Características de curvas horizontales Camino Oeste

A continuación presentamos las características geométricas del camino perimetral este:

Vertice	Pr. Vertice	Radio	Long.	Te (Ext. Tang.)	Ee (Ext. Sec.)	Delta	Alfa	Pr. PC	Pr. FC	L.E
1	0+000.00									
2	0+081.16	40.00m	86.86m	75.91m	45.80m	124°25'32"	55°34'27"	0+005.25	0+092.11	75.00m
3	0+252.09	250.00m	36.86m	18.47m	0.68m	8°26'56"	171°33'3"	0+233.62	0+270.48	40.00m
4	0+722.26	120.00m	208.26m	118.65m	32.93m	75°33'39"	104°26'19"	0+603.61	0+811.87	50.00m
5	1+005.34	90.00m	225.96m	160.13m	73.06m	112°1'20"	67°58'39"	0+845.21	1+071.17	50.00m
6	1+232.66	90.00m	134.31m	71.06m	12.16m	53°40'30"	126°19'29"	1+161.60	1+295.91	50.00m
7	1+521.79	120.00m	203.92m	115.21m	30.84m	73°29'45"	106°30'14"	1+406.58	1+610.50	50.00m
8	1+849.57	120.00m	165.73m	88.23m	16.42m	55°15'35"	124°44'23"	1+761.34	1+927.07	50.00m
9	2+682.90	89.00m	254.17m	224.80m	130.26m	131°26'9"	48°33'50"	2+458.10	2+712.27	50.00m
10	2+827.49	90.00m	111.95m	57.61m	6.83m	39°26'17"	140°33'42"	2+769.88	2+881.83	50.00m
11	3+086.97	90.00m	142.63m	76.48m	14.72m	58°58'14"	121°1'45"	3+010.49	3+153.12	50.00m
12	3+584.58	150.00m	111.29m	56.20m	3.89m	23°24'42"	156°35'17"	3+528.38	3+639.67	50.00m
13	3+798.67	150.00m	170.20m	88.81m	13.66m	45°54'54"	134°5'5"	3+709.86	3+880.06	50.00m
14	4+257.17	150.00m	238.29m	134.31m	36.18m	71°55'22"	108°4'37"	4+122.86	4+361.15	50.00m
15	4+826.69	150.00m	175.07m	91.71m	14.81m	47°46'24"	132°13'35"	4+734.98	4+910.05	50.00m
16	5+331.97	180.00m	148.43m	76.02m	8.87m	34°30'50"	145°29'9"	3+796.43	3+944.86	40.00m
17	4+671.58	180.00m	124.87m	63.32m	5.50m	27°0'48"	152°59'11"	4+608.26	4+733.13	40.00m
18	5+045.56	180.00m	86.92m	43.63m	1.91m	14°56'6"	165°3'53"	5+001.93	5+088.85	40.00m
19	6+302.17	180.00m	154.65m	79.46m	9.92m	36°29'44"	143°30'15"	6+222.71	6+377.36	40.00m
20	6+914.93	180.00m	165.47m	85.53m	11.91m	39°56'11"	140°3'48"	6+829.40	6+994.87	40.00m
21	9+014.88	180.00m	119.26m	60.36m	4.83m	25°13'48"	154°46'12"	8+954.52	9+073.78	40.00m
22	9+133.38									

Tabla 5-2: Características de curvas horizontales Camino Este

5.3.2. DISEÑO ALTIMÉTRICO

Considerando la topografía ondulada del terreno, la rasante presenta pendientes verticales que no superan un máximo establecido en un 6%.

Para la velocidad directriz de la ruta ($V_d = 50$ km/h), los valores de parámetro mínimo deseable de las curvas verticales son los siguientes:

Curvas cóncavas: $K=1111$, con una diferencia algebraica de pendientes de 3,30%.

Curvas convexas: $K=1250$, con una diferencia algebraica de pendientes de 3,15%.

Nro	Progresiva Vértice	Cota Vértice	Pendiente entrada	Pendiente salida	Diferencia de pendiente	Tipo de curva	Longitud de curva	Parámetro K
1	0+000.00m	2170.862m	0	-0.02				
2	0+006.14m	2170.739m	-0.02	-0.0708	0.0508			
3	0+171.84m	2159.000m	-0.0708	0.0043	0.0751	Cóncava	100.000m	1331
4	0+464.18m	2160.259m	0.0043	-0.0276	0.0319	Convexa	100.000m	3137
5	0+786.84m	2151.363m	-0.0276	-0.0444	0.0169	Convexa	100.000m	5934
6	1+000.22m	2141.884m	-0.0444	-0.0103	0.0341	Cóncava	100.000m	2932
7	1+499.81m	2136.732m	-0.0103	-0.0278	0.0175	Convexa	100.000m	5717
8	1+885.80m	2126.000m	-0.0278	-0.0453	0.0175	Convexa	100.000m	5706
9	2+232.50m	2110.284m	-0.0453	-0.0201	0.0252	Cóncava	100.000m	3970
10	2+520.02m	2104.494m	-0.0201	0.0108	0.031	Cóncava	100.000m	3227
11	2+843.37m	2108.000m	0.0108	-0.0386	0.0495	Convexa	100.000m	2022
12	3+343.74m	2088.681m	-0.0386	-0.0225	0.0161	Cóncava	125.000m	7782
13	4+140.56m	2070.714m	-0.0225	-0.0175	0.005	Cóncava	100.000m	20000
14	5+198.54m	2052.149m	-0.0175	-0.0139	0.0036	Cóncava	100.000m	27557
15	5+681.92m	2045.421m	-0.0139	-0.0316	0.0177	Convexa	100.000m	5656
16	5+980.08m	2036.000m	-0.0316	0.0013	0.0329	Cóncava	100.000m	3040
17	6+261.12m	2036.363m	0.0013	-0.0335	0.0348	Convexa	100.000m	2874
18	6+749.58m	2020.000m	-0.0335	-0.0223	0.0112	Cóncava	100.000m	8959
19	7+125.78m	2011.597m	-0.0223	-0.0056	0.0168	Cóncava	100.000m	5960
20	7+353.55m	2010.331m	-0.0056	-0.0272	0.0217	Convexa	100.000m	4619
21	7+659.70m	2002.000m	-0.0272	-0.0091	0.0182	Cóncava	125.000m	6885
22	8+101.43m	1998.000m	-0.0091	0.0071	0.0162	Cóncava	100.000m	6191
23	8+279.56m	1999.264m	0.0071	-0.0189	0.026	Convexa	100.000m	3845
24	8+769.53m	1990.000m	-0.0189	-0.0074	0.0115	Cóncava	100.000m	8725
25	8+903.80m	1989.000m	-0.0074	-0.0533	0.0458	Convexa	100.000m	2182
26	9+016.42m	1983.000m	-0.0533	-0.0256	0.0276	Cóncava	100.000m	3619
27	9+133.38m	1980.000m	-0.0256					

Tabla 5-3: Características de curvas verticales Camino Oeste

Nro	Progresiva Vértice	Cota Vértice	Pendiente entrada	Pendiente salida	Diferencia de pendiente	Tipo de curva	Longitud de curva	Parámetro K
1	-0+000.00m	2100.378m	0	-0.0226				
2	0+002.04m	2100.332m	-0.0226	-0.0596	0.037			
3	0+085.81m	2095.344m	-0.0596	-0.0129	0.0466	Cóncava	94.910m	2036
4	0+431.20m	2090.875m	-0.0129	-0.0309	0.0179	Convexa	100.000m	5579
5	0+570.92m	2086.563m	-0.0309	-0.002	0.0289	Cóncava	100.000m	3465
6	0+983.76m	2085.735m	-0.002	-0.0412	0.0392	Convexa	100.000m	2553
7	1+293.02m	2073.000m	-0.0412	0.0074	0.0486	Cóncava	100.000m	2058
8	1+545.89m	2074.872m	0.0074	-0.0754	0.0828	Convexa	150.000m	1812
9	1+796.73m	2055.969m	-0.0754	0.0065	0.0819	Cóncava	100.000m	1221
10	2+306.85m	2059.305m	0.0065	0.031	0.0245	Cóncava	100.000m	4088
11	2+813.16m	2075.000m	0.031	0.0042	0.0268	Convexa	200.000m	7458
12	3+236.44m	2076.771m	0.0042	-0.0257	0.0298	Convexa	100.000m	3352
13	3+583.26m	2067.874m	-0.0257	-0.0406	0.0149	Convexa	100.000m	6709
14	3+826.71m	2058.000m	-0.0406	-0.0376	0.003	Cóncava	100.000m	33313
15	4+146.22m	2046.000m	-0.0376	0.0047	0.0423	Cóncava	100.000m	2364
16	4+357.38m	2047.000m	0.0047	-0.0498	0.0545	Convexa	100.000m	1834
17	4+819.41m	2024.000m	-0.0498	-0.0211	0.0287	Cóncava	100.000m	3490
18	5+274.01m	2014.396m	-0.0211	0.02	0.0411	Cóncava	100.000m	2432

Tabla 5-4: Características de curvas verticales Camino Este

5.3.3. PERFIL DE OBRA BASICO

Se adopta un perfil de obra básico una calzada enripiada con las siguientes características geométricas, en concordancia con la Categoría V de la DNV:

- 2 carriles
- Ancho de carriles de 3,50 mts
- Banquinas a ambos lados de 1,50 m
- Pendiente de talud 2:1
- Las pendientes transversales serán del 2 % a cada lado para la calzada y del 4% para las banquetas.
- La geometría transversal de las banquetas prevé un ancho adicional de 0,50m. a cada lado de las mismas en el caso de requerir baranda metálica de defensa.

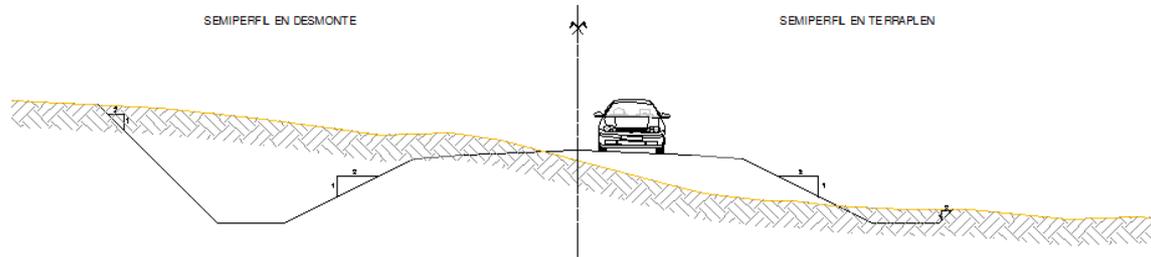


Figura 5-8: Perfil de obra básica

5.4. ESTUDIOS GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS

5.4.1. Introducción

El estudio hidrológico que se presenta a continuación fue realizado en el marco del Master Plan Ecovalle Pampa de La Viuda.

Se trata de una ruta no existente en la actualidad, que se desarrollará hacia el oeste de la capital provincial, en los departamentos de Sanagasta y Chilecito. La obra se desarrolla completamente en zona de montaña.

En este apartado se indicarán los lineamientos básicos desarrollados con el objeto de verificar, desde el punto de vista hidrológico-hidráulico, los desagües transversales y longitudinales propuestos en el proyecto en estudio.

Para la realización de este estudio se contó con información antecedente desarrollada durante diferentes estudios hidrológicos de la zona, información cartográfica y relevamientos topográficos recientemente desarrollados en el tramo bajo estudio.

5.4.2. Antecedentes

Para llevar a cabo los estudios hidrológicos se extrajeron los datos necesarios de diversas cartas, imágenes y estudios previos realizados en la zona, entre las cuales se cuenta:

- Proyecto Original de la Escuela de Caminos de Montaña (EICAM)
- Imágenes satelitales de alta definición (base de datos del servidor Google Earth).
- Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. National Aeronautics&SpaceAdministration (Imágenes topográficas de radar de la NASA)
- Información geotécnica de la base de datos de la Secretaria de Minería de la Nación y del Servicio Geológico y Minero Argentino (SEGESMAR)
- Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina – Versión 2010. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH)
- SIG-250. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Imágenes satelitales Landsat. Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).
- Documentos del “Catalogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina” (disponible en internet en <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/catalogo/cdandes/start.htm>)
- Estudio de Weber, J. F. (2009) “Determinación de la relación intensidad – duración – recurrencia para la ciudad de La Rioja”. II Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas. (UCC, UNC, UTN, INA) Córdoba, Argentina.

La base de datos del servidor asociado al programa Google Earth posee imágenes de alta resolución que abarcan la totalidad del tramo de estudio. Asociadas a éstas imágenes se encuentran vinculados Modelos Digitales de Elevaciones que permiten su visualización en tres dimensiones.

Mediante el análisis de las imágenes y los modelos de elevaciones antes mencionados, se procedió a la delimitación de las cuencas de aporte según la ubicación de las alcantarillas propuestas en el Proyecto de la EICAM a fin de verificar el drenaje transversal de la obra, como así también las obras complementarias propuestas.

5.4.3. Caracterización de la Región

La Rioja representa el sector más austral de un conjunto montañoso en el que la Puna y la Cordillera de Los Andes constituyen el elemento complejo básico. Numerosos y profundos valles y quebradas de marcada dirección norte-sur confieren al conjunto montañoso un aspecto característico. Es evidente, un dualismo montaña-llanura, cuya transición lo hacen vastos piedemontes.

En todo el conjunto son visibles las influencias de las intensas fuerzas orogénicas constructivas. Compresión, pliegues y cortes originaron cada uno de los sistemas montañosos y las grandes fracturas y hundimientos que originaron las cuencas y valles que caracterizan su geografía. La erosión de los macizos ha creado laderas y conos de deyección de amplitud excepcionales provocando la impresión de que las montañas están inmersas en sus propios detritos.

Al este de la provincia se presenta una región baja, relativamente plana, con sedimentos fluviales y eólicos arenosos y arcillosos, un verdadero umbral hacia los bloques elevados de las montañas del Oeste, desde las planicies chaqueñas. En el contacto entre las montañas y las áreas definidas se presentan glaciares, conos aluviales y terrazas.

La red hidrográfica de La Rioja se caracteriza por la ausencia de ríos permanentes y la gran cantidad de torrentes, arroyos y ríos secos, la mayoría sin desagües y de corto trayecto, perdiéndose en depresiones, y en su propio lecho. Sus crecientes dependen de las escasas pero torrenciales lluvias de verano.

En la siguiente figura, obtenida del Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina (SSRH), se puede observar el relieve, las cuencas generales y la red de drenaje principal del área de estudio:

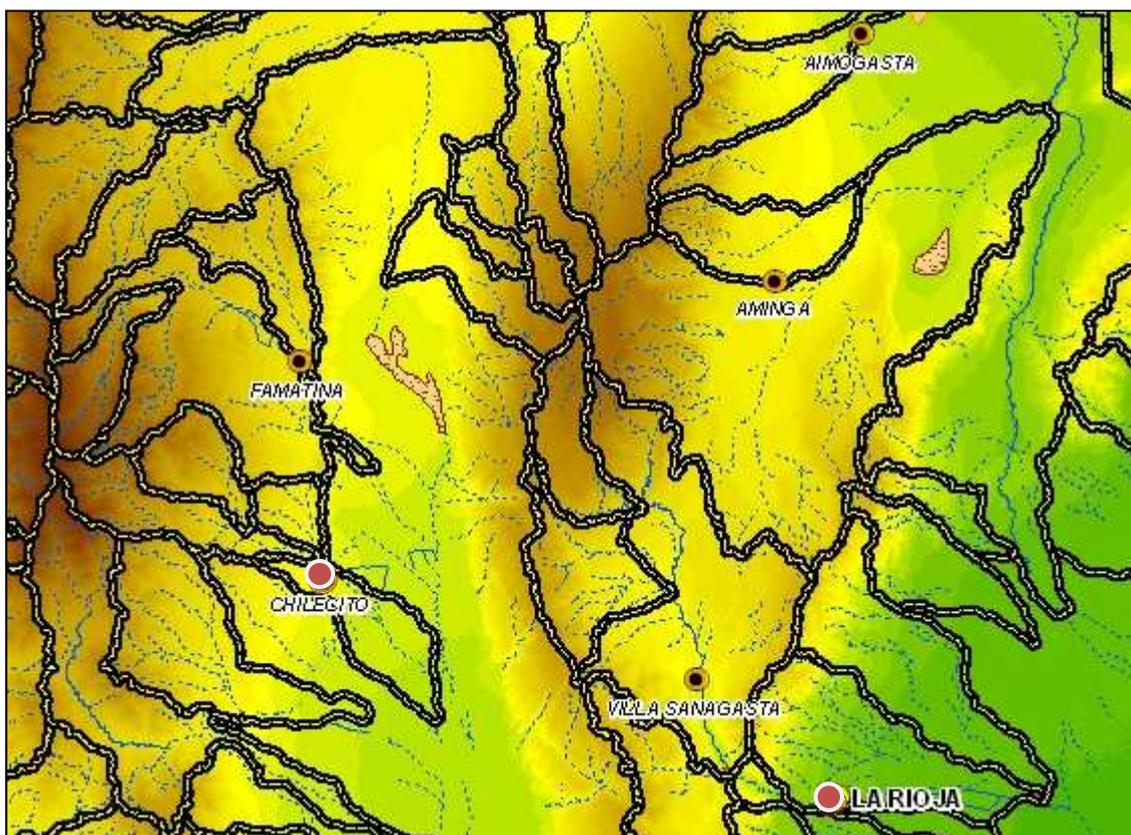


Figura 5-9: Mapa físico del área de estudio

La región está comprendida en el ángulo muerto de disponibilidad de agua, en el eje mismo de la diagonal árida de América del Sur. Un clima duro de calores fuertes y escasas lluvias crean condiciones xéricas que condicionan el desarrollo de la vegetación, los suelos y el poblamiento.

Graves problemas de desertificación afectan al conjunto de La Rioja: escasez de agua, salinización de sectores, pérdida de tierras y sectores urbanizados por avance de dunas y abandono de tierras cultivadas, fuerte erosión en vastas áreas.

5.4.4. Geomorfología

En general podemos decir que dos elementos deciden sobre las características del medio ambiente: la situación geográfica relativa y el relieve. En La Rioja son tres los medios geográficos de base: 1) Los Andes y la Puna, 2) las serranías, entre los que discurren valles y bolsones, y 3) Los Llanos. Cada uno de ellos se caracteriza por el relieve, el clima, la hidrografía y la vegetación.

El área de estudio pertenece al sector de las serranías riojanas, más precisamente, a las Sierras Pampeanas. Las Sierras pampeanas constituyen un sistema montañoso situado en toda la región del Noroeste argentino, desde Córdoba y San Luis hasta el Noroeste de Tucumán y Catamarca. Tienen una marcada dirección Norte-Sur. Hacia el Oeste, se encuentran alturas superiores a los 5000 m en donde se divisan nieves eternas. Algunas laderas del Este se encuentran cubiertas por una vegetación muy densa. Hacia el interior ellas encierran algunas llanuras y altiplanicies interiores. En los bordes del sistema, hacia el sur del anterior, aparecen algunas sierras como las de Ancasti, Ambato, Mazán y el Velasco, que pueden llegar a alturas de 3.500 m ó 4.000

m. Más al sur, las Sierras de Los Llanos (1.700 m) parecen estar inmersas en el campo de potentes masas de sedimentos provenientes de las mismas sierras.

Algunas características de estructura y morfología son comunes a la mayoría de las Sierras Pampeanas. Ellas presentan bloques accidentados, elevados y basculados, de rocas cristalinas de edad precámbrica y paleozoica, originarias del escudo brasileño y comprendidas en la orogenia andina. Ofrecen un aspecto macizo y sus extremidades se hunden de manera gradual en los materiales que les han sido arrancados y que han llenado las regiones deprimidas vecinas. Las principales características morfológicas de las sierras, parecen provenir de su estructura. Algunas fallas han dado origen a altos taludes que delimitan los bloques, en el que los niveles superiores corresponden a antiguas superficies de aplanamiento. Una densa red de fracturas de fallas orienta los valles y quebradas que disectan las laderas de las montañas. Además, se nota la existencia de fosas tectónicas situadas al interior de las sierras o sobre sus bordes, donde se individualizan superficies planas, localizadas a veces en las alturas (pampas) así como un número considerable en el fondo de cuencas y valles, adquiriendo en el llano considerable extensión, separando las sierras entre sí. Muchas de estas superficies no tienen drenaje expedito hacia el exterior; en algunos casos se forman barreales y salinas.

El siguiente mapa geomorfológico, extracto del Catalogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina, se pueden observar las distintas unidades morfoestructurales que conforman la región en estudio:

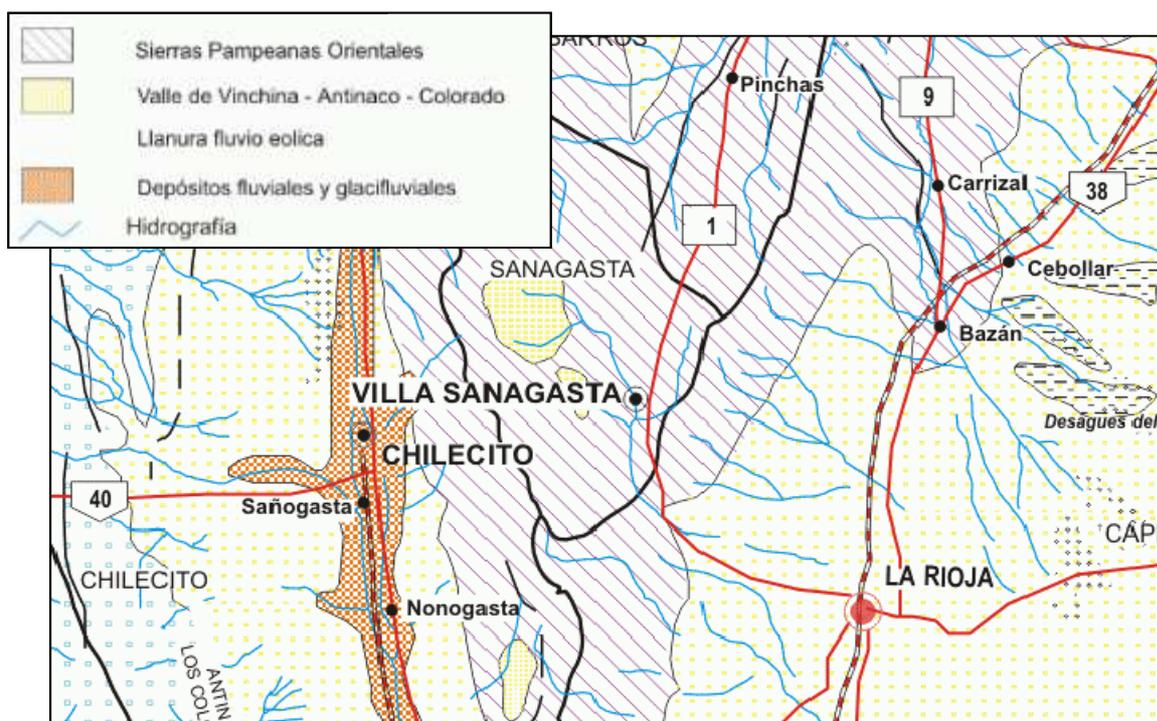


Figura 5-10: Mapa geomorfológico del área de estudio

El contacto entre las sierras y la región plana reviste un interés particular; se define por una serie de glaciares o conos de deyección que forman un relieve inclinado a partir de la salida de las quebradas, y, sobre el cual se escurren las aguas, cargadas de aluviones provenientes de las cuencas y laderas. Las llanuras o cuencas interiores (llanos, campos, etc.) situadas entre las sierras son en gran parte cubiertas de un manto discontinuo de formaciones cuaternarias de origen aluvial o eólica. En algunos sectores, en particular en el borde de las sierras y por efecto de la erosión, pero

también en los llanos afloran gres y arcillas estratificadas de edad variable, yendo del Paleozoico al Terciario Superior. En general estos antiguos sedimentos han sido depositados cerca de los bloques cristalinos de las sierras y es posible observarlos con sus elementos superpuestos a las rocas de base, como ocurre en las sierras de Paganzo y en Los Colorados. Aquí, como en otros lugares, la erosión hídrica acentuada por la acción de los fuertes vientos locales, puede haber formado relieves característicos de tipo ruiforme, como en Los Mogotes Colorados.

La dirección predominante Norte-Sur de las cuencas, con ligeras variantes regionales, dirige la circulación atmosférica y permite explicar ciertos contrastes de clima y vegetación según la exposición de las laderas.

5.4.5. Clima

La Región árida de La Rioja se caracteriza en general por una fuerte continentalidad, una débil humedad, una fuerte insolación diaria, limpidez atmosférica, lluvias estacionales (violentas y torrenciales) y una fuerte evaporación así como vientos cálidos y secos.

Existen distintos criterios de clasificación climática, generalmente a partir de aspectos meteorológicos. No obstante también ha sido propuesto un indicador de régimen de aridez, en función de la cantidad de meses secos al año. Este indicador considera un mes como seco si el indicador de aridez es menor que 0.5. Se presenta la clasificación de régimen hídrico según este indicador:

Régimen hídrico	Condiciones
Xerico	12 meses secos e $I_a < 0.5$
Hiperárido	11 – 12 meses secos
Árido	9 – 10 meses secos
Semiárido	7 – 8 meses secos
Subhúmedo	5 – 6 meses secos
Húmedo	3 – 4 meses secos
Hiperhúmedo	1 – 3 meses secos
Hídrico	0 mes seco y $P < 2500$ mm
Hiperhídrico	0 mes seco y $P > 2500$ mm

Empleando dicho criterio, Moyano y Díaz (2006), elaboraron un mapa con la clasificación de las distintas regiones de la Argentina de acuerdo con su correspondiente régimen hídrico:

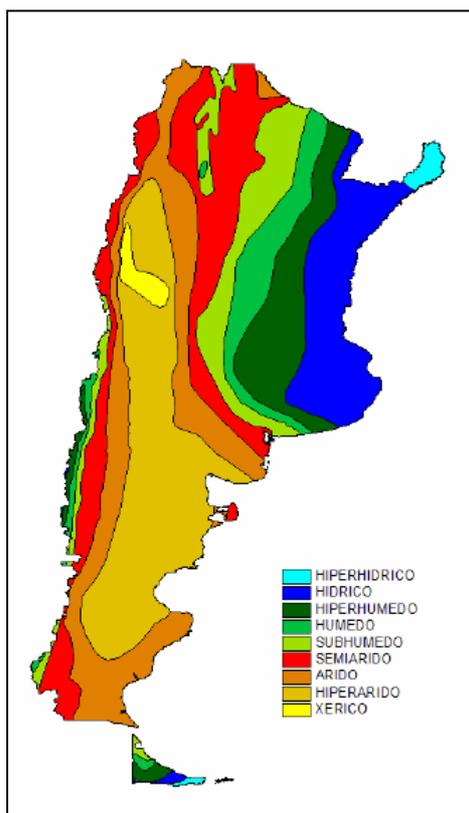


Figura 5-11: Mapa clasificación hídrica

En su conjunto La Rioja pertenece a la diagonal árida de América del Sur, con un clima templado y árido, con veranos muy prologados y un déficit hídrico permanente.

En el esquema de Köppen, en términos generales, La Rioja se sitúa en una zona de transición entre el clima desértico y el clima del "espinal" (o "mesquite").

La fórmula sería B.S.h.w., es decir, un clima seco con lluvias escasas en verano (tormentas) con una larga y fuerte sequía de invierno.

B: cantidad de lluvia menor al límite de la sequía.

S: desértico - "espinal"

W (h) cálido, temperatura media superior a 18° C

W (w) época seca: invierno

En el esquema de Thornwaite, La Rioja corresponde al grupo mesotermal "D" (semiárido incide hídrico -40 a -20). "B"-4, mesotermal, subtipo termal con evapotranspiración potencial de 977 a 1140 mm.

Precipitaciones

El clima se caracteriza por extremos. La lluvia es esporádica, debido a tormentas de convección; el examen de las precipitaciones anuales a lo largo de decenios muestra la alternancia de períodos secos y húmedos. Los ciclos secos a su vez son muy severos. La evaporación y transpiración de la vegetación aceleran la pérdida de la

humedad del suelo, fenómeno acentuado por la presencia de vientos desecantes y una cubierta de vegetación poco densa por momentos.

Toda la región es xérica. Las lluvias de verano son de corta duración aunque la proporción respecto del año es fuerte (70% del total anual cae en verano) y aunque la porosidad del terreno puede favorecer la infiltración, sólo una débil proporción del total caído se mantiene en el terreno formando una capa de humedad que puede permitir la formación de suelos, pues el drenaje y el escurrimiento son fuertes.

Sólo en las alturas, sobre "pampas" interiores, sobre vegas y planicies sobre las sierras, gracias a una mayor precipitación, neblinas, brumas y nieve se forman lugares de mayor humedad relativa, se favorece el desarrollo de pastizales de altura que aseguran, junto a las aguadas, segura provisión para la fauna silvestre de las alturas.

La dirección general meridiana de las montañas del noroeste argentino y su altura relativa acentuada determinan la captura como precipitación, de la alta humedad proveniente de las masas de aire tropical que nacen en el anticiclón atlántico y giran por las húmedas regiones brasileñas hacia estas regiones desde diciembre hasta marzo. El rol de los cordones montañosos es muy importante en la distribución regional de las lluvias. Por una parte hay que considerar que las lluvias caen principalmente en verano, siendo enero el mes más lluvioso, en tanto que el invierno es muy seco. Por otra parte las precipitaciones disminuyen en sus totales de este a oeste, de 300 mm en la zona de contacto con Córdoba y Catamarca, hasta 100 mm al pie de la Cordillera de Los Andes.

Sólo las laderas orientales de las montañas constituyen "islas" de humedad. La Cordillera de Los Andes a su vez, es una importante interferencia topográfica, pues interrumpe la posibilidad de transporte de humedad desde el Pacífico. Los Andes constituyen, entonces, por su altura y posición una imponente barrera biogeográfica y humana. Además a sotavento el viento descendente acentúa la sequedad y la aridez de una vasta región.

Temperaturas

La Rioja se halla sometida a la acción prolongada de los calores fuertes y durables del verano. La lejanía del Atlántico y el aislamiento relativo del Pacífico debido a la presencia de Los Andes acentúa en gran parte el régimen térmico con veranos muy cálidos e inviernos bastante suaves.

Las temperaturas diurnas son en general, moderadas en invierno gracias a la fuerte insolación en cielos comúnmente despejados. El carácter continental sin embargo, hace que las noches sean frías con heladas en junio y julio.

En general el régimen térmico es propio de un clima continental seco y cálido. Sólo en las montañas la temperatura desciende por la altura y la exposición, más aún siempre y cuando haya vientos favorables.

Las variaciones de temperatura pueden contribuir a procesos tales como la exfoliación de las rocas. La meteorización mecánica o bien el termoclastismo son fenómenos habituales muy importantes en la formación de materiales regeneradores del suelo y en el desarrollo del paisaje riojano.

La latitud y la altitud producen matices en los valores de temperaturas. Por una parte las amplitudes medias anuales crecen de norte a sur. Por otra parte los contrastes térmicos, tanto diarios como anuales, también se producen con la altura.

La nubosidad, mayor en las sierras que en valles y planicies puede incidir en las oscilaciones diarias o estacionales de la temperatura. Esa nubosidad no supera el 15 ó 18% de los días del año. Aunque puede haber días semicubiertos, los días lluviosos y con fuerte insolación son abundantes.

Humedad

La tensión media de vapor y la humedad media relativa baja, con cifras mayores ambas en enero y mínimas en agosto, son factores que pueden tener incidencia sobre las condiciones generales en las masas de aire y por consiguiente sobre las precipitaciones que imperan desde finales de la primavera hasta el fin del verano.

El régimen térmico, el tipo de lluvias y la débil humedad atmosférica caracterizan la aridez de La Rioja. El balance hídrico es negativo y estimulado por la fuerte evaporación.

5.4.6. Vegetación

La vegetación de La Rioja se encuentra rigurosamente adaptada a las condiciones de precipitaciones y temperaturas. El crecimiento de las especies vegetales es en general muy lenta. Sus raíces y hojas se adaptan a las condiciones según los dominios fisiográficos.

Se muestra a continuación un mapa de cobertura vegetal de la provincia, obtenido del Catalogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina:

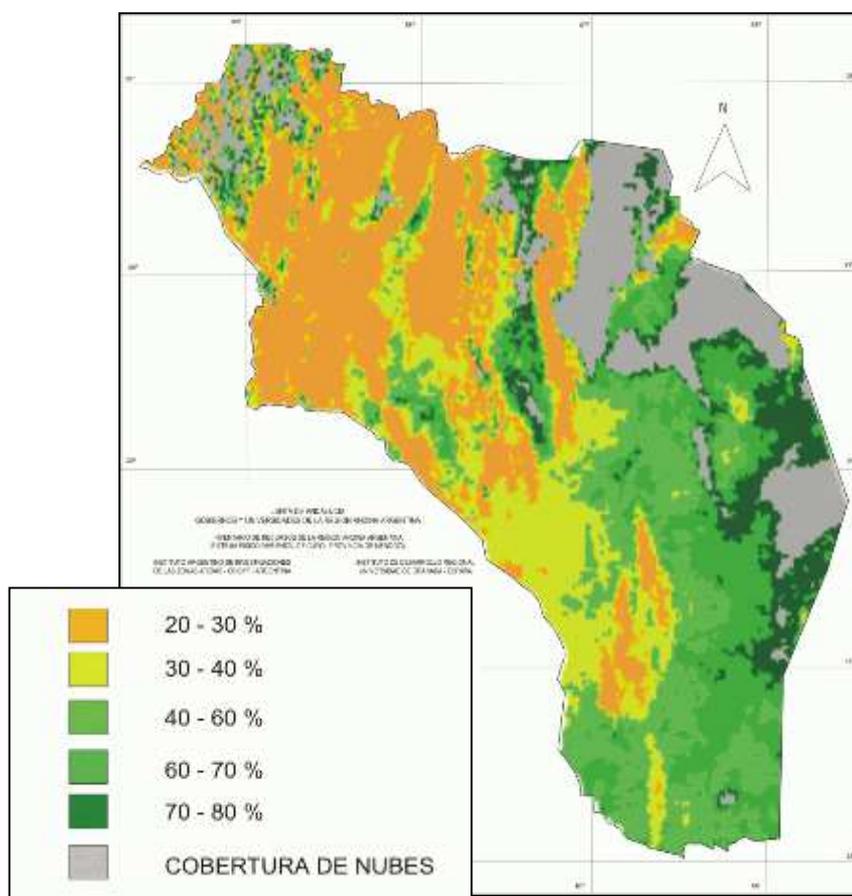


Figura 5-12: Mapa cobertura vegetal de la Provincia de La Rioja

Para el caso de la cuenca en estudio, como se mencionara anteriormente, la vegetación está formada por un bosque serrano xerófilo de especies caducifolias tales como horco-quebracho y molle de beber. En el piso inferior puede encontrarse espinillo, tintitaco, tala. En el piso superior se encuentran pastizales serranos. Manchones de bosques y sabanas alternan con los pastizales.

5.4.7. Suelos

En La Rioja, que posee 36,13 % de la superficie provincial con afloramientos rocosos, se han reconocido tres Ordenes taxonómicos (SoilSurvey Staff., 1975) de suelos:

1. ENTISOLES o suelos de escaso desarrollo: ocupan el 40,65% de la superficie. Están representados por Torripsamentos (suelos predominantemente arenosos), Torrifluventes (suelos desarrollados sobre sedimentos recientes depositados por ríos) y Torriortentes. La predominancia de Entisoles ha sido atribuida a las siguientes causas: climas áridos, con escasa intervención del agua en el proceso de evolución de los suelos; reducida edad de los materiales formadores de suelo debido a la reactivación de los ciclos de erosión y deposición, por ejemplo: por neo tectónica.

2. ARIDISOLES o suelos de climas áridos (la evapotranspiración potencial excede ampliamente las precipitaciones en la mayoría de los años): constituyen el 11,40% de la provincia. Incluyen Haplargides (suelos con horizonte subsuperficial "argílico" o de acumulación de arcillas), Paleortides (con horizonte "petrocálcico" o capa fuertemente cementada constituida predominantemente por carbonato de calcio y a veces por carbonato de magnesio) y Cambortides (con horizonte "cámbico" o de alteración). En el caso de La Rioja el horizonte cámbico se evidencia como débiles procesos de migración vertical y neoformación de arcillas, insuficientes como para considerarlo un horizonte argílico.

3. MOLISOLES o suelos con horizonte superficial "mólico", rico en materia orgánica humificada (altamente descompuesta e íntimamente unida a la fracción mineral de suelo) y con saturación de bases elevada (fértil): solo cubren el 0,27% de la superficie e incluyen en esta provincia solamente el Gran Grupo de los Haplustoles (Molisoles de climas subhúmedos o semiáridos).

Los materiales sobre los que se han desarrollado los suelos son coluviales (por gravedad), aluviales (por ríos), eólicos y fluvio-eólicos. Debido a la composición litológica diversa se estima que la mayoría de los suelos correspondería a la Familia taxonómica de mineralogía mixta, con buenas características de fertilidad potencial.

El siguiente mapa, extracto del Catalogo de Recursos Humanos e Información Relacionada con la Temática Ambiental en la Región Andina Argentina, permite observar la Descripción Litológica de la zona de Estudio.

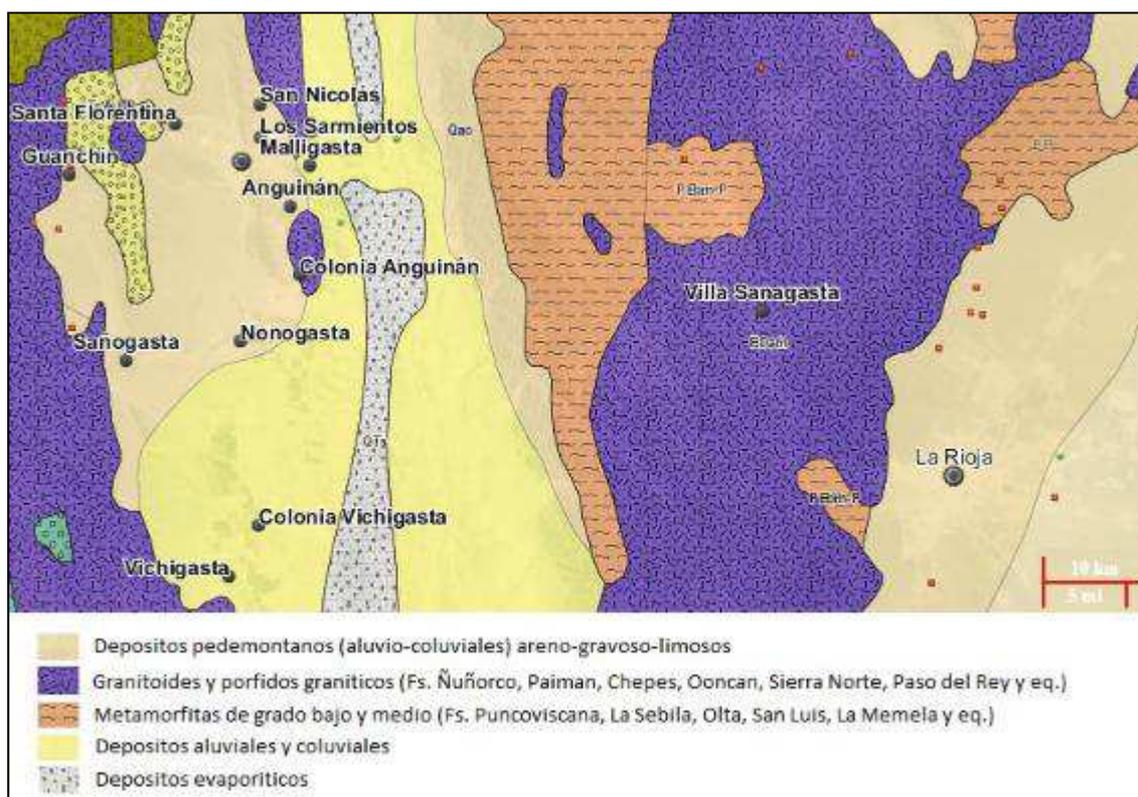


Figura 5-13: Mapa clasificación litológica

5.4.8. Tormenta de Diseño

Debido a la falta de datos de caudales para la verificación del drenaje, se procedió a realizar un estudio de datos de precipitaciones a fin de determinar una tormenta de diseño y con esta, aplicando métodos de transformación lluvia-caudal, obtener los caudales de diseño.

La tormenta de diseño se determinó para una recurrencia de 25 años, a partir de estudio antecedente realizado en la ciudad de La Rioja (Weber, 2009).

Las siguientes tablas muestran la caracterización de la estación y de la serie pluviográfica empleadas en este estudio y los parámetros de una ecuación tipo Sherman para la confección de las curvas IDF.

La fórmula empírica planteada por Sherman (1931) es hoy utilizada mayoritariamente, por la flexibilidad que le otorgan sus cuatro parámetros:

$$i_{d,T} = \frac{K \cdot T^m}{(d + c)^n}$$

Donde $i_{d,T}$ es la intensidad de la mayor lluvia de duración d que se daría al menos una vez en T años. Los parámetros K , m , n se determinan por regresión lineal múltiple, con la versión logarítmica de la función. El restante, c , que evidencia la falta de sentido físico de la relación, es un término de corrección, obtenido por aproximaciones sucesivas hasta optimizar el coeficiente de determinación.

Estación pluviográfica	Unidad política	Latitud sur	Longitud oeste	Altitud s.n.m.	PMA (mm)	Período (años)
La Rioja	La Rioja	29° 23'	66° 49'	429 m	410	1961-1999

Estación pluviográfica	PARÁMETROS SHERMAN				r ²
	K	m	n	c	
La Rioja	769	0,1944	0,8453	14,6	0,99021

5.4.9. Determinación del derrame máximo superficial

La determinación de los caudales de diseño para la verificación de las alcantarillas se efectuó mediante un proceso de transformación lluvia caudal.

Para ello se utilizó el Método Racional Generalizado adaptado por la Dirección Nacional de Vialidad para su utilización en nuestro país. Su aplicación está limitada a cuencas cuya superficie resulte menor o igual a 500 km². En el caso de cuencas de superficie mayor se utiliza la metodología basada en la aplicación del software HEC-HMS desarrollado por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos. El software utilizado es de muy amplia difusión en nuestro medio y es aplicable a cuencas de diferentes características y dimensiones.

El método Racional Generalizado fue adaptado por la Dirección Nacional de Vialidad en virtud de las ventajas que éste presenta. Entre las principales ventajas se pueden señalar que consiste en un método de baja complejidad y fácil aplicación, se puede utilizar en cuencas de características físicas y pluviométricas diferentes.

A continuación se describe la metodología utilizada y la forma en que se han adoptado los valores de las diferentes variables intervinientes que permiten determinar los derrames para cada una de las cuencas de aporte.

El método resuelve la siguiente ecuación:

$$Q(m^3/s) = \alpha \times \beta \times E \times M \times I$$

donde M es el Área de la cuenca hidrográfica, E es el Coeficiente de Escorrentía, I es la intensidad media de precipitación, α y β son parámetros de reducción por la no uniformidad de la distribución areal de la precipitación y la retención en el cauce respectivamente.

En los siguientes párrafos se describen de manera sintética cada uno de estas variables, qué representan y cómo se obtuvieron.

El coeficiente de escorrentía se define como la relación entre el derrame máximo superficial y el volumen de la precipitación por unidad de tiempo. Existe numerosa bibliografía donde es posible encontrar valores de referencia para dicho coeficiente, como así también metodologías para su obtención.

La siguiente metodología consiste en definir las condiciones de relieve, infiltración, cobertura vegetal y almacenamiento superficial de la cuenca y en función de ellos, se determina el valor de Escorrentía. Estos valores son recomendados por el Estado de California, similares a los valores que utilizan en el diseño en España, y son los valores adoptados por el Manual de Carreteras de vialidad de Chile.

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

Definida la condición de cada uno de los factores, se suman los valores otorgados a cada uno de ellos, obteniendo así el coeficiente de escorrentía. Si el periodo de retorno fuera superior a 10 años, se amplifica el resultado según valores dispuestos en la tabla.

Por otro lado, la intensidad de precipitación, deberá obtenerse para una precipitación de duración igual al tiempo de concentración.

El método propone, en caso de que no se cuente con datos pluviométricos que permitan realizar un estudio hidrológico, un mapa de isohietas, construido por el Servicio Meteorológico Nacional, para la determinación de la intensidad media de precipitación para una hora de duración de la tormenta y recurrencia de 25 años.

El tiempo de concentración representa el tiempo necesario para que se establezcan los caudales a la salida de una cuenca debido a una precipitación de intensidad constante sobre toda la cuenca.

De acuerdo a varios autores, el tiempo de concentración puede determinarse mediante la siguiente ecuación:

$$tc = \frac{C \times (L')^m}{H^n}$$

Donde c y m se determinan en función de la longitud virtual del cauce principal, mientras que n representa un parámetro poco variable y equivalente a n = 0,3. H representa el desnivel entre el punto más alejado del cauce virtual y el desagüe. L' representa la longitud virtual del cauce principal. Todos estos parámetros se obtienen de las siguientes formulaciones:

$$C = 54.8 + 3.67 [(L - 1) / (L + 3.2)]^2$$

$$m = 1.165 - 0.21 [(L^2) / (L^2 + 7)]$$

La longitud virtual del cauce (L') se obtiene del producto de la longitud real del cauce principal (L) y la rugosidad relativa (k).

$$L' = k \times L$$

La longitud del cauce principal (L), se mide a lo largo del mismo, desde el punto más alejado de la cuenca hasta el desagüe (lugar en el que se desea determinar el derrame, medida a lo largo del cauce principal).

El desnivel (H) es el desnivel que habría entre el punto más alejado de la cuenca y el de desagüe si la pendiente del cauce principal fuera uniforme y mantuviera su altura media sobre este último punto.

La Rugosidad relativa del cauce principal (K) es un coeficiente que mide la rugosidad del terreno en relación a condiciones medias, para las que el coeficiente adopta el valor 1,00. El valor es correlacionable con el coeficiente de Manning y puede obtenerse del siguiente cuadro:

La rugosidad relativa del cauce es uno de los factores de mayor peso en la determinación de los caudales finales. Valores aproximados pueden determinarse a partir de la tabla siguiente:

		CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE PRINCIPAL	n" Manning	Rug. Rel "k"	
Corrientes no concentradas		Suelos desnudos	0.100	1.75	
		Suelos con pastos o césped poco denso o corto	0.300	3.50	
		Suelos con pastos o césped en condiciones medias	0.400	4.00	
		Suelos con pastos o césped poco denso y alto.	0.500	4.50	
Corrientes concentradas.	Cauces Naturales	Cauces poco sinuosos de secciones uniformes sin vegetación	0.030	0.75	
		Cauces poco sinuosos de secciones uniformes con alguna vegetación en las barrancas	0.040	0.85	
		Cauces poco sinuosos de secciones variables, con alguna vegetación en las barrancas. En zonas montañosas, con piedra o ripio sin vegetación.	0.060	1.00	
		Cauces poco sinuosos de secciones aproximadamente uniformes, obstruidos con arbustos y de malezas.	0.070	1.20	
		Cauces poco sinuosos de secciones aproximadamente uniformes, muy obstruidos con arbustos y malezas. Sinuosos y de secciones variables moderadamente obstruidos con arbustos y malezas.	0.100	1.50	
		Cauces sinuosos y de secciones variables obstruidos con árboles, arbustos, malezas, troncos raíces y árboles caídos.	0.125	1.75	
			Cauces sinuosos de secciones variables, muy obstruidos con árboles, arbustos, malezas, raíces, troncos y árboles caídos.	0.150	2.00
	Cauces Artificiales		Canales de Hormigón	0.015	0.50
			Canales de Mampostería de Piedra.	0.020	0.55
			Canales o zanjas de tierra sin vegetación	0.025	0.65
		Canales o zanjas de tierra con algo de vegetación	0.035	0.80	
		Canales o zanjas de tierra con bastante vegetación	0.045	0.95	

Se han calculado además, los tiempos de concentración con otras ecuaciones con el objetivo de tener valores comparativos y utilizarlos de referencia, debido a que de acuerdo con las características de cada una pueden ser utilizadas como umbrales de mínima y máxima.

Ecuación SCSLag:

$$tc = 3.42 \times L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7} \times \left(\frac{P}{100} \right)^{-0.5}$$

Ecuación Kirpich:

$$tc = 3.989 \times L^{0.77} \times \left(\frac{P}{100} \right)^{-0.385}$$

Ecuación Federal Aviation Agency:

$$tc = 22.73 \times (1.1 - E) \times L^{0.5} \times \left(\frac{P}{100} \right)^{-0.33}$$

Ecuación Dooge:

$$tc = 21.88 \times A^{0.41} \times \left(\frac{P}{100} \right)^{-0.17}$$

Ecuación Bransby-Williams:

$$tc = 58 \times \frac{L}{A^{0.1} \times P^{0.2}}$$

5.4.10. Aplicación del programa computacional HEC-HMS

A fin de verificar los resultados obtenidos por el Método Racional Generalizado, se realizó un modelo de las cuencas con HEC-HMS, un software desarrollado por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos.

Se trata de un modelo hidrológico de transformación lluvia-escorrentía el cual utiliza una combinación entre una Función de Producción y una Función de Transferencia.

La Función de Producción define el porcentaje de la precipitación total que escurre superficialmente, es decir, determina la lámina efectiva. Existen diversos métodos para calcular esta precipitación efectiva, por ejemplo, el método del Índice Φ , Horton, Green y Ampt, SCS-CN.

En el presente trabajo se ha adoptado el muy difundido método del SCS-CN para determinar la precipitación efectiva. Este método utiliza la siguiente formulación para estimar las abstracciones iniciales:

$$I_a = 0,2 \cdot \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

y con ella la precipitación efectiva:

$$P_e = \frac{(P - 0,04 \cdot S)^2}{P + 0,16 \cdot S}$$

Donde CN es el Número de Curva del gráfico P-Pe de solución de estas ecuaciones para diferentes cuencas estudiadas por el SCS, el cual se establece en función de las características fisiográficas de la cuenca.

Para el presente proyecto, las hipótesis que han sido adoptadas son:

- Suelo Tipo C suelos de infiltración lenta.
- Usos de suelo combinados entre tierras cultivadas con superficies de vegas de río, y pastizales en condiciones pobres.
- Suelo en condiciones antecedentes de humedad normales (AMC II) en el momento en que ocurre la precipitación de proyecto.

A partir de estas hipótesis, se adoptaron valores de CN entre 58 y 86 de acuerdo con los antecedentes y características de cada una de las cuencas en estudio.

La Función de Transferencia define la manera en que se traslada el flujo que escurre superficialmente a través de la cuenca, es decir, determina el hidrograma a la salida de la cuenca, provocado por el escurrimiento de la precipitación efectiva.

Existen diferentes métodos para encontrar esta función de transferencia, y se pueden resumir por el siguiente esquema:

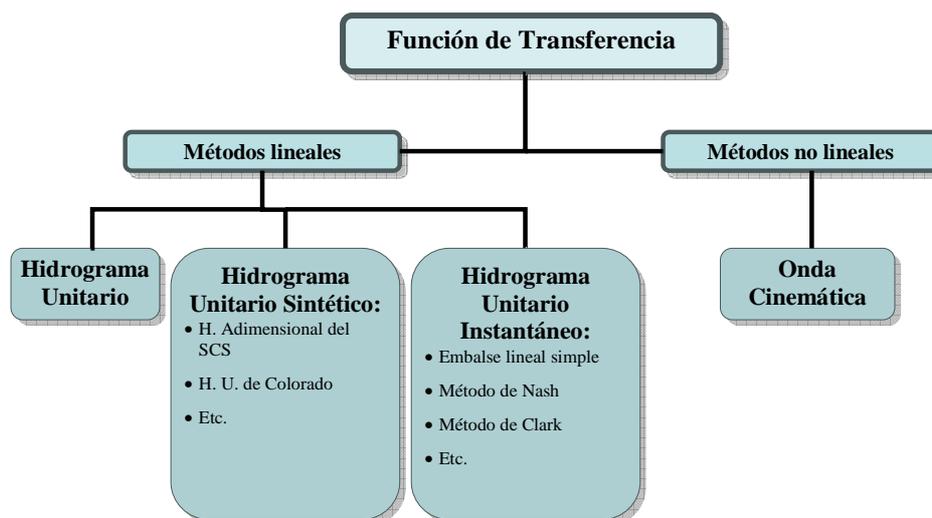


Figura 5-14: Esquema determinación de la función de transferencia

En este caso como se trata de un proceso de simulación discreta, el concepto de transformación de lluvia-escorrentía se aplica mediante la metodología del Hidrograma Unitario; asumiéndose como modelo de transformación el correspondiente al Hidrograma Unitario del SCS.

El hidrograma adimensional SCS es un hidrograma unitario sintético en el cual el caudal se expresa por la relación del caudal q_i con respecto al caudal pico q_p y el tiempo por la relación del tiempo t_i con respecto al tiempo de ocurrencia del pico en el hidrograma unitario, T_p . Dados el caudal pico y el tiempo de retardo para la duración de exceso de precipitación, el hidrograma unitario puede estimarse a partir del hidrograma sintético adimensional para la cuenca dada. En la figura adjunta más abajo se muestra uno de estos hidrogramas adimensionales, basados en los hidrogramas unitarios obtenidos para una variedad de cuencas. Los valores q_p y T_p pueden estimarse utilizando un modelo simplificado de un hidrograma unitario triangular b), tal como se muestra en la figura, en donde el tiempo está dado en minutos y el caudal en $m^3/s \cdot cm$.

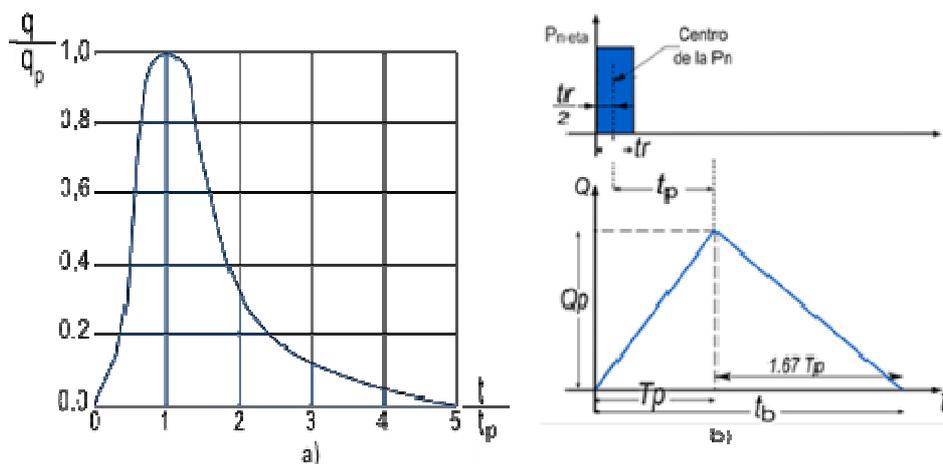
Basándose en la revisión de un gran número de hidrogramas unitarios, el SoilConservationService sugiere que el tiempo de recesión puede aproximarse como $1,67 T_p$. Como el área comprendida bajo el hidrograma unitario debería ser igual a una escorrentía directa de 1 cm, puede demostrarse que:

$$q_p = \frac{C * A}{T_p}$$

Donde: $C=2,08$ y A es el área de drenaje en km^2 .

Adicionalmente, un estudio de los hidrogramas unitarios de muchas cuencas rurales grandes y pequeñas indica que el tiempo de retardo $t_p \cong 0,6T_c$, donde T_c es el tiempo de concentración de la cuenca. Como se muestra en la figura, el tiempo de ocurrencia de pico T_p puede expresarse en términos del tiempo de retardo t_p y de la duración de la lluvia efectiva t_r .

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p$$



Este sistema de modelación hidrológica se diseñó para simular los procesos de precipitación – escurrimiento en cuencas hidrográficas. Ha sido diseñado para ser aplicado en un amplio rango de áreas geográficas. El programa trabaja bajo un sistema completamente integrado, que incluye una base de datos, utilidades para la entrada de datos, la herramienta computacional, y las herramientas de reporte de resultados. Una interface gráfica permite al usuario manejarse con libertad entre las diferentes partes del programa.

El programa posee, además, histogramas sintéticos que permiten utilizar el método del Hidrograma Adimensional SCS fijando únicamente el parámetro de T_{lag} . Este se obtiene en función del tiempo de concentración, calculado por diferentes métodos según se indica en la tabla.

5.4.11. Resultados obtenidos

El método racional MRG brinda mejores resultados para cuencas de menor dimensión, mientras que el HMS permite evaluar cuencas de mayores dimensiones con mejor precisión. Por esta razón, se aplicaron ambos métodos, adoptando el caudal de acuerdo a criterios que mejor se adecúen a la realidad observada.

En este caso, se adoptan los caudales del método Racional Generalizado por las dimensiones de las cuencas delimitadas. En la tabla de resultados que se expone más adelante, podemos observar los resultados entre ambos métodos, los cuales se aproximan entre sí a medida que el área de la cuenca es mayor.

En el Anexo Atlas de Planos, se adjunta Plano de delimitación de cuencas y análisis de líneas de escurrimiento, las cuales fueron cotejadas con imágenes satelitales y relevamientos topográficos a fin de tener un mejor panorama para la ubicación de las alcantarillas.

A continuación se presentan las tablas con los resultados obtenidos del cálculo de los caudales de acuerdo a los métodos antes explicados.

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA				METODO RACIONAL GENERALIZADO							METODO RACIONAL GENERALIZADO MEJORADO						HEC-HMS			
Cuenca	Área [km ²]	α	β	Tc [m] MRG	MRG isohietas SNM		CAUDAL	INTENSIDAD calc.		CAUDAL	Tc [m] adoptado	E25	CAUDAL			Tlag [min]	Q25 [m ³ /s]	Δ MRG MEJ		
					E25	R25 [mm/h]	Q25 [m ³ /s]	E25	R25 [mm/h]	Q25 [m ³ /s]			R25 [mm/h]	Q25 [m ³ /s]	ΔQ25 [m ³ /s]			ΔQ25 %	ΔQ25 [m ³ /s]	ΔQ25 %
1	0.17	1.00	1.00	19	0.64	79.15	2.33	0.64	73.39	2.16	25	0.64	64.14	1.89	-0.44	-19%	15	2.80	-0.91	-48%
2	0.31	1.00	1.00	109	0.64	24.71	1.35	0.64	24.55	1.34	110	0.64	24.34	1.33	-0.02	-1%	66	4.20	-2.87	-215%
3	0.48	1.00	1.00	93	0.64	27.79	2.36	0.64	27.61	2.35	95	0.64	27.13	2.31	-0.06	-2%	57	5.20	-2.89	-126%
4	0.02	1.00	1.00	161	0.64	18.37	0.07	0.64	18.20	0.07	160	0.64	18.30	0.07	0.00	0%	96	0.40	-0.33	-462%
5	0.12	1.00	1.00	142	0.64	20.26	0.43	0.64	20.10	0.43	140	0.64	20.28	0.43	0.00	0%	84	2.10	-1.67	-384%
6	1.95	1.00	1.00	83	0.64	30.13	10.39	0.64	29.91	10.31	85	0.64	29.41	10.14	-0.25	-2%	51	14.60	-4.46	-44%
7	0.55	1.00	1.00	88	0.64	28.91	2.84	0.64	28.72	2.82	90	0.64	28.22	2.77	-0.07	-2%	54	6.30	-3.53	-127%
8	0.13	1.00	1.00	170	0.64	17.62	0.40	0.64	17.44	0.39	170	0.64	17.46	0.39	0.00	-1%	102	2.80	-2.41	-612%
9	0.78	1.00	1.00	73	0.64	32.91	4.57	0.64	32.64	4.53	75	0.64	32.17	4.47	-0.10	-2%	45	8.10	-3.63	-81%
10	0.87	1.00	1.00	73	0.64	33.14	5.08	0.64	32.87	5.04	75	0.64	32.17	4.93	-0.15	-3%	45	8.50	-3.57	-72%
11	1.04	1.00	1.00	73	0.64	33.12	6.10	0.64	32.84	6.05	75	0.64	32.17	5.93	-0.17	-3%	45	9.30	-3.37	-57%
12	0.76	1.00	1.00	78	0.64	31.49	4.24	0.64	31.25	4.21	80	0.64	30.72	4.14	-0.10	-2%	48	7.90	-3.76	-91%
13	1.57	1.00	1.00	73	0.64	33.14	9.22	0.64	32.86	9.14	75	0.64	32.17	8.95	-0.27	-3%	45	13.10	-4.15	-46%
14	1.23	1.00	1.00	75	0.64	32.28	7.01	0.64	32.02	6.95	75	0.64	32.17	6.99	-0.02	0%	45	11.60	-4.61	-66%
15	0.22	1.00	1.00	128	0.64	21.84	0.84	0.64	21.68	0.83	130	0.64	21.46	0.82	-0.01	-2%	78	3.00	-2.18	-265%
16	0.11	1.00	1.00	182	0.64	16.73	0.32	0.64	16.55	0.31	180	0.64	16.70	0.32	0.00	0%	108	1.60	-1.28	-404%
17	3.74	1.00	1.00	73	0.64	32.95	21.85	0.64	32.68	21.67	75	0.64	32.17	21.32	-0.52	-2%	45	23.70	-2.38	-11%
18	0.71	1.00	1.00	77	0.64	31.67	3.99	0.64	31.43	3.96	75	0.64	32.17	4.06	0.06	2%	45	6.90	-2.84	-70%
19	0.92	1.00	1.00	73	0.64	32.99	5.38	0.64	32.72	5.34	75	0.64	32.17	5.25	-0.13	-2%	45	8.30	-3.05	-58%
20	0.43	1.00	1.00	93	0.64	27.66	2.12	0.64	27.49	2.11	95	0.64	27.13	2.08	-0.04	-2%	57	5.60	-3.52	-169%
21	0.43	1.00	1.00	88	0.64	28.81	2.21	0.64	28.61	2.20	90	0.64	28.22	2.17	-0.04	-2%	54	4.50	-2.33	-108%
22	0.77	1.00	1.00	69	0.64	34.34	4.68	0.64	34.03	4.63	70	0.64	33.77	4.60	-0.08	-2%	42	7.50	-2.90	-63%
23	0.47	1.00	1.00	82	0.64	30.49	2.53	0.64	30.27	2.52	80	0.64	30.72	2.55	0.02	1%	48	6.00	-3.45	-135%
24	0.15	1.00	1.00	154	0.64	19.04	0.50	0.64	18.87	0.49	155	0.64	18.76	0.49	-0.01	-1%	93	2.90	-2.41	-492%
25	0.13	1.00	1.00	182	0.64	16.75	0.40	0.64	16.56	0.39	180	0.64	16.70	0.39	0.00	0%	108	2.30	-1.91	-483%
26	0.23	1.00	1.00	121	0.64	22.80	0.92	0.64	22.65	0.91	120	0.64	22.80	0.92	0.00	0%	72	4.50	-3.58	-389%
27	0.16	1.00	1.00	147	0.64	19.68	0.56	0.64	19.52	0.55	145	0.64	19.75	0.56	0.00	0%	87	2.30	-1.74	-313%
28	0.13	1.00	1.00	171	0.64	17.56	0.39	0.64	17.38	0.39	170	0.64	17.46	0.39	0.00	-1%	102	2.20	-1.81	-461%
29	0.07	1.00	1.00	152	0.64	19.19	0.24	0.64	19.02	0.24	150	0.64	19.24	0.24	0.00	0%	90	1.20	-0.96	-392%
30	0.19	1.00	1.00	190	0.64	16.23	0.53	0.64	16.04	0.53	190	0.64	16.01	0.53	-0.01	-1%	114	3.70	-3.17	-601%

Tabla 5-5: Planilla de Caudales de cuencas

31	0.05	1.00	1.00	166	0.64	18.00	0.16	0.64	17.82	0.16	170	0.64	17.46	0.15	0.00	-3%	102	0.90	-0.75	-486%
32	0.76	1.00	1.00	142	0.64	20.22	2.71	0.64	20.06	2.69	140	0.64	20.28	2.72	0.01	0%	84	8.60	-5.88	-216%
33	0.08	1.00	1.00	125	0.64	22.30	0.31	0.64	22.14	0.30	125	0.64	22.11	0.30	0.00	-1%	75	1.30	-1.00	-327%
34	0.25	1.00	1.00	134	0.64	21.13	0.95	0.64	20.97	0.94	135	0.64	20.86	0.93	-0.01	-1%	81	5.50	-4.57	-490%
35	0.24	1.00	1.00	136	0.64	20.87	0.88	0.64	20.71	0.88	135	0.64	20.86	0.88	0.00	0%	81	4.10	-3.22	-365%
36	0.11	1.00	1.00	117	0.64	23.46	0.45	0.64	23.31	0.45	115	0.64	23.55	0.45	0.00	0%	69	1.90	-1.45	-321%
37	0.21	1.00	1.00	134	0.64	21.10	0.77	0.64	20.95	0.77	135	0.64	20.86	0.76	-0.01	-1%	81	3.00	-2.24	-293%
38	0.22	1.00	1.00	205	0.64	15.30	0.60	0.64	15.10	0.59	205	0.64	15.08	0.59	-0.01	-1%	123	3.80	-3.21	-542%
39	0.09	1.00	1.00	132	0.64	21.37	0.34	0.64	21.21	0.34	130	0.64	21.46	0.34	0.00	0%	78	1.50	-1.16	-340%
40	0.08	1.00	1.00	131	0.64	21.50	0.30	0.64	21.34	0.30	130	0.64	21.46	0.30	0.00	0%	78	1.40	-1.10	-368%
41	0.02	1.00	1.00	147	0.64	19.74	0.06	0.64	19.57	0.06	145	0.64	19.75	0.06	0.00	0%	87	0.30	-0.24	-421%
42	1.30	1.00	1.00	37	0.41	53.19	7.82	0.41	51.66	7.60	35	0.41	53.03	7.80	-0.02	0%	21	22.30	-14.50	-186%
43	1.01	1.00	1.00	63	0.41	36.62	4.18	0.41	36.23	4.13	65	0.41	35.55	4.06	-0.12	-3%	39	16.10	-12.04	-297%
44	3.60	1.00	1.00	45	0.41	46.23	18.83	0.41	45.32	18.46	45	0.41	45.40	18.49	-0.34	-2%	27	34.00	-15.51	-84%
45	0.99	1.00	1.00	50	0.41	43.08	4.84	0.41	42.38	4.76	50	0.41	42.41	4.77	-0.08	-2%	30	12.80	-8.03	-169%
46	2.14	1.00	1.00	48	0.41	44.10	10.68	0.41	43.33	10.49	50	0.41	42.41	10.27	-0.41	-4%	30	22.20	-11.93	-116%
47	0.65	1.00	1.00	91	0.64	28.14	3.25	0.64	27.95	3.23	90	0.64	28.22	3.26	0.01	0%	54	5.30	-2.04	-62%
48	0.16	1.00	1.00	96	0.64	27.13	0.77	0.64	26.95	0.77	95	0.64	27.13	0.77	0.00	0%	57	1.20	-0.43	-55%
49	0.24	1.00	1.00	95	0.64	27.32	1.15	0.64	27.14	1.15	95	0.64	27.13	1.15	-0.01	-1%	57	1.80	-0.65	-57%
50	0.03	1.00	1.00	172	0.64	17.47	0.10	0.64	17.29	0.10	170	0.64	17.46	0.10	0.00	0%	102	0.20	-0.10	-106%
51	0.13	1.00	1.00	103	0.64	25.64	0.60	0.64	25.48	0.59	105	0.64	25.20	0.59	-0.01	-2%	63	0.90	-0.31	-53%
52	0.50	1.00	1.00	96	0.64	27.04	2.42	0.64	26.86	2.41	95	0.64	27.13	2.43	0.01	0%	57	3.90	-1.47	-61%

Tabla 5-6: Planilla de Caudales de cuencas (continuación)

5.5. DESAGÜE DE PROYECTO. OBRAS DE ARTE PROYECTADAS: CÁLCULO DE CAPACIDADES, GRÁFICOS Y TABLAS.

5.5.1. Situación hidráulica existente

Al considerar el desarrollo de un proyecto nuevo completo en la zona de camino, no tenemos obras de arte existentes; por este motivo las obras de arte serán proyectadas y calculadas en su totalidad para el proyecto, tanto para el camino hacia el oeste como hacia el este.

Lo que si se considerará son las alcantarillas existentes en el tramo de ruta (indicado como camino a Pampa de La Viuda) las cuales conducen el caudal de las cuencas ubicadas al norte y que afectaran la zona de la pampa. Este caudal será tenido en cuenta para el diseño y proyecto de la unión de ambos caminos hacia el sur.

5.5.2. Situación hidráulica de proyecto

En este caso proyectaremos alcantarillas (transversales o longitudinales), cunetas (derechas e izquierdas) y consideraremos el proyecto de microembalses para almacenar el agua de las lluvias para su utilización posterior, sirviendo de control también en el proceso de formación de cárcavas, las cuales son muy comunes en la zona de proyecto.

Primeramente se determinaron las posibles ubicaciones de los microembalses, los cuales condicionaran tanto cunetas como alcantarillas. La ubicación se determinó en base a estudios hidrológicos y topográficos tratando que el agua acumulada sea la mayor posible. Generalmente estas ubicaciones coinciden con las cárcavas más grandes.

Luego se procedió a trazar cunetas y ubicar alcantarillas. Para el trazado de las cunetas se establecen pendientes máximas para evitar erosión. En caso de que sea necesario, se prevee la ubicación de saltos con protección de gaviones para no superar las pendientes máximas.

Para el cálculo de alcantarillas se empleó el programa computacional HY8. Para el dimensionado de las mismas, se toma un caudal menor al calculado debido a:

- Cuestiones económicas: la categoría del camino adoptada y la aceptación de corte de ruta en eventos extraordinarios lleva a subdimensionar las alcantarillas para disminuir los costos de construcción (premisa que fue acordada con la empresa constructora).
- Antecedentes: se tuvo en cuenta las dimensiones de la ruta existente de Pampa de la Viuda a modo de control.

Además se prevee la construcción de dos badenes sobre el Camino Este, en los puntos de cruce de cauce donde se concentra el escurrimiento de todo el valle, en progresivas 5+015 y 5+175. A continuación se muestra una imagen con la ubicación de los badenes previstos.



Figura 5-15: Ubicación badenes

Descripción del software computacional HY8

El software HY8 utilizado es proporcionado por la Administración Federal de Caminos de EEUU (HighwayAdministration del U.S Department of Transportation) con sus respectivos manuales de aplicación. Actualmente el programa es de distribución gratuita y su aplicación es muy sencilla.

Entre los datos a ingresar para la ejecución del software se encuentran los caudales a partir de los cuales se comenzarán los cálculos. Es necesario definir caudales extremos $Q_{\text{máx}}$ y $Q_{\text{mín}}$ y un Caudal de Diseño. El software divide los caudales extremos en una serie de rangos y luego realiza el cálculo de tirante para cada uno de ellos.

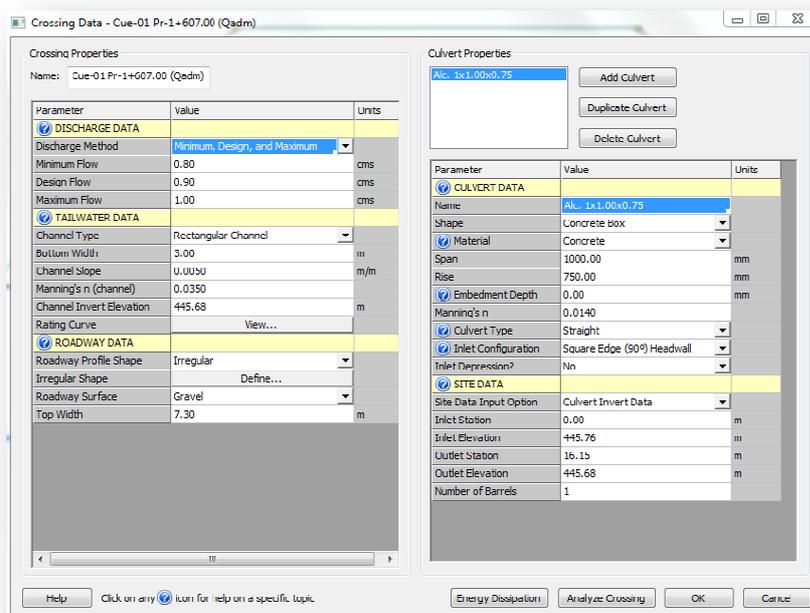


Figura 5-16: Datos de entrada para la verificación de alcantarillas en HY-8

Es necesario definir además, la geometría y dimensiones del canal aguas abajo, coeficiente “n” de rugosidad de Manning y su pendiente.

Un tercer grupo de datos consiste en los datos del perfil longitudinal de la vía, cota, y tipo de superficie. Estos datos permiten realizar los cálculos en caso de sobrepaso de la ruta debido al excesivo tirante a la entrada.

Por último, los datos a ingresar definen propiamente los datos de la alcantarilla; forma de la sección transversal, material, dimensiones, rugosidad, condiciones a la entrada y tipo de embocadura; y sus datos de ubicación, cota de entrada y salida, longitud y número de bocas.

Una vez ingresado los datos se ejecuta el software, para lo cual y como se ha mencionado anteriormente, se divide la diferencia entre Q_{max} y Q_{min} en varios rangos procediendo a calcular el perfil para cada uno de ellos.

El software permite visualizar los resultados en una serie de tablas estandarizadas con diferentes contenidos de información.

Water Surface Profile Table - Alc. 1x1.00x0.75

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Length Full (m)	Length Free (m)
0.80	0.80	446.46	0.68	0.70	2-M2c	0.00	16.15
0.82	0.82	446.47	0.69	0.71	2-M2c	0.00	16.15
0.84	0.84	446.48	0.70	0.72	2-M2c	0.00	16.15
0.86	0.86	446.49	0.71	0.73	2-M2c	0.00	16.15
0.88	0.88	446.50	0.73	0.74	2-M2c	0.00	16.15
0.90	0.90	446.51	0.74	0.75	7-M2c	0.00	16.15
0.92	0.92	446.52	0.75	0.76	7-M2c	0.00	16.15
0.94	0.94	446.53	0.76	0.77	7-M2c	0.00	16.15
0.96	0.96	446.54	0.77	0.78	7-M2c	0.00	16.15
0.98	0.98	446.56	0.78	0.80	7-M2c	0.00	16.15
1.00	1.00	446.57	0.79	0.81	7-M2c	0.00	16.15

Display: Crossing Summary Table, Culvert Summary Table (Alc. 1x1.00x0.75), Water Surface Profiles, Tapered Inlet Table, Customized Table (Options...)

Geometry: Inlet Elevation: 445.76 m, Outlet Elevation: 445.68 m, Culvert Length: 16.15 m, Culvert Slope: 0.0050, Inlet Crest: 0.00 m, Inlet Throat: 0.00 m, Outlet Control: Profiles

Plot:

Buttons: Help, Flow Types..., Edit Input Data..., Energy Dissipation..., Export Report, Adobe PDF (*.pdf), Close

Figura 5-17: Ventana de resultados obtenidos con el programa HY-8

Para cada dato de caudal se obtiene la cota de la superficie de agua a la entrada y salida de la alcantarilla y el perfil dentro de la misma, los tirantes a la entrada tanto con control de entrada como con control de salida, el tipo de flujo y la longitud de alcantarilla que fluye llena si la hubiere, entre otros datos. Puede visualizarse además, el perfil longitudinal para cada caudal calculado tal como se muestra en la figura siguiente, y un perfil transversal de la alcantarilla.

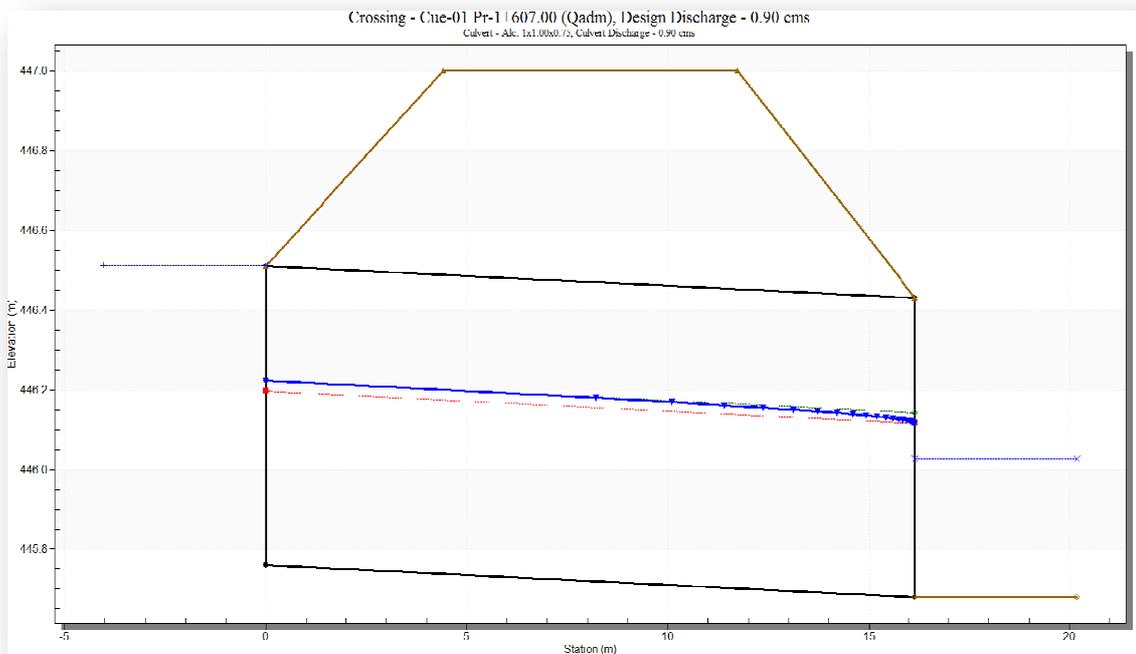


Figura 5-18: Sección longitudinal que resulta al aplicar el programa HY-8

Con el valor del tirante a la entrada de la alcantarilla obtenido del programa, más la cota de entrada de la misma, se obtiene el valor de la cota de pelo de agua. Se adopta como criterio de verificación que esta última no debe superar en ningún caso la cota de rasante.

5.5.3. Resultados obtenidos

ALCANTARILLAS PROYECTADAS - MASTER PLAN PAMPA DE LA VIUDA - CAMINO OESTE - PROV. DE LA RIOJA										
Nro.	Prog.	CARACTERISTICAS							CAUDALES DE APORTE	
		Drenaje	Tipo	n	L [m]	H [m]	e losa [m]	J [m]	Cuenca Drenada	Q cuenca [m3/s]
1	0+206.26	Transv.	O-41211-I	1	1.00	0.75	0.19	18.65	CUE-01-02	0.56
2	0+975.34	Transv.	O-41211-I	1	1.00	1.00	0.19	33.25	CUE-04-05	0.96
3	2+476.51	Transv.	O-41211-I	2	4.00	1.75	0.36	27.13	CUE-06-07-08	21.56
4	3+390.68	Transv.	O-41211-I	2	2.00	2.00	0.25	18.89	CUE-09-10	13.39
5	4+622.88	Transv.	O-41211-I	2	2.00	1.50	0.25	24.53	CUE-11-12	8.17
6	4+981.68	Transv.	O-41211-I	2	2.00	2.00	0.25	16.58	CUE-12-13	12.30
7	5+383.68	Transv.	O-41211-I	2	2.00	1.50	0.25	20.44	CUE-13-14	5.42
8	5+552.16	Transv.	O-41211-I	1	2.00	1.75	0.25	27.42	CUE-14	5.08
9	6+125.00	Transv.	O-41211-I	2	4.00	2.00	0.36	26.60	CUE-15-16-17	28.57
10	7+206.27	Transv.	O-41211-I	2	5.00	1.00	0.40	19.82	CUE-18-19	12.42
11	7+659.13	Transv.	O-41211-I	1	2.00	1.50	0.25	25.12	CUE-20	4.05
12	8+103.69	Transv.	O-41211-I	2	2.00	0.75	0.25	16.89	CUE-20-21-22	2.95
13	8+821.94	Transv.	O-41211-I	2	2.00	1.25	0.25	22.26	CUE-22-23	6.94

Tabla 5-7: Alcantarillas Camino Oeste

ALCANTARILLAS PROYECTADAS - MASTER PLAN PAMPA DE LA VIUDA - CAMINO OESTE - PROV. DE LA RIOJA										
Nro.	Prog.	CARACTERISTICAS							CAUDALES DE APORTE	
		Drenaje	Tipo	n	L	H	e losa	J	Cuenca Drenada	Q cuenca [m3/s]
					[m]	[m]	[m]	[m]		
1	0+135.07	Transv.	O-41211-I	2	2.00	0.50	0.25	14.85	25	1.84
2	0+864.51	Transv.	O-41211-I	1	2.00	1.50	0.25	23.52	26,27	4.52
3	1+112.58	Transv.	O-41211-I	1	1.00	1.25	0.19	29.20	27	0.92
4	1+362.31	Transv.	O-41211-I	1	1.50	1.00	0.22	32.68	28	1.76
5	1+867.50	Transv.	O-41211-I	1	1.00	1.00	0.19	29.97	29	0.96
6	2+165.59	Transv.	O-41211-I	2	2.00	2.25	0.25	19.92	30-35	8.10
7	3+509.90	Transv.	O-41211-I	1	1.50	1.00	0.22	20.00	36	1.52
8	4+109.12	Transv.	O-41211-I	1	2.00	1.50	0.25	20.00	37,38	5.44
9	4+537.51	Transv.	O-41211-I	1	1.00	1.50	0.19	20.00	39,40	2.32

Tabla 5-8: Alcantarillas Camino Este

5.6. MOVIMIENTO DE SUELOS

En Anexo Movimiento de Suelos se presentan las planillas de movimiento de suelos y en el Anexo Planos se presentan los diagramas de Bruckner de cada camino.

Como conclusión podemos decir que se observa necesario estudiar zonas de préstamos, ya que no se puede compensar longitudinalmente, y la compensación transversal es insuficiente. Además, sobre el camino Oeste, se prevé la ubicación de un microembalse (de acuerdo al proyecto Master Plan que integran el anteproyecto de los caminos) en la progresiva 0+666, que obliga a levantar la rasante, ya que la traza bordea esta obra prevista, sirviendo parte del terraplén como cierre. El camino oeste se desarrolla en definitiva, todo en terraplén, y las excavaciones de cuneta son insuficientes como se puede observar en las planillas.

Algo similar sucede con el Camino Este, solo que agravado porque atraviesa una zona con pendientes del terreno mayores, y se encuentran sectores con desmontes de importancia.

6. CONCLUSIONES

Conclusiones específicas del informe

Respecto al trabajo encargado, podemos rescatar la importancia de la continua comunicación entre cliente y proyectista con el fin de optimizar tiempos y esfuerzos, ya que la traza propuesta debía cumplir ciertos objetivos que servirán de base para el futuro desarrollo de la zona. También es esencial respetar las etapas sucesivas de factibilidad, anteproyecto y proyecto ejecutivo para avanzar en el correcto diseño del proyecto en forma ordenada y eficiente.

Respecto a la etapa de diseño preliminar, podemos concluir que el uso de imágenes satelitales para el reconocimiento de la zona resultó de suma utilidad junto a la información brindada por otros proyectos realizados en la zona de estudio. Nos permitió tener un primer acercamiento a la obra, de forma rápida y sencilla trabajando en gabinete y para organizar los trabajos de campo que se efectuaron posteriormente a esta etapa. De todos modos, esta modalidad está sujeta a posibles errores y se hace inevitable tener contacto real con la obra, como se hizo en las visitas a campo. Un proyecto de esta magnitud se resuelve con el aporte de varias disciplinas trabajando en forma armónica, ya que las mismas se entrelazan y retroalimentan entre sí. Por ejemplo, con el relevamiento topográfico de precisión se diseña planialtimétricamente junto con el drenaje, factor importante en este proyecto.

Además, puede mencionarse el contacto y conocimiento de nuevas tecnologías a través de la interacción con otros profesionales, en este caso el topógrafo, por el uso de drones para las tareas de relevamiento topográfico, además de los métodos más usados en la actualidad.

Conclusiones generales de la ejecución de la práctica profesional supervisada

Como conclusión podemos decir que se han cumplido los objetivos planteados en el capítulo uno del presente informe. De esta manera se pudo realizar una transición gradual de la etapa de estudiante a la de profesional. Durante la práctica supervisada se aplicaron efectivamente los conocimientos adquiridos en diversas materias durante el cursado de la carrera y también se aplicaron los conocimientos en el empleo de los diversos software de dibujo asistido y de modelación en tres dimensiones que se utilizaron, cuyas facilidades permitieron importantes ahorros de tiempo. Al participar en un proyecto como el presente, se comprobó la experiencia de desarrollar en sucesivas etapas que comprenden los proyectos de este tipo. Se puede destacar la gran ventaja que se encuentra al llevar a cabo esta asignatura práctica, la que brinda una experiencia práctica a los alumnos antes de su egreso, tanto en relación al trabajo en equipo de profesionales, permitiendo insertarse en un ámbito laboral y desenvolverse en él.

A modo de comentario, de acuerdo a la experiencia vivida en este proyecto, se observó la necesidad de plantear plazos de desarrollo del proyecto que permitan ajustar mejor el diseño planteado, ya que a mi entender hubiera sido necesario para optimizar el movimiento de suelos, por ejemplo.

ANEXO MOVIMIENTO DE SUELOS

ANEXO PLANOS



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN			VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO	
	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m³]	Volumen Terraplén [m³]	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén Teórico [m³]	Terraplén Comp. [m³]	Volumen Compactado Acum. [m³]
0+000.00				C	Con compactación Especial				57.05	0.59	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-
0+025.00				P	Sin compactación Especial				21.31	15.60	979.50	202.38	1.00	202.38	979.50	202.38	202.38		777.13
0+050.00				P	Sin compactación Especial				10.19	26.47	393.75	525.88	2.00	1,051.75	1,373.25	728.25	1,254.13		119.13
0+075.00				P	Sin compactación Especial				6.27	29.47	205.75	699.25	3.00	2,097.75	1,579.00	1,427.50	3,351.88		-1,772.88
0+100.00				P	Sin compactación Especial				18.92	34.10	314.88	794.63	4.00	3,178.50	1,893.88	2,222.13	6,530.38		-4,636.50
0+125.00				P	Sin compactación Especial				3.77	29.89	283.63	799.88	5.00	3,999.38	2,177.50	3,022.00	10,529.75		-8,352.25
0+150.00				P	Sin compactación Especial				12.75	17.49	206.50	592.25	6.00	3,553.50	2,384.00	3,614.25	14,083.25		-11,699.25
0+175.00				P	Sin compactación Especial				18.54	2.25	391.13	246.75	7.00	1,727.25	2,775.13	3,861.00	15,810.50		-13,035.38
0+200.00				P	Sin compactación Especial				9.27	6.00	347.63	103.13	8.00	825.00	3,122.75	3,964.13	16,635.50		-13,512.75
0+225.00				P	Sin compactación Especial				5.78	7.48	188.13	168.50	9.00	1,516.50	3,310.88	4,132.63	18,152.00		-14,841.13
0+250.00				P	Sin compactación Especial				5.79	7.52	144.63	187.50	10.00	1,875.00	3,455.50	4,320.13	20,027.00		-16,571.50
0+275.00				P	Sin compactación Especial				7.64	6.13	167.88	170.63	11.00	1,876.88	3,623.38	4,490.75	21,903.88		-18,280.50
0+300.00				P	Sin compactación Especial				7.52	6.74	189.50	160.88	12.00	1,930.50	3,812.88	4,651.63	23,834.38		-20,021.50
0+325.00				P	Sin compactación Especial				4.04	9.48	144.50	202.75	13.00	2,635.75	3,957.38	4,854.38	26,470.13		-22,512.75
0+350.00				P	Sin compactación Especial				5.71	10.10	121.88	244.75	14.00	3,426.50	4,079.25	5,099.13	29,896.63		-25,817.38
0+375.00				P	Sin compactación Especial				11.15	5.45	210.75	194.38	15.00	2,915.63	4,290.00	5,293.50	32,812.25		-28,522.25
0+400.00				P	Sin compactación Especial				22.90	0.80	425.63	78.13	16.00	1,250.00	4,715.63	5,371.63	34,062.25		-29,346.63
0+425.00				P	Sin compactación Especial				21.73	1.86	557.88	33.25	17.00	565.25	5,273.50	5,404.88	34,627.50		-29,354.00
0+450.00				P	Sin compactación Especial				19.16	3.91	511.13	72.13	18.00	1,298.25	5,784.63	5,477.00	35,925.75		-30,141.13
0+475.00				P	Sin compactación Especial				18.69	8.46	473.13	154.63	19.00	2,937.88	6,257.75	5,631.63	38,863.63		-32,605.88
0+500.00				P	Sin compactación Especial				20.86	15.35	494.38	297.63	20.00	5,952.50	6,752.13	5,929.25	44,816.13		-38,064.00
0+525.00				P	Sin compactación Especial				15.40	27.90	453.25	540.63	21.00	11,353.13	7,205.38	6,469.88	56,169.25		-48,963.88
0+550.00				P	Sin compactación Especial				2.12	43.58	219.00	893.50	22.00	19,657.00	7,424.38	7,363.38	75,826.25		-68,401.88
0+575.00				P	Sin compactación Especial				1.28	58.98	42.50	1,282.00	23.00	29,486.00	7,466.88	8,645.38	105,312.25		-97,845.38
0+600.00				P	Sin compactación Especial				1.83	69.45	38.88	1,605.38	24.00	38,529.00	7,505.75	10,250.75	143,841.25		-136,335.50
0+625.00				P	Sin compactación Especial				1.62	81.77	43.13	1,890.25	25.00	47,256.25	7,548.88	12,141.00	191,097.50		-183,548.63
0+650.00				P	Sin compactación Especial				4.27	82.27	73.63	2,050.50	26.00	53,313.00	7,622.50	14,191.50	244,410.50		-236,788.00
0+675.00				P	Sin compactación Especial				7.53	79.51	147.50	2,022.25	27.00	54,600.75	7,770.00	16,213.75	299,011.25		-291,241.25
0+700.00				P	Sin compactación Especial				7.04	81.95	182.13	2,018.25	28.00	56,511.00	7,952.13	18,232.00	355,522.25		-347,570.13
0+725.00				P	Sin compactación Especial				4.68	79.18	146.50	2,014.13	29.00	58,409.63	8,098.63	20,246.13	413,931.88		-405,833.25
0+750.00				P	Sin compactación Especial				1.16	112.17	73.00	2,391.88	30.00	71,756.25	8,171.63	22,638.00	485,688.13		-477,516.50
0+775.00				P	Sin compactación Especial				-	91.82	14.50	2,549.88	31.00	79,046.13	8,186.13	25,187.88	564,734.25		-556,548.13
0+800.00				P	Sin compactación Especial				0.06	91.57	0.75	2,292.38	32.00	73,356.00	8,186.88	27,480.25	638,090.25		-629,903.38
0+825.00				P	Sin compactación Especial				3.17	82.29	40.38	2,173.25	33.00	71,717.25	8,227.25	29,653.50	709,807.50		-701,580.25
0+850.00				P	Sin compactación Especial				1.74	67.82	61.38	1,876.38	34.00	63,796.75	8,288.63	31,529.88	773,604.25		-765,315.63
0+875.00				P	Sin compactación Especial				2.17	36.27	48.88	1,301.13	35.00	45,539.38	8,337.50	32,831.00	819,143.63		-810,806.13
0+900.00				P	Sin compactación Especial				-	25.51	27.13	772.25	36.00	27,801.00	8,364.63	33,603.25	846,944.63		-838,580.00
0+925.00				P	Sin compactación Especial				13.08	27.50	163.50	662.63	37.00	24,517.13	8,528.13	34,265.88	871,461.75		-862,933.63
0+950.00				P	Sin compactación Especial				13.78	57.58	335.75	1,063.50	38.00	40,413.00	8,863.88	35,329.38	911,874.75		-903,010.88
0+975.00				P	Sin compactación Especial				13.56	99.29	341.75	1,960.88	39.00	76,474.13	9,205.63	37,290.25	988,348.88		-979,143.25
1+000.00				P	Sin compactación Especial				45.99	26.20	744.38	1,568.63	40.00	62,745.00	9,950.00	38,858.88	1,051,093.88		-1,041,143.88
1+025.00				P	Sin compactación Especial				30.39	22.46	954.75	608.25	41.00	24,938.25	10,904.75	39,467.13	1,076,032.13		-1,065,127.38
1+050.00				P	Sin compactación Especial				18.26	22.43	608.13	561.13	42.00	23,567.25	11,512.88	40,028.25	1,099,599.38		-1,088,086.50
1+075.00				P	Sin compactación Especial				15.81	19.14	425.88	519.63	43.00	22,343.88	11,938.75	40,547.88	1,121,943.25		-1,110,004.50
1+100.00				P	Sin compactación Especial				12.13	16.25	349.25	442.38	44.00	19,464.50	12,288.00	40,990.25	1,141,407.75		-1,129,119.75
1+125.00				P	Sin compactación Especial				15.02	8.22	339.38	305.88	45.00	13,764.38	12,627.38	41,296.13	1,155,172.13		-1,142,544.75
1+150.00				P	Sin compactación Especial				18.48	2.61	418.75	135.38	46.00	6,227.25	13,046.13	41,431.50	1,161,399.38		-1,148,353.25
1+175.00				P	Sin compactación Especial				13.00	6.61	393.50	115.25	47.00	5,416.75	13,439.63	41,546.75	1,166,816.13		-1,153,376.50
1+200.00				P	Sin compactación Especial				11.16	9.40	302.00	200.13	48.00	9,606.00	13,741.63	41,746.88	1,176,422.13		-1,162,680.50
1+225.00				P	Sin compactación Especial				9.65	12.72	260.13	276.50	49.00	13,548.50	14,001.75	42,023.38	1,189,970.63		-1,175,968.88
1+250.00				P	Sin compactación Especial				7.41	17.24	213.25	374.50	50.00	18,725.00	14,215.00	42,397.88	1,208,695.63		-1,194,480.63
1+275.00				P	Sin compactación Especial				6.59	19.67	175.00	461.38	51.00	23,530.13	14,390.00	42,859.25	1,232,225.75		-1,217,835.75
1+300.00				P	Sin compactación Especial				3.16	25.24	121.88	561.38	52.00	29,191.50	14,511.88	43,420.63	1,261,417.25		-1,246,905.38



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN			VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO
	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m³]	Volumen Terraplén [m³]	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén Teórico [m³]	Terraplén Comp. [m³]
1+325.00				P	Sin compactación Especial				2.57	26.34	71.63	644.75	53.00	34,171.75	14,583.50	44,065.38	1,295,589.00	-1,281,005.50
1+350.00				P	Sin compactación Especial				3.53	24.61	76.25	636.88	54.00	34,391.25	14,659.75	44,702.25	1,329,980.25	-1,315,320.50
1+375.00				P	Sin compactación Especial				6.66	20.65	127.38	565.75	55.00	31,116.25	14,787.13	45,268.00	1,361,096.50	-1,346,309.38
1+400.00				P	Sin compactación Especial				10.93	16.17	219.88	460.25	56.00	25,774.00	15,007.00	45,728.25	1,386,870.50	-1,371,863.50
1+425.00				P	Sin compactación Especial				14.93	12.36	323.25	356.63	57.00	20,327.63	15,330.25	46,084.88	1,407,198.13	-1,391,867.88
1+450.00				P	Sin compactación Especial				6.03	11.09	262.00	293.13	58.00	17,001.25	15,592.25	46,378.00	1,424,199.38	-1,408,607.13
1+475.00				P	Sin compactación Especial				6.72	8.86	159.38	249.38	59.00	14,713.13	15,751.63	46,627.38	1,438,912.50	-1,423,160.88
1+500.00				P	Sin compactación Especial				8.42	3.37	189.25	152.88	60.00	9,172.50	15,940.88	46,780.25	1,448,085.00	-1,432,144.13
1+525.00				P	Sin compactación Especial				5.80	4.81	177.75	102.25	61.00	6,237.25	16,118.63	46,882.50	1,454,322.25	-1,438,203.63
1+550.00				P	Sin compactación Especial				4.56	7.33	129.50	151.75	62.00	9,408.50	16,248.13	47,034.25	1,463,730.75	-1,447,482.63
1+575.00				P	Sin compactación Especial				2.79	13.08	91.88	255.13	63.00	16,072.88	16,340.00	47,289.38	1,479,803.63	-1,463,463.63
1+600.00				P	Sin compactación Especial				0.75	19.15	44.25	402.88	64.00	25,784.00	16,384.25	47,692.25	1,505,587.63	-1,489,203.38
1+625.00				P	Sin compactación Especial				0.21	23.03	12.00	527.25	65.00	34,271.25	16,396.25	48,219.50	1,539,858.88	-1,523,462.63
1+650.00				P	Sin compactación Especial				0.26	20.94	5.88	549.63	66.00	36,275.25	16,402.13	48,769.13	1,576,134.13	-1,559,732.00
1+675.00				P	Sin compactación Especial				-	21.42	3.25	529.50	67.00	35,476.50	16,405.38	49,298.63	1,611,610.63	-1,595,205.25
1+700.00				P	Sin compactación Especial				-	21.10	-	531.50	68.00	36,142.00	16,405.38	49,830.13	1,647,752.63	-1,631,347.25
1+725.00				P	Sin compactación Especial				-	19.74	-	510.50	69.00	35,224.50	16,405.38	50,340.63	1,682,977.13	-1,666,571.75
1+750.00				P	Sin compactación Especial				0.19	17.41	2.38	464.38	70.00	32,506.25	16,407.75	50,805.00	1,715,483.38	-1,699,075.63
1+775.00				P	Sin compactación Especial				4.01	9.64	52.50	338.13	71.00	24,006.88	16,460.25	51,143.13	1,739,490.25	-1,723,030.00
1+800.00				P	Sin compactación Especial				6.71	7.32	134.00	212.00	72.00	15,264.00	16,594.25	51,355.13	1,754,754.25	-1,738,160.00
1+825.00				P	Sin compactación Especial				3.48	10.35	127.38	220.88	73.00	16,123.88	16,721.63	51,576.00	1,770,878.13	-1,754,156.50
1+850.00				P	Sin compactación Especial				1.62	13.75	63.75	301.25	74.00	22,292.50	16,785.38	51,877.25	1,793,170.63	-1,776,385.25
1+875.00				P	Sin compactación Especial				9.93	12.14	144.38	323.63	75.00	24,271.88	16,929.75	52,200.88	1,817,442.50	-1,800,512.75
1+900.00				P	Sin compactación Especial				6.90	8.90	210.38	263.00	76.00	19,988.00	17,140.13	52,463.88	1,837,430.50	-1,820,290.38
1+925.00				P	Sin compactación Especial				5.48	5.20	154.75	176.25	77.00	13,571.25	17,294.88	52,640.13	1,851,001.75	-1,833,706.88
1+950.00				P	Sin compactación Especial				12.04	2.35	219.00	94.38	78.00	7,361.25	17,513.88	52,734.50	1,858,363.00	-1,840,849.13
1+975.00				P	Sin compactación Especial				7.25	1.07	241.13	42.75	79.00	3,377.25	17,755.00	52,777.25	1,861,740.25	-1,843,985.25
2+000.00				P	Sin compactación Especial				24.51	0.79	397.00	23.25	80.00	1,860.00	18,152.00	52,800.50	1,863,600.25	-1,845,448.25
2+025.00				P	Sin compactación Especial				12.85	3.13	467.00	49.00	81.00	3,969.00	18,619.00	52,849.50	1,867,569.25	-1,848,950.25
2+050.00				P	Sin compactación Especial				21.80	1.52	433.13	58.13	82.00	4,766.25	19,052.13	52,907.63	1,872,335.50	-1,853,283.38
2+075.00				P	Sin compactación Especial				14.84	4.00	458.00	69.00	83.00	5,727.00	19,510.13	52,976.63	1,878,062.50	-1,858,552.38
2+100.00				P	Sin compactación Especial				17.12	4.35	399.50	104.38	84.00	8,767.50	19,909.63	53,081.00	1,886,830.00	-1,866,920.38
2+125.00				P	Sin compactación Especial				30.28	5.59	592.50	124.25	85.00	10,561.25	20,502.13	53,205.25	1,897,391.25	-1,876,889.13
2+150.00				P	Sin compactación Especial				14.36	7.32	558.00	161.38	86.00	13,878.25	21,060.13	53,366.63	1,911,269.50	-1,890,209.38
2+175.00				P	Sin compactación Especial				15.37	5.91	371.63	165.38	87.00	14,387.63	21,431.75	53,532.00	1,925,657.13	-1,904,225.38
2+200.00				P	Sin compactación Especial				19.93	5.15	441.25	138.25	88.00	12,166.00	21,873.00	53,670.25	1,937,823.13	-1,915,950.13
2+225.00				P	Sin compactación Especial				15.16	6.40	438.63	144.38	89.00	12,849.38	22,311.63	53,814.63	1,950,672.50	-1,928,360.88
2+250.00				P	Sin compactación Especial				7.49	9.48	283.13	198.50	90.00	17,865.00	22,594.75	54,013.13	1,968,537.50	-1,945,942.75
2+275.00				P	Sin compactación Especial				12.83	12.70	254.00	277.25	91.00	25,229.75	22,848.75	54,290.38	1,993,767.25	-1,970,918.50
2+300.00				P	Sin compactación Especial				6.85	15.06	246.00	347.00	92.00	31,924.00	23,094.75	54,637.38	2,025,691.25	-2,002,596.50
2+325.00				P	Sin compactación Especial				2.30	19.72	114.38	434.75	93.00	40,431.75	23,209.13	55,072.13	2,066,123.00	-2,042,913.88
2+350.00				P	Sin compactación Especial				7.01	20.00	116.38	496.50	94.00	46,671.00	23,325.50	55,568.63	2,112,794.00	-2,089,468.50
2+375.00				P	Sin compactación Especial				5.12	20.80	151.63	510.00	95.00	48,450.00	23,477.13	56,078.63	2,161,244.00	-2,137,766.88
2+400.00				P	Sin compactación Especial				4.71	20.95	122.88	521.88	96.00	50,100.00	23,600.00	56,600.00	2,211,344.00	-2,187,744.00
2+425.00				P	Sin compactación Especial				5.67	17.68	129.75	482.88	97.00	46,838.88	23,729.75	57,083.38	2,258,182.88	-2,234,453.13
2+450.00				P	Sin compactación Especial				17.05	16.08	284.00	422.00	98.00	41,356.00	24,013.75	57,505.38	2,299,538.88	-2,275,525.13
2+475.00				P	Sin compactación Especial				17.32	37.91	429.63	674.88	99.00	66,812.63	24,443.38	58,180.25	2,366,351.50	-2,341,908.13
2+500.00				P	Sin compactación Especial				1.19	45.84	231.38	1,046.88	100.00	104,687.50	24,674.75	59,227.13	2,471,039.00	-2,446,364.25
2+525.00				P	Sin compactación Especial				28.40	13.40	369.88	740.50	101.00	74,790.50	25,044.63	59,967.63	2,545,829.50	-2,520,784.88
2+550.00				P	Sin compactación Especial				23.28	6.64	646.00	250.50	102.00	25,551.00	25,690.63	60,218.13	2,571,380.50	-2,545,689.88
2+575.00				P	Sin compactación Especial				21.37	7.85	558.13	181.13	103.00	18,655.88	26,248.75	60,399.25	2,590,036.38	-2,563,787.63
2+600.00				P	Sin compactación Especial				21.89	7.50	540.75	191.88	104.00	19,955.00	26,789.50	60,591.13	2,609,991.38	-2,583,201.88
2+625.00				P	Sin compactación Especial				22.54	7.45	555.38	186.88	105.00	19,621.88	27,344.88	60,778.00	2,629,613.25	-2,602,268.38



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN			VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO	
	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m³]	Volumen Terraplén [m³]	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén Teórico [m³]	Terraplén Comp. [m³]	Volumen Compactado Acum. [m³]
2+650.00				P Sin compactación Especial						22.18	7.56	559.00	187.63	106.00	19,888.25	27,903.88	60,965.63	2,649,501.50	-2,621,597.63
2+675.00				P Sin compactación Especial						28.54	6.34	634.00	173.75	107.00	18,591.25	28,537.88	61,139.38	2,668,092.75	-2,639,554.88
2+700.00				P Sin compactación Especial						33.95	5.77	781.13	151.38	108.00	16,348.50	29,319.00	61,290.75	2,684,441.25	-2,655,122.25
2+725.00				P Sin compactación Especial						44.55	1.88	981.25	95.63	109.00	10,423.13	30,300.25	61,386.38	2,694,864.38	-2,664,564.13
2+750.00				P Sin compactación Especial						44.78	1.30	1,116.63	39.75	110.00	4,372.50	31,416.88	61,426.13	2,699,236.88	-2,667,820.00
2+775.00				P Sin compactación Especial						34.91	2.20	996.13	43.75	111.00	4,856.25	32,413.00	61,469.88	2,704,093.13	-2,671,680.13
2+800.00				P Sin compactación Especial						33.01	3.69	849.00	73.63	112.00	8,246.00	33,262.00	61,543.50	2,712,339.13	-2,679,077.13
2+825.00				P Sin compactación Especial						12.59	5.44	570.00	114.13	113.00	12,896.13	33,832.00	61,657.63	2,725,235.25	-2,691,403.25
2+850.00				P Sin compactación Especial						12.82	6.28	317.63	146.50	114.00	16,701.00	34,149.63	61,804.13	2,741,936.25	-2,707,786.63
2+875.00				P Sin compactación Especial						16.37	11.13	364.88	217.63	115.00	25,026.88	34,514.50	62,021.75	2,766,963.13	-2,732,448.63
2+900.00				P Sin compactación Especial						7.31	11.89	296.00	287.75	116.00	33,379.00	34,810.50	62,309.50	2,800,342.13	-2,765,531.63
2+925.00				P Sin compactación Especial						8.53	11.90	198.00	297.38	117.00	34,792.88	35,008.50	62,606.88	2,835,135.00	-2,800,126.50
2+950.00				P Sin compactación Especial						5.05	12.37	169.75	303.38	118.00	35,798.25	35,178.25	62,910.25	2,870,933.25	-2,835,755.00
2+975.00				P Sin compactación Especial						9.22	12.74	178.38	313.88	119.00	37,351.13	35,356.63	63,224.13	2,908,284.38	-2,872,927.75
3+000.00				P Sin compactación Especial						10.66	12.96	248.50	321.25	120.00	38,550.00	35,605.13	63,545.38	2,946,834.38	-2,911,229.25
3+025.00				P Sin compactación Especial						12.20	13.03	285.75	324.88	121.00	39,309.88	35,890.88	63,870.25	2,986,144.25	-2,950,253.38
3+050.00				P Sin compactación Especial						4.05	13.12	203.13	326.88	122.00	39,878.75	36,094.00	64,197.13	3,026,023.00	-2,989,929.00
3+075.00				P Sin compactación Especial						14.73	13.59	234.75	333.88	123.00	41,066.63	36,328.75	64,531.00	3,067,089.63	-3,030,760.88
3+100.00				P Sin compactación Especial						5.82	14.50	256.88	351.13	124.00	43,539.50	36,585.63	64,882.13	3,110,629.13	-3,074,043.50
3+125.00				P Sin compactación Especial						8.54	15.74	179.50	378.00	125.00	47,250.00	36,765.13	65,260.13	3,157,879.13	-3,121,114.00
3+150.00				P Sin compactación Especial						4.77	16.79	166.38	406.63	126.00	51,234.75	36,931.50	65,666.75	3,209,113.88	-3,172,182.38
3+175.00				P Sin compactación Especial						10.08	17.19	185.63	424.75	127.00	53,943.25	37,117.13	66,091.50	3,263,057.13	-3,225,940.00
3+200.00				P Sin compactación Especial						2.98	17.10	163.25	428.63	128.00	54,864.00	37,280.38	66,520.13	3,317,921.13	-3,280,640.75
3+225.00				P Sin compactación Especial						7.84	15.93	135.25	412.88	129.00	53,260.88	37,415.63	66,933.00	3,371,182.00	-3,333,766.38
3+250.00				P Sin compactación Especial						13.13	14.75	262.13	383.50	130.00	49,855.00	37,677.75	67,316.50	3,421,037.00	-3,383,359.25
3+275.00				P Sin compactación Especial						8.47	13.65	270.00	355.00	131.00	46,505.00	37,947.75	67,671.50	3,467,542.00	-3,429,594.25
3+300.00				P Sin compactación Especial						16.49	12.91	312.00	332.00	132.00	43,824.00	38,259.75	68,003.50	3,511,366.00	-3,473,106.25
3+325.00				P Sin compactación Especial						15.51	10.35	400.00	290.75	133.00	38,669.75	38,659.75	68,294.25	3,550,035.75	-3,511,376.00
3+350.00				P Sin compactación Especial						46.17	5.86	771.00	202.63	134.00	27,151.75	39,430.75	68,496.88	3,577,187.50	-3,537,756.75
3+375.00				P Sin compactación Especial						43.13	4.90	1,116.25	134.50	135.00	18,157.50	40,547.00	68,631.38	3,595,345.00	-3,554,798.00
3+400.00				P Sin compactación Especial						43.80	31.38	1,086.63	453.50	136.00	61,676.00	41,633.63	69,084.88	3,657,021.00	-3,615,387.38
3+425.00				P Sin compactación Especial						30.01	5.11	922.63	456.13	137.00	62,489.13	42,556.25	69,541.00	3,719,510.13	-3,676,953.88
3+450.00				P Sin compactación Especial						21.25	4.80	640.75	123.88	138.00	17,094.75	43,197.00	69,664.88	3,736,604.88	-3,693,407.88
3+475.00				P Sin compactación Especial						16.21	6.01	468.25	135.13	139.00	18,782.38	43,665.25	69,800.00	3,755,387.25	-3,711,722.00
3+500.00				P Sin compactación Especial						36.42	6.77	657.88	159.75	140.00	22,365.00	44,323.13	69,959.75	3,777,752.25	-3,733,429.13
3+525.00				P Sin compactación Especial						29.74	6.68	827.00	168.13	141.00	23,705.63	45,150.13	70,127.88	3,801,457.88	-3,756,307.75
3+550.00				P Sin compactación Especial						24.85	6.41	682.38	163.63	142.00	23,234.75	45,832.50	70,291.50	3,824,692.63	-3,778,860.13
3+575.00				P Sin compactación Especial						21.55	6.15	580.00	157.00	143.00	22,451.00	46,412.50	70,448.50	3,847,143.63	-3,800,731.13
3+600.00				P Sin compactación Especial						18.70	5.88	503.13	150.38	144.00	21,654.00	46,915.63	70,598.88	3,868,797.63	-3,821,882.00
3+625.00				P Sin compactación Especial						16.24	5.62	436.75	143.75	145.00	20,843.75	47,352.38	70,742.63	3,889,641.38	-3,842,289.00
3+650.00				P Sin compactación Especial						24.80	5.50	513.00	139.00	146.00	20,294.00	47,865.38	70,881.63	3,909,935.38	-3,862,070.00
3+675.00				P Sin compactación Especial						19.85	6.30	558.13	147.50	147.00	21,682.50	48,423.50	71,029.13	3,931,617.88	-3,883,194.38
3+700.00				P Sin compactación Especial						15.40	7.11	440.63	167.63	148.00	24,808.50	48,864.13	71,196.75	3,956,426.38	-3,907,562.25
3+725.00				P Sin compactación Especial						11.65	7.94	338.13	188.13	149.00	28,030.63	49,202.25	71,384.88	3,984,457.00	-3,935,254.75
3+750.00				P Sin compactación Especial						8.79	8.78	255.50	209.00	150.00	31,350.00	49,457.75	71,593.88	4,015,807.00	-3,966,349.25
3+775.00				P Sin compactación Especial						14.82	9.40	295.13	227.25	151.00	34,314.75	49,752.88	71,821.13	4,050,121.75	-4,000,368.88
3+800.00				P Sin compactación Especial						11.04	9.96	323.25	242.00	152.00	36,784.00	50,076.13	72,063.13	4,086,905.75	-4,036,829.63
3+825.00				P Sin compactación Especial						8.00	10.96	238.00	261.50	153.00	40,009.50	50,314.13	72,324.63	4,126,915.25	-4,076,601.13
3+850.00				P Sin compactación Especial						18.19	11.49	327.38	280.63	154.00	43,216.25	50,641.50	72,605.25	4,170,131.50	-4,119,490.00
3+875.00				P Sin compactación Especial						22.82	11.87	512.63	292.00	155.00	45,260.00	51,154.13	72,897.25	4,215,391.50	-4,164,237.38
3+900.00				P Sin compactación Especial						17.61	11.87	505.38	296.75	156.00	46,293.00	51,659.50	73,194.00	4,261,684.50	-4,210,025.00
3+925.00				P Sin compactación Especial						13.53	11.30	389.25	289.63	157.00	45,471.13	52,048.75	73,483.63	4,307,155.63	-4,255,106.88
3+950.00				P Sin compactación Especial						10.29	9.92	297.75	265.25	158.00	41,909.50	52,346.50	73,748.88	4,349,065.13	-4,296,718.63



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m ³]						m ³ /km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN				VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO
	Área [m ²]	Volumen [m ³]	Volumen Acum. [m ³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m ³]	Volumen Terraplén [m ³]	Área [m ²]	Volumen [m ³]	Volumen Acum. [m ³]	Desmonte [m ³]	Terraplén [m ³]	Desmonte [m ³]	Terraplén [m ³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m ³]	Desmonte [m ³]	Terraplén Teórico [m ³]	Terraplén [m ³]	Volumen Compactado Acum. [m ³]
3+975.00				P	Sin compactación Especial				22.76	9.21	413.13	239.13	159.00	38,020.88	52,759.63	73,988.00	4,387,086.00	-4,334,326.38	
4+000.00				P	Sin compactación Especial				22.74	8.52	568.75	221.63	160.00	35,460.00	53,328.38	74,209.63	4,422,546.00	-4,369,217.63	
4+025.00				P	Sin compactación Especial				22.02	8.14	559.50	208.25	161.00	33,528.25	53,887.88	74,417.88	4,456,074.25	-4,402,186.38	
4+050.00				P	Sin compactación Especial				18.50	8.44	506.50	207.25	162.00	33,574.50	54,394.38	74,625.13	4,489,648.75	-4,435,254.38	
4+075.00				P	Sin compactación Especial				40.42	8.42	736.50	210.75	163.00	34,352.25	55,130.88	74,835.88	4,524,001.00	-4,468,870.13	
4+100.00				P	Sin compactación Especial				34.17	8.49	932.38	211.38	164.00	34,665.50	56,063.25	75,047.25	4,558,666.50	-4,502,603.25	
4+125.00				P	Sin compactación Especial				18.69	31.83	660.75	504.00	165.00	83,160.00	56,724.00	75,551.25	4,641,826.50	-4,585,102.50	
4+150.00				P	Sin compactación Especial				3.94	27.12	282.88	736.88	166.00	122,321.25	57,006.88	76,288.13	4,764,147.75	-4,707,140.88	
4+175.00				P	Sin compactación Especial				14.13	6.66	225.88	422.25	167.00	70,515.75	57,232.75	76,710.38	4,834,663.50	-4,777,430.75	
4+200.00				P	Sin compactación Especial				13.56	3.05	346.13	121.38	168.00	20,391.00	57,578.88	76,831.75	4,855,054.50	-4,797,475.63	
4+225.00				P	Sin compactación Especial				7.84	1.97	267.50	62.75	169.00	10,604.75	57,846.38	76,894.50	4,865,659.25	-4,807,812.88	
4+250.00				P	Sin compactación Especial				6.26	1.39	176.25	42.00	170.00	7,140.00	58,022.63	76,936.50	4,872,799.25	-4,814,776.63	
4+275.00				P	Sin compactación Especial				26.57	1.60	410.38	37.38	171.00	6,391.13	58,433.00	76,973.88	4,879,190.38	-4,820,757.38	
4+300.00				P	Sin compactación Especial				23.40	1.71	624.63	41.38	172.00	7,116.50	59,057.63	77,015.25	4,886,306.88	-4,827,249.25	
4+325.00				P	Sin compactación Especial				20.77	1.23	552.13	36.75	173.00	6,357.75	59,609.75	77,052.00	4,892,664.63	-4,833,054.88	
4+350.00				P	Sin compactación Especial				18.54	0.93	491.38	27.00	174.00	4,698.00	60,101.13	77,079.00	4,897,362.63	-4,837,261.50	
4+375.00				P	Sin compactación Especial				31.03	1.26	619.63	27.38	175.00	4,790.63	60,720.75	77,106.38	4,902,153.25	-4,841,432.50	
4+400.00				P	Sin compactación Especial				26.65	1.64	721.00	36.25	176.00	6,380.00	61,441.75	77,142.63	4,908,533.25	-4,847,091.50	
4+425.00				P	Sin compactación Especial				22.78	2.02	617.88	45.75	177.00	8,097.75	62,059.63	77,188.38	4,916,631.00	-4,854,571.38	
4+450.00				P	Sin compactación Especial				19.36	2.32	526.75	54.25	178.00	9,656.50	62,586.38	77,242.63	4,926,287.50	-4,863,701.13	
4+475.00				P	Sin compactación Especial				33.67	2.55	662.88	60.88	179.00	10,896.63	63,249.25	77,303.50	4,937,184.13	-4,873,934.88	
4+500.00				P	Sin compactación Especial				29.36	2.77	787.88	66.50	180.00	11,970.00	64,037.13	77,370.00	4,949,154.13	-4,885,117.00	
4+525.00				P	Sin compactación Especial				25.43	3.00	684.88	72.13	181.00	13,054.63	64,722.00	77,442.13	4,962,208.75	-4,897,486.75	
4+550.00				P	Sin compactación Especial				21.86	3.23	591.13	77.88	182.00	14,173.25	65,313.13	77,520.00	4,976,382.00	-4,911,068.88	
4+575.00				P	Sin compactación Especial				18.62	3.46	506.00	83.63	183.00	15,303.38	65,819.13	77,603.63	4,991,685.38	-4,925,866.25	
4+600.00				P	Sin compactación Especial				18.28	2.08	461.25	69.25	184.00	12,742.00	66,280.38	77,672.88	5,004,427.38	-4,938,147.00	
4+625.00				P	Sin compactación Especial				29.39	-	595.88	26.00	185.00	4,810.00	66,876.25	77,698.88	5,009,237.38	-4,942,361.13	
4+650.00				P	Sin compactación Especial				37.67	-	838.25	-	186.00	-	67,714.50	77,698.88	5,009,237.38	-4,941,522.88	
4+675.00				P	Sin compactación Especial				38.14	-	947.63	-	187.00	-	68,662.13	77,698.88	5,009,237.38	-4,940,575.25	
4+700.00				P	Sin compactación Especial				35.13	-	915.88	-	188.00	-	69,578.00	77,698.88	5,009,237.38	-4,939,659.38	
4+725.00				P	Sin compactación Especial				30.93	-	825.75	-	189.00	-	70,403.75	77,698.88	5,009,237.38	-4,938,833.63	
4+750.00				P	Sin compactación Especial				42.35	-	916.00	-	190.00	-	71,319.75	77,698.88	5,009,237.38	-4,937,917.63	
4+775.00				P	Sin compactación Especial				33.63	-	949.75	-	191.00	-	72,269.50	77,698.88	5,009,237.38	-4,936,967.88	
4+800.00				P	Sin compactación Especial				27.01	-	758.00	-	192.00	-	73,027.50	77,698.88	5,009,237.38	-4,936,209.88	
4+825.00				P	Sin compactación Especial				21.89	-	611.25	-	193.00	-	73,638.75	77,698.88	5,009,237.38	-4,935,598.63	
4+850.00				P	Sin compactación Especial				33.50	-	692.38	-	194.00	-	74,331.13	77,698.88	5,009,237.38	-4,934,906.25	
4+875.00				P	Sin compactación Especial				25.08	0.49	732.25	6.13	195.00	1,194.38	75,063.38	77,705.00	5,010,431.75	-4,935,368.38	
4+900.00				P	Sin compactación Especial				17.84	1.99	536.50	31.00	196.00	6,076.00	75,599.88	77,736.00	5,016,507.75	-4,940,907.88	
4+925.00				P	Sin compactación Especial				32.30	4.27	626.75	78.25	197.00	15,415.25	76,226.63	77,814.25	5,031,923.00	-4,955,696.38	
4+950.00				P	Sin compactación Especial				27.55	6.86	748.13	139.13	198.00	27,546.75	76,974.75	77,953.38	5,059,469.75	-4,982,495.00	
4+975.00				P	Sin compactación Especial				24.19	7.92	646.75	184.75	199.00	36,765.25	77,621.50	78,138.13	5,096,235.00	-5,018,613.50	
5+000.00				P	Sin compactación Especial				22.81	8.65	587.50	207.13	200.00	41,425.00	78,209.00	78,345.25	5,137,660.00	-5,059,451.00	
5+025.00				P	Sin compactación Especial				17.62	8.77	505.38	217.75	201.00	43,767.75	78,714.38	78,563.00	5,181,427.75	-5,102,713.38	
5+050.00				P	Sin compactación Especial				14.55	7.74	402.13	206.38	202.00	41,687.75	79,116.50	78,769.38	5,223,115.50	-5,143,999.00	
5+075.00				P	Sin compactación Especial				12.04	6.95	332.38	183.63	203.00	37,275.88	79,448.88	78,953.00	5,260,391.38	-5,180,942.50	
5+100.00				P	Sin compactación Especial				20.91	8.59	411.88	194.25	204.00	39,627.00	79,860.75	79,147.25	5,300,018.38	-5,220,157.63	
5+125.00				P	Sin compactación Especial				16.20	10.39	463.88	237.25	205.00	48,636.25	80,324.63	79,384.50	5,348,654.63	-5,268,330.00	
5+150.00				P	Sin compactación Especial				12.27	12.58	355.88	287.13	206.00	59,147.75	80,680.50	79,671.63	5,407,802.38	-5,327,121.88	
5+175.00				P	Sin compactación Especial				8.97	14.75	265.50	341.63	207.00	70,716.38	80,946.00	80,013.25	5,478,518.75	-5,397,572.75	
5+200.00				P	Sin compactación Especial				6.29	17.13	190.75	398.50	208.00	82,888.00	81,136.75	80,411.75	5,561,406.75	-5,480,270.00	
5+225.00				P	Sin compactación Especial				4.19	19.97	131.00	463.75	209.00	96,923.75	81,267.75	80,875.50	5,658,330.50	-5,577,062.75	
5+250.00				P	Sin compactación Especial				2.59	23.40	84.75	542.13	210.00	113,846.25	81,352.50	81,417.63	5,772,176.75	-5,690,824.25	
5+275.00				P	Sin compactación Especial				16.87	6.46	243.25	373.25	211.00	78,755.75	81,595.75	81,790.88	5,850,932.50	-5,769,336.75	



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN			VOLUMEN ACUMULADO			Préstamo Volumen Compactado Acum. [m³]	
	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m³]	Volumen Terraplén [m³]	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén Teórico [m³]		Terraplén [m³]
5+300.00				P Sin compactación Especial						35.80	-	658.38	80.75	212.00	17,119.00	82,254.13	81,871.63	5,868,051.50	-5,785,797.38
5+325.00				P Sin compactación Especial						47.29	0.27	1,038.63	3.38	213.00	718.88	83,292.75	81,875.00	5,868,770.38	-5,785,477.63
5+350.00				P Sin compactación Especial						85.19	2.25	1,656.00	31.50	214.00	6,741.00	84,948.75	81,906.50	5,875,511.38	-5,790,562.63
5+375.00				P Sin compactación Especial						51.93	-	1,714.00	28.13	215.00	6,046.88	86,662.75	81,934.63	5,881,558.25	-5,794,895.50
5+400.00				P Sin compactación Especial						51.32	-	1,290.63	-	216.00	-	87,953.38	81,934.63	5,881,558.25	-5,793,604.88
5+425.00				P Sin compactación Especial						52.47	-	1,297.38	-	217.00	-	89,250.75	81,934.63	5,881,558.25	-5,792,307.50
5+450.00				P Sin compactación Especial						42.33	-	1,185.00	-	218.00	-	90,435.75	81,934.63	5,881,558.25	-5,791,122.50
5+475.00				P Sin compactación Especial						70.32	0.56	1,408.13	7.00	219.00	1,533.00	91,843.88	81,941.63	5,883,091.25	-5,791,247.38
5+500.00				P Sin compactación Especial						59.43	2.28	1,621.88	35.50	220.00	7,810.00	93,465.75	81,977.13	5,890,901.25	-5,797,435.50
5+525.00				P Sin compactación Especial						25.66	20.04	1,063.63	279.00	221.00	61,659.00	94,529.38	82,256.13	5,952,560.25	-5,858,030.88
5+550.00				P Sin compactación Especial						7.42	58.47	413.50	981.38	222.00	217,865.25	94,942.88	83,237.50	6,170,425.50	-6,075,482.63
5+575.00				P Sin compactación Especial						14.02	26.49	268.00	1,062.00	223.00	236,826.00	95,210.88	84,299.50	6,407,251.50	-6,312,040.63
5+600.00				P Sin compactación Especial						24.99	10.56	487.63	463.13	224.00	103,740.00	95,698.50	84,762.63	6,510,991.50	-6,415,293.00
5+625.00				P Sin compactación Especial						25.86	4.10	635.63	183.25	225.00	41,231.25	96,334.13	84,945.88	6,552,222.75	-6,455,888.63
5+650.00				P Sin compactación Especial						21.91	1.62	597.13	71.50	226.00	16,159.00	96,931.25	85,017.38	6,568,381.75	-6,471,450.50
5+675.00				P Sin compactación Especial						15.73	7.10	470.50	109.00	227.00	24,743.00	97,401.75	85,126.38	6,593,124.75	-6,495,723.00
5+700.00				P Sin compactación Especial						84.10	3.26	1,247.88	129.50	228.00	29,526.00	98,649.63	85,255.88	6,622,650.75	-6,524,001.13
5+725.00				P Sin compactación Especial						59.89	3.40	1,799.88	83.25	229.00	19,064.25	100,449.50	85,339.13	6,641,715.00	-6,541,265.50
5+750.00				P Sin compactación Especial						33.58	2.85	1,168.38	78.13	230.00	17,968.75	101,617.88	85,417.25	6,659,683.75	-6,558,065.88
5+775.00				P Sin compactación Especial						13.20	6.61	584.75	118.25	231.00	27,315.75	102,202.63	85,535.50	6,686,999.50	-6,584,796.88
5+800.00				P Sin compactación Especial						18.39	19.47	394.88	326.00	232.00	75,632.00	102,597.50	85,861.50	6,762,631.50	-6,660,034.00
5+825.00				P Sin compactación Especial						6.26	31.02	308.13	631.13	233.00	147,052.13	102,905.63	86,492.63	6,909,683.63	-6,806,778.00
5+850.00				P Sin compactación Especial						15.40	31.85	270.75	785.88	234.00	183,894.75	103,176.38	87,278.50	7,093,578.38	-6,990,402.00
5+875.00				P Sin compactación Especial						7.75	31.82	289.38	795.88	235.00	187,030.63	103,465.75	88,074.38	7,280,609.00	-7,177,143.25
5+900.00				P Sin compactación Especial						4.01	28.26	147.00	751.00	236.00	177,236.00	103,612.75	88,825.38	7,457,845.00	-7,354,232.25
5+925.00				P Sin compactación Especial						1.96	23.08	74.63	641.75	237.00	152,094.75	103,687.38	89,467.13	7,609,939.75	-7,506,252.38
5+950.00				P Sin compactación Especial						20.20	17.91	277.00	512.38	238.00	121,945.25	103,964.38	89,979.50	7,731,885.00	-7,627,920.63
5+975.00				P Sin compactación Especial						24.85	13.29	563.13	390.00	239.00	93,210.00	104,527.50	90,369.50	7,825,095.00	-7,720,567.50
6+000.00				P Sin compactación Especial						33.22	7.38	725.88	258.38	240.00	62,010.00	105,253.38	90,627.88	7,887,105.00	-7,781,851.63
6+025.00				P Sin compactación Especial						39.68	3.77	911.25	139.38	241.00	33,589.38	106,164.63	90,767.25	7,920,694.38	-7,814,529.75
6+050.00				P Sin compactación Especial						34.49	12.03	927.13	197.50	242.00	47,795.00	107,091.75	90,964.75	7,968,489.38	-7,861,397.63
6+075.00				P Sin compactación Especial						27.11	20.92	770.00	411.88	243.00	100,085.63	107,861.75	91,376.63	8,068,575.00	-7,960,713.25
6+100.00				P Sin compactación Especial						9.04	67.21	451.88	1,101.63	244.00	268,796.50	108,313.63	92,478.25	8,337,371.50	-8,229,057.88
6+125.00				P Sin compactación Especial						2.33	63.87	142.13	1,638.50	245.00	401,432.50	108,455.75	94,116.75	8,738,804.00	-8,630,348.25
6+150.00				P Sin compactación Especial						5.43	54.45	97.00	1,479.00	246.00	363,834.00	108,552.75	95,595.75	9,102,638.00	-8,994,085.25
6+175.00				P Sin compactación Especial						63.52	3.01	861.88	718.25	247.00	177,407.75	109,414.63	96,314.00	9,280,045.75	-9,170,631.13
6+200.00				P Sin compactación Especial						58.09	3.55	1,520.13	82.00	248.00	20,336.00	110,934.75	96,396.00	9,300,381.75	-9,189,447.00
6+225.00				P Sin compactación Especial						50.17	4.86	1,353.25	105.13	249.00	26,176.13	112,288.00	96,501.13	9,326,557.88	-9,214,269.88
6+250.00				P Sin compactación Especial						76.60	6.11	1,584.63	137.13	250.00	34,281.25	113,872.63	96,638.25	9,360,839.13	-9,246,966.50
6+275.00				P Sin compactación Especial						74.67	5.41	1,890.88	144.00	251.00	36,144.00	115,763.50	96,782.25	9,396,983.13	-9,281,219.63
6+300.00				P Sin compactación Especial						60.77	3.62	1,693.00	112.88	252.00	28,444.50	117,456.50	96,895.13	9,425,427.63	-9,307,971.13
6+325.00				P Sin compactación Especial						35.85	5.88	1,207.75	118.75	253.00	30,043.75	118,664.25	97,013.88	9,455,471.38	-9,336,807.13
6+350.00				P Sin compactación Especial						18.43	11.19	678.50	213.38	254.00	54,197.25	119,342.75	97,227.25	9,509,668.63	-9,390,325.88
6+375.00				P Sin compactación Especial						6.91	11.28	316.75	280.88	255.00	71,623.13	119,659.50	97,508.13	9,581,291.75	-9,461,632.25
6+400.00				P Sin compactación Especial						20.82	11.13	346.63	280.13	256.00	71,712.00	120,006.13	97,788.25	9,653,003.75	-9,532,997.63
6+425.00				P Sin compactación Especial						15.46	11.25	453.50	279.75	257.00	71,895.75	120,459.63	98,068.00	9,724,899.50	-9,604,439.88
6+450.00				P Sin compactación Especial						12.32	8.75	347.25	250.00	258.00	64,500.00	120,806.88	98,318.00	9,789,399.50	-9,668,592.63
6+475.00				P Sin compactación Especial						14.87	9.59	339.88	229.25	259.00	59,375.75	121,146.75	98,547.25	9,848,775.25	-9,727,628.50
6+500.00				P Sin compactación Especial						6.95	11.78	272.75	267.13	260.00	69,452.50	121,419.50	98,814.38	9,918,227.75	-9,796,808.25
6+525.00				P Sin compactación Especial						10.66	11.60	220.13	292.25	261.00	76,277.25	121,639.63	99,106.63	9,994,505.00	-9,872,865.38
6+550.00				P Sin compactación Especial						21.14	3.79	397.50	192.38	262.00	50,402.25	122,037.13	99,299.00	10,044,907.25	-9,922,870.13
6+575.00				P Sin compactación Especial						16.94	1.53	476.00	66.50	263.00	17,489.50	122,513.13	99,365.50	10,062,396.75	-9,939,883.63
6+600.00				P Sin compactación Especial						10.15	1.80	338.63	41.63	264.00	10,989.00	122,851.75	99,407.13	10,073,385.75	-9,950,534.00



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN				VOLUMEN ACUMULADO			Préstamo Volumen Compactado Acum. [m3]
	Área [m2]	Volumen [m3]	Volumen Acum. [m3]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m3]	Volumen Terraplén [m3]	Área [m2]	Volumen [m3]	Volumen Acum. [m3]	Desmonte [m2]	Terraplén [m2]	Desmonte [m3]	Terraplén [m3]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m3]	Desmonte [m3]	Terraplén Teórico [m3]	Terraplén [m3]	
6+625.00				P	Sin compactación Especial					22.80	1.26	411.88	38.25	265.00	10,136.25	123,263.63	99,445.38	10,083,522.00	-9,960,258.38
6+650.00				P	Sin compactación Especial					14.47	2.10	465.88	42.00	266.00	11,172.00	123,729.50	99,487.38	10,094,694.00	-9,970,964.50
6+675.00				P	Sin compactación Especial					16.77	3.27	390.50	67.13	267.00	17,922.38	124,120.00	99,554.50	10,112,616.38	-9,988,496.38
6+700.00				P	Sin compactación Especial					8.03	4.48	310.00	96.88	268.00	25,962.50	124,430.00	99,651.38	10,138,578.88	-10,014,148.88
6+725.00				P	Sin compactación Especial					8.52	6.18	206.88	133.25	269.00	35,844.25	124,636.88	99,784.63	10,174,423.13	-10,049,786.25
6+750.00				P	Sin compactación Especial					11.20	8.36	246.50	181.75	270.00	49,072.50	124,883.38	99,966.38	10,223,495.63	-10,098,612.25
6+775.00				P	Sin compactación Especial					7.35	7.62	231.88	199.75	271.00	54,132.25	125,115.25	100,166.13	10,277,627.88	-10,152,512.63
6+800.00				P	Sin compactación Especial					5.39	7.41	159.25	187.88	272.00	51,102.00	125,274.50	100,354.00	10,328,729.88	-10,203,455.38
6+825.00				P	Sin compactación Especial					20.80	7.35	327.38	184.50	273.00	50,368.50	125,601.88	100,538.50	10,379,098.38	-10,253,496.50
6+850.00				P	Sin compactación Especial					19.93	5.90	509.13	165.63	274.00	45,381.25	126,111.00	100,704.13	10,424,479.63	-10,298,368.63
6+875.00				P	Sin compactación Especial					17.55	3.85	468.50	121.88	275.00	33,515.63	126,579.50	100,826.00	10,457,995.25	-10,331,415.75
6+900.00				P	Sin compactación Especial					14.36	4.09	398.88	99.25	276.00	27,393.00	126,978.38	100,925.25	10,485,388.25	-10,358,409.88
6+925.00				P	Sin compactación Especial					16.88	7.72	390.50	147.63	277.00	40,892.13	127,368.88	101,072.88	10,526,280.38	-10,398,911.50
6+950.00				P	Sin compactación Especial					11.79	10.54	358.38	228.25	278.00	63,453.50	127,727.25	101,301.13	10,589,733.88	-10,462,006.63
6+975.00				P	Sin compactación Especial					7.91	12.61	246.25	289.38	279.00	80,735.63	127,973.50	101,590.50	10,670,469.50	-10,542,496.00
7+000.00				P	Sin compactación Especial					22.41	13.38	379.00	324.88	280.00	90,965.00	128,352.50	101,915.38	10,761,434.50	-10,633,082.00
7+025.00				P	Sin compactación Especial					20.08	11.74	531.13	314.00	281.00	88,234.00	128,883.63	102,229.38	10,849,668.50	-10,720,784.88
7+050.00				P	Sin compactación Especial					16.77	10.88	460.63	282.75	282.00	79,735.50	129,344.25	102,512.13	10,929,404.00	-10,800,059.75
7+075.00				P	Sin compactación Especial					12.44	11.28	365.13	277.00	283.00	78,391.00	129,709.38	102,789.13	11,007,795.00	-10,878,085.63
7+100.00				P	Sin compactación Especial					8.64	12.44	263.50	296.50	284.00	84,206.00	129,972.88	103,085.63	11,092,001.00	-10,962,028.13
7+125.00				P	Sin compactación Especial					5.98	14.26	182.75	333.75	285.00	95,118.75	130,155.63	103,419.38	11,187,119.75	-11,056,964.13
7+150.00				P	Sin compactación Especial					6.86	13.52	160.50	347.25	286.00	99,313.50	130,316.13	103,766.63	11,286,433.25	-11,156,117.13
7+175.00				P	Sin compactación Especial					8.83	13.20	196.13	334.00	287.00	95,858.00	130,512.25	104,100.63	11,382,291.25	-11,251,779.00
7+200.00				P	Sin compactación Especial					9.68	12.76	231.38	324.50	288.00	93,456.00	130,743.63	104,425.13	11,475,747.25	-11,345,003.63
7+225.00				P	Sin compactación Especial					7.04	10.93	209.00	296.13	289.00	85,580.13	130,952.63	104,721.25	11,561,327.38	-11,430,374.75
7+250.00				P	Sin compactación Especial					4.05	10.58	138.63	268.88	290.00	77,973.75	131,091.25	104,990.13	11,639,301.13	-11,508,209.88
7+275.00				P	Sin compactación Especial					3.60	4.42	95.63	187.50	291.00	54,562.50	131,186.88	105,177.63	11,693,863.63	-11,562,676.75
7+300.00				P	Sin compactación Especial					17.34	3.62	261.75	100.50	292.00	29,346.00	131,448.63	105,278.13	11,723,209.63	-11,591,761.00
7+325.00				P	Sin compactación Especial					17.52	5.29	435.75	111.38	293.00	32,632.88	131,884.38	105,389.50	11,755,842.50	-11,623,958.13
7+350.00				P	Sin compactación Especial					18.05	4.99	444.63	128.50	294.00	37,779.00	132,329.00	105,518.00	11,793,621.50	-11,661,292.50
7+375.00				P	Sin compactación Especial					15.99	4.92	425.50	123.88	295.00	36,543.13	132,754.50	105,641.88	11,830,164.63	-11,697,410.13
7+400.00				P	Sin compactación Especial					12.17	4.71	352.00	120.38	296.00	35,631.00	133,106.50	105,762.25	11,865,795.63	-11,732,689.13
7+425.00				P	Sin compactación Especial					22.33	5.04	431.25	121.88	297.00	36,196.88	133,537.75	105,884.13	11,901,992.50	-11,768,454.75
7+450.00				P	Sin compactación Especial					28.13	4.81	630.75	123.13	298.00	36,691.25	134,168.50	106,007.25	11,938,683.75	-11,804,515.25
7+475.00				P	Sin compactación Especial					20.07	7.22	602.50	150.38	299.00	44,962.13	134,771.00	106,157.63	11,983,645.88	-11,848,874.88
7+500.00				P	Sin compactación Especial					21.98	11.26	525.63	231.00	300.00	69,300.00	135,296.63	106,388.63	12,052,945.88	-11,917,649.25
7+525.00				P	Sin compactación Especial					11.68	15.05	420.75	328.88	301.00	98,991.38	135,717.38	106,717.50	12,151,937.25	-12,016,219.88
7+550.00				P	Sin compactación Especial					6.08	17.33	222.00	404.75	302.00	122,234.50	135,939.38	107,122.25	12,274,171.75	-12,138,232.38
7+575.00				P	Sin compactación Especial					32.42	14.62	481.25	399.38	303.00	121,010.63	136,420.63	107,521.63	12,395,182.38	-12,258,761.75
7+600.00				P	Sin compactación Especial					32.32	11.54	809.25	327.00	304.00	99,408.00	137,229.88	107,848.63	12,494,590.38	-12,357,360.50
7+625.00				P	Sin compactación Especial					30.33	9.51	783.13	263.13	305.00	80,253.13	138,013.00	108,111.75	12,574,843.50	-12,436,830.50
7+650.00				P	Sin compactación Especial					24.01	29.95	679.25	493.25	306.00	150,934.50	138,692.25	108,605.00	12,725,778.00	-12,587,085.75
7+675.00				P	Sin compactación Especial					20.61	15.93	557.75	573.50	307.00	176,064.50	139,250.00	109,178.50	12,901,842.50	-12,762,592.50
7+700.00				P	Sin compactación Especial					15.98	8.45	457.38	304.75	308.00	93,863.00	139,707.38	109,483.25	12,995,705.50	-12,855,998.13
7+725.00				P	Sin compactación Especial					10.01	6.03	324.88	181.00	309.00	55,929.00	140,032.25	109,664.25	13,051,634.50	-12,911,602.25
7+750.00				P	Sin compactación Especial					7.23	3.53	215.50	119.50	310.00	37,045.00	140,247.75	109,783.75	13,088,679.50	-12,948,431.75
7+775.00				P	Sin compactación Especial					9.36	1.64	207.38	64.63	311.00	20,098.38	140,455.13	109,848.38	13,108,777.88	-12,968,327.75
7+800.00				P	Sin compactación Especial					10.85	0.87	252.63	31.38	312.00	9,789.00	140,707.75	109,879.75	13,118,566.88	-12,977,859.13
7+825.00				P	Sin compactación Especial					16.02	-	335.88	10.88	313.00	3,403.88	141,043.63	109,890.63	13,121,970.75	-12,980,927.13
7+850.00				P	Sin compactación Especial					14.40	0.10	380.25	1.25	314.00	392.50	141,423.88	109,891.88	13,122,363.25	-12,980,939.38
7+875.00				P	Sin compactación Especial					11.27	0.74	320.88	10.50	315.00	3,307.50	141,744.75	109,902.38	13,125,670.75	-12,983,926.00
7+900.00				P	Sin compactación Especial					10.12	1.39	267.38	26.63	316.00	8,413.50	142,012.13	109,929.00	13,134,084.25	-12,992,072.13
7+925.00				P	Sin compactación Especial					9.51	2.20	245.38	44.88	317.00	14,225.38	142,257.50	109,973.88	13,148,309.63	-13,006,052.13



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO OESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	9+133.38	0.15	#N/A	#N/A	164614.18	116477.64	9994505.00	-15233396.64	12752.96	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN				VOLUMEN ACUMULADO			Préstamo Volumen Compactado Acum. [m3]
	Área [m2]	Volumen [m3]	Volumen Acum. [m3]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m3]	Volumen Terraplén [m3]	Área [m2]	Volumen [m3]	Volumen Acum. [m3]	Desmonte [m2]	Terraplén [m2]	Desmonte [m3]	Terraplén [m3]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m3]	Desmonte [m3]	Terraplén Teórico [m3]	Terraplén [m3]	
7+950.00				P	Sin compactación Especial					9.26	2.63	234.63	60.38	318.00	19,199.25	142,492.13	110,034.25	13,167,508.88	-13,025,016.75
7+975.00				P	Sin compactación Especial					8.95	3.18	227.63	72.63	319.00	23,167.38	142,719.75	110,106.88	13,190,676.25	-13,047,956.50
8+000.00				P	Sin compactación Especial					8.64	3.72	219.88	86.25	320.00	27,600.00	142,939.63	110,193.13	13,218,276.25	-13,075,336.63
8+025.00				P	Sin compactación Especial					8.73	3.93	217.13	95.63	321.00	30,695.63	143,156.75	110,288.75	13,248,971.88	-13,105,815.13
8+050.00				P	Sin compactación Especial					9.57	3.66	228.75	94.88	322.00	30,549.75	143,385.50	110,383.63	13,279,521.63	-13,136,136.13
8+075.00				P	Sin compactación Especial					8.86	4.49	230.38	101.88	323.00	32,905.63	143,615.88	110,485.50	13,312,427.25	-13,168,811.38
8+100.00				P	Sin compactación Especial					9.83	7.03	233.63	144.00	324.00	46,656.00	143,849.50	110,629.50	13,359,083.25	-13,215,233.75
8+125.00				P	Sin compactación Especial					13.42	4.81	290.63	148.00	325.00	48,100.00	144,140.13	110,777.50	13,407,183.25	-13,263,043.13
8+150.00				P	Sin compactación Especial					14.65	4.25	350.88	113.25	326.00	36,919.50	144,491.00	110,890.75	13,444,102.75	-13,299,611.75
8+175.00				P	Sin compactación Especial					15.34	4.29	374.88	106.75	327.00	34,907.25	144,865.88	110,997.50	13,479,010.00	-13,334,144.13
8+200.00				P	Sin compactación Especial					12.72	5.42	350.75	121.38	328.00	39,811.00	145,216.63	111,118.88	13,518,821.00	-13,373,604.38
8+225.00				P	Sin compactación Especial					11.99	6.25	308.88	145.88	329.00	47,992.88	145,525.50	111,264.75	13,566,813.88	-13,421,288.38
8+250.00				P	Sin compactación Especial					11.32	6.39	291.38	158.00	330.00	52,140.00	145,816.88	111,422.75	13,618,953.88	-13,473,137.00
8+275.00				P	Sin compactación Especial					10.75	4.60	275.88	137.38	331.00	45,471.13	146,092.75	111,560.13	13,664,425.00	-13,518,332.25
8+300.00				P	Sin compactación Especial					12.15	4.75	286.25	116.88	332.00	38,802.50	146,379.00	111,677.00	13,703,227.50	-13,556,848.50
8+325.00				P	Sin compactación Especial					12.47	4.24	307.75	112.38	333.00	37,420.88	146,686.75	111,789.38	13,740,648.38	-13,593,961.63
8+350.00				P	Sin compactación Especial					12.41	2.53	311.00	84.63	334.00	28,264.75	146,997.75	111,874.00	13,768,913.13	-13,621,915.38
8+375.00				P	Sin compactación Especial					11.13	1.18	294.25	46.38	335.00	15,535.63	147,292.00	111,920.38	13,784,448.75	-13,637,156.75
8+400.00				P	Sin compactación Especial					10.07	0.47	265.00	20.63	336.00	6,930.00	147,557.00	111,941.00	13,791,378.75	-13,643,821.75
8+425.00				P	Sin compactación Especial					7.21	2.37	216.00	35.50	337.00	11,963.50	147,773.00	111,976.50	13,803,342.25	-13,655,569.25
8+450.00				P	Sin compactación Especial					24.11	-	391.50	29.63	338.00	10,013.25	148,164.50	112,006.13	13,813,355.50	-13,665,191.00
8+475.00				P	Sin compactación Especial					23.97	-	601.00	-	339.00	-	148,765.50	112,006.13	13,813,355.50	-13,664,590.00
8+500.00				P	Sin compactación Especial					21.38	-	566.88	-	340.00	-	149,332.38	112,006.13	13,813,355.50	-13,664,023.13
8+525.00				P	Sin compactación Especial					18.50	-	498.50	-	341.00	-	149,830.88	112,006.13	13,813,355.50	-13,663,524.63
8+550.00				P	Sin compactación Especial					29.15	-	595.63	-	342.00	-	150,426.50	112,006.13	13,813,355.50	-13,662,929.00
8+575.00				P	Sin compactación Especial					24.91	-	675.75	-	343.00	-	151,102.25	112,006.13	13,813,355.50	-13,662,253.25
8+600.00				P	Sin compactación Especial					20.02	-	561.63	-	344.00	-	151,663.88	112,006.13	13,813,355.50	-13,661,691.63
8+625.00				P	Sin compactación Especial					18.22	0.14	478.00	1.75	345.00	603.75	152,141.88	112,007.88	13,813,959.25	-13,661,817.38
8+650.00				P	Sin compactación Especial					12.22	1.88	380.50	25.25	346.00	8,736.50	152,522.38	112,033.13	13,822,695.75	-13,670,173.38
8+675.00				P	Sin compactación Especial					25.56	6.97	472.25	110.63	347.00	38,386.88	152,994.63	112,143.75	13,861,082.63	-13,708,088.00
8+700.00				P	Sin compactación Especial					22.48	15.71	600.50	283.50	348.00	98,658.00	153,595.13	112,427.25	13,959,740.63	-13,806,145.50
8+725.00				P	Sin compactación Especial					19.43	20.34	523.88	450.63	349.00	157,268.13	154,119.00	112,877.88	14,117,008.75	-13,962,889.75
8+750.00				P	Sin compactación Especial					37.61	21.49	713.00	522.88	350.00	183,006.25	154,832.00	113,400.75	14,300,015.00	-14,145,183.00
8+775.00				P	Sin compactación Especial					54.82	17.73	1,155.38	490.25	351.00	172,077.75	155,987.38	113,891.00	14,472,092.75	-14,316,105.38
8+800.00				P	Sin compactación Especial					46.38	8.15	1,265.00	323.50	352.00	113,872.00	157,252.38	114,214.50	14,585,964.75	-14,428,712.38
8+825.00				P	Sin compactación Especial					23.55	0.77	874.13	111.50	353.00	39,359.50	158,126.50	114,326.00	14,625,324.25	-14,467,197.75
8+850.00				P	Sin compactación Especial					22.44	5.81	574.88	82.25	354.00	29,116.50	158,701.38	114,408.25	14,654,440.75	-14,495,739.38
8+875.00				P	Sin compactación Especial					18.19	14.79	507.88	257.50	355.00	91,412.50	159,209.25	114,665.75	14,745,853.25	-14,586,644.00
8+900.00				P	Sin compactación Especial					37.59	0.04	697.25	185.38	356.00	65,993.50	159,906.50	114,851.13	14,811,846.75	-14,651,940.25
8+925.00				P	Sin compactación Especial					92.56	0.14	1,626.88	2.25	357.00	803.25	161,533.38	114,853.38	14,812,650.00	-14,651,116.63
8+950.00				P	Sin compactación Especial					31.22	3.54	1,547.25	46.00	358.00	16,468.00	163,080.63	114,899.38	14,829,118.00	-14,666,037.38
8+975.00				P	Sin compactación Especial					6.24	22.50	468.25	325.50	359.00	116,854.50	163,548.88	115,224.88	14,945,972.50	-14,782,423.63
9+000.00				P	Sin compactación Especial					1.84	24.42	101.00	586.50	360.00	211,140.00	163,649.88	115,811.38	15,157,112.50	-14,993,462.63
9+025.00				P	Sin compactación Especial					2.83	10.23	58.38	433.13	361.00	156,358.13	163,708.25	116,244.50	15,313,470.63	-15,149,762.38
9+050.00				P	Sin compactación Especial					11.93	1.95	184.50	152.25	362.00	55,114.50	163,892.75	116,396.75	15,368,585.13	-15,204,692.38
9+075.00				P	Sin compactación Especial					10.03	1.11	274.50	38.25	363.00	13,884.75	164,167.25	116,435.00	15,382,469.88	-15,218,302.63
9+100.00				P	Sin compactación Especial					8.75	0.79	234.75	23.75	364.00	8,645.00	164,402.00	116,458.75	15,391,114.88	-15,226,712.88
9+125.00				P	Sin compactación Especial					6.16	0.54	186.38	16.63	365.00	6,068.13	164,588.38	116,475.38	15,397,183.00	-15,232,594.63
9+133.38				P	Sin compactación Especial					-	-	-	25.80	366.00	827.82	164,614.18	116,477.64	15,398,010.82	-15,233,396.64



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO ESTE

Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	5+331.97	0.15	#N/A	#N/A	121873.63	79128.72	5186113.95	5064240.33	14840.44	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN				VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO
	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m³]	Volumen Terraplén [m³]	Área [m²]	Volumen [m³]	Volumen Acum. [m³]	Desmonte [m²]	Terraplén [m²]	Desmonte [m³]	Terraplén [m³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m³]	Desmonte [m³]	Terraplén Teórico [m³]	Terraplén Comp. [m³]	Volumen Compactado Acum. [m³]
0+000.00				C	Con compactación Especial						-	-	-	1.00	-	-	-	-	-
0+025.00				P	Sin compactación Especial						-	-	-	1.00	-	-	-	-	-
0+050.00				P	Sin compactación Especial						-	38.47	-	480.88	2.00	961.75	-	480.88	961.75
0+075.00				P	Sin compactación Especial						0.01	20.69	0.13	739.50	3.00	2,218.50	0.13	1,220.38	3,180.25
0+100.00				P	Sin compactación Especial						-	20.77	0.13	518.25	4.00	2,073.00	0.25	1,738.63	5,253.25
0+200.00				P	Sin compactación Especial						4.46	-	223.00	1,038.50	5.00	5,192.50	223.25	2,777.13	10,445.75
0+250.00				P	Sin compactación Especial						3.25	2.05	192.75	51.25	6.00	307.50	416.00	2,828.38	10,753.25
0+300.00				P	Sin compactación Especial						5.07	1.53	208.00	89.50	7.00	626.50	624.00	2,917.88	11,379.75
0+400.00				P	Sin compactación Especial						6.44	2.12	575.50	182.50	8.00	1,460.00	1,199.50	3,100.38	12,839.75
0+500.00				P	Sin compactación Especial						4.87	20.80	565.50	1,146.00	9.00	10,314.00	1,765.00	4,246.38	23,153.75
0+600.00				P	Sin compactación Especial						60.00	3.40	3,243.50	1,210.00	10.00	12,100.00	5,008.50	5,456.38	35,253.75
0+625.00				P	Sin compactación Especial						9.13	0.49	864.13	48.63	11.00	534.88	5,872.63	5,505.00	35,788.63
0+650.00				P	Sin compactación Especial						36.60	-	571.63	6.13	12.00	73.50	6,444.25	5,511.13	35,862.13
0+675.00				P	Sin compactación Especial						53.24	-	1,123.00	-	13.00	-	7,567.25	5,511.13	35,862.13
0+700.00				P	Sin compactación Especial						61.59	-	1,435.38	-	14.00	-	9,002.63	5,511.13	35,862.13
0+725.00				P	Sin compactación Especial						66.60	-	1,602.38	-	15.00	-	10,605.00	5,511.13	35,862.13
0+750.00				P	Sin compactación Especial						70.49	-	1,713.63	-	16.00	-	12,318.63	5,511.13	35,862.13
0+775.00				P	Sin compactación Especial						58.54	-	1,612.88	-	17.00	-	13,931.50	5,511.13	35,862.13
0+800.00				P	Sin compactación Especial						29.04	2.33	1,094.75	29.13	18.00	524.25	15,026.25	5,540.25	36,386.38
0+850.00				P	Sin compactación Especial						7.07	26.28	902.75	715.25	19.00	13,589.75	15,929.00	6,255.50	49,976.13
0+875.00				P	Sin compactación Especial						3.28	39.51	129.38	822.38	20.00	16,447.50	16,058.38	7,077.88	66,423.63
0+900.00				P	Sin compactación Especial						7.88	28.97	139.50	856.00	21.00	17,976.00	16,197.88	7,933.88	84,399.63
0+925.00				P	Sin compactación Especial						16.29	13.74	302.13	533.88	22.00	11,745.25	16,500.00	8,467.75	96,144.88
0+950.00				P	Sin compactación Especial						28.05	0.48	554.25	177.75	23.00	4,088.25	17,054.25	8,645.50	100,233.13
0+975.00				P	Sin compactación Especial						86.86	-	1,436.38	6.00	24.00	144.00	18,490.63	8,651.50	100,377.13
1+000.00				P	Sin compactación Especial						129.04	-	2,698.75	-	25.00	-	21,189.38	8,651.50	100,377.13
1+025.00				P	Sin compactación Especial						245.62	-	4,683.25	-	26.00	-	25,872.63	8,651.50	100,377.13
1+050.00				P	Sin compactación Especial						181.81	-	5,342.88	-	27.00	-	31,215.50	8,651.50	100,377.13
1+100.00				P	Sin compactación Especial						11.47	33.06	4,832.00	826.50	28.00	23,142.00	36,047.50	9,478.00	123,519.13
1+175.00				P	Sin compactación Especial						100.29	0.17	4,191.00	1,246.13	29.00	36,137.63	40,238.50	10,724.13	159,656.75
1+200.00				P	Sin compactación Especial						19.98	46.33	1,503.38	581.25	30.00	17,437.50	41,741.88	11,305.38	177,094.25
1+225.00				P	Sin compactación Especial						6.41	106.76	329.88	1,913.63	31.00	59,322.38	42,071.75	13,219.00	236,416.63
1+250.00				P	Sin compactación Especial						34.04	59.70	505.63	2,080.75	32.00	66,584.00	42,577.38	15,299.75	303,000.63
1+275.00				P	Sin compactación Especial						41.80	26.60	948.00	1,078.75	33.00	35,598.75	43,525.38	16,378.50	338,599.38
1+300.00				P	Sin compactación Especial						16.11	14.08	723.88	508.50	34.00	17,289.00	44,249.25	16,887.00	355,888.38
1+400.00				P	Sin compactación Especial						45.26	26.77	3,068.50	2,042.50	35.00	71,487.50	47,317.75	18,929.50	427,375.88
1+425.00				P	Sin compactación Especial						87.71	20.34	1,662.13	588.88	36.00	21,199.50	48,979.88	19,518.38	448,575.38
1+450.00				P	Sin compactación Especial						115.53	6.16	2,540.50	331.25	37.00	12,256.25	51,520.38	19,849.63	460,831.63
1+475.00				P	Sin compactación Especial						219.46	-	4,187.38	77.00	38.00	2,926.00	55,707.75	19,926.63	463,757.63
1+500.00				P	Sin compactación Especial						213.97	-	5,417.88	-	39.00	-	61,125.63	19,926.63	463,757.63
1+525.00				P	Sin compactación Especial						154.89	-	4,610.75	-	40.00	-	65,736.38	19,926.63	463,757.63
1+550.00				P	Sin compactación Especial						26.19	8.09	2,263.50	101.13	41.00	4,146.13	67,999.88	20,027.75	467,903.75
1+575.00				P	Sin compactación Especial						5.69	23.73	398.50	397.75	42.00	16,705.50	68,398.38	20,425.50	484,609.25
1+600.00				P	Sin compactación Especial						11.93	57.21	220.25	1,011.75	43.00	43,505.25	68,618.63	21,437.25	528,114.50
1+700.00				P	Sin compactación Especial						11.36	17.89	1,164.50	3,755.00	44.00	165,220.00	69,783.13	25,192.25	693,334.50
1+775.00				P	Sin compactación Especial						1.09	19.55	466.88	1,404.00	45.00	63,180.00	70,250.00	26,596.25	756,514.50
1+800.00				P	Sin compactación Especial						9.57	13.39	133.25	411.75	46.00	18,940.50	70,383.25	27,008.00	775,455.00
1+825.00				P	Sin compactación Especial						16.65	4.31	327.75	221.25	47.00	10,398.75	70,711.00	27,229.25	785,853.75
1+850.00				P	Sin compactación Especial						30.08	12.35	584.13	208.25	48.00	9,996.00	71,295.13	27,437.50	795,849.75
1+875.00				P	Sin compactación Especial						36.35	17.60	830.38	374.38	49.00	18,344.38	72,125.50	27,811.88	814,194.13
1+900.00				P	Sin compactación Especial						47.25	13.36	1,045.00	387.00	50.00	19,350.00	73,170.50	28,198.88	833,544.13
1+925.00				P	Sin compactación Especial						70.35	4.36	1,470.00	221.50	51.00	11,296.50	74,640.50	28,420.38	844,840.63
2+000.00				P	Sin compactación Especial						28.75	14.10	3,716.25	692.25	52.00	35,997.00	78,356.75	29,112.63	880,837.63



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO ESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m³]						m³/km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	5+331.97	0.15	#N/A	#N/A	121873.63	79128.72	5186113.95	5064240.33	14840.44	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN			VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO	
	Área [m2]	Volumen [m3]	Volumen Acum. [m3]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m3]	Volumen Terraplén [m3]	Área [m2]	Volumen [m3]	Volumen Acum. [m3]	Desmonte [m3]	Terraplén [m3]	Desmonte [m3]	Terraplén [m3]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m3]	Desmonte [m3]	Terraplén Teórico [m3]	Terraplén [m3]	Volumen Compactado Acum. [m3]
2+100.00				P Sin compactación Especial						16.99	1.37	2,287.00	773.50	53.00	40,995.50	80,643.75	29,886.13	921,833.13	841,189.38
2+200.00				P Sin compactación Especial						8.98	6.91	1,298.50	414.00	54.00	22,356.00	81,942.25	30,300.13	944,189.13	862,246.88
2+300.00				P Sin compactación Especial						1.78	5.45	538.00	618.00	55.00	33,990.00	82,480.25	30,918.13	978,179.13	895,698.88
2+400.00				P Sin compactación Especial						1.67	10.27	172.50	786.00	56.00	44,016.00	82,652.75	31,704.13	1,022,195.13	939,542.38
2+475.00				P Sin compactación Especial						4.55	13.84	233.25	904.13	57.00	51,535.13	82,886.00	32,608.25	1,073,730.25	990,844.25
2+500.00				P Sin compactación Especial						4.61	15.92	114.50	372.00	58.00	21,576.00	83,000.50	32,980.25	1,095,306.25	1,012,305.75
2+525.00				P Sin compactación Especial						5.74	17.46	129.38	417.25	59.00	24,617.75	83,129.88	33,397.50	1,119,924.00	1,036,794.13
2+550.00				P Sin compactación Especial						6.84	18.63	157.25	451.13	60.00	27,067.50	83,287.13	33,848.63	1,146,991.50	1,063,704.38
2+575.00				P Sin compactación Especial						7.27	20.97	176.38	495.00	61.00	30,195.00	83,463.50	34,343.63	1,177,186.50	1,093,723.00
2+600.00				P Sin compactación Especial						5.96	25.09	165.38	575.75	62.00	35,696.50	83,628.88	34,919.38	1,212,883.00	1,129,254.13
2+625.00				P Sin compactación Especial						10.24	26.98	202.50	650.88	63.00	41,005.13	83,831.38	35,570.25	1,253,888.13	1,170,056.75
2+650.00				P Sin compactación Especial						14.35	25.87	307.38	660.63	64.00	42,280.00	84,138.75	36,230.88	1,296,168.13	1,212,029.38
2+675.00				P Sin compactación Especial						3.87	30.34	227.75	702.63	65.00	45,670.63	84,366.50	36,933.50	1,341,838.75	1,257,472.25
2+700.00				P Sin compactación Especial						9.63	33.26	168.75	795.00	66.00	52,470.00	84,535.25	37,728.50	1,394,308.75	1,309,773.50
2+775.00				P Sin compactación Especial						33.69	5.80	1,624.50	1,464.75	67.00	98,138.25	86,159.75	39,193.25	1,492,447.00	1,406,287.25
2+800.00				P Sin compactación Especial						34.68	2.93	854.63	109.13	68.00	7,420.50	87,014.38	39,302.38	1,499,867.50	1,412,853.13
2+825.00				P Sin compactación Especial						5.56	25.69	503.00	357.75	69.00	24,684.75	87,517.38	39,660.13	1,524,552.25	1,437,034.88
2+850.00				P Sin compactación Especial						1.16	51.84	84.00	969.13	70.00	67,838.75	87,601.38	40,629.25	1,592,391.00	1,504,789.63
2+875.00				P Sin compactación Especial						-	43.17	14.50	1,187.63	71.00	84,321.38	87,615.88	41,816.88	1,676,712.38	1,589,096.50
2+900.00				P Sin compactación Especial						-	33.20	-	954.63	72.00	68,733.00	87,615.88	42,771.50	1,745,445.38	1,657,829.50
3+000.00				P Sin compactación Especial						37.93	6.97	1,896.50	2,008.50	73.00	146,620.50	89,512.38	44,780.00	1,892,065.88	1,802,553.50
3+025.00				P Sin compactación Especial						66.32	2.48	1,303.13	118.13	74.00	8,741.25	90,815.50	44,898.13	1,900,807.13	1,809,991.63
3+050.00				P Sin compactación Especial						3.24	30.22	869.50	408.75	75.00	30,656.25	91,685.00	45,306.88	1,931,463.38	1,839,778.38
3+075.00				P Sin compactación Especial						14.56	14.52	222.50	559.25	76.00	42,503.00	91,907.50	45,866.13	1,973,966.38	1,882,058.88
3+100.00				P Sin compactación Especial						18.80	6.92	417.00	268.00	77.00	20,636.00	92,324.50	46,134.13	1,994,602.38	1,902,277.88
3+125.00				P Sin compactación Especial						17.74	5.30	456.75	152.75	78.00	11,914.50	92,781.25	46,286.88	2,006,516.88	1,913,735.63
3+150.00				P Sin compactación Especial						12.73	6.65	380.88	149.38	79.00	11,800.63	93,162.13	46,436.25	2,018,317.50	1,925,155.38
3+200.00				P Sin compactación Especial						15.31	2.46	701.00	227.75	80.00	18,220.00	93,863.13	46,664.00	2,036,537.50	1,942,674.38
3+300.00				P Sin compactación Especial						7.42	6.92	1,136.50	469.00	81.00	37,989.00	94,999.63	47,133.00	2,074,526.50	1,979,526.88
3+400.00				P Sin compactación Especial						8.18	50.52	780.00	2,872.00	82.00	235,504.00	95,779.63	50,005.00	2,310,030.50	2,214,250.88
3+500.00				P Sin compactación Especial						5.91	50.18	704.50	5,035.00	83.00	417,905.00	96,484.13	55,040.00	2,727,935.50	2,631,451.38
3+550.00				P Sin compactación Especial						28.91	8.13	870.50	1,457.75	84.00	122,451.00	97,354.63	56,497.75	2,850,386.50	2,753,031.88
3+575.00				P Sin compactación Especial						17.20	12.43	576.38	257.00	85.00	21,845.00	97,931.00	56,754.75	2,872,231.50	2,774,300.50
3+600.00				P Sin compactación Especial						64.31	1.70	1,018.88	176.63	86.00	15,189.75	98,949.88	56,931.38	2,887,421.25	2,788,471.38
3+625.00				P Sin compactación Especial						70.38	0.03	1,683.63	21.63	87.00	1,881.38	100,633.50	56,953.00	2,889,302.63	2,788,669.13
3+700.00				P Sin compactación Especial						28.36	7.30	3,702.75	274.88	88.00	24,189.00	104,336.25	57,227.88	2,913,491.63	2,809,155.38
3+725.00				P Sin compactación Especial						16.97	12.20	566.63	243.75	89.00	21,693.75	104,902.88	57,471.63	2,935,185.38	2,830,282.50
3+750.00				P Sin compactación Especial						9.21	14.82	327.25	337.75	90.00	30,397.50	105,230.13	57,809.38	2,965,582.88	2,860,352.75
3+775.00				P Sin compactación Especial						11.26	25.65	255.88	505.88	91.00	46,034.63	105,486.00	58,315.25	3,011,617.50	2,906,131.50
3+800.00				P Sin compactación Especial						0.56	32.08	147.75	721.63	92.00	66,389.50	105,633.75	59,036.88	3,078,007.00	2,972,373.25
3+825.00				P Sin compactación Especial						2.04	46.67	32.50	984.38	93.00	91,546.88	105,666.25	60,021.25	3,169,553.88	3,063,887.63
3+850.00				P Sin compactación Especial						-	51.95	25.50	1,232.75	94.00	115,878.50	105,691.75	61,254.00	3,285,432.38	3,179,740.63
3+875.00				P Sin compactación Especial						-	48.23	-	1,252.25	95.00	118,963.75	105,691.75	62,506.25	3,404,396.13	3,298,704.38
3+900.00				P Sin compactación Especial						4.00	28.85	50.00	963.50	96.00	92,496.00	105,741.75	63,469.75	3,496,892.13	3,391,150.38
4+000.00				P Sin compactación Especial						0.11	6.83	205.50	1,784.00	97.00	173,048.00	105,947.25	65,253.75	3,669,940.13	3,563,992.88
4+100.00				P Sin compactación Especial						16.64	32.84	837.50	1,983.50	98.00	194,383.00	106,784.75	67,237.25	3,864,323.13	3,757,538.38
4+125.00				P Sin compactación Especial						2.99	22.07	245.38	686.38	99.00	67,951.13	107,030.13	67,923.63	3,932,274.25	3,825,244.13
4+150.00				P Sin compactación Especial						5.10	14.17	101.13	453.00	100.00	45,300.00	107,131.25	68,376.63	3,977,574.25	3,870,443.00
4+175.00				P Sin compactación Especial						4.34	12.73	118.00	336.25	101.00	33,961.25	107,249.25	68,712.88	4,011,535.50	3,904,286.25
4+200.00				P Sin compactación Especial						2.41	14.87	84.38	345.00	102.00	35,190.00	107,333.63	69,057.88	4,046,725.50	3,939,391.88
4+225.00				P Sin compactación Especial						2.96	9.67	67.13	306.75	103.00	31,595.25	107,400.75	69,364.63	4,078,320.75	3,970,920.00
4+250.00				P Sin compactación Especial						6.53	4.65	118.63	179.00	104.00	18,616.00	107,519.38	69,543.63	4,096,936.75	3,989,417.38
4+275.00				P Sin compactación Especial						25.38	0.42	398.88	63.38	105.00	6,654.38	107,918.25	69,607.00	4,103,591.13	3,995,672.88



PLANILLA DE MOVIMIENTO DE SUELOS CAMINO ESTE

PLANILLA RESUMEN										
Progresiva [m]		Profundidad Destape [m]	Volúmenes Acumulados Totales [m ³]						m ³ /km	
Inicio	Fin		Paquete	Destape	Desmonte	Terr. Teo	Terr. Comp	Préstamo	Con Destape	Sin Destape
0+000.00	5+331.97	0.15	#N/A	#N/A	121873.63	79128.72	5186113.95	5064240.33	14840.44	#N/A

Progresiva	PAQUETE ESTRUCTURAL			ACCESOS			DESTAPE			AREA		VOLUMEN				VOLUMEN ACUMULADO			PRÉSTAMO
	Área [m ²]	Volumen [m ³]	Volumen Acum. [m ³]	Progresiva del Acceso	Volumen Desmonte [m ³]	Volumen Terraplén [m ³]	Área [m ²]	Volumen [m ³]	Volumen Acum. [m ³]	Desmonte [m ²]	Terraplén [m ²]	Desmonte [m ³]	Terraplén [m ³]	Coefficiente Comp.	Terraplén Comp. [m ³]	Desmonte [m ³]	Terraplén Teórico [m ³]	Terraplén Comp. [m ³]	Volumen Compactado Acum. [m ³]
4+300.00				P	Sin compactación Especial				50.50	-	948.50	5.25	106.00	556.50	108,866.75	69,612.25	4,104,147.63	3,995,280.88	
4+325.00				P	Sin compactación Especial				33.53	-	1,050.38	-	107.00	-	109,917.13	69,612.25	4,104,147.63	3,994,230.50	
4+350.00				P	Sin compactación Especial				26.29	-	747.75	-	108.00	-	110,664.88	69,612.25	4,104,147.63	3,993,482.75	
4+400.00				P	Sin compactación Especial				3.22	4.90	737.75	122.50	109.00	13,352.50	111,402.63	69,734.75	4,117,500.13	4,006,097.50	
4+500.00				P	Sin compactación Especial				-	49.80	161.00	2,735.00	110.00	300,850.00	111,563.63	72,469.75	4,418,350.13	4,306,786.50	
4+600.00				P	Sin compactación Especial				52.25	5.71	2,612.50	2,775.50	111.00	308,080.50	114,176.13	75,245.25	4,726,430.63	4,612,254.50	
4+700.00				P	Sin compactación Especial				5.88	7.92	2,906.50	681.50	112.00	76,328.00	117,082.63	75,926.75	4,802,758.63	4,685,676.00	
4+750.00				P	Sin compactación Especial				4.66	9.29	263.50	430.25	113.00	48,618.25	117,346.13	76,357.00	4,851,376.88	4,734,030.75	
4+775.00				P	Sin compactación Especial				5.44	8.02	126.25	216.38	114.00	24,666.75	117,472.38	76,573.38	4,876,043.63	4,758,571.25	
4+800.00				P	Sin compactación Especial				2.51	3.74	99.38	147.00	115.00	16,905.00	117,571.75	76,720.38	4,892,948.63	4,775,376.88	
4+825.00				P	Sin compactación Especial				0.67	1.82	39.75	69.50	116.00	8,062.00	117,611.50	76,789.88	4,901,010.63	4,783,399.13	
4+850.00				P	Sin compactación Especial				8.36	11.28	112.88	163.75	117.00	19,158.75	117,724.38	76,953.63	4,920,169.38	4,802,445.00	
4+875.00				P	Sin compactación Especial				9.43	1.87	222.38	164.38	118.00	19,396.25	117,946.75	77,118.00	4,939,565.63	4,821,618.88	
4+900.00				P	Sin compactación Especial				41.68	-	638.88	23.38	119.00	2,781.63	118,585.63	77,141.38	4,942,347.25	4,823,761.63	
5+000.00				P	Sin compactación Especial				3.69	-	2,268.50	-	120.00	-	120,854.13	77,141.38	4,942,347.25	4,821,493.13	
5+100.00				P	Sin compactación Especial				1.65	6.61	267.00	330.50	121.00	39,990.50	121,121.13	77,471.88	4,982,337.75	4,861,216.63	
5+200.00				P	Sin compactación Especial				6.70	0.08	417.50	334.50	122.00	40,809.00	121,538.63	77,806.38	5,023,146.75	4,901,608.13	
5+300.00				P	Sin compactación Especial				-	19.98	335.00	1,003.00	123.00	123,369.00	121,873.63	78,809.38	5,146,515.75	5,024,642.13	
5+331.97				P	Sin compactación Especial				-	-	-	319.34	124.00	39,598.20	121,873.63	79,128.72	5,186,113.95	5,064,240.33	