ANDESCONSULTORA S.A.

ALTERNATIVA RUTA PROVINCIAL N°5

TRAMO: VARIANTE ALTA GRACIA – VILLA CIUDAD AMERICA

MEMORIA DE INGENIERIA

Marzo de 2021

Andes Consultora		
Realizado	Revisado	Aprobado
RP5-EIA-AP-MI-001_01		REVISION 1
Código documento		*Rev.1*

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 4
1.1. GENERALIDADES 4
1.2. AMBIENTE DE LOCALIZACIÓN DE LA OBRA 6
1.2.1. Poblaciones en el Trazado. 7
1.2.2. Usos del Suelo. 12
1.3. MEMORIA DESCRIPTIVA 12
1.3.1. Sector 1. Progresiva 00+000 a 19+100. 13
1.3.2. Sector 2. Progresiva 19+100 a 27+750. 18
1.3.3. Perfiles Transversales y Estructurales. 19
1.4. INTEFERENCIAS EN LA ZONA. 21
1.5. OTRAS REFERENCIAS DE INTERES 21
2. SUELOS Y MATERIALES 23
2.1. MARCO GEOLÓGICO. 23
2.1.1. Depresión Periférica. 23
2.1.2. Sector de Sierras Chicas. 25
2.1.3. Formaciones Litológicas. 27
2.1.4. Tectónica y Sismicidad. 28
2.2. CARACTERIZACION GEOTECNICA. 29
2.2.1. Sectorización del Trazado. 29
2.2.2. Geotecnia de Obras Específicas. 33
3. HIDROLOGÍA DE LA TRAZA 35
3.1. METODOLOGIA DE CALCULO ADOPTADA 35
3.2. DESCRIPCION DEL SECTOR DE ANALISIS 38
3.2.1. Caracterización Geológica Geotécnica. 38
3.2.2. Vegetación 38
3.2.3. Clima 39
3.3. CALCULOS HIDROLOGICOS 39
3.3.1. Tormenta De Diseño 39
3.3.2. Delimitación y Definición De Cuencas 40

3.3.3. Aplicación del Método Racional Generalizado....42
4. OBRA BASICA....46
4.1. COMPOSICION TOPOGRÁFICA....46
4.2. DISEÑO GEOMETRICO....46
4.2.1. Velocidades Directrices....47
4.2.2. Diseño Planialtimétrico....47
4.2.3. Perfil Geométrico Tipo....48
4.3. DISEÑO VIAL ESTRUCTURAL....49
4.3.1. Antecedentes de Aplicación....50
4.3.2. Tránsito de Diseño....53
4.3.3. Método de Diseño Estructural....55
4.3.4. Composición de la Estructura Vial....60
4.4. LINEAMIENTOS DE DISEÑO HIDRÁULICO....62
4.5. INTERSECCIONES E INTERCAMBIADORES....63
4.5.1. Lineamientos Generales De Diseño....63
4.5.2. Soluciones Adoptadas....68
5. PUENTES Y ESTRUCTURAS....71
5.1. PUENTE SOBRE EL RIO ANISACATE....71
6. COMPUTO METRICO....73
6.1. INTRODUCCION....73
ANEXOS....75
A.1. ESTUDIOS GEOTECNICOS....75
A.2.PLANILLAS DE CALCULO DE ESTRUCTURAS VIALES....123
A.3. ESTUDIO HIDRAULICO RIO ANISACATE....128
A.4. MEMORIA DE CALCULO PUENTE SOBRE RIO ANISACATE....174
A.5. COMPUTO METRICO DETALLADO....226

1. INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES

La presente memoria de ingeniería tiene por objetivo realizar una descripción general de la obra de referencia, enumerando y caracterizando los principales componentes que la conforman, y definiendo los lineamientos generales de diseño de cada uno de ellos.

La obra de referencia se denomina "***Ruta Provincial N°5. Tramo: Variante Alta Gracia – Villa Ciudad América".*** La misma consiste en una intervención asociada a la Ruta Provincial N°5, en el tramo comprendido entre la Autovía de la Ruta Provincial, al norte de Alta Gracia y el Acceso norte a la localidad de Villa Ciudad de América. De esta forma el trazado presenta una longitud de 27.750 metros.

La obra propuesta tiene por objetivo aumentar la capacidad y operatividad vehicular del tramo con dos estrategias diferentes según la zona:

- Por un lado, para el tramo comprendido entre la conexión al norte de Alta Gracia y La Serranita, con una longitud de 19.000 metros de calzada en traza nueva. Conformada de esta manera este sector permite una separación de flujos. Los movimientos pasantes con origen o destino fuera de las poblaciones locales, pueden emplear este tramo de variante, y con esto se separan de los desplazamientos realizados por los usuarios locales de poblaciones tales como, Anisacate, La Bolsa, Los Aromos. En el sector se prevé la construcción inicial de una calzada única con dos trochas indivisas, aun cuando se prevé la ocupación para el desarrollo futura de una sección de autovía, generada por una calzada paralela a la prevista actualmente y separada con cantero central o con separador físico, tipo new jersey, según el segmento de vía considerado.
- Por el otro, el tramo comprendido entre La Serranita hasta Villa Ciudad América, con una longitud de 8.750 metros. El mismo tiene como concepto básico la formulación de una duplicación de la calzada existente. Esta acción permite, al aumentar un carril por sentido de circulación, y junto a la rectificación de la traza, adecuándola para aumentar las velocidades de circulación, un mejoramiento generalizado de las condiciones de operación en el sector.

En consecuencia, la obra completa se considera subdividido en dos sectores, a saber:

- ***SECTOR 1 (0+000 – 19+200).*** Si bien para el sector se prevé a futuro la conformación de una autovía, la materialización inicial comprende una calzada de dos trochas indivisas. La duplicación deberá ser ejecutada cuando los volúmenes de tránsito en el sector demanden la generación de la autovía por condiciones de mantenimiento de un adecuado nivel de servicio. En el sector se destacan componentes tales como: cruce de la variante con la Autovía de la RP5, la intersección con la Ruta Provincial C45, el cruce con el Camino Costa Azul, la intersección con la Ruta Provincial E56, nuevo puente en el cruce sobre el río

Anisacate, acceso a la localidad de Los Aromos, y acceso a nivel a la localidad de La Serranita.

- ***SECTOR 2 (19+200 a 27+610).*** Compuesto por una duplicación de calzada existente, hasta la rotonda de acceso a Villa Ciudad América. En este tramo se destacan algunas rectificaciones de la traza para adecuación de la velocidad directriz y dos retornos en las progresivas 19+700 y 21+600.

La Figura 1.1 muestra una vista general de la zona que comprende el desarrollo de los dos sectores indicados

Figura 1.1.a. Vista de la zona de emplazamiento de la totalidad de la obra.

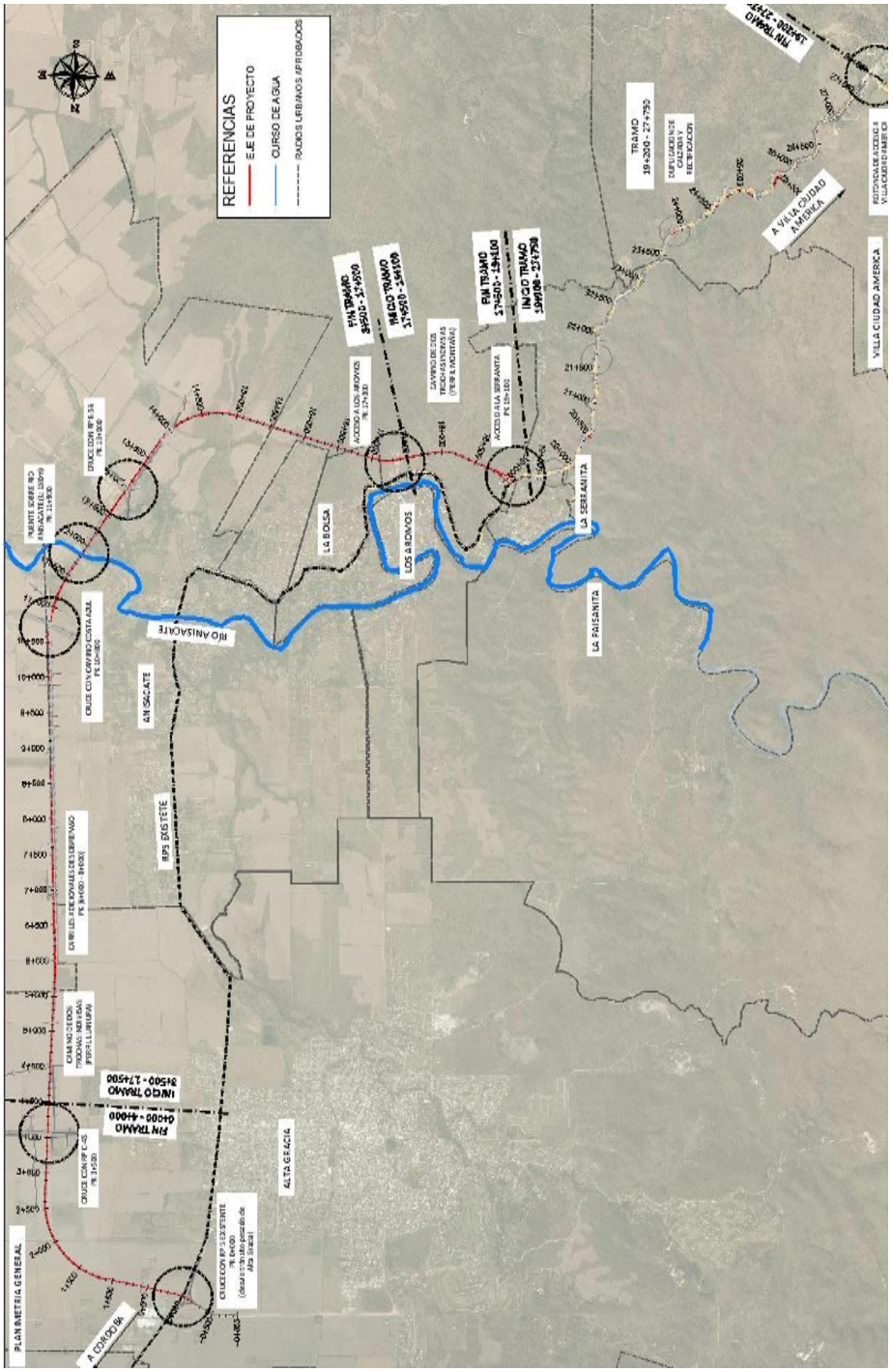

Figura 1.1.b Vista local del conjunto del trazado.

1.2. AMBIENTE DE LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

El ambiente en el cual se localiza el conjunto de obras presenta algunas características singulares, desde diversos puntos de vista. Al respecto, se pueden señalar los siguientes elementos.

1.2.1. Poblaciones en el Trazado.

El trazado actual de la Ruta Provincial N° 5 atraviesa centro poblados con usos fundamentalmente turísticos. En este sentido, las localidades de Anisacate, La Bolsa, Los Aromos, La Serranita son las principales afectadas. Algunas características de las áreas urbanas afectadas son las siguientes:

- ***Alta Gracia:*** La ciudad de Alta Gracia es la cabecera del departamento Santa María. Está ubicada a 36 km al sudoeste de la capital provincial, en el amplio Valle de Paravachasca, entre los faldeos orientales de la Sierra Chica al oeste y la llanura pampeana al este. La ciudad cuenta con unos 50.000 habitantes y es un conocido centro turístico debido a su patrimonio arquitectónico, ya que en su área central se encuentra el casco de una antigua Estancia Jesuítica. Dentro de la ciudad se puede apreciar una innumerable cantidad de edificaciones y huellas del pasado jesuítico como la Iglesia principal de la ciudad, la Residencia (hoy museo del Virrey Liniers), el Tajamar, la Hornilla y los Paredones. Otros importantes sitios históricos para recorrer son El museo del Che Guevara, la casa de Manuel de Falla, la Gruta de Nuestra Señora de Lourdes, la vieja estación de trenes y la identidad de una ciudad con una extensa y colorida historia. La mayor fuente de ingresos es la actividad agropecuaria en un 40%, el turismo en un 30%, seguido en otro 30% el comercio e industria a nivel zonal. La Figura 1.2 muestra el ambiente en el que se localiza en trazado.

  En gran parte del recorrido urbano actual el trazado muestra una doble calzada, con un cantero central como separador. A ambos lados de la calzada se desarrollan actividades de tipo comercial en forma predominante. Uno de los puntos de mayor conflictividad se presenta en la rotonda de intersección de la Ruta Provincial 5, con la C45, y el acceso principal a la ciudad de Alta Gracia, denominada “El Crucero”. La actividad comercial en el sector se ha densificado notablemente, lo cual incide en la circulación fluida por el sector.

- ***Anisacate:*** Es una localidad situada en el Departamento Santa María. Se encuentra ubicada a orillas del río Anisacate, sobre la ruta provincial RP 5, a 10 km al sur de la cabecera departamental Alta Gracia y a 47 km de la Ciudad de Córdoba. Cuenta con 2,991 habitantes (INDEC, 2010) y la principal actividad económica es el turismo. Entre sus principales atractivos se encuentran el paisaje serrano del Valle de Paravachasca, la histórica Capilla Ortodoxa Rusa fundada a fines del siglo XIX por inmigrantes rusos, un molino construido por los jesuitas y un importante balneario que cuenta con varios metros de costa. Complementariamente a esta actividad, la localidad cuenta con una infraestructura turística importante, como hoteles y numerosos campings. La Figura 1.4 muestra el ambiente en el que se localiza el trazado de la ruta existente en este sector.

Figura 1.2.a Vista de la traza en su paso por Alta Gracia.

Figura 1.2.b Vista de la traza en su paso por rotonda de Alta Gracia.

Figura 1.3.a Vista de la traza existente en su paso por RP 5 - Anisacate.

Figura 1.3.b Vista de la traza existente en su paso por puente sobre río Anisacate.

- ***La Bolsa:*** se encuentra a 48 km de la Ciudad de Córdoba. Es atravesada por el río Anisacate. La principal actividad económica es el turismo, debido principalmente a sus numerosos balnearios situados a la vera del río. Otra atracción turística es la Avenida Argentina, toda arbolada, que marca el límite con Anisacate. La capilla ortodoxa, un templo con típico estilo ruso con cúpulas, mosaicos de colores e íconos característicos de este culto, es una importante atracción turística. También se pueden visitar los canales de riego que nacen en Villa Los Aromos y llegan hasta el Valle de Anisacate atravesando toda la población. Cuenta

con 995 habitantes (INDEC, 2010) e integra el aglomerado denominado Anisacate – Villa La Bolsa - Villa Los Aromos. La Figura 1.4 muestra el ambiente en el que se localiza el trazado.

Figura 1.4. Vista de la traza en su paso por La Bolsa.

- ***Villa Los Aromos:*** Entre La Bolsa y La Serranita, Villa Los Aromos es una pequeña pero pintoresca comuna en el Valle de Paravachasca. Se encuentra a 49 km de la ciudad de Córdoba. La principal actividad económica es el turismo, debido a sus numerosos balnearios, sus festivales y sus paseos. El 6 de enero de 2007, la villa sufrió una gravísima inundación, que destruyó casas, puentes, diques y otras construcciones y que llevó a que se declarara la emergencia comunal. Villa Los Aromos posee diversos balnearios de atractivo turístico sobre el río Anisacate. Cuenta además con algunos puntos de interés, como la Plaza Fellino Miotti y una antigua Usina ubicada al costado del río. Cuenta con 1,364 habitantes (INDEC, 2010), e integra el aglomerado denominado Anisacate - Villa La Bolsa - Villa Los Aromos. La Figura 1.5 muestra el ambiente en el que se localiza en trazado.

- ***Villa La Serranita: s***e encuentra ubicada a 50 km de la Ciudad de Córdoba. Cuenta con 430 habitantes (INDEC, 2010). La principal actividad económica es el turismo; se realizan en la comuna actividades como la pesca, camping, senderismo, cabalgatas, excursiones por las sierras y caminatas. El río Anisacate es el principal protagonista con sus lugares de descanso. Se suman los cerros: La Cruz y La Luisa, con la Cueva de los Helechos y la Reserva Natural La Rancherita, a pocos kilómetros, para hacer senderismo. En el pueblo, aparece la Capilla Stella Montis y el Parque Recreativo La Serranita. La Figura 1.6 muestra el ambiente en el que se localiza en trazado.

Figura 1.5. Vista de la traza en su paso por RP 5 – Villa Los Aromos.

Figura1.6. Vista de la traza en su paso por RP 5 – Villa Serranita.

- ***Villa Ciudad de América:*** se encuentra a 68 km de la Ciudad de Córdoba y cuenta con 679 habitantes (INDEC, 2010). La localidad nació entre las décadas del 40 y del 50 como loteo para casas de fin de semana y tuvo su apogeo durante la construcción del Dique Los Molinos. La principal actividad económica es el turismo, debido a su ubicación serrana, sus ríos y arroyos y sus complejos hoteleros y de cabañas. Es una localidad propicia para realizar actividades como deportes náuticos, pesca (en el embalse del Dique Los Molinos), senderismo, cabalgatas y ciclismo de montaña. Durante la segunda semana del mes de febrero se realiza en la localidad un festival de doma, destrezas gauchas, bailes típicos y

todo tipo de espectáculos. La Figura 1.7 muestra el ambiente en el que se localiza en trazado.

Figura1.7. Vista de la traza en su llegada a Villa Ciudad de América.

1.2.2. Usos del Suelo.

Tal como se ha mencionado anteriormente, se ha planteado una variante a la ruta existente para el primer tramo (de progresiva 0+000 a 19+000 aproximadamente) y una duplicación y adaptación planialtimétrica de la calzada existente para el segundo tramo.

La variante planteada presenta un recorrido inicial en sectores especialmente destinados a usos agrícolas, fundamentalmente en el sector ubicado al norte del río Anisacate y unos pocos kilómetros al sur del mismo. A partir de la progresiva 16+000, la traza se ha dispuesto al sur del límite departamental de Anisacate, intentando minimizar la afectación de suelo sin un uso particular definido.

Desde la progresiva 19+000, el trazado se desarrolla en un entorno eminentemente montañoso, el cual presenta reducciones importantes en la ocupación y uso del suelo, el cual se encuentra principalmente enfocado en el turismo.

1.3. MEMORIA DESCRIPTIVA

Tal como se ha mencionado anteriormente en la descripción general de la obra propuesta, la misma puede ser diferenciada en dos sectores. Las características específicas de estos sectores se describen a continuación.

1.3.1. Sector 1. Progresiva 00+000 a 19+100.

Comprende una traza nueva, que se desarrolla al Este y Sur de la actual Ruta Provincial 5. La ubicación específica de este tramo se muestra en la Figura 1.8.

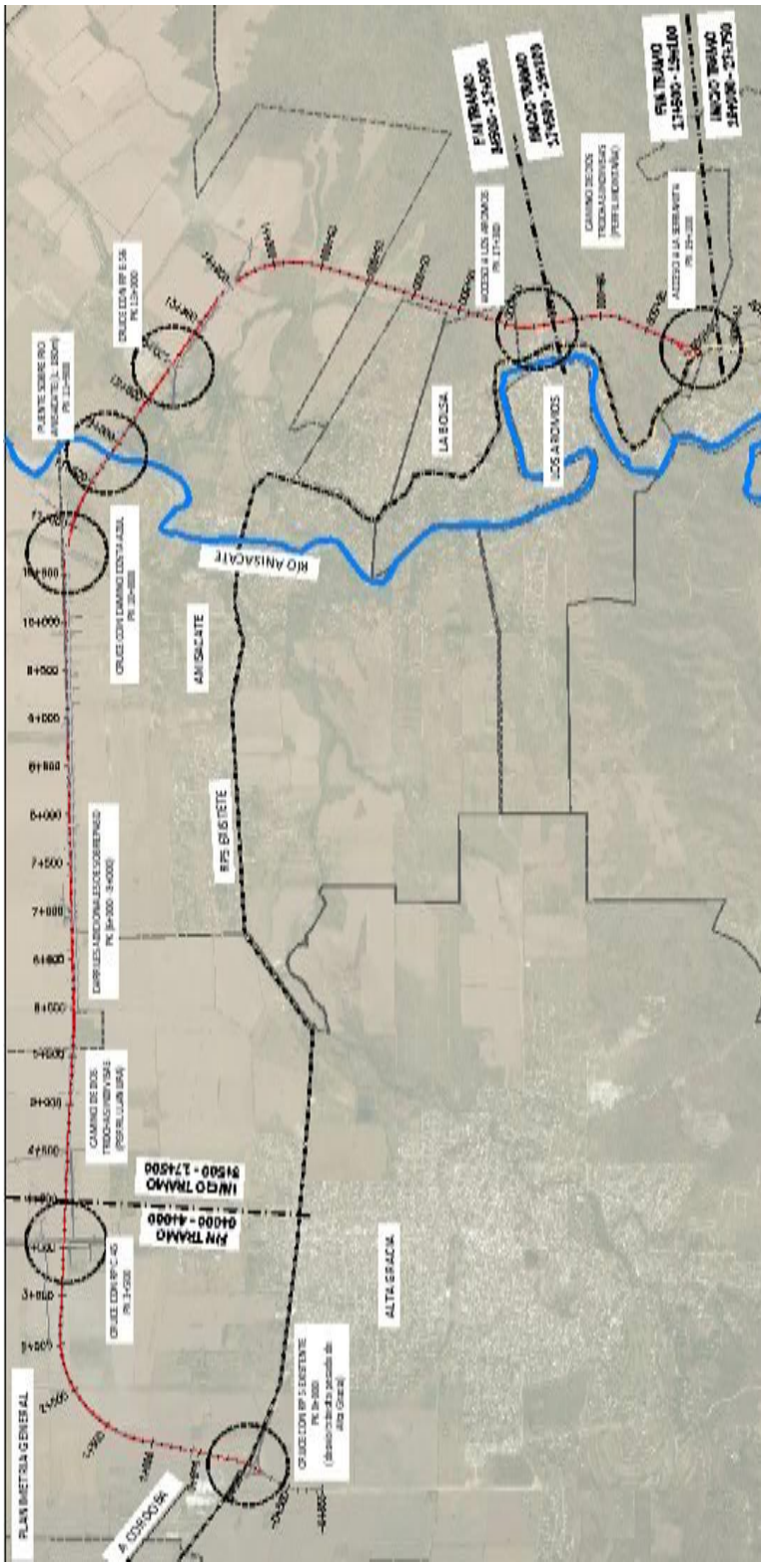

Figura 1.8. Posición del Sector 1.

Si bien los conceptos generales se han previsto para el futuro desarrollo de una autovía, los componentes actualmente previstos en la ingeniería corresponden a una solución de etapa inicial de desarrollo. Esta condición determina que se haya estudiado la zona de ocupación de la correspondiente autovía, mientras que se han desarrollo los componentes de la obra para una calzada única. En el desarrollo futura de la calzada pendiente, la misma se materializará al Este y Sur de la presente.

En consecuencia, los lineamientos principales de este tramo son los siguientes:

- ***Velocidad de diseño*** 100 Km/hr, según las normas de diseño de la Dirección Nacional de Vialidad, año 1980.
- ***Calzada única***, con un carril por sentido. Esta acción inicial, permite la generación de una obra que atiende adecuadamente a la previsión de tránsito. Al mismo tiempo, permite establecer las bases para una condición de posterior desdoblamiento de la calzada.
- ***Zona de ocupación de calzada.*** Fuera de los espacios específicos demandados en las intersecciones del tramo, la zona de calzada prevista tiene un ancho de 100 metros. Dentro de la misma el eje de la calzada a construir se encuentra localizada de tal manera de permitir la ubicación de la futura calzada para la conformación de la autovía.
- ***Intersecciones a nivel.*** Como premisa general para todo el tramo, se han adoptado soluciones a nivel para todos los cruces que se generen con la red vial existente

El sector se inicia en la progresiva 00+000, correspondiente a la ***intersección de la variante con la autovía de la Ruta Provincial 5***, donde se prevé el desarrollo de una intersección a nivel. Esta solución, entendida como aquella de mínimo costo, se ha concebido como una adaptación de la intersección existente entre la autovía y el desvío de tránsito pesado. De esta manera, se han planteado ramas hacia el Este que copian la solución de las ramas existentes al Oeste. La Figura 1.9 muestra una vista general de la solución de intersección en el sector.

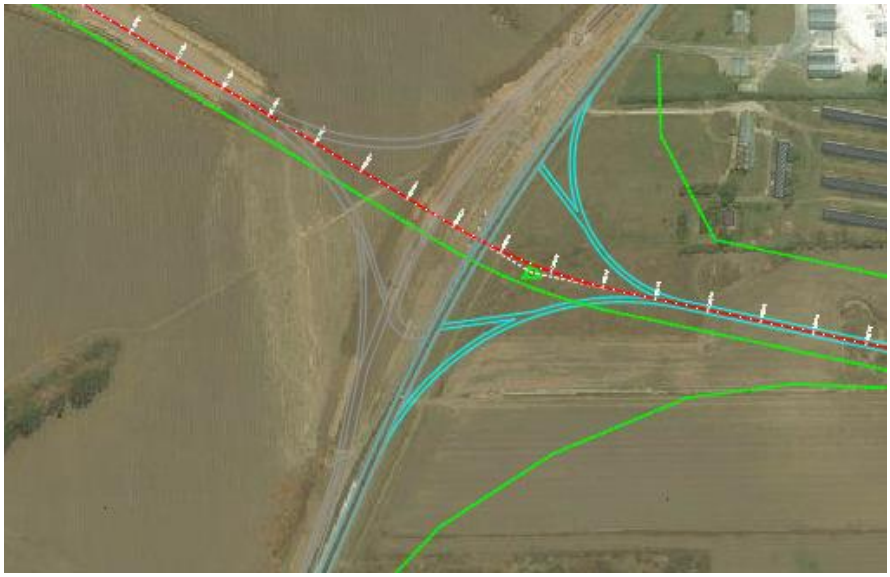

Figura 1.9. Intersección Ruta Provincial 5 – Variante. Progresiva 00+000.

Desde este punto de inicio del tramo, dentro de un ambiente de tipo llano, el trazado conforma un eje con dirección inicial Oeste – Este, para posteriormente modificarse a una dirección Norte – Sur. El perfil transversal típico en el sector está formado por una calzada de dos trochas indivisas de 7,30 metros de ancho, con banquinas de 3,00 metros de ancho a cada lado.

Con la orientación N-S se alcanza la progresiva 03+600, en donde se produce la intersección con la Ruta Provincial C45.

Respecto de la ***intersección con la Ruta Provincial C-45***, la misma ocurre con una forma de cruz en cuanto a ambas vías, la variante y la C45. En vista de la importancia relativa entre ambos caminos y las condiciones de circulación locales, se ha concluido en la conveniencia de una intersección tipo rotonda, la cual equipara las prioridades de todos los ingresos. La Figura 1.10 muestra una vista de la geometría de la intersección en este punto.

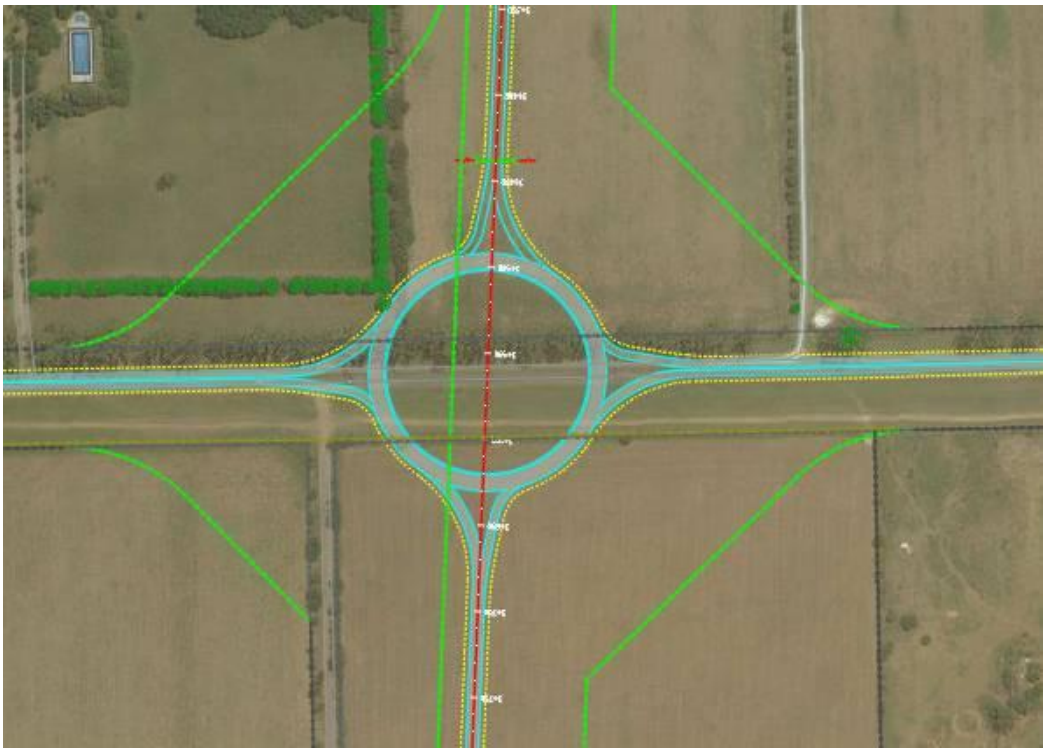

Figura 1.10. Intersección Ruta Provincial C45 – Variante. Progresiva 03+580.

Al sur de la intersección anterior, el eje mantiene una dirección dominante Norte-Sur, con una longitud aproximada de 7000 metros. La sección transversal se mantiene respecto de lo indicado en el segmento anterior. La topografía de la zona de implantación es eminentemente llana.

La posición de la traza se ha ubica a unos 2.000 metros hacia al Este de la Ruta Provincial 5, e igualmente al Este de un camino vecinal, el cual será empleado a futuro como colectora Oeste de la Autovía. El posicionamiento del eje de la traza encuentra alineado de esta manera con los límites identificados de las propiedades y caminos existentes.

En la progresiva 10+800, la variante se intersecta con el Camino Costa Azul, el cual vincula la Ruta Provincial N° 5 con la Ruta Nacional N°36 y permite el acceso a la localidad de Dique Chico. En este caso, se ha decidido priorizar el tránsito pasante de la variante proyectada, por lo cual se ha adoptado una solución tipo canalizada, con carriles auxiliares para detención y giro a la izquierda ubicados sobre la variante. En la Figura 1.11 se ha colocado un esquema de dicha solución.

Figura 1.11. Intersección Camino Costa Azul – Variante. Progresiva 03+580.

Es importante destacar que, si bien en este tramo la geometría asegura en general la visibilidad suficiente para ejecutar maniobras de sobrepaso, las situaciones con altos niveles de tránsito imposibilitan las mismas. Es por esto que se ha adoptado la premisa de generar sectores donde se puedan realizar maniobras de sobrepaso a vehículos que circulen con velocidades inferiores a las medias de circulación. Entre progresivas 6+000 y 8+000, se han adoptado carriles adicionales de sobrepaso

En este segmento del tramo, el escurrimiento de los excedentes pluviales presenta una dirección Este-Oeste, por lo que se han previsto una serie de obras de drenaje (alcantarillas y cunetas) que permitan garantizar una correcta gestión y evacuación de los mismos. Localmente, se aprecian sectores en los cuales el movimiento del agua tiene un sentido de NE hacia SW.

Entre las progresivas 11+200 y 12+000, aproximadamente, se produce la localización de la traza sobre el cauce del río Anisacate. Para cuyo cruce se ha previsto un puente de 180 metros de longitud, constituido por 6 vanos de 30 metros cada uno. Este río presenta algunas características particulares en el sector de cruce (alineamiento con curvas cerradas, planicies de inundación, proximidad a zonas urbanizadas), las cuales han generado la necesidad de un

estudio particular del comportamiento hidráulico en el sector y el planteo de obras de drenaje auxiliar (estructuras de cruce secundarias, conducciones longitudinales, etc.) para garantizar un correcto funcionamiento y estabilidad de la obra básica.

El acceso al valle sobre el cual se localiza el río Anisacate implica la conformación de un terraplén con altura suficiente como para mantener la rasante del puente fuera de los niveles de inundación estimados para la recurrencia propia de esta estructura.

Al sur del cruce del río la traza ***intersecta con la Ruta Provincial E56***, la cual conecta las localidades de Anisacate y San José de la Quintana. Al igual que en el cruce anterior, en este caso se ha priorizado el tránsito pasante de la variante, generando una intersección tipo canalizada con carriles auxiliares para giro a la izquierda. La Figura 1.12 muestra una vista de la planta de intersección en el sector.

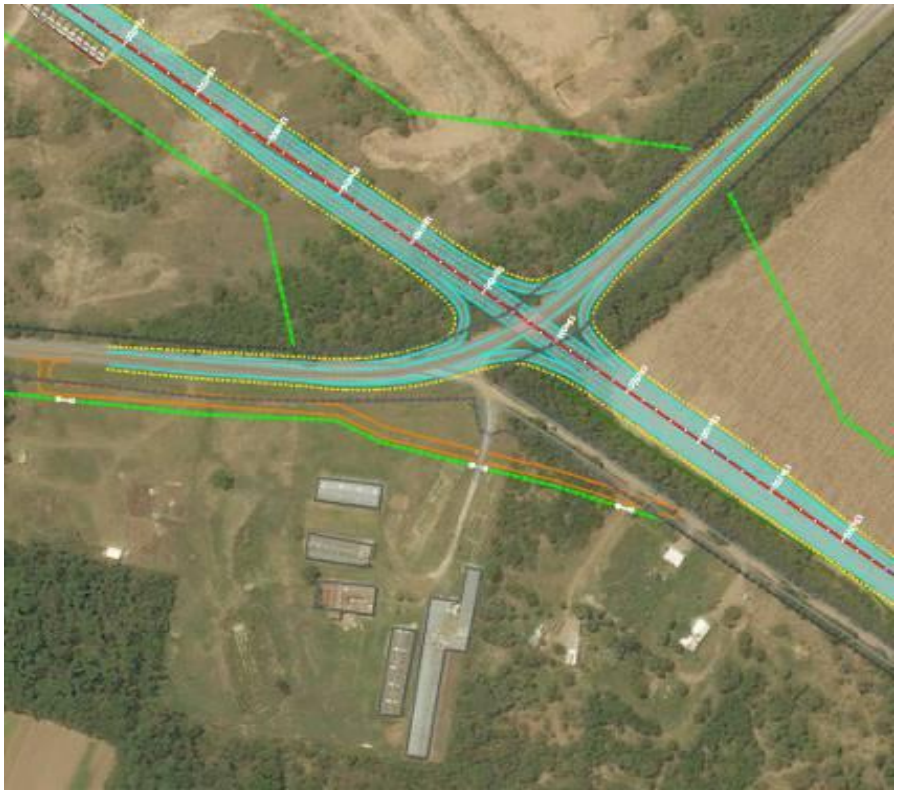

Figura 1.12. Intersección RP E56 – Variante. Progresiva 13+000.

Respecto a la escorrentía, al sur de la intersección se presentan cauces naturales marcados, con direcciones predominantes norte – sur.

En el segmento que afecta al cruce sobre el río Anisacate y la intersección con la RP E56, el eje de la traza tiene una orientación NE-SW. A partir de la progresiva 14+000 la orientación es predominantemente E-W.

El segmento final de este tramo, con una longitud de 5.200 metros, inicialmente afecta topografías de llanuras de pie de monte, para luego ingresar en forma franca (a partir de la progresiva 16+000) dentro de un ambiente de topografía ondulada a montañosa.

Respecto a la escorrentía, en el sector se presentan cauces naturales más marcados y con mayores caudales, respecto de los incluidos en los segmentos anteriores. Como situación particular, se destaca el cruce con el Arroyo los Quebrachos

Finalmente, para asegurar la conexión entre la ruta existente y la variante proyectada, se prevé un acceso a Los Aromos con un cruce a nivel canalizado (en progresiva 17+300), y la vinculación con la RP N°5 en la localidad de La Serranita. La conexión en La Serranita se ha previsto a través de una vinculación a nivel, cuya composición general se observa en la Figura 1.13.

Figura 1.13. Intersección RP5 – Variante. Progresiva 19+200.

1.3.2. Sector 2. Progresiva 19+100 a 27+750.

Este tramo comprende el tratamiento de la traza bajo el concepto del desdoblamiento de la calzada existente. No obstante, esta definición, y en función de la necesidad de un incremento de las velocidades de operación en el sector, se ha planteado la ejecución de rectificaciones de los tramos en los que las curvas presentan radios reducidos. Para este sector se ha adoptado una velocidad directriz de mínima igual a 60 Kh/h.

Entre las progresivas 19+200 y 19+900 el trazado, con una orientación E-W atraviesa el área urbana de la localidad de La Serranita y La Rancherita. El posicionamiento de este sector del trazado implica la duplicación de calzada existente sin rectificaciones de importancia.

Con posterioridad al segmento anterior, la orientación del trazado se privilegia en dirección NNE-SSW hasta el final del proyecto. El concepto general de localización del trazado implica el desarrollo del desdoblamiento, mayoritariamente, hacia el Oeste del eje actual. Esta definición se ha establecido para minimizar la afectación del gasoducto ubicado el Este de la actual calzada.

La necesidad de rectificación de curvas en este sector implica la conformación de un eje distintos del correspondiente a la actual calzada en los segmentos indicados en la Tabla 1.1.

Pk. Inicial	Pk. Final	Longitud (m)
20+350	20+800	550
21+950	22+150	200
23+250	23+350	100
23+450	23+600	150
24+200	24+450	250
24+500	24+700	200
24+750	24+900	150
24+950	25+050	100
25+100	25+250	150
25+300	25+500	200
25+550	25+800	250
25+950	26+150	200
26+250	26+850	600

Tabla 1.1. Segmento en los que el eje de calzada se separa del eje actual de la ruta.

A nivel de elementos particulares en el sector, cabe consignar lo siguiente:

- Cruce de la calzada sobre los arroyos Los Naranjos, en progresiva 23+450, y Atalaya, en progresiva 23+950. Los mismos se resuelven con una estructura de cruce similar a la existente en esos puntos
- Localización de obras de retorno en las progresivas 19+700 y 21+600.

1.3.3. Perfiles Transversales y Estructurales.

Para la vía se ha previsto se conformación a través de una calzada única. Dicha calzada presenta un carril por sentido de circulación para el sector 1 (entre progresivas 0+000 y 19+100) y dos carriles por sentido para el sector 2 (progresivas 19+100 a 26+700). Los perfiles de aplicación en los distintos ambientes de la misma se indican en la Figura 1.14.

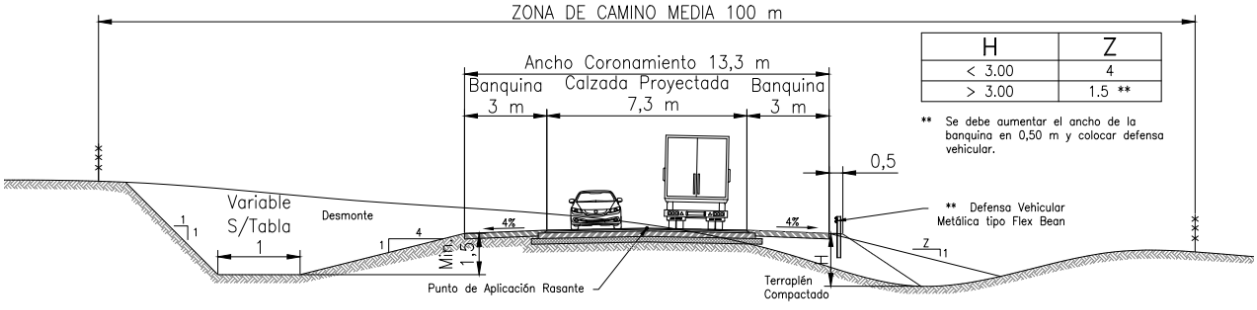

Figura 1.14.a. Perfil transversal de aplicación entre progresivas 00+000 y 16+000

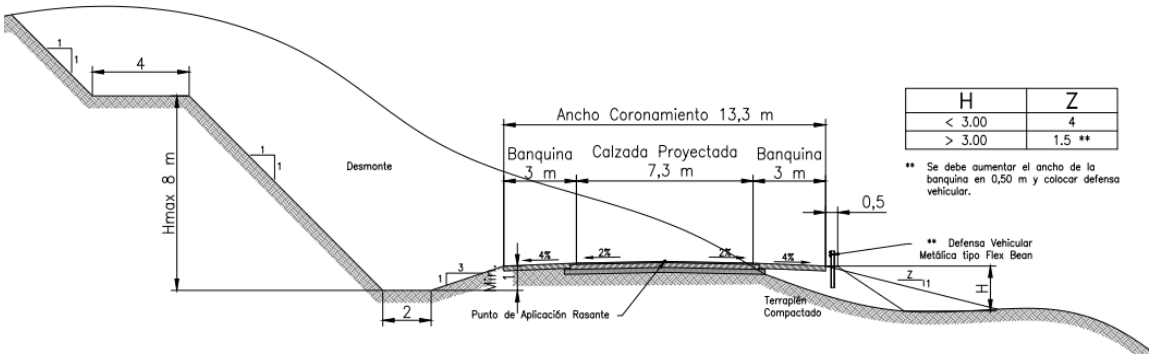

Figura 1.13.b. Perfil transversal de aplicación entre progresivas 16+000 y 19+100

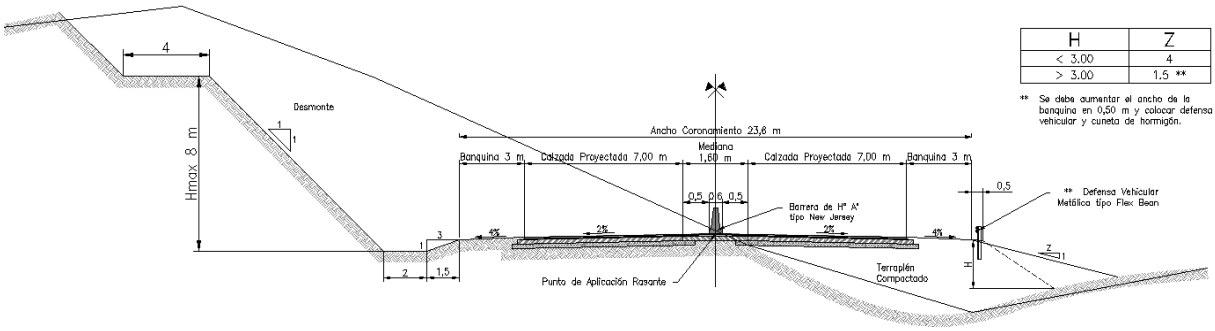

Figura 1.14.c. Perfil transversal de aplicación entre progresivas 19+100 y 26+700

Complementan los componentes de diseño empleado los valores indicados en la Tabla 1.2.

Variables	Sector 1	Sector 2
Número de carriles	1+1	2+2
Ancho de calzada (m)	7,30	7,00 + 1,60 + 7,00
Peralte máximo	6%	8%
Radio mínimo absoluto (m)	350 m	135 m
Pendiente máximo absoluta	6%	7%
Ancho de banquina (m)	3,00	3,00
Distancia visual de detención (m)	160	85

Tabla 1.2. Parámetros de diseño geométricos en cada sector.

En relación a la conformación estructural de las calzadas, la misma se indica en la Tabla 1.3.

Capa	00+000 a 15+950	15+950 a 19+100	19+100 a 27+610
Carpeta de Concreto Asfáltico (m)	0,05	0,05	0,05
Base de concreto asfáltico (m)	0,05		
Base Granular Estabilizada (m)	0,20	0,20	0,20
Subbase granular estabilizada (m)	0,25	0,25	0,25

Tabla 1.3. Composición estructural vial en cada sector.

Como aclaración complementaria se indica que en el sector comprendido entre las progresivas 19+100 a 27+610, la composición estructural implica que en los sectores en los que se utiliza parte de la calzada existente, sólo se ejecute sobre la misma la base granular y las capas asfálticas.

1.4. INTEFERENCIAS EN LA ZONA.

Según los relevamientos topográficos efectuados en la zona de localización de la traza, se han identificado los siguientes elementos de interés en el trazado:

- En el sector 1. El único tipo de interferencia registrado al momento de este informe, es la presencia de líneas de alta tensión, las cuales cruzan a la traza en las progresivas 4+500, 11+000 y 14+200

  En todos los casos, el posicionamiento de la vía en planta y rasante ha sido establecido a fin evitar exceder los requerimientos mínimos de gálibo para estas obras. Durante el período de ajuste de proyecto deberá realizarse el correspondiente control de catenarias para la verificación con el detalle correspondiente del posicionamiento de la vía.

- En el sector 2. Sobre este sector se registra la presencia de la línea de gasoducto a la izquierda del eje de la calzada actual, es decir al Este de esta calzada.

  Igualmente, dentro de este sector se ha ubicado un trazado de línea de fibra óptica. Esta línea se dispone mayormente a la izquierda del eje de ruta, según el sistema de progresivado adoptado para el sector.

1.5. OTRAS REFERENCIAS DE INTERES

Para el desarrollo los análisis que aquí se presentan se han tomado en consideración las siguientes referencias generales:

- Norma de diseño geométrico de la Dirección Nacional de Vialidad.
- Norma de diseño de puentes de la Dirección Nacional de Vialidad.
- Normas de diseño geométrico vial AASHTO.
- Manual de Geotecnia para Carreteras del Ministerior de Fomento de España.
- Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad. Edición 1998. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/dnv_petg_1998_0.pdf
- Normas de Ensayos de la Dirección Nacional de Vialidad. 1° Distrito Buenos Aires. http://www1.frm.utn.edu.ar/labvial/Normas%20de%20Ensayo.pdf
- Instructivo para la Presentación de Proyectos y Documentación Técnica de Puentes. Subgerencia de Puentes. Dirección Nacional de Vialidad.

Referencia de carácter específicas que han sido consultadas para este estudio:

- Bases de datos del gobierno de la Provincia de Córdoba, en relación con parcelario y usos del suelo en la zona de ubicación de la traza.
- Base de datos de tránsito de la Dirección Provincial de Vialidad de Córdoba.
- Mapa de Áreas Naturales Provinciales. Ley N° 6964: Régimen de conservación de áreas naturales y creación del servicio provincial de áreas naturales.
- Mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos. Ley N° 9814. Gobierno de la Provincia de Córdoba.
- Carta Geológica 3166-III.
- Carta de Minerales Industriales, Rocas y Gemas 3163-III. Córdoba

Publicaciones bibliográficas de interés:

- González S., Barbeito O., Contreras P. y Ambrosino A. Geomorfología y alerta temprana en la prevención de crecientes repentinas. Comunas del río Anisacate. Córdoba.
- Isola, A. A. (2018). La cartografía social en la gestión de cuencas. Caso de estudio en el arroyo El Parral de la Comuna de la Rancherita y Las Cascadas, Provincia de Córdoba, Argentina. Revista del Departamento de Geografía. FFyH – UNC – Argentina. ISSN 2346-8734. Año 6. Nº 10 -1º semestre 2018 Pp. 224-260. http://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/index
- Martino, R.D., Guereschi, A.B. y Carignano, C.C. (2012). Influencia de la Tectónica Preandina sobre la Tectónica Andina. El caso de la Falla de la Sierra Chica, Sierras Pampeanas de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina 69 (2): 207 - 221 (2012).

2. SUELOS Y MATERIALES

2.1. MARCO GEOLÓGICO.

Las formaciones dominantes en el sector de localización de la traza se corresponden con los denominados: Depresión Periférica (G) y Sierras Chicas (R), ver Figura 3.1. La primera afecta el trazado desde entre la progresiva 00+000 y la progresiva 15+500. Con posterioridad, y hasta el final del tramo en el mismo se localizada en el sector de las Sierras Chicas, especialmente en el sector norte del Valle de Calmuchita.

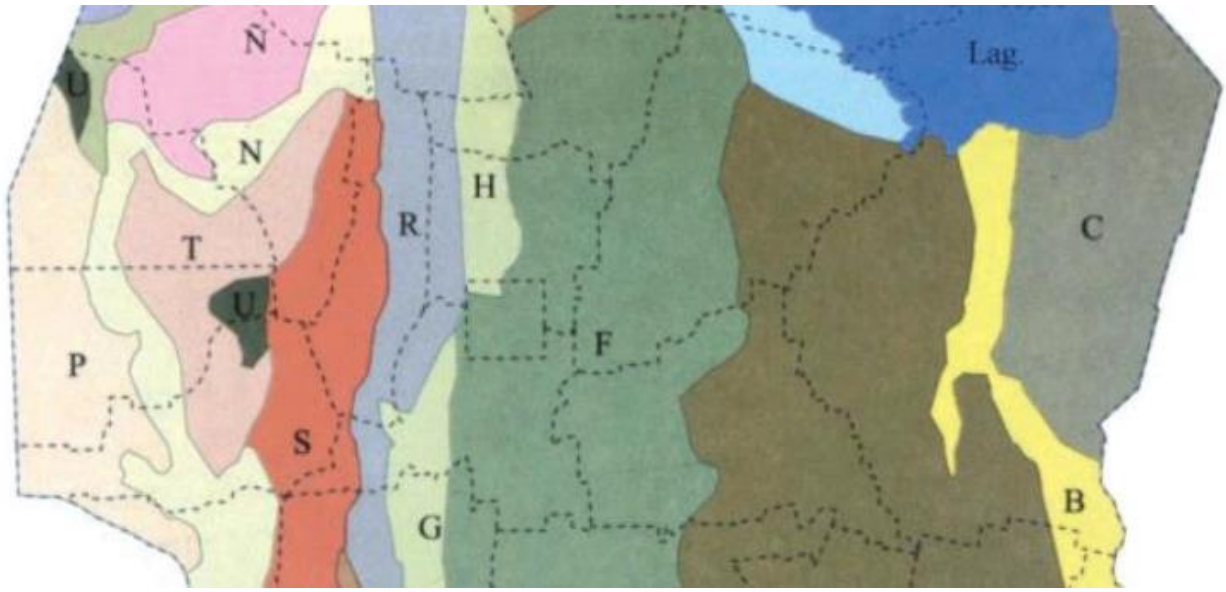

Figura 3.1. Ambiente geológico de localización de la traza.

2.1.1. Depresión Periférica.

En la ladera oriental de las Sierras Chicas, con relieve más tendido que la occidental, los suelos están mejor expuestos a la meteorización, lo que favorece la alteración y edafización de la roca madre, observándose mayor contacto paralítico (Gorgas y Tassile, 2006[1]).

De pendiente general al E, la Sierra es atravesada por los ríos Suquía, Xanaes y Ctalamochita, y por arroyos de menor caudal que en condiciones normales se insumen en el piedemonte oriental o las llanuras (Capitanelli, 1979[2]; Gorgas y Tassile, 2006).

La Depresión Periférica constituye un ambiente deprimido, ubicado al E de la Sierra Chica en forma paralela a este cordón. Constituido por conos, abanicos aluviales y terrazas de ríos y

[1] GORGAS, J & J. TASSILE (Eds.), 2006. Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba: Los Suelos. Nivel de Reconocimiento 1: 500.000. Agencia Córdoba Ambiente-INTA.

[2] CAPITANELLI, R., 1979. Geomorfología. En: Vázquez, J. B. (Ed.). Geografía Física de Córdoba. Ed Boldt, Buenos Aires. Pp.: 213-296

arroyos parcialmente cubierto por depósitos eólicos franco-limosos, atravesado por diversos ríos. Los materiales originarios definen texturas variables en sus suelos; desde esqueléticas gruesas en las partes apicales de los abanicos y cerrillos hasta franco limosas y aun arcillo limosas en el loess y derrames finos distales respectivamente. Cursos de agua que son permanentes en las sierras no lo son en la llanura, pero luego de lluvias intensas se reactivan sobre su cauce o irrumpen por caminos y campos agrícolas, generando procesos erosivos puntuales de magnitud variable según las características del relieve local, más intensos en los bordes de la depresión.

La Depresión Periférica presenta un perfil N-S irregular, en donde se alternan superficies planas, que se encuentran en el área central, con lomadas de orientación E-O, interrumpidas por los valles de los ríos Santa Catalina, Ascochinga, Suquía, Los Molinos, Anisacate, Xanaes y Ctalamochita. Su máxima expresión topográfica se encuentra aproximadamente a 5 km al N de Despeñaderos, con una diferencia de cota entre los 512 y 454 msnm. Las pendientes varían de 1% a 3% en las laderas, lomas y conos, mientras que son menores que 0,5% en los sectores planos (Sanabria, 2000[3]). Toda la unidad tiene un fuerte control estructural; un sistema de fallas meridionales es el principal componente morfogenético que origina la fosa tectónica. Internamente el relieve está controlado por geoformas agradacionales precuaternarias y cuaternarias, producidas por conos aluviales disecados y por sistema de fallas entrecruzadas con rumbo predominante NE-SO y NO-SE. Esto se refleja en las líneas de escurrimiento, en algunos sectores de lomadas y en la orientación y el diseño de drenaje, en gran parte rectangular, de los ríos Los Molinos y Anisacate. Se supone que este control estructural configuró la paleosuperficie sobre la que se depositó el loess. El rasgo más notable de las fracturas lo constituye el límite entre las pendientes de los paleoconos aluviales disecados cubiertos con loess ubicados al E de la cuenca y la planicie central (Sanabria, 2000).

La Plataforma Basculada es un bloque del antiguo basamento cristalino separado por el abrupto de la Sierra Chica; era una penillanura que fue quedando sepultada por una cubierta de material de textura franco arenosa más espesa a medida que aumenta su distancia hacia la sierra. Se extiende desde las planicies de la Laguna Mar Chiquita al N, hasta las Sierras de las Peñas al S; al O limita con la Depresión Periférica y al E se pierde en la llanura (Capitanelli, 1979).

Sanabria y Argüello (2003[4]) distinguieron en esta asociación, dos subasociaciones: una al O, que limitaba con la Depresión Periférica y presentaba un paisaje ondulado, denominada Plataforma Basculada Ondulada, con pendientes promedio del 3%, y la Plataforma Basculada Plana, que se encontraba al E, y dio lugar a una extensa planicie con pendientes hacia el E, menores al 1%.

[3] Sanabria, J.A. 2000. Génesis de los suelos y su relación con la Geomorfología y Geología del Cuaternario en la cuenca baja del Río Anisacate. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, 231 p., Córdoba

[4] Sanabria, J.A. y Argüello, G. 2003. Aspectos geomorfológicos y estratigráficos en la génesis y evolución de la Depresión Periférica, Córdoba. II Congreso Argentino del Cuaternario y Geomorfología. Actas: 177-184, Tucumán

Los depósitos superficiales de llanura tienden a la constitución de la Formación Loéssica. Los loess son suelos predominantemente limosos cuyo nombre es indicativo del estado de su estructura interna. Fueron estudiados por primera vez en Alemania en formaciones de la cuenca del Rin, donde surgió su denominación. Esta palabra tiene la misma raíz que "loose" en inglés y significa suelto. Si bien ha habido algunas controversias sobre su génesis, se acepta que son suelos formados por acción eólica (loess primario) que pueden ser retransportados y redepositados por otros medios (loess secundario o loessoides).

Se ha estimado que un 10 % de la superficie de los continentes está cubierta por estos suelos, con presencias significativas en América del Norte, Europa, Asia y América del Sur. En Sudamérica existen varios suelos de tipo loessicos o loessoides del Cuaternario superior relacionados genéticamente por cinco tipos de transporte y sedimentación de limos eólicos (Iriondo, 1997[5]). De ellos el Tipo Pampeano y el Tipo Chaqueño involucran a Argentina. Su presencia ha sido reconocida desde mediados del siglo XIX, merced a las observaciones de prestigiosos científicos europeos. Se los ha encuadrado, en forma genérica, bajo la denominación de Formación Pampeana o Pampiano, si bien a veces se restringe este nombre, para depósitos Cenozoicos, más antiguos.

La principal característica geotécnica está constituida por su colapsibilidad o estado metaestable de su estructura interna que puede destruirse debido a cambios en el contenido de humedad o tensionales. Como consecuencia de ello, se generan variaciones volumétricas bruscas que pueden afectar a las estructuras que sean incapaces de soportar distorsiones y asentamientos diferenciales significativos.

2.1.2. Sector de Sierras Chicas.

Para esta descripción se toma como referencia los antecedentes bibliográficos presentados por Martino et al (2012)[6].

La Sierra Chica es el cordón más oriental de las denominadas Sierras Pampeanas de Córdoba. Se extiende desde el extremo norte de las sierras del Pajarillo, Copacabana y Masa (30º 36' S) hasta el sur de la Sierra de Las Peñas (32º 38' S), ocupando una franja meridional entre los 64º 38' O y 64º 13' O (Figura 3.2). La mayor elevación es el cerro Uritorco (1.950 m s.n.m.).

[5] Iriondo M.H.(1997). "Models of deposition of loess and loessoids in the upper quaternary of South America", Journal of South America Earth Sciences, Vol. 10, No. 1, pp. 71-79

[6] Martino, R.; Guereschi, A. y Carignano, C. (2012). Influencia de la Tectónica Preandina sobre la Tectónica Andina: El caso de la Falla de la Sierra Chica, Sierras Pampeanas de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina 69 (2): 207 - 221 (2012)

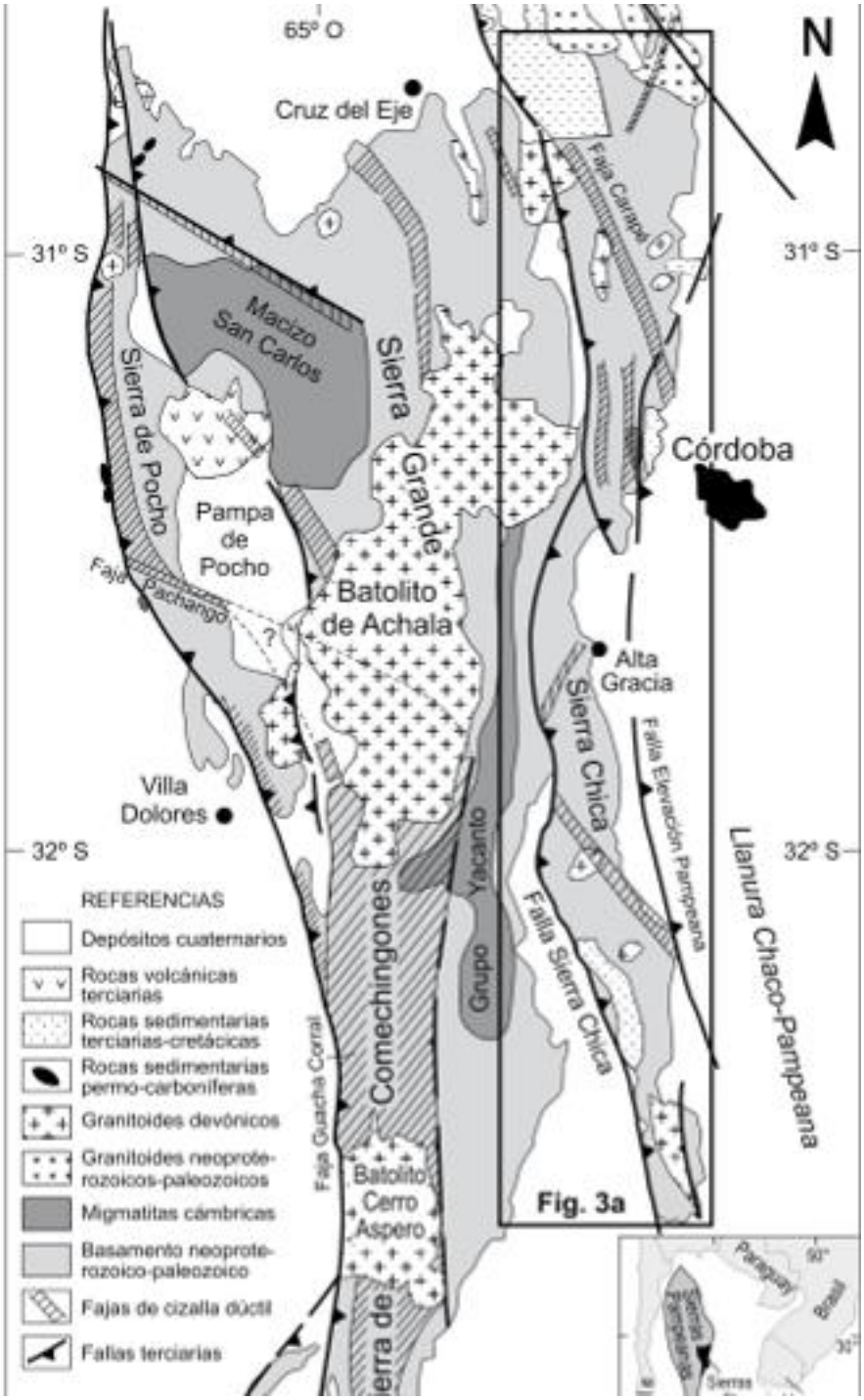

Figura 3.2. Mapa geológico de las sierras de Córdoba, donde se ubica la Sierra Chica al este. Fuente: Martino et al 2012.

La Sierra Chica está conformada por un bloque de basamento ígneo-metamórfico de sección asimétrica, con pendiente pronunciada al oeste y suave al este, alargado en dirección norte-sur. Dicho bloque está limitado al oeste por la falla de la Sierra Chica, que lo levanta por encima de los valles de Punilla y Calamuchita, que contienen rellenos sedimentarios del Terciario (Eoceno-

Mioceno) y Cuaternario (Pastore 1932[7], Lencinas y Timonieri 1968[8], Gordillo y Lencinas 1979[9]). Hacia el este, se adosan al flanco tendido del bloque, sedimentitas continentales cretácicas y pliocenas, las que se hunden suavemente bajo los sedimentos del Holoceno pertenecientes a la llanura Chaco-Pampeana. Este flanco tendido se ve interrumpido por un pequeño cordón denominado Elevación Pampeana (Bodenbender 1929[10]). Otra característica del bloque levantado la constituye una serie de estructuras oblicuas al rumbo general, que lo segmentan en dirección norte-sur, como los lineamientos Carapé, Quebrada Honda y Soconcho, entre los más importantes.

Las unidades litológicas que conforman los distintos afloramientos pueden ser ordenadas en una columna estratigráfica representada por:

a. Metamorfitas del Proterozoico tardío-Paleozoico temprano (migmatitas y gneises con venas de cuarzo, aplíticas y pegmatíticas ácidas, intercalaciones de mármoles y anfibolitas, ortogneises de distintos tipos y granitoides epidóticos foliados);

b. Granitoides del Paleozoico temprano,

c. Complejo sedimentario-volcánico del Cretácico; y

d. Sedimentitas de piedemonte y relleno de valles del Terciario, y sedimentos limoarcillosos y loéssicos del Cuaternario.

La falla de la Sierra Chica es una de las fallas inversas más extensas de las sierras de Córdoba, ya que su escarpa de falla puede reconocerse por más de 200 km de largo. Hacia el norte, a la latitud de Capilla del Monte, se continúa en la falla de Pajarillo, Copacabana y Masa. Hacia el sur, llega hasta el lineamiento Los Cóndores, a partir del cual se ramifica en una serie de lineamientos. Entre éstos se destaca el lineamiento Elena (de traza curva) que afecta a la sierra de Las Peñas en su margen occidental y que sería la continuación sur de la falla de la Sierra Chica.

2.1.3. Formaciones Litológicas.

A nivel de formaciones dominantes en la zona se destacan:

- ***Depósitos Loéssicos***. La composición mineralógica de estos sedimentos varía de norte a sur. En los depósitos al norte son predominantemente cuarzo y feldespato, mientras que los

[7] Pastore, F. 1932. Hoja 20i -Córdoba- del Mapa Geológico de la Argentina, región oriental y media de la Sierra de Córdoba. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 36, 67 p., Buenos Aires.

[8] Lencinas, A. y Timonieri, A. 1968. Algunas características estructurales del Valle de Punilla, Córdoba. 3º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 195-208, Buenos Aires.

[9] Gordillo, C.E. y Lencinas, A.N. 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. En Turner, J.C. (ed.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias: 577-650, Córdoba

[10] Bodenbender, G. 1929. Triásico y Terciario de la falda oriental de la Sierra de Córdoba. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, 31: 73-139, Córdoba

depósitos de las pampas del sur son volcanoclásticos. En general la mineralogía de los loess pampeanos se caracteriza por abundancia de plagioclasas (20 a 60%), relativamente poco cuarzo (20 a 30%) y un considerable porcentaje de vidrio volcánico (15 a 30%). En contraste, las bajas proporciones de plagioclasa y vidrio volcánico, en los loess subtropicales se deben a la influencia de factores climáticos (desvitrificación y alteración de feldespatos). La formación de arcilla in-situ es inversamente proporcional al tamaño de grano del material madre. La illita aparece como el mineral predominante en las secuencias Pleistoceno/Holocena. Las smectitas y kaolinita son componentes menores, con excepción al loess pampeano descripto como Pleistoceno Temprano en la cual predomina la montmorillonita. En la llanura chaqueña, aunque la illita es predominante en la superficie, la kaolinita y la smectita se incrementan en profundidad. La presencia de minerales alofánicos ha sido reconocida en toda la región.

- ***Gneis La Toma-Anisacate***. Se destaca la extensión regional del gneis granatífero que aflora en la región de Anisacate - La Toma. Esta roca abarca un amplio sector desde las localidades nombradas y con un claro rumbo NNE-SSO llega hasta las inmediaciones del cerro Blanco y El Alto en las cercanías de San Clemente conservando tal continuidad composicional y estructural que bien podría ser considerada como una unidad gnéisica independiente.

- ***Gneises Sierra Chica***. Esta unidad litológica aflora regionalmente en especialmente sobre el meridiano de 64º 30', desde Villa General Belgrano (Cumbre del Hinojo) hasta Carlos Paz, alcanzando el borde oriental del batolito de Achala hasta el sur de San Clemente donde entra en contacto con las anatexitas de Atos Pampa correspondientes al Complejo Metamórfico Sierra de Comechingones y se aleja de la estructura granítica marcando un contacto gradual hacia el sur que pasa por la desembocadura del río de Los Espinillos en el embalse Los Molinos, Alto del Tala y Alta Vista. Esta roca presenta variantes importantes en cuanto a su composición y estructura pudiéndose diferenciar un gneis biotítico, otro biotítico granatífero, con grados variables de estaurolita y, por último, un gneis con granate con cordierita y sillimanita. Este último se encuentra interdigitado con las Anatexitas Atos Pampa. El gneis biotítico es de grano medio a fino, de color gris oscuro y muestra un bandeado cíclico melano y leucocrático que tiene un espesor promedio de 5-10 cm y conforma la foliación de la roca.

2.1.4. Tectónica y Sismicidad.

El Sistema de Fallas de la Sierra Chica es la estructura neotectónica de mayor significación regional en la Provincia de Córdoba y se localiza en la escarpa occidental de la sierra homónima. Este accidente topográfico presenta una morfología bien impuesta en el relieve desde la ladera occidental del cerro Uritorco al norte, perdiendo paulatinamente amplitud al sur de Embalse

Río Tercero. Sagripanti et al. (2012[11]) han sugerido que el Sistema de Fallas de la Sierra Chica se extiende en la llanura periserrana hasta las inmediaciones del arroyo Tegua.

El Sistema de Fallas de la Sierra Chica ha recibido diversos nombres locales, principalmente en los sitios donde han sido reportadas evidencias de deformaciones cuaternarias en exposiciones puntuales y aisladas.

Según las normas argentinas para construcciones sismorresistentes (Reglamento INPRES - CIRSOC 103), el territorio de la República Argentina se divide en cinco zonas de acuerdo con el grado de peligrosidad sísmica. En la Figura 3.3, se expone el mapa de Zonificación de la República Argentina en función del grado de riesgo sísmico.

De acuerdo con lo que se puede observar en la figura mencionada, el área en estudio se encuentra en la zona de peligrosidad 1 (sismicidad reducida) y se caracteriza por presentar una sismicidad frecuente (de corto intervalo de recurrencia), con sismos de baja a media magnitud (Ms ≤ 3-3,5), con silencios sísmicos de terremotos medios a graves cada aproximadamente 30 años.

2.2. CARACTERIZACION GEOTECNICA.

2.2.1. Sectorización del Trazado.

Las características geotécnicas de los materiales de la zona de ocupación de traza implican la consideración de los siguientes sectores:

- ***Entre progresivas 0+000 y 11+500***. Corresponde al sector de llanura desarrollada a pie de monte. El sector se caracteriza por la presencia en forma superficial de suelos correspondientes a la Formación Loéssica, siendo en general, limos arenosos de deposición eólica. Estos suelos, ubicados por debajo de una cobertura de suelos correspondientes al horizontal vegetal de unos decímetros de espesor, se caracterizan por su alta sensibilidad a la acción del agua.

  Las formaciones afectadas corresponden mayormente a suelos del tipo A4, según la clasificación HRB. Desde el punto de vista del Sistema de Clasificación Unificado de Suelos se corresponde con los tipos ML y CL-ML, eventualmente se aprecian depósitos del tipo SM (arenas limosas). Son, en general, suelos finos, con bajo nivel de plasticidad.

  Los mismos presentan propiedades resistentes adecuadas para las aplicaciones pretendidas. En condiciones de adecuada compactación su valor soporte de referencia se encuentra en el orden de 6%.

[11] Sagripanti, G.L.; Villalba, D. y Villegas, M.B. 2012. Nuevas Evidencias de Deformaciones Cauternarias Asociadas a la Falla Sierra Chica, Sierras Pampeanas de Córdoba. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Vol 69, No 4 (2012)

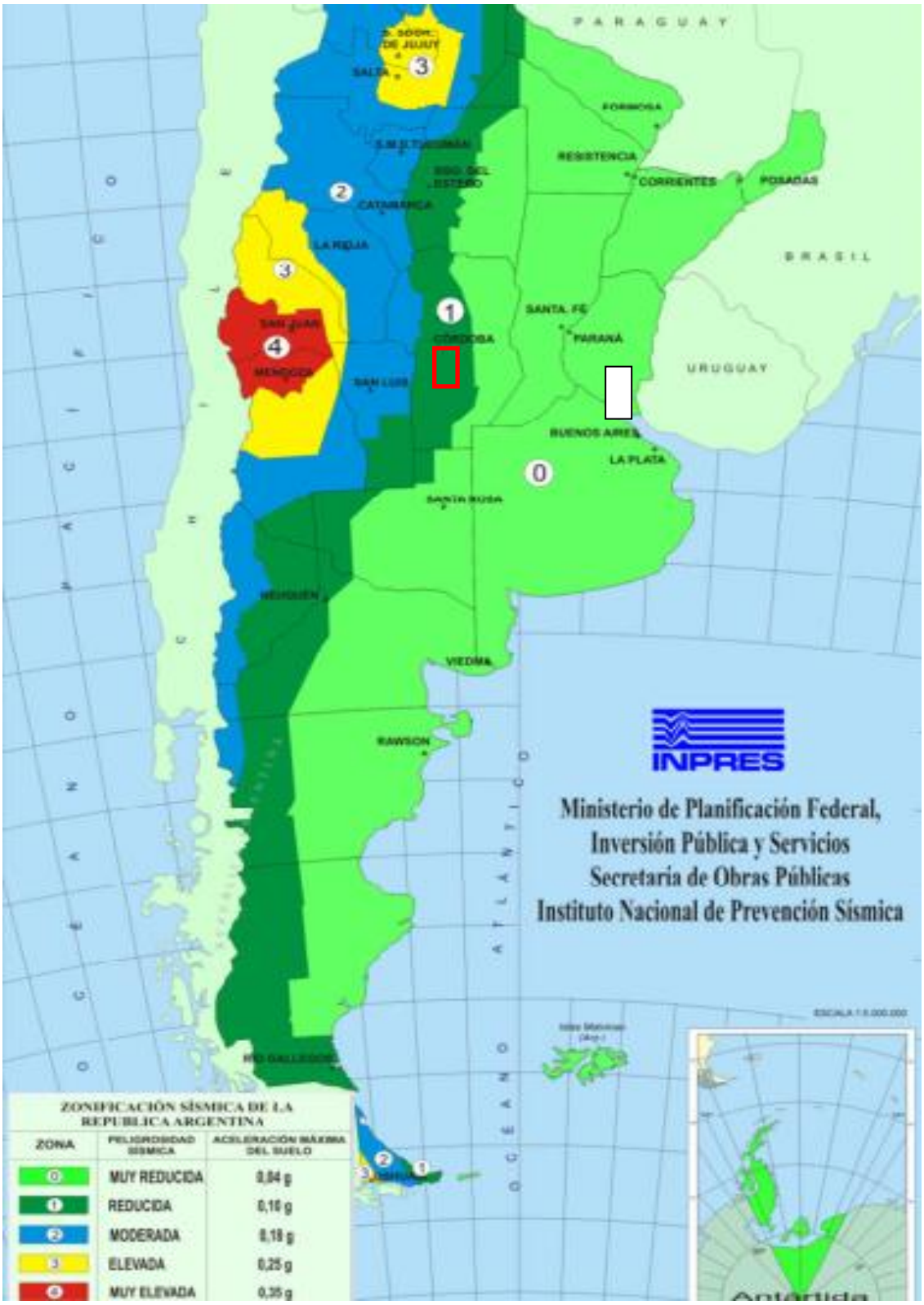

Figura 3.3. Mapa de zonificación sísmica de la República Argentina. Fuente: CIRSOC.

En el estado natural este material se caracteriza por su estructura metaestable, con bajo valor de densidad, y una organización del tipo macroporosa, la cual lo hace de esta sensibilidad a los procesos de incremento de la humedad. Es por esto que los mismos demandan acciones específicas de control de los procesos de escurrimiento o en la generación de puntos de acumulación de agua. Cualquiera de estas situaciones, no controladas adecuadamente, pueden derivar en fenómenos de erosión superficial o en procesos de asentamientos de importancia (cárcavas).

- ***Entre progresivas 11+500 y 12+150***. El ambiente corresponde al sector del cauce del río Anisacate. En el sector se presentan suelos con un mayor contenido de arenas, especialmente en los sectores bajos, con posterioridad a las barrancas del río. En la zona del cauce se aprecian suelos de tipo aluvionales con niveles de potencial variables según la posición considerada.

  En general, los depósitos arenosos de la zona han derivado en la existencia de varias canteras destinadas a la extracción de áridos, las cuales se ubican especialmente al Este de la posición establecida para la traza.

  Sobre este sector se han realizado dos sondeos mecánicos con un alcance de 20 metros, a fin de establecer parámetros básicos de referencia a nivel del sistema de cimentación del puente sobre el río Anisacate. El perfil general encontrado en el sector muestra la siguiente secuencia:

  - Aluvión. Ocupa los metros superiores del perfil del terreno. Presenta materiales con consistencia de gravas y bloques aislados. El espesor del manto es de varios metros.
  - Limos compactos. Se presenta por debajo del anterior una arena limosa y gravas limosas, con alto grado de compacidad.
  - Aproximadamente a unos 12 a 15 metros de profundidad se detecta la presencia de material de alta resistencia, la cual se estima que conforma el techo de la formación rocosa local.

- ***Entre progresivas 12+150 y 15+400***. Correspondientes a depósitos de suelos finos pertenecientes a la Formación Loéssica. Los depósitos del sector muestran características similares a lo observado en el sector 1. Son suelos del tipo limo arenosos, areno limosos, con bajo nivel de plasticidad.

  Se considera que, a los fines de la constitución de la estructura vial en el sector, el valor soporte de referencia que se toma es igual al aplicado en el sector 1, es decir igual a 6%.

  En este sector, se ha realizado un sondeo mecánico de reconocimiento en la zona de implantación del puente de cruce sobre la RP56. El perfil general observado en la zona muestra variedad de suelos limo arenosos, areno limosos, con intercalaciones de gravas. En términos generales, el mismo presenta consistencia adecuada para la estimación inicial de una cimentación del puente mediante un sistema de pilotaje.

- ***Entre progresiva 15+400 y 19+500, y accesos a Los Aromos.*** El sector afecta a las primeras formaciones serranas de la zona. Se presentan afloramientos del tipo de gneiss, con diversos grados de alteración.

  Sobre este sector, los apoyos de las estructuras viales se producirán en forma directa sobre excavaciones en formaciones rocosas, o serán conformados mediante la utilización de material proveniente de la excavación de roca en cortes a media ladera o cortes cajón. En consecuencia, se estima que los materiales empleados en la conformación de bases de asiento o terraplenes (pedraplenes) serán del tipo A1, con un contenido variable de componentes finos. Esto lleva a la aplicación de un valor soporte de referencia en el sector, a los fines de los diseños viales, igual a 16%.

  Dentro de este tramo se prevé la construcción del puente correspondiente al intercambiador con derivación a la localidad de Los Aromos. El mismo se ubica en el espacio serrano antes descripto, para el mismo se prevé el apoyo sobre la formación rocosa, a través de la utilización de una cimentación directa.

- ***Entre progresiva 19+500 y 27+610***. El sector comprende un tramo de ejecución de desdoble de calzada, en gran medida ocupando la zona de camino actual. El ambiente dentro del cual se inscribe la obra comprende la afectación de la formación serrana a través de un valle que asciende desde la localidad de La Serranita hasta el punto final del trazado en Villa Ciudad de América.

  La mayor parte del trazado involucra cortes sobre las formaciones rocosas constituidas predominantemente por gneiss. El estado del material en el sector muestra niveles de meteorización variables, los cuales permiten la conformación de taludes con pendientes desde 1v:1h, a mayores. A modo de ejemplo la Figura 3.4 y 3.5 muestran el ambiente afectado en la progresiva 23+750; 23+900.

Figura 3.4. Vista de corte en contratalud derecho, en progresiva 23+750.

Figura 3.5. Vista de corte en contratalud izquierdo, en progresiva 23+900.

Los suelos depositados en el sector se corresponden mayormente con material erosionado localmente, por lo que estos se corresponden con arenas y gravas, combinados ligeros depósitos de limos y arcillas motivados por movimientos fluviales locales.

Las coberturas de los cerros están conformadas por depósitos en forma de suelos, con espesores variables del orden de varios decímetros. Por debajo de estos se observa un nivel de roca meteorizada, con espesor variable, y posteriormente aparecen los depósitos de gneiss, con discontinuidades decimétricas. Desde el punto de vista de las aplicaciones geotécnicas la afectación de estos niveles de roca, puede realizarse considerando que las mismas tiene un coeficiente GSI (según la clasificación de Hoek y Brown) de entre 25 y 45.

2.2.2. Geotecnia de Obras Específicas.

En el Anexo corresponde se muestran los resultados de los estudios de campo efectuados en sectores de interés para los alcances del presente estudio. En particular los mismos se han concentrado en la caracterización de los suelos afectados en la parte inicial del trazado y en la revisión de las condiciones geotécnicas de cimentación previstas para los puentes sobre el río Anisacate y sobre la calzada de la RP56. Los elementos característicos identificados en cada uno de los casos son resumidos a continuación.

- **Puente sobre el río Anisacate.**

  El río Anisacate es un colector de los cursos provenientes de los altos estructurales que se encuentran al oeste de las Sierras Chicas y corta a esta última sub transversalmente según un profundo curso meandroso cuyo trazado obedece a un estricto control estructural. Este río es antecedente respecto de los altos relieves actuales con profundizaciones sucesivas, la última de las cuales es evidente en la terraza rocosa que se conserva esporádicamente en ambas márgenes del río. El curso del río es paralelo o subparalelo a fracturas importantes y los meandros se inscriben en el reticulado de fallas. Las tres fallas principales, cortadas por

el río, producen rasgos importantes en el mismo. La Falla río De la Suela es causa de la confluencia de los ríos San José y De la Suela que luego forman el río Anisacate; la Falla la Isla determina el meandro casi circular de La Isla de manera que el río abandona la Sierra Chica con fuerte ángulo. La tercera falla, Falla Los Cerritos-La Bolsa, rige el curso de rumbo sudeste y constituye el flanco oeste del meandro casi cerrado de La Bolsa. Entre estas tres fallas principales, el curso del río obedece al control de fracturas menos significativas.

En los sondeos efectuados en el sector (con una profundidad de 15 metros) se observa un ambiente típico donde el agente de transformación es el fluvial. Sobre margen derecha se caracteriza por un material aluvional con presencia de arena gruesa y gravas en importante cantidad. El contenido de finos varía entre 4 a 50%. La compacidad del material encontrado es elevada y se registra un importante grado de rechazo en el ensayo estándar de penetración a partir de los 7 m. Por debajo de los 15 m no se logró penetrar debido a la presencia de cantos rodados de importante tamaño o la presencia del techo de la roca.

3. HIDROLOGÍA DE LA TRAZA

Cualquier obra de tipo lineal realizar sin mayores consideraciones puede producir una alteración en las condiciones naturales del escurrimiento superficial de los excedentes pluviales, provocando lo que se conoce como “efecto barrera”. Es por esto que, como complemento de la ejecución de la obra básica y el paquete estructural vial, resulta necesario plantear un sistema de drenaje, compuesto por una serie de obras hidráulicas que permitan la correcta evacuación de estos excedentes pluviales, generando una condición de transparencia de la obra lineal. De esta forma, el objetivo del sistema de drenaje que se proponga debe garantizar el mantenimiento de las condiciones de escurrimiento natural.

Para el diseño y verificación de todas estas obras hidráulicas, resulta necesario realizar un estudio hidrológico que, a través de alguna metodología de cálculo, permita obtener caudales asociados a alguna recurrencia establecida. En este apartado se desarrolla el estudio hidrológico realizado, describiendo las diferentes etapas del mismo.

3.1. METODOLOGIA DE CALCULO ADOPTADA

Existen diferentes modelos matemáticos que permite simular los procesos hidrológicos de una cuenca, es decir, la transformación de precipitación en caudales. Entre los más difundidos existen diferentes complejidades: desde los más sencillos, tales como el Método Racional, hasta los más completos como el del Hidrograma Unitario.

Las obras de drenaje asociadas a un camino rural, presentan una serie de características particulares que las diferencias de otras obras hidráulicas de mayor envergadura (presas, diques, etc.). Al conformarse como una obra de tipo lineal, un camino presenta en general una gran cantidad de obras hidráulicas de menor envergadura y, por lo tanto, una gran cantidad de cuencas de aporte con diferentes características, para las cuales se deben determinar los caudales de escurrimiento. Por otro lado, para las obras hidráulica de mayor envergadura se poseen una serie de antecedentes de interés (precipitaciones, aforos, etc.), lo que es difícil que se de en un proyecto de un camino rural.

El ***Método Racional Generalizado*** aporta una opción de cálculo que se adapta de manera satisfactoria a estos requerimientos, ya que su metodología y las variables que intervienen lo convierten en un método de fácil implementación que puede aplicarse a cuencas de características diversas y en zonas en las cuales los datos de lluvias son escasos. Por otra parte, los resultados que se obtienen con este método poseen una aproximación adecuada a con la importancia de las obras de arte del sistema de drenaje de un camino.

Si bien presenta una serie de simplificaciones que generan cierta facilidad de aplicación del mismo, este método presenta una serie de limitaciones para su aplicación. De esta manera, esta metodología es aplicable a cuencas de 2.000 km2 de área, longitudes de cauce principal de hasta 100 km y tiempos de concentración de hasta 9 horas.

La formulación básica del Método Racional Generalizado, que resumen su aplicación, es la siguiente:

$$Q = \alpha.\beta.\frac{A.E.R}{360}$$

Donde:

Q (m3/seg): Caudal producido por la cuenca de aporte.
A (Ha): superficie de la cuenca de aporte.
E: coeficiente de escorrentía (relación entre total precipitado y cantidad que escurre del mismo).
R (mm/h): intensidad de precipitación, para un Tiempo de Recurrencia y duración determinados.
α: Coeficiente de transformación de precipitación puntual a precipitación areal.
β: coeficiente que tiene en cuenta la reducción del caudal por la retención en el cauce principal.

A continuación, se realizan una serie de comentarios al respecto de las diferentes variables que intervienen en el método:

- ***Superficie de la cuenca de aporte (A):*** área de las cuencas obtenidas a partir de la determinación de los límites de cada una de ellas, a partir de la topografía del terreno natural y de la red de drenaje. Para la delimitación de cuencas se pueden emplear diferentes fuentes de información, tales como imágenes satelitales, bases de datos existente (Google Earth, cartas IGN), relevamientos particulares, etc.

- ***Coeficiente de Escorrentía (E):*** este coeficiente representa las características de las cuencas y depende de la permeabilidad del suelo, la cubierta vegetal y la duración de la lluvia. El mismo adopta valores de entre 0 (permeabilidad total) y 1 (impermeabilidad total). En líneas generales, se establece que para cada tipo de suelo y cubierta vegetal, el coeficiente adopta valores mayores en la medida que la duración de lluvia sea mayor.

- ***Tiempo de Concentración (tc):*** si bien esta variable no interviene directamente en la formulación del Método Racional Generalizado, si se emplea para determinar la duración de la tormenta de proyecto y, por consiguiente, su intensidad. Se define como el tiempo a partir del cual toda la superficie de la cuenca aporta al punto de descarga de la misma. El Método Racional Generalizado emplea la siguiente fórmula para el cálculo:

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

Donde:

C, m y n: son parámetros constantes

L' (km): longitud virtual del cauce principal, que tiene en cuenta la rugosidad relativa del mismo. Se obtiene al multiplicar la longitud del cauce principal por un parámetro "k" que depende de las condiciones del cauce.

H (m): desnivel medio o virtual entre el punto de descarga analizada y el punto hidrológicamente más alejado.

- ***Intensidad de Precipitación (R):*** tal como se ha indicado anteriormente, la intensidad de la precipitación depende de la duración de la tormenta de diseño (asociada al tiempo de concentración de la cuenca) y del Tiempo de Recurrencia adoptado según la importancia de la obra hidráulica a diseñar y sus riesgos asociados. El Método Racional Generalizado plantea ciertas formulaciones para emular curvas IDF (Intensidad, Duración y Frecuencia):

$$R_{25} = \frac{a}{t^b + c}$$

Donde:

R_{25}(mm/h): intensidad media de la tormenta de diseño para una recurrencia de 25 años.

t (min): tiempo de duración de la tormenta de diseño.

a y c: coeficientes que dependen de la intensidad horaria RH

b: constante

RH (mm/h): intensidad de precipitación correspondiente a una duración de una hora y una recurrencia de 25 años. La misma se determina en función de la ubicación geográfica y un mapa de curvas Isohietas establecidas para la Repúblicas Argentina.

La formulación de los valores contantes a, b y c son las siguientes:

$$a = 31.RH + 0{,}023.RH^{2{,}295}$$

$$b = 0{,}82$$

$$c = 2{,}29 + 0{,}023.RH^{1{,}295}$$

Por otro lado, la intensidad de lluvia en mm/h correspondiente a un intervalo de recurrencia diferente de 25 años, se calcula con la siguiente expresión:

$$\mathrm{R} = R_{25}.\left[1 + 0{,}44.\left(\frac{50}{50+R_{25}{}^{0{,}5}}\right).log\left(\frac{T}{25}\right)\right]$$

Donde:

R(mm/h): intensidad media de la tormenta de diseño para una recurrencia "T" determinada.

Finalmente, resulta importante aclarar que, en el caso de poseer curvas IDF correspondiente a algun sector próximo a la zona de estudio, éstas pueden reemplazar las formulaciones previstas por el método, entendiendo que de esta manera se tendría mayor presición en la determinación de la tormenta de diseño.

3.2. DESCRIPCION DEL SECTOR DE ANALISIS

Los elementos que han incidido en el tratamiento de este componente de la propuesta son descriptos a continuación.

3.2.1. Caracterización Geológica Geotécnica.

Sus aspectos básicos han sido tratados en el capítulo anterior.

3.2.2. Vegetación

En el estudio SEGEMAR (2000[12]) contiene un mapa de vegetación y uso del suelo. Este estudio indica que, el avance de la frontera agropecuaria, el desmonte intensivo y el uso de tierras para la cría de ganado, ha producido importantes cambios en la fisonomía de la vegetación.

Originalmente la región estaba cubierta por bosque xerófilo caducifolios, sabanas de gramíneas y estepas arbustivas. Pero las prácticas forestales y agropecuarias han llevado a la desaparición de gran parte de esta formación leñosa. Las áreas remanentes aisladas y no de gran extensión permiten reconstruir solo con la ayuda de la bibliografía existente las características del bosque que la constituía.

Tal como lo establece Gonzalez, S. (2012), la vegetación del sector de análisis está comprendida dentro del bosque xerófilo de tipo matorral y arbolado semidesértico. El mismo está distribuido en tres pisos condicionados principalmente por la altitud. El rango de alturas de las cuencas analizadas se corresponde con el primer piso, o piso del monte serrano, comprendido entre los 600 y 1300 msnm. Este tipo de vegetación genera un grado intermedio de protección hidrológica.

Complementariamente se toma en consideración las indicaciones de Cabrera (1980[13]). En virtud de las condiciones ecológicas determinadas por orientación, altitud, latitud y clima, se reconocen los siguientes pisos altitudinales de vegetación:

- Bosque serrano, 500-133 msm.

- Matorral serrano, arbustal de altura o "romerillal", 800-1700 msm.

- Pastizales y bosquecillos de altura, 1000-2800 msm.

En el piso Bosque serrano, el árbol más representativo es el "molle de beber" Lithraea ternifolia que llega a formar bosques más o menos densos en los faldeos más húmedos y frescos, predominando en las laderas de exposición al sur y sudeste. Junto con el "coco", llegan hasta

[12] SGEMAR (2000). Programa Nacional de Cartas Geológicas. Carta de Linea de Base Ambiental. Mapa 3136-III.

[13] Cabrera, A. L. & A. Willink, 1980. Biogeografía de America Latina. Secretaría General O.E.A., Washington D.C. 122 pp

las mayores alturas de este piso. Desde allí dominan los valles y llanos, luego desaparecen, gradualmente, para dar lugar al matorral y a las pampas de altura, los cuales se continúan a medida que la elevación aumenta.

En el piso Matorral serrano, los arbustos dominantes son: "romerillo" (Heterothalamus alienus), él más común y abundante, "romerito" (Eupatorium buniifolium) y Baccharis flabellata. Una planta llamativa aunque escasa, es Ephedra americana, una de las especies del único género de Gimnospermas autóctono de provincia de Córdoba Las características del ambiente de las sierras favorecieron el establecimiento de poblaciones cuyas actividades han sido fundamentalmente de tipo extractivas. Su valor estético ha favorecido el turismo, que se aprecia no sólo por la construcción de una infraestructura ordenada a dicha actividad, sino también por la creación de espacios verdes para aprovechamiento turístico, con desmonte de la vegetación natural y posterior implantación de especies exóticas.

3.2.3. Clima

El clima predominante de la cuenca se puede clasificar como tipo mediterráneo con variaciones puntuales dependientes de los aspectos geomorfológicos, donde el relieve es el factor que rige las condiciones hídricas y su variación estacional. Por influencia de las condiciones orográficas, se encuadra dentro del dominio semi-húmedo con tendencia a semi-seco, con invierno y verano térmico.

3.3. CALCULOS HIDROLOGICOS

A continuación, se muestra un resumen de los cálculos hidrológicos preliminares realizados para esta etapa, considerando desde la determinación de las variables y parámetros empleadas en la metodología hasta la delimitación de cuencas y el cálculo de caudales asociados a las mismas.

3.3.1. Tormenta De Diseño

Tal como se ha mencionado anteriormente, en el Método Racional Generalizado es posible adoptar una tormenta de diseño estandarizada establecida por la metodología o, en caso de disponer de mayor nivel de información, curvas IDF asociadas al sector de análisis.

Para este caso en particular, se ha contado con curvas IDA generadas por el INA (Instituto Nacional del Agua) a través del Sistema Telemétrico CIRSA (Centro de la Región Semiárida). A partir de un conjunto de valores utilizados, que comprenden series históricas recolectadas con diferentes dispositivos dispuesto en la región, CIRSA aplicó procedimientos de correlación lineal múltiple para poder ajustar la siguiente expresión a la Estación Córdoba:

$$R = \frac{K \,.TR^m}{(t+c)^n}$$

Donde:

R (mm/h): intensidad media de la precipitación
TR (años): período de recurrencia adoptado.
t (min): tiempo de duración de la tormenta.
K,m,n y c: parámetros y coeficientes de calibración.

Estos últimos parámetros de ajuste obtenidos para la Estación Córdoba (CIRSA-DIPAS, 1994) son: K=1608,756, m=0,196, n=0,90 y c=15, con lo que la formulación de las curvas IDF para dicha estación es la siguiente:

$$R = \frac{1608{,}756 \,.\, TR^{0{,}196}}{(t+15)^{0{,}90}}$$

Para definir las tormentas de diseño, se han adoptado duraciones de lluvia iguales a los tiempos de concentración de las cuencas delimitadas. Con respecto a los Períodos de recurrencia, se han adoptado 10 y 25 años para diseño de cunetas y alcantarillas respectivamente, en tanto que se ha definido 100 años como recurrencia para la verificación de la función básica de la obra.

3.3.2. Delimitación y Definición De Cuencas

A partir de la traza analizada, se han delimitado las cuencas correspondientes a la traza. Resulta de interés destacar que las mismas presentan características diferenciadas según el sector.

De esta manera, para el sector comprendido entre las progresivas **00+000 a 14+000**, se aprecia un terreno eminentemente llano con pendientes suaves, con cobertura vegetal leve, en el que muchas veces el direccionamiento de los excedentes pluviales se ve fuertemente influenciado por la presencia obras lineales (caminos, división de propiedades, canales, etc.).

Entre las progresivas **14+000 y 27+610** se aprecian cuencas influenciadas principalmente por la conformación topográfica ondulada y montañosa del terreno, con cauces bien definidos y cobertura vegetal de importancia.

Por otro lado, la cuenca de aporte asociada al río Anisacate, cuyo punto de descarga asignado es la locación del puente previsto para su cruce resulta de interés singular en su caracterización. Para este caso, y dada la complejidad de la misma, se ha evaluado en forma singular caudal local en el sitio del puente y la interacción con el medio local.

Para el caso de los cursos de agua calificados como arroyos o ríos, se ha solicitado el caudal a la Administración Provincial de Recursos Hídrico.

En el Plano RP5-E1-AP-PL-006-CUE se muestran las cuencas delimitadas para la traza bajo análisis. En la Tabla 3.1 se han colocado las principales características geométricas de las cuencas delimitadas y analizadas.

		GEOMETRIA DE LA CUENCA					
N°	PK Referencia	Area [Ha]	Hi [m]	Hf [m]	H [m]	L [m]	pend (H/L)
1	00+000	424,0	590	560	30	2.700	0,011
2	00+941	154,0	575	555	20	1.400	0,014
3	01+653	45,0	565	560	5	950	0,005
4	03+440	24,9	545	540	5	700	0,007
5	04+525	36,8	539	536	3	860	0,003
6	04+848	20,8	535	532	3	650	0,005
7	06+386	90,2	524	521	3	1.450	0,002
8	07+372	44,1	526	523	3	1.080	0,003
9	08+949	123,3	515	505	10	1.850	0,005
10	10+600	47,9	495	480	15	1.700	0,009
11	10+743	207,3	515	485	30	3.980	0,008
12	11+492	68,4	477	458	19	1.150	0,017
13	13+010	14,5	484	470	14	720	0,019
14	14+078	11,7	515	498	17	920	0,018
15	14+946	292,6	600	500	100	2.800	0,036
16	15+617	201,9	600	510	90	3.030	0,030
17	16+849	31,9	575	520	55	670	0,082
18	17+304	25,4	575	520	55	690	0,080
19	17+652	35,6	575	520	55	1.090	0,050
20	18+123	LOS QUEBRACHOS					
21	19+211	8,7	600	550	50	330	0,152
22	19+380	41,1	610	550	60	710	0,085
23-27	19+800	ARROYO LA SERRANITA					
24	20+277	14,1	650	580	70	330	0,212
25	20+370	11,0	660	585	75	570	0,132
26-27	20+500	50,0	690	590	100	990	0,101
27	20+927	10,2	690	620	70	450	0,156
28	21+370	24,2	725	630	95	700	0,136
29	21+645	56,4	750	625	125	1.300	0,096
30	22+212	76,8	750	650	100	1.430	0,070
31	22+750	22,6	740	675	65	690	0,094
32	23+220	9,8	760	680	80	387	0,207
33	23+440	LOS NARANJOS					
34	23+800	75,7	790	670	120	1.770	0,068
35-45	23+920	ATALAYA					
36	24+430	425,6	875	705	170	3.440	0,049
37-48	24+760	181,3	880	710	170	3.030	0,056
38-48	24+885	170,8	880	725	155	2.880	0,054
39-48	25+100	165,7	880	735	145	2.730	0,053
40-48	25+230	156,0	880	745	135	2.580	0,052
41-48	25+550	126,4	880	755	125	2.280	0,055
42-48	25+760	107,9	880	765	115	2.100	0,055
43	26+080	10,4	830	780	50	485	0,103
44-48	26+400	86,7	880	790	90	1.750	0,051
45	26+500	2,6	8.350	800	7.550	270	27,963
46	26+755	6,7	845	810	35	350	0,100
47	26+850	10,1	870	815	55	550	0,100
48	26+985	10,3	880	820	60	550	0,109

Tabla 3.1. Resumen características de Cuencas Delimitadas.

Al respecto de las variables hidrológicas de las cuencas definidas, se observa que:

- Las cuencas asociadas comprendidas entre las progresivas 00+000 a 14+000 presentan cauces no concentrados, para los cuales se ha adoptado un factor K igual a 1,50.
- Para el sector comprendido entre progresivas 14+000 y 27+610 la mayoría de las cuencas principales presentan un cauce concentrado, y se ha establecido un factor K igual a 1,00.

Por otro lado, el coeficiente de escorrentía a adoptar para todas las secciones podría presentar algunas variaciones leves a lo largo de las cuencas en función de su composición, vegetación y tiempo de concentración. Es por esto que, en función de lo apreciado en las imágenes satelitales, se han adoptado coeficientes entre 0.25 y 0.50.

3.3.3. Aplicación del Método Racional Generalizado

A partir de todo lo anteriormente especificado, se ha aplicado el Método Racional Generalizado para las cuencas definidas y mostradas en el apartado anterior. En primer lugar, se han calculado los tiempos de concentración de las mismas, aplicando las formulaciones planteadas en el apartado correspondiente y las variables adoptadas para las cuencas delimitadas.

Los cálculos realizados y sus resultados se muestran en la Tabla 3.2.

Con los tiempos de concentración calculados, se han podido adoptar las duraciones de tormenta correspondientes y, consecuentemente, calcular las intensidades de tormenta para cada recurrencia considerada (10, 25 y 100 años).

Finalmente, aplicando la fórmula del Método Racional Generalizado, se han obtenido los caudales para estas recurrencias. Estos cálculos y sus resultados se han colocado en la Tabla 3.3.

		TIEMPO DE CONCENTRACION						
N°	**PK Referencia**	L [km]	k	L' [km]	c	m	n	**tc [min]**
1	00+000	2,7	1,5	4,05	55,86	1,06	0,30	88,4
2	00+941	1,4	1,5	2,10	55,12	1,12	0,30	51,5
3	01+653	1,0	1,5	1,43	54,76	1,14	0,30	50,6
4	03+440	0,7	1,5	1,05	54,52	1,15	0,30	35,6
5	04+525	0,9	1,5	1,29	54,67	1,14	0,30	52,6
6	04+848	0,7	1,5	0,98	54,47	1,15	0,30	38,0
7	06+386	1,5	1,5	2,18	55,16	1,12	0,30	94,5
8	07+372	1,1	1,5	1,62	54,87	1,14	0,30	68,2
9	08+949	1,9	1,5	2,78	55,42	1,10	0,30	85,0
10	10+600	1,7	1,5	2,55	55,32	1,10	0,30	69,0
11	10+743	4,0	1,5	5,97	56,32	1,02	0,30	125,5
12	11+492	1,2	1,5	1,73	54,93	1,13	0,30	42,1
13	13+010	0,7	1,5	1,08	54,54	1,15	0,30	27,0
14	14+078	0,9	1,0	0,92	54,73	1,14	0,30	21,3
15	14+946	2,8	1	2,80	55,90	1,05	0,30	41,6
16	15+617	3,0	1	3,03	56,00	1,05	0,30	46,3
17	16+849	0,7	1	0,67	54,49	1,15	0,30	10,3
18	17+304	0,7	1	0,69	54,51	1,15	0,30	10,7
19	17+652	1,1	1	1,09	54,88	1,13	0,30	18,2
20	18+123	LOS QUEBRACHOS						
21	19+211	0,3	1	0,33	54,10	1,16	0,30	4,6
22	19+380	0,7	1,0	0,71	54,53	1,15	0,30	10,8
23-27	19+800	LA SERRANITA						
24	20+277	0,3	1,0	0,33	54,10	1,16	0,30	4,2
25	20+370	0,6	1	0,57	54,38	1,16	0,30	7,8
26-27	20+500	1,0	1	0,99	54,79	1,14	0,30	13,6
27	20+927	0,5	1	0,45	54,25	1,16	0,30	6,0
28	21+370	0,7	1	0,70	54,52	1,15	0,30	9,2
29	21+645	1,3	1	1,30	55,04	1,12	0,30	17,4
30	22+212	1,4	1	1,43	55,14	1,12	0,30	20,7
31	22+750	0,7	1	0,69	54,51	1,15	0,30	10,2
32	23+220	0,4	1	0,39	54,17	1,16	0,30	4,8
33	23+440	LOS NARANJOS						
34	23+800	1,8	1	1,77	55,37	1,10	0,30	24,7
35-45	23+920	ATALAYA						
36	24+430	3,4	1	3,44	56,15	1,03	0,30	43,1
37-48	24+760	3,0	1	3,03	56,00	1,05	0,30	38,2
38-48	24+885	2,9	1	2,88	55,93	1,05	0,30	37,5
39-48	25+100	2,7	1	2,73	55,87	1,06	0,30	36,3
40-48	25+230	2,6	1	2,58	55,80	1,06	0,30	35,1
41-48	25+550	2,3	1	2,28	55,66	1,08	0,30	31,7
42-48	25+760	2,1	1	2,10	55,56	1,08	0,30	29,9
43	26+080	0,5	1	0,49	54,29	1,16	0,30	7,3
44-48	26+400	1,8	1	1,75	55,36	1,10	0,30	26,6
45	26+500	0,3	1	0,27	54,03	1,16	0,30	0,8
46	26+755	0,4	1	0,35	54,13	1,16	0,30	5,5
47	26+850	0,6	1	0,55	54,36	1,16	0,30	8,2
48	26+985	0,6	1	0,55	54,36	1,16	0,30	8,0

Tabla 3.2. Cálculos de Tiempo de Concentración

					CAUDAL TR 10 AÑOS			CAUDAL TR 25 AÑOS			CAUDAL TR 100 AÑOS		
N°	PK Referencia	C	α	β	TR [años]	I [mm/h]	Q [m3/s]	TR [años]	I [mm/h]	Q [m3/s]	TR [años]	I [mm/h]	Q [m3/s]
1	00+000	0,40	0,85	0,9	10	38,85	**14,00**	25	46,49	**16,75**	100	61,00	**21,99**
2	00+941	0,40	0,85	0,9	10	57,82	**7,57**	25	69,20	**9,06**	100	90,81	**11,89**
3	01+653	0,40	0,85	0,9	10	58,51	**2,24**	25	70,02	**2,68**	100	91,88	**3,51**
4	03+440	0,40	0,85	0,9	10	73,94	**1,56**	25	88,49	**1,87**	100	116,11	**2,46**
5	04+525	0,40	0,85	0,9	10	56,93	**1,78**	25	68,13	**2,13**	100	89,40	**2,80**
6	04+848	0,40	0,85	0,9	10	70,84	**1,25**	25	84,78	**1,50**	100	111,25	**1,97**
7	06+386	0,40	0,85	0,9	10	36,91	**2,83**	25	44,18	**3,39**	100	57,97	**4,44**
8	07+372	0,40	0,85	0,9	10	47,23	**1,77**	25	56,52	**2,12**	100	74,17	**2,78**
9	08+949	0,40	0,85	0,9	10	40,04	**4,20**	25	47,91	**5,02**	100	62,87	**6,59**
10	10+600	0,40	0,85	0,9	10	46,85	**1,91**	25	56,07	**2,28**	100	73,57	**3,00**
11	10+743	0,45	0,85	0,9	10	29,49	**5,85**	25	35,29	**7,00**	100	46,31	**9,18**
12	11+492	0,50	0,85	0,9	10	66,32	**4,82**	25	79,36	**5,77**	100	104,14	**7,57**
13	13+010	0,40	0,85	0,9	10	87,42	**1,08**	25	104,61	**1,29**	100	137,28	**1,69**
14	14+078	0,40	0,85	0,9	10	99,75	**0,99**	25	119,38	**1,18**	100	156,65	**1,55**
15	14+946	0,30	0,85	0,9	10	66,86	**12,47**	25	80,02	**14,93**	100	105,00	**19,59**
16	15+617	0,25	0,85	0,9	10	62,22	**6,67**	25	74,46	**7,99**	100	97,70	**10,48**
17	16+849	0,25	0,85	0,9	10	137,83	**2,34**	25	164,94	**2,80**	100	216,44	**3,67**
18	17+304	0,25	0,85	0,9	10	136,08	**1,84**	25	162,85	**2,20**	100	213,69	**2,88**
19	17+652	0,25	0,85	0,9	10	108,05	**2,04**	25	129,31	**2,45**	100	169,68	**3,21**
20	18+123	Los Quebrachos											
21	19+211	0,25	0,85	0,9	10	173,45	**0,80**	25	207,57	**0,96**	100	272,37	**1,26**
22	19+380	0,25	0,85	0,9	10	135,70	**2,96**	25	162,39	**3,55**	100	213,09	**4,65**
23-27	19+800	La Serranita											
24	20+277	0,25	0,85	0,9	10	177,05	**1,33**	25	211,88	**1,59**	100	278,03	**2,08**
25	20+370	0,25	0,85	0,9	10	151,62	**0,89**	25	181,44	**1,06**	100	238,09	**1,39**
26-27	20+500	0,25	0,85	0,9	10	123,50	**3,28**	25	147,80	**3,93**	100	193,94	**5,15**
27	20+927	0,25	0,85	0,9	10	163,04	**0,88**	25	195,12	**1,06**	100	256,04	**1,39**
28	21+370	0,25	0,85	0,9	10	143,44	**1,84**	25	171,66	**2,21**	100	225,26	**2,90**
29	21+645	0,25	0,85	0,9	10	110,51	**3,31**	25	132,25	**3,96**	100	173,54	**5,20**
30	22+212	0,25	0,85	0,9	10	101,29	**4,13**	25	121,22	**4,95**	100	159,06	**6,49**
31	22+750	0,25	0,85	0,9	10	138,62	**1,66**	25	165,89	**1,99**	100	217,68	**2,61**
32	23+220	0,25	0,85	0,9	10	171,72	**0,89**	25	205,50	**1,07**	100	269,66	**1,40**
33	23+440	Los Naranjos				45			67			104	
34	23+800	0,25	0,85	0,9	10	92,00	**3,70**	25	110,10	**4,43**	100	144,48	**5,81**
35-45	23+920	Atalaya				17			25			40	
36	24+430	0,25	0,85	0,9	10	65,27	**14,76**	25	78,11	**17,66**	100	102,50	**23,17**
37-48	24+760	0,25	0,85	0,9	10	70,61	**6,80**	25	84,50	**8,14**	100	110,88	**10,68**
38-48	24+885	0,25	0,85	0,9	10	71,57	**6,50**	25	85,65	**7,77**	100	112,39	**10,20**
39-48	25+100	0,25	0,85	0,9	10	73,04	**6,43**	25	87,40	**7,70**	100	114,69	**10,10**
40-48	25+230	0,25	0,85	0,9	10	74,62	**6,19**	25	89,30	**7,40**	100	117,18	**9,71**
41-48	25+550	0,25	0,85	0,9	10	79,41	**5,33**	25	95,04	**6,38**	100	124,71	**8,38**
42-48	25+760	0,25	0,85	0,9	10	82,30	**4,72**	25	98,49	**5,65**	100	129,24	**7,41**
43	26+080	0,25	0,85	0,9	10	154,77	**0,86**	25	185,22	**1,02**	100	243,05	**1,34**
44-48	26+400	0,25	0,85	0,9	10	88,21	**4,06**	25	105,57	**4,86**	100	138,52	**6,38**
45	26+500	0,25	0,85	0,9	10	210,61	**0,29**	25	252,04	**0,35**	100	330,73	**0,46**
46	26+755	0,25	0,85	0,9	10	166,66	**0,59**	25	199,45	**0,71**	100	261,72	**0,93**
47	26+850	0,25	0,85	0,9	10	149,22	**0,80**	25	178,58	**0,96**	100	234,33	**1,26**
48	26+985	0,25	0,85	0,9	10	150,45	**0,82**	25	180,05	**0,99**	100	236,26	**1,29**

Tabla 3.3. Caudales Obtenidos por aplicación del MRG

Tal como se ha mencionado anteriormente, la traza presenta una serie de cruce o afectaciones con cursos de agua de importancia, clasificados como arroyos o ríos por la Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHI). Estos cursos son los indicados en la Tabla 3.4.

CURSOS DE AGUA DE INTERES			
NOMBRE	**Pk Referencia**	**COORDENADAS**	
Rio Anisacate	11+850	31°43'54.56'' S	64°23'23.07'' O
Arroyo Los Quebrachos	18+100	31°45'17.54'' S	64°26'58.8'' O
Arroyo La Serranita	19+600	31°44'27.27''S	64°27'32.74''O
Arroyo La Serranita	20+000	31°44'31.83''S	64°27'47.75''O
Arroyo Los Naranjos	23+450	31°46'6.18'' S	64°28'36.05'' O
Arroyo Atalaya	23+925	31°46'19.50'' S	64°28'45.05'' O

Tabla 3.4. Ubicación de Cruces con ríos y/o arroyos.

Para estos cruces de agua de mayor jerarquía dentro de la traza, se ha realizado una consulta de los caudales a la APRHI, solicitando los caudales para las distintas recurrencias consideradas. Al momento de realización del presente informe, se dispone de los caudales que se muestran en la Tabla 3.5.

CURSOS DE AGUA DE INTERES				CAUDALES (m3/SEG)			
NOMBRE	**Pk Referencia**	**COORDENADAS**		**10 AÑOS**	**25 AÑOS**	**50 AÑOS**	**100 AÑOS**
Rio Anisacate	11+850	31°43'54.56'' S	64°23'23.07'' O		1200	1421	1650
Arroyo Los Quebrachos	18+100	31°45'17.54'' S	64°26'58.8'' O	-	-	-	-
Arroyo La Serranita	19+600	31°44'27.27''S	64°27'32.74''O	-	-	-	-
Arroyo La Serranita	20+000	31°44'31.83''S	64°27'47.75''O	-	-	-	-
Arroyo Los Naranjos	23+450	31°46'6.18'' S	64°28'36.05'' O	45	67	85	104
Arroyo Atalaya	23+925	31°46'19.50'' S	64°28'45.05'' O	17	25	32	40

Tabla 3.5. Caudales para Cruces de Agua de mayor jerarquía.

4. OBRA BASICA

En este apartado de la memoria de ingeniería se describen los lineamientos principales de diseño de los diferentes componentes de la obra básica, incluyendo la calzada principal de la Ruta Provincial N°5 y las diferentes intersecciones e intercambiadores planteados.

4.1. COMPOSICION TOPOGRÁFICA

Como primera instancia para la definición geométrica de la obra básica, resulta necesario poseer un modelo digital que represente la altimetría de base del terreno natural y la ubicación planialtimétrica de todos los hechos existentes que puedan condicionar a la misma. Es por esto que se ha realizado un relevamiento topográfico de detalle a lo largo de la traza, empleando dos metodologías diferentes: por un lado, para la mayoría de la traza, relevamiento topográfico convencional con equipo RTK doble frecuencia, marca Topcon; por el otro, para el tramo comprendido entre las progresivas 21+500 y 27+500, se ha realizado un vuelo de drone aerofotogramétrico.

Para ambos casos, se ha adoptado una poligonal de base definida a partir de una serie de puntos fijos, la cual se ha verificados y referenciado a tres puntos fijos de la Red Nacional del IGN: Base Observatorio, Universidad Nacional de Córdoba y Base Río IV. En la Tabla 4.1 se ha colocado las coordenadas y cotas de estos puntos fijos.

COORDENADAS DE PUNTOS FIJOS			
PF N°	**Coordenada X**	**Coordenada Y**	**Elevación**
1	4367880.45	6499380.961	556.278
2	4369220.047	6497110.161	542.124
3	4368725.311	6493711.297	520.389
4	4368866.742	6490735.137	478.404
Xanaes	4368951.244	6488676.942	454.162
5	4364766.56	6486977.424	527.154
6	4361402.203	6486644.981	684.543
7	4360707.161	6485430.402	669.951
9	4358210.949	6483455.095	776.255
10	4357091.117	6482174.06	808.234

Tabla 4.1 Coordenadas y cotas de Puntos Fijos.

Cabe destacar que existe un sector (de progresiva 14+000 a 21+500) en el que no se ha realizado ningún relevamiento topográfico de detalle al momento de redacción del presente informe. En dichos sectores se ha empleado un modelo digital de terreno aproximado, brindado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), y se han identificado los hechos existentes a través de imágenes satelitales.

4.2. DISEÑO GEOMETRICO

Tal como se ha mencionado en el Capítulo 1, para el diseño geométrico de los componentes viales se han adoptado las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras de la Dirección

Nacional de Vialidad (Versión 1980). Estas recomendaciones de diseño geométrico fijan valores de referencia (máximos y mínimos) para las variables asociadas a la geometría de un camino rural, los cuales deben ser respetados a lo largo de toda la traza.

4.2.1. Velocidades Directrices

Uno de los elementos principales a determinar para poder definir los valores límites de los distintos parámetros de la geometría de un camino, es la velocidad directriz. Se define como Velocidad Directriz a la máxima velocidad segura a la que puede transitar un conductor de habilidad media, con un vehículo en buenas condiciones mecánicas, sobre un camino bajo condiciones de bajo volumen de tránsito, buen tiempo y buena visibilidad.

La Normas de Diseño Geométrico utilizadas, recomiendan ciertos valores de Velocidad Directriz en función de dos variables principales: categoría del camino, definida a partir del tránsito medio diario anual; y topografía, categorizada entre terreno llano, ondulado o montañoso.

En la totalidad de la traza se han adoptado dos velocidades directrices diferentes: para el Sector 1, comprendido entre progresivas 0+000 y 19+100, se ha adoptado ***100 km/h***; por otro lado, para el Sector 2, se ha adoptado ***60 km/h*.**

4.2.2. Diseño Planialtimétrico

Una vez fijado el valor de las velocidades directrices adoptadas, se han calculado los valores límites para los diferentes parámetros del diseño geométrico de las calzadas. En la Tabla 4.2 se han colocado los valores límites determinados y empleados para la definición geométrica de la calzada.

Parámetro	Un	Valores límites adoptados	
Velocidad Directriz	Km/h	60	100
Distancia Visual de Detención	m	85	160
Peralte Máximo	%	8,00	8,00
Radio Mínimo Absoluto	m	135	350
Pendiente Máxima Absoluta	%	7,00	6,00
K mínimo (cóncava)	m	18	45
K mínimo (convexa)	m	11	65

Tabla 4.2. Valores límites para parámetros de diseño geométrico.

A partir de estos valores límites, se ha determinado la configuración tridimensional del eje del camino, definiendo sus características planimétricas y altimétricas. Es importante aclarar que este diseño de la forma del eje se ha complementado en todo momento con el diseño de la posición del mismo, es decir, de su ubicación en el espacio relativa al terreno natural y a los diferentes hechos existentes que condicionan al mismo (división parcelaria, interferencias,

etc.). En el plano RP5-EIA-AP-PL-002-PLG se puede apreciar la configuración planimétrica resultante.

4.2.3. Perfil Geométrico Tipo

La obra planteada presenta dos perfiles geométricos típicos bien diferenciados: entre progresivas 0+000 y 19+100, la solución adoptada es un camino de dos trochas indivisas, con un carril por sentido de circulación; entre progresivas 19+100 y 26+700, se plantea como un camino multicarril, con dos carriles por sentido de circulación y un cantero central de ancho reducido, con separador físico conformado por una defensa tipo New Jersey.

En función de las recomendaciones de la Tabla N°1 de las citadas Normas de Diseño Geométrico adoptadas, se han definido las dimensiones de los componentes del perfil geométrico tipo. De esta manera, se ha adoptado un ancho de carril de 3,65 metros y banquinas externas de 3,00 metros. En el tramo de duplicación de calzada, se ha adoptado un ancho mínimo de cantero central de 1,60 metros (0,60 metros para la defensa tipo New Jersey y 0,50 metros para las banquinas internas) y un ancho de carril de 3,50 metros. Por otro lado, para los taludes de terraplén se han adoptado pendientes de 4H:1V para alturas menores a 3 metros, y 2H:1V para alturas mayores a 3 metros.

Para la definición de contrataludes, se han identificado sectores con características diferentes: para el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 16+000, se han considerado excavaciones en suelo; por otro lado, para el tramo entre progresivas 16+000 y 27+750, se han considerado excavaciones en roca. Es por esto que, para el primer tramo se han adoptado contrataludes continuos con pendientes 1H:1V, y para el segundo contrataludes con bermas de 4 metros de ancho y alturas máximas entre bermas de 8 metros. En el tramo comprendido entre las progresivas 19+100 y 27+750, se han detectado contrataludes existentes con pendientes más empinadas que las adoptadas en el perfil tipo. En dichos sectores se han adoptado un contrataludes con pendientes 1H:2V.

En la Figura 4.1 se muestran los esquemas de perfiles tipo geométrico descriptos.

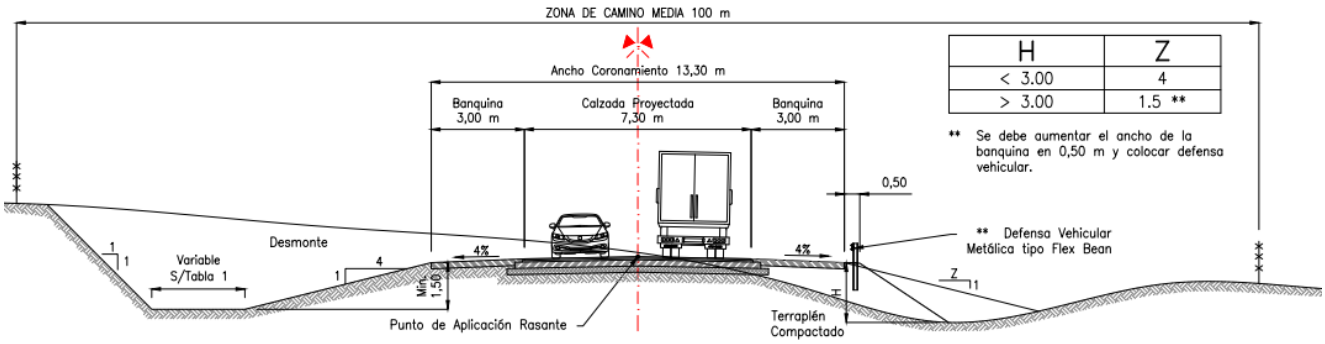

Figura 4.1.a. Perfil geométrico tipo (pk 0+000 a 16+000)

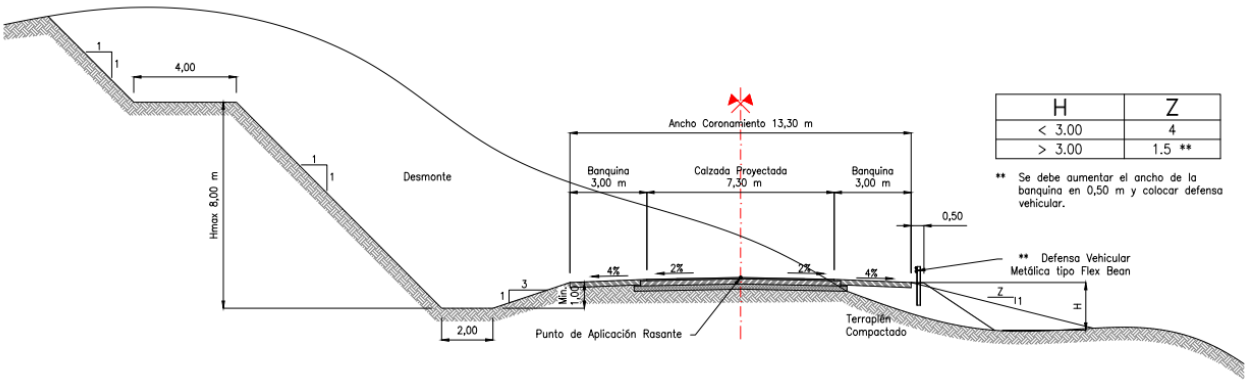

Figura 4.1.b. Perfil geométrico tipo (pk 16+000 a 19+100)

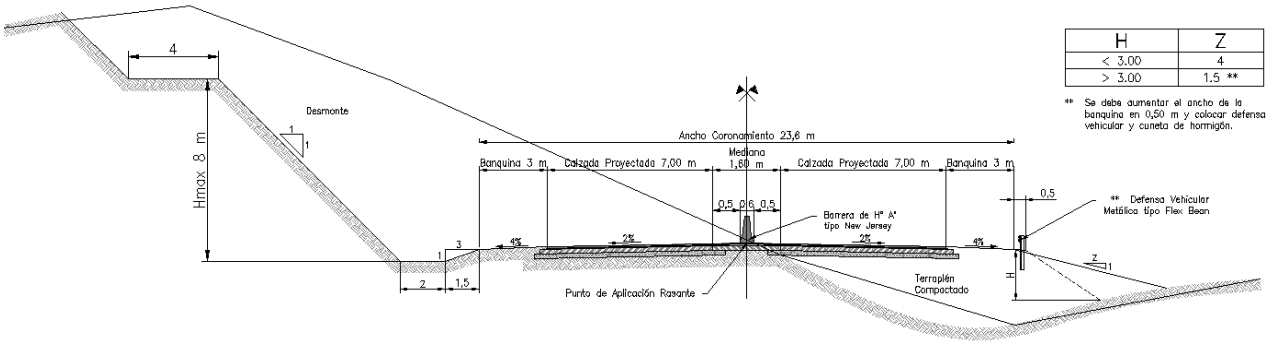

Figura 4.1.c. Perfil geométrico tipo (pk 19+100 a 26+700)

4.3. DISEÑO VIAL ESTRUCTURAL

Dentro de este apartado se presenta el diseño estructural previsto para el proyecto según los siguientes sectores de referencia.

Para el sector comprendido entre progresiva 00+000 a 19+100, se ha desarrollado el cálculo estimado del tránsito futuro derivado de la actual RP 5, deducido de antecedentes de componentes de tránsito provistos por la Dirección Provincial de Vialidad de Córdoba. A partir del mismo, se ha previsto el incremento de dicho tránsito a lo largo de la vida útil de la estructura proyectada para, finalmente diseñar y verificar el perfil estructural del camino.

A partir de la traza desarrollada se han identificado los sectores en los que se planteará un perfil tipo de llanura, y los sectores en los que se planteará un perfil tipo de montaña. En la Tabla 4.3, se ha colocado un listado con estos perfiles, junto con las progresivas de referencia.

Progresiva Inicial	Progresiva Final	Tipos de Perfil Estructural
0+000	15+250	Variante en Llanura
15+250	19+100	Variante en Montaña
19+100	27+610	Duplicación en Montaña

Tabla 4.3. Localización de los perfiles estructurales.

4.3.1. Antecedentes de Aplicación.

Para poder realizar la estimación del tránsito que circularía por el camino proyectado, y estimar la cantidad de ejes equivalentes que debería soportar el perfil estructural durante su vida útil prevista, se han empleado los siguientes datos antecedentes:

- TMDA del año 2018 de los tramos de la Ruta Provincial N°5.
- TMDA del año 2019 de los tramos de la Ruta Provincial N°5.
- Datos del tránsito y su composición relevados en el kilómetro 62 de la actual Ruta Provincial N°5, en el año 2017.
- Datos del tránsito y su composición relevados en el kilómetro 86 de la actual Ruta Provincial N°5, en el año 2017.

Dicha información ha sido la base para determinar el tránsito sobre la futura Ruta Provincial N°5, pudiendo estimar el TMDA de cálculo para el proyecto, a través de distintos cálculos de derivación, composición e incremento del tránsito. Las Tablas 4.4 presentan los principales datos mencionados.

TMDA AÑO 2018							
DEPERTAMENTO PLANIFICACIÓN ELVALUACIÓN Y CONTROL DE GESTIÓN							
CODIGO	TRAMO	TIPO CALZADA	LONG. DEL TRAMO	TMDA 2018			TMDA 2018
		I =	1,03	LIVIANOS %	MEDIANOS %	PESADOS %	TOTALES
R00501	Fin de Distribuidor de Av. Circunvalación (Int A-019) - Alta Gracia (Int. Desvío Transito Pesado)	P	27,06				
R00503	Alta Gracia (Int. Desvío Transito Pesado) - Fin de Zona Urbana Alta Gracia	P	1,91				
R00505	Alta Gracia (Fin de Zona Urbana) - Puente S/ Río Anizacate	P	6,45				
R00507	Puente S/ Río Anizacate - Int. E56	P	0,25				
R00510	Int. E56 - La Serranita	P	7,53	86%	7%	7%	5.790
R00513	La Serranita - Int. S495 (Villa Ciudad de América)	P	8,83	90%	5%	5%	5.358
R00515	Int S495 (V. Ciudad de America-Int E-83) - Int. S430(Villa Ciudad Parque Los Reartes)	P	16,69	90%	4%	6%	6.684
R00517	Int. S430(Villa Ciudad Parque Los Reartes) - Villa General Belgrano	P	8,13	93%	4%	5%	6.007
R00520	Villa General Belgrano (Int. Acc. Pcpal) - Int. E82 (Sur) Santa Rosa de Calamuchita.	P	11,21	89%	5%	6%	9.766
R00523	Int. E82 (Sur) Santa Rosa de Calamuchita - Int. R.P.N°23	P	9,91	88%	7%	6%	5.579
R00525	Int. R.P.N°23 - Int. E62 (Este) Villa del Dique	P	5,57	88%	7%	6%	5.579
R00526	Int. E62 (Este) Villa del Dique - Int. E61 (Bifurcación Norte).	P	8,59	88%	7%	6%	5.579
R00528	Int. E61 (Bifurcación Norte) - Embalse de Río Tercero (Fin Zona Urbana).	P	2,20	90%	6%	4%	1.920
R00529	Embalse de Río Tercero (Fin Zona Urbana) - Int. E 63.	P	3,64	90%	6%	4%	1.920
R00530	Int E-63 - Int. R.N.N° 36 (Prog. 687,621 Km)	P	15,97	90%	6%	4%	1.920
R00530b	Bifurcación	P	0,28	90%	6%	4%	1.920
			134,22	Km			
		Pav.	134,22	Km	Tierra	0,00	Km

Tabla 4.4.a. TMDA en Ruta Provincial 5, año 2018.

TMDA AÑO 2019							
DEPERTAMENTO PLANIFICACIÓN ELVALUACIÓN Y CONTROL DE GESTIÓN							
CODIGO	TRAMO	TIPO CALZADA	LONG. DEL TRAMO	TMDA 2019			TMDA 2019
		i =	1,03	LIVIANOS %	MEDIANOS %	PESADOS %	TOTALES
R00501	Fin de Distribuidor de Av. Circunvalación (Int A-019) - Alta Gracia (Int. Desvío Transito Pesado)	P	27,06				
R00503	Alta Gracia (Int. Desvío Transito Pesado) - Fin de Zona Urbana Alta Gracia	P	1,91				
R00505	Alta Gracia (Fin de Zona Urbana) - Puente S/ Río Anizacate	P	6,45				
R00507	Puente S/ Río Anizacate - Int. E56	P	0,25				
R00510	Int. E56 - La Serranita	P	7,53	86%	7%	7%	5.964
R00513	La Serranita - Int. S495 (Villa Ciudad de América)	P	8,83	90%	5%	5%	5.519
R00515	Int S495 (V. Ciudad de America-Int E-83) - Int. S430(Villa Ciudad Parque Los Reartes)	P	16,69	90%	4%	6%	6.885
R00517	Int. S430(Villa Ciudad Parque Los Reartes) - Villa General Belgrano	P	8,13	93%	4%	5%	6.187
R00520	Villa General Belgrano (Int. Acc. Pcpal) - Int. E82 (Sur) Santa Rosa de Calamuchita.	P	11,21	89%	5%	6%	10.059
R00523	Int. E82 (Sur) Santa Rosa de Calamuchita - Int. R.P.N°23	P	9,91	88%	7%	6%	5.747
R00525	Int. R.P.N°23 - Int. E62 (Este) Villa del Dique	P	5,57	88%	7%	6%	5.747
R00526	Int. E62 (Este) Villa del Dique - Int. E61 (Bifurcación Norte).	P	8,59	88%	7%	6%	5.747
R00528	Int. E61 (Bifurcación Norte) - Embalse de Río Tercero (Fin Zona Urbana).	P	2,20	90%	6%	4%	1.978
R00529	Embalse de Río Tercero (Fin Zona Urbana) - Int. E 63.	P	3,64	90%	6%	4%	1.978
R00530	Int E-63 - Int. R.N.N° 36 (Prog. 687,621 Km)	P	15,97	90%	6%	4%	1.978
R00530b	Bifurcación	P	0,28	90%	6%	4%	1.978
			134,22	Km			
		Pav.	134,22	Km	Tierra	0,00	Km

Tabla 4.4.b.TMDA en Ruta Provincial 5, año 2019.

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE VIALIDAD (CÓRDOBA)

Station Name :	VILLA LA MERCED	City :	Villa La Merced
Site ID :	R.P.N° 5	Province :	Córdoba
	R.P.N° 5 - Km 62	Start Date/ Time	Miércoles 22 de Febrero de 2017
Descripción :	Tramo: Dique Los Molinos - R.P.S 210	End Date/ Time	Martes 28 de Febrero de 2017

VILLA LA MERCED

	1	2	3	4	5	6	7					
	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	TOTAL	%	Wkday	Wkend	TMD	TMD verific.
	22	23	24	25	26	27	28						
CLASE 1	24	25	41	80	122	128	56	476	1,0	55	101	78	68
CLASE 2	3181	3126	4256	7051	6961	7043	6168	37786	82,7	4755	7006	5880	5398
CLASE 3	461	461	600	737	693	708	650	4310	9,4	576	715	646	616
CLASE 4	23	26	14	20	27	16	32	158	0,3	22	24	23	23
CLASE 5	156	181	184	140	128	161	153	1103	2,4	167	134	151	158
CLASE 6	15	8	20	22	17	18	10	110	0,2	14	20	17	16
CLASE 7	7	11	11	10	12	23	20	94	0,2	14	11	13	13
CLASE 8	121	114	154	240	270	270	233	1402	3,1	178	255	217	200
CLASE 9	34	26	29	27	13	28	19	176	0,4	27	20	24	25
CLASE 10	9	5	2	14	6	8	8	52	0,1	6	10	8	7
CLASE 11	0	3	0	1	1	2	1	8	0,0	1	1	1	1
CLASE 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
CLASE 13	0	0	0	4	2	2	1	9	0,0	1	3	2	1
CLASE 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
CLASE 15	1	1	1	4	4	3	5	19	0,0	2	4	3	3
TOTAL	4032	3987	5312	8350	8256	8410	7356	45703	100	5819	8303	7061	6529

Tabla 4.4.c.Composición de tránsito en Ruta Provincial 5, km 62.

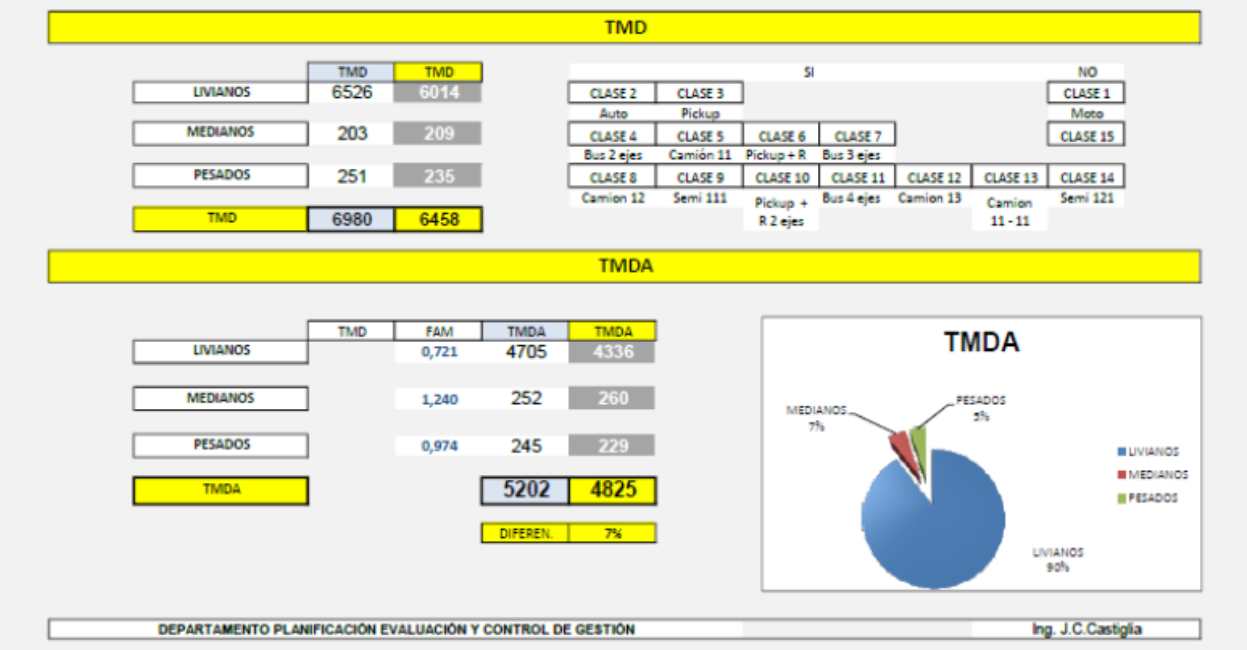

Tabla 4.4.d. Composición de tránsito en Ruta Provincial 5. Km 62.

Station Name :	VILLA GENERAL BELGRANO	City :	Villa General Belgrano
Site ID :	R.P.N° 5	Province :	Córdoba
	R.P.N° 5 - Km 86	Start Date/ Time	Miércoles 22 de Febrero de 2017
Descripción :	Tramo: V, Gral. Belgrano - Calamuchita	End Date/ Time	Martes 28 de Febrero de 2017

VILLA GENERAL BELGRANO

	1	2	3	4	5	6	7						
	MIÉRCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SÁBADO 25	DOMINGO 26	LUNES 27	MARTES 28	TOTAL	%	Wkday	Wkend	TMD	TMD verific.
CLASE 1	151	162	202	184	301	288	218	1506	1,7	204	243	223	215
CLASE 2	7604	7940	8894	11363	12165	12503	9700	70169	81,5	9328	11764	10546	10024
CLASE 3	1014	894	1061	1428	1032	1170	1148	7747	9,0	1057	1230	1144	1107
CLASE 4	61	73	67	71	68	66	78	484	0,6	69	70	69	69
CLASE 5	304	320	319	243	178	227	296	1887	2,2	293	211	252	270
CLASE 6	44	24	33	60	60	66	42	329	0,4	42	60	51	47
CLASE 7	19	21	18	36	36	35	18	183	0,2	22	36	29	26
CLASE 8	314	316	403	554	582	573	356	3098	3,6	392	568	480	443
CLASE 9	44	50	47	43	49	55	41	329	0,4	47	46	47	47
CLASE 10	24	19	30	43	46	57	19	238	0,3	30	45	37	34
CLASE 11	1	0	0	0	1	1	0	3	0,0	0	1	0	0
CLASE 12	0	0	0	0	0	0	1	1	0,0	0	0	0	0
CLASE 13	3	2	11	11	7	12	2	48	0,1	6	9	8	7
CLASE 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
CLASE 15	4	2	6	22	28	22	13	97	0,1	9	25	17	14
TOTAL	9587	9823	11091	14058	14553	15075	11932	86119	100	11502	14306	12904	12303

Tabla 4.4.e. Composición de tránsito en Ruta Provincial 5, km 86.

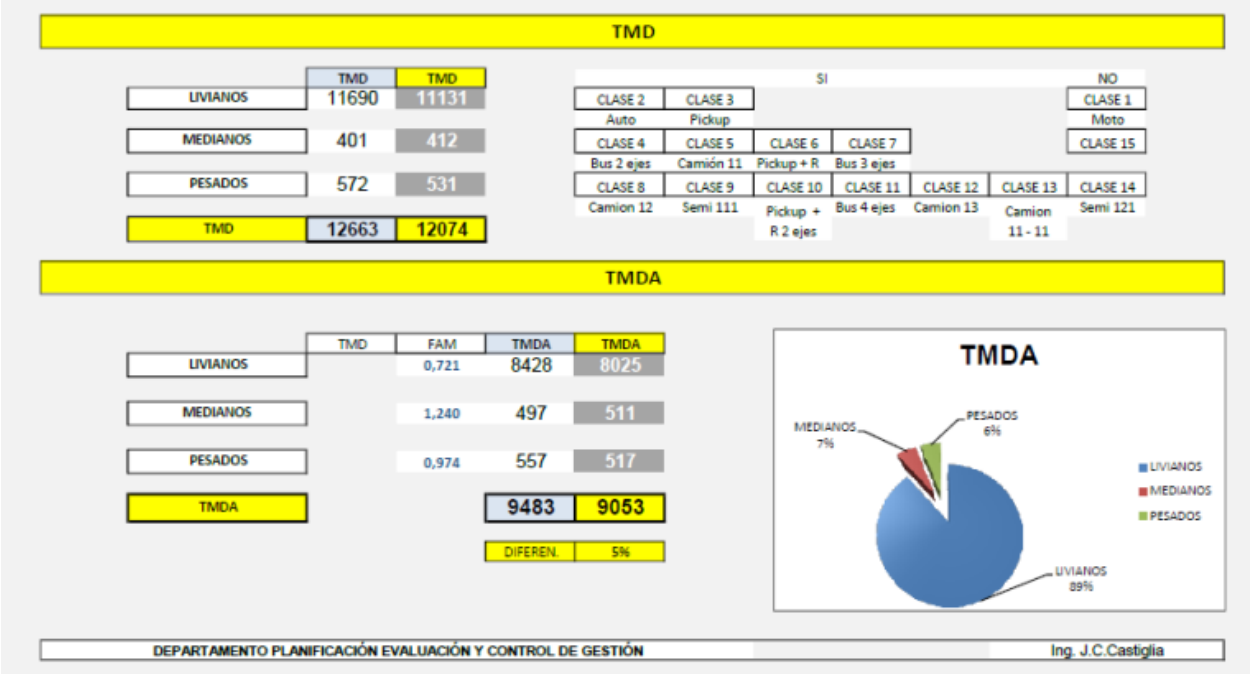

Tabla 4.4.f. Composición de tránsito en Ruta Provincial 5, km 86.

4.3.2. Tránsito de Diseño

Para poder obtener el tránsito de diseño para el camino proyectado en el sector de la variante (pk 00+000 a 19+200), se ha empleado la composición por clase de vehículo obtenida de las Tablas 4.4, mostradas anteriormente. Las mismas dividen el tránsito en 15 categorías, que a la vez conforman tres grupos de vehículos, según sean considerados livianos, medianos o pesados. Esta información se resume a continuación en la Tabla 4.5.

CLASE		TIPO	TRAMO			
			Dique - RPS210		VGB-Calamuchita	
-	1	Moto	1,0		1,7	
Livianos	2	Auto	82,8	93,3	81,4	92,2
	3	Pickup	9,5		9,0	
Medianos	4	Bus 2 Ejes	0,3	3,1	0,6	3,4
	5	Camion 1-1	2,4		2,2	
	6	Pickup + Rem	0,2		0,4	
	7	Bus 3 Ejes	0,2		0,2	
Pesados	8	Camion 1-2	3,1	3,6	3,6	4,4
	9	Semi 1-1-1	0,4		0,4	
	10	Pickup + R 2 Ejes	0,1		0,3	
	11	Bus 4 Ejes	0,0		0,0	
	12	Camion 1-3	0,0		0,0	
	13	Camion 1-1-1-1	0,0		0,1	
	14	Semi 1-2-1	0,0		0,0	
-	15	Moto Mediano	0,0		0,1	

Tabla 4.5. Composición de tránsito relevado de la Ruta Provincial N°5.

Los datos obtenidos, si bien corresponden a la ruta en estudio, no pertenecen a los tramos correspondientes con la ubicación de la alternativa de la Ruta Provincial N°5. Entonces, se extrapolan las proporciones relevadas a los tramos adecuados manteniendo concordancia a la vez con las Tablas de antecedentes, tal como se observa en la Tabla 4.6. Para el cálculo del TMDA de diseño, se utilizará un promedio de dichos valores.

CLASE		TIPO	TRAMO			
			Int E56 - La Serranita		La Serranita - Int S495	
-	1	Moto	1,3		1,3	
Livianos	2	Auto	76,2	86	79,7	90
	3	Pickup	8,6		9,0	
Medianos	4	Bus 2 Ejes	1,0	7	0,7	5
	5	Camion 1-1	5,0		3,5	
	6	Pickup + Rem	0,6		0,5	
	7	Bus 3 Ejes	0,4		0,3	
Pesados	8	Camion 1-2	5,9	7	4,2	5
	9	Semi 1-1-1	0,7		0,5	
	10	Pickup + R 2 Ejes	0,4		0,3	
	11	Bus 4 Ejes	0,0		0,0	
	12	Camion 1-3	0,0		0,0	
	13	Camion 1-1-1-1	0,1		0,1	
	14	Semi 1-2-1	0,0		0,0	
-	15	Moto Mediano	0,1		0,1	

Tabla 4.6. Composición de tránsito de la Ruta Provincial N°5.

Sobre esta composición se ha establecido una tasa de crecimiento anual del 3%, coincidente con el aumento observado en el tramo analizado entre los años 2018 y 2019. Los valores estimados del TMDA total se presentan en la Tabla 4.7.

AÑO Calendario	AÑO N°	% Incremento	TMDA TOTAL
2018	-	0,03	5790
2019	-	0,03	5964
2020	0	0,03	6143
2021	1	0,03	6327
2022	2	0,03	6517
2023	3	0,03	6713
2024	4	0,03	6914
2025	5	0,03	7121
2026	6	0,03	7335
2027	7	0,03	7555
2028	8	0,03	7782
2029	9	0,03	8015
2030	10	0,03	8256
2031	11	0,03	8503
2032	12	0,03	8758

Tabla 4.7. Proyección del TMDA de la Ruta Provincial N°5.

Por otro lado, debido a la gran cantidad de movimiento urbano que se desarrolla en la zona en estudio, se estima que el 50% del tránsito existente sobre la Ruta Provincial N°5 actual será derivado por la traza proyectada. En la Tabla 4.8 se exponen los valores de la composición del TMDA derivado por clase de vehículo.

Finalmente, se obtienen los ejes equivalentes de diseño, según la norma de diseño AASHTO'93. Los factores de efecto destructivo equivalente empleados son consistentes con los utilizados en proyectos recientes por parte de la Dirección Nacional de Vialidad. La estimación del total de ejes equivalentes se presenta en la Tabla 4.9.

Como resultado de la proyección efectuada se concluye:

- En el sector comprendido entre las progresivas 00+000 y 19+200, correspondiente a la variante proyectada, se ha estimado una demanda de 2,6 millones de ejes equivalentes por sentido de circulación, teniendo en cuenta un período de diseño de 12 años.
- En el sector comprendido entre las progresivas 19+200 a 27+610, en el cual no se produce derivación de tránsito, implica una demanda de 5,1 millones de ejes equivalentes para igual período.

4.3.3. Método de Diseño Estructural

El método de diseño aplicado es el AASHTO '93, de uso frecuente en el diseño estructural vial, tanto por la vialidad provincial como por la vialidad nacional.

- **Concepto General de Diseño**

El método de diseño procura la identificación de la característica estructural de la vía propuesta a través de la identificación del número de ejes equivalentes que la misma puede soportar. Para ello emplea como referencia la ecuación indicada.

$$\log_{10} Wt18 = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Variables independientes:

- ZR: Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.
- So: Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.
- ΔPSI: Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la "planitud" (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción y su planitud al final del periodo de diseño.
- MR: Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y sub-bases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).
- SN: Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones de diseño definidas anteriormente.

AÑO		TMDA PROYECTO															
Calendario	Nro	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Clase 8	Clase 9	Clase 10	Clase 11	Clase 12	Clase 13	Clase 14	Clase 15	TOTAL
		Motos	Autos	Pickup	Bus	Cam 1-1	PickupR	Bus 3E	Cam 1-2	Semi 111	Pickup R2	Bus 4E	Cam 1-3	Cam 1111	Semi 121	Motos	
2018	0	37	2,256	254	24	123	16	11	145	17	9	0	0	2	0	2	2,896
2019	0	38	2,324	262	25	127	17	11	150	18	9	0	0	2	0	2	2,985
2020	0	39	2,394	270	26	130	17	11	154	18	9	0	0	2	0	2	3,072
2021	1	41	2,466	278	26	134	18	12	159	19	9	0	0	2	0	2	3,165
2022	2	42	2,540	286	27	138	18	12	164	20	9	0	0	2	0	2	3,260
2023	3	43	2,616	295	28	142	19	12	169	20	10	0	0	2	0	2	3,357
2024	4	44	2,694	304	28	146	19	13	174	21	10	0	0	2	0	2	3,458
2025	5	46	2,775	313	29	151	20	13	179	21	10	0	0	2	0	2	3,562
2026	6	47	2,858	322	30	155	20	13	184	22	11	0	0	2	0	2	3,669
2027	7	48	2,944	332	31	160	21	14	190	23	11	0	0	2	0	2	3,779
2028	8	50	3,032	342	32	165	22	14	196	23	11	0	0	2	0	2	3,892
2029	9	51	3,123	352	33	170	22	15	201	24	12	0	0	3	0	3	4,009
2030	10	53	3,217	363	34	175	23	15	207	25	12	0	0	3	0	3	4,129
2031	11	55	3,314	374	35	180	24	16	214	26	12	0	0	3	0	3	4,253
2032	12	56	3,413	385	36	185	24	16	220	26	13	0	0	3	0	3	4,381

Tabla 4.8. Proyección del TMDA derivado de la Ruta Provincial N°5 alternativa.

AÑO		TMDA PROYECTO															
Calendario	Nro	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Clase 8	Clase 9	Clase 10	Clase 11	Clase 12	Clase 13	Clase 14	Clase 15	TOTAL
		Motos	Autos	Pickup	Bus	Cam 1-1	PickupR	Bus 3E	Cam 1-2	Semi 111	Pickup R2	Bus 4E	Cam 1-3	Cam 1111	Semi 121	Motos	
2018	0	0	182	104	2,516	66,743	3	1,007	71,565	17,954	912	0	0	3,310	0	0	164,296
2019	0	0	187	107	2,621	68,914	3	1,007	74,033	19,010	912	0	0	3,310	0	0	170,104
2020	0	0	193	111	2,726	70,541	3	1,007	76,007	19,010	912	0	0	3,310	0	0	173,820
2021	1	0	199	114	2,726	72,712	3	1,062	78,475	20,066	932	0	0	3,310	0	0	**179,599**
2022	2	0	205	117	2,807	74,893	3	1,094	80,829	20,668	960	0	0	3,409	0	0	**184,987**
2023	3	0	211	121	2,892	77,140	4	1,127	83,254	21,288	989	0	0	3,512	0	0	**190,536**
2024	4	0	217	124	2,978	79,454	4	1,160	85,751	21,927	1,019	0	0	3,617	0	0	**196,252**
2025	5	0	224	128	3,068	81,838	4	1,195	88,324	22,585	1,049	0	0	3,725	0	0	**202,140**
2026	6	0	231	132	3,160	84,293	4	1,231	90,974	23,262	1,081	0	0	3,837	0	0	**208,204**
2027	7	0	238	136	3,255	86,822	4	1,268	93,703	23,960	1,113	0	0	3,952	0	0	**214,450**
2028	8	0	245	140	3,352	89,426	4	1,306	96,514	24,679	1,147	0	0	4,071	0	0	**220,884**
2029	9	0	252	144	3,453	92,109	4	1,345	99,409	25,419	1,181	0	0	4,193	0	0	**227,510**
2030	10	0	260	149	3,556	94,873	4	1,386	102,392	26,182	1,216	0	0	4,319	0	0	**234,336**
2031	11	0	267	153	3,663	97,719	4	1,427	105,463	26,967	1,253	0	0	4,448	0	0	**241,366**
2032	12	0	275	158	3,773	100,650	5	1,470	108,627	27,776	1,290	0	0	4,582	0	0	**248,607**
												TOTAL 12 AÑOS					**2,548,871**

Tabla 4.9 – Proyección de ejes equivalentes por carril y año.

Variable dependiente:

- Wt18/ESALS: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño (n). En consecuencia, el número de aplicaciones de cargas equivalentes es finalmente comparado con la previsión derivada de la estimación de tránsito, para establecer un diseño adecuado a la demanda.

- **Variables Consideradas**

A continuación se describen las variables consideradas en el análisis del problema. El mismo ha sido evaluado, inicialmente para el caso de los tramos de calzada nueva. Con posterioridad se efectúan consideraciones expeditivas para su aplicación en los tramos de calzadas existentes o a rehabilitar.

- Período de Diseño. Considerando que las soluciones estructurales se plantean sobre la base de una estructura de pavimento flexible, se ha estimado una vida útil media de 12 años.

- Factor de Confiabilidad. Fundamentado en un posible cambio del tráfico a lo largo del período de diseño, que permite utilizar el concepto de análisis de riesgo para los diversos tipos de facilidades viales a proyectar. La "Confiabilidad del Diseño (R)" se refiere al grado de certidumbre de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar en la realidad.

  Para un nivel determinado de Confiabilidad (R), habrá un Factor de Confiabilidad (FR) que es función de la desviación estándar (So) y la cual a su vez toma en consideración la variación esperada en los materiales y el proceso constructivo, la posibilidad de variación en la predicción del tráfico a lo largo del período de diseño, y la variabilidad normal en el comportamiento del pavimento para un valor de número de ejes equivalentes.

  La confiabilidad (R), en el Método AASHTO (93), se establece mediante la correcta selección de este "Factor de Confiabilidad en el Diseño (FR)".

  La Tabla 4.10 permite obtener los niveles adecuados de Confiabilidad (R) para diferentes tipos de vías, clasificadas por la AASHTO, según su grado de servicio.

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopista	85 – 99.9	80 – 99.9
Troncales	80 – 99	75 – 95
Locales	80 – 95	75 – 95
Ramales y vías agrícolas	50 - 80	50 - 80

Tabla 4.10. Factor de Confiabilidad Probabilística.

Una vez seleccionado el valor de “R” se busca el valor de ZR de la tabla siguiente. El valor que representa a la “Confiabilidad” y que es llevado a la ecuación de diseño ASSHTO (93) es finalmente el valor ZR. El valor adoptado es igual -1.037, correspondiente a una confiabilidad del 85%.

- Desviación Estándar del Sistema. El valor de la desviación estándar (So) que se seleccione debe, por otra parte, ser representativo de las condiciones locales. Dicho valor se extrae de la Tabla 4.11, recomendada por el método AASHTO (93).

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 a 0,50

Tabla 4.11. Factor de Desviación Estándar.

El valor empleado es igual a 0,44.

- Criterio de Comportamiento. El nivel de servicio de un pavimento se ha definido como su habilidad de servir al tipo de tráfico que utiliza la facilidad vial. La medida fundamental del nivel de servicio, tal como fue establecida en el Experimento Vial de la AASHTO, es el Índice de Servicio Actual (PSI), y que puede variar entre los rangos de cero (0) - vía intransitable - a cinco (5) - vía con un pavimento perfecto.

  Los índices de servicio inicial (PSIo) y final (PSIf), deben ser establecidos para calcular el cambio total en la serviciabilidad que será incorporado en la ecuación de diseño. El índice de servicio inicial es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHTO para los pavimentos flexibles fue de 4,2.

  El índice de servicio final, es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña, y son normalmente los siguientes:

  - Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico: PSIf = 2,5 – 3,0.
  - Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas Interurbanas, PSIf = 2,0 – 2,5.
  - Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas se toma un valor de pt = 1,8 – 2,0.

  En consecuencia, el valor de PSIf adoptado es 2,5.

- Módulo Resiliente. Las ecuaciones de correlación consideradas son las siguientes:

$$M_R\ (MPa) = 17.6\ CBR^{0.64},\ \text{para CBR} < 12\%$$

$$M_R\ (MPa) = 22.1\ CBR^{0.55},\ \text{para } 12\% < \text{CBR} < 80\%$$

  Se han considerado tres ambientes de aplicación. En el sector de llanura, el de ambiente ondulado y la zona de montaña. En el primero de los sectores, se afectan suelos finos, del

grupo de los A4. Los ensayos de caracterización de los mismos permiten considerar que se trata de condiciones de cimentación correspondientes a apoyos sobre limos arenosos. En el sector ondulado, el trazado afecta a las primeras formaciones rocosas, pero todavía en sectores con alto contenido de suelos gravo arenosos. Finalmente, en la zona de montaña, en la cual se desarrolla mayormente la duplicación de calzada, los apoyos corresponden a excavaciones sobre formaciones rocosas, o a capas conformadas con material obtenido de estas excavaciones.

En consecuencia, los parámetros de referencia empleados son los indicados en la Tabla 4.12.

Ambiente	Tramo	CBR diseño (%)	Módulo Resiliente (MPa)
Llanura	00+000 a 16+000	6%	55,4
Ondulado	16+000 a 19+200	15%	98,0
Montaña	19+200 a 26+800	25%	129,8

Tabla 4.12. Parámetros de caracterización del cimiento.

4.3.4. Composición de la Estructura Vial.

En función de las variables antes indicadas se concluye en la generación de las composiciones estructurales indicadas en las Tablas 4.13

Composición Estructural	Espesor (cm)	ai	mi	SNi
Concreto Asfáltico	5	0.171		0.853
Base Concreto Asfáltico	5	0.143		0.714
Base Granular VSd > 80	20	0.060	1.00	1.200
Subbase Granular VSd >40%	25	0.040	1.00	1.000

Tabla 4.13.a. Composición estructural para calzada en llanura.

Composición Estructural	Espesor (cm)	ai	mi	SNi
Concreto Asfáltico	5	0.171		0.853
Base Granular VSd > 80	20	0.060	1.00	1.200
Subbase Granular VSd >40%	25	0.040	1.00	1.000

Tabla 4.13.b. Composición estructural para calzada en ambiente ondulado

Composición Estructural	Espesor (cm)	ai	mi	SNi
Concreto Asfáltico	5	0.171		0.853
Base Granular VSd > 80%	20	0.060	1.00	1.200
Subbase Granular VSd >40%	25	0.040	1.00	1.000

Tabla 4.13.c. Composición estructural para calzada en ambiente montaña (duplicación calzada)

Los valores de número estructural de cada geometría propuesta y su requerimiento son los siguientes:

- Llanura SN disponible 3,77 > SN necesario 3,72
- Ondulado SN disponible 3,05 > SN necesario 3,00
- Montaña SN disponible 3,05 > SN necesario 3,02

Las estructuras propuestas para cada caso se muestran en la Figura 4.2.

	Capa de rodamiento de Concreta Asfáltico en Caliente. Espesor 5 cm
	Base de Concreto Asfáltico en Caliente. Espesor 5 cm
	Base Granular. Granulometría según especificaciones de la Dirección Nacional de Vialidad. Valor Soporte de diseño 80%. Espesor 20 cm
	Subbase granular. Granulometría según especificaciones de la Dirección Nacional de Vialidad. Valor soporte de diseño 40%. Espesor 25 cm

Figura 4.2.a. Composición estructural para llanura

	Capa de rodamiento de Concreta Asfáltico en Caliente. Espesor 5 cm
	Base Granular. Granulometría según especificaciones de la Dirección Nacional de Vialidad. Valor Soporte de diseño 80%. Espesor 20 cm
	Subbase granular. Granulometría según especificaciones de la Dirección Nacional de Vialidad. Valor soporte de diseño 40%. Espesor 25 cm

Figura 4.2.b Composición estructural para montaña

En el Anexo Correspondiente se presentan las planillas de cálculo de estas estructuras.

Como aclaración complementaria se indica que en el sector comprendido entre las progresivas 19+200 a 27+610, la composición estructural implica en los sectores en los que se utiliza parte de la calzada existente la ejecución de un refuerzo sobre la actual calzada de rodamiento.

4.4. LINEAMIENTOS DE DISEÑO HIDRÁULICO

Existen distintos tipos de obras hidráulicas necesarias para la conformación del sistema de drenaje de la obra básica descripta. Las mismas se enumeran y describen brevemente a continuación:

- ***Drenaje longitudinal:*** la ejecución de una obra vial genera una obstrucción en el escurrimiento natural de los excedentes pluviales. Esto genera la necesidad de conducir el agua de manera paralela al eje del camino hacia obras de cruce transversal o alcantarillas. Esta conducción longitudinal se realiza mediante cunetas, las cuales se plantean y diseñan como canalizaciones abiertas. Para todas las cunetas previstas se ha previsto una sección trapezoidal, con taludes y contrataludes definidos a partir de las pendientes de los terraplenes y excavaciones. El ancho de las secciones se ha diseñado considerando no solo los requerimientos hidráulicos, sino la necesidad de obtención de suelo para la conformación de los terraplenes.

  En los sectores donde la pendiente longitudinal o la magnitud del caudal generen posibles procesos erosivos, se han previstos algunas soluciones para evitar los mismos. Estas soluciones consisten en modificar la pendiente longitudinal, colocando saltos hidráulicos, o modificar el material de revestimiento de la cuneta, aumentando la velocidad admisible de la misma. En los planos RP5-EIA-AP-PL-004-PLA se muestran las diferentes soluciones adoptadas para las cunetas a lo largo de toda la traza.

- ***Drenaje transversal:*** Uno de los principales es elementos que componen el sistema de drenaje de una obra vial son las estructuras de cruce transversal o alcantarillas. Estas se conciben como obras ubicadas dentro de los terraplenes que aseguran la correcta evacuación de los excedentes pluviales que se acumulan por el efecto barrera que genera un camino.

  Para resolver los cruces transversales, se han planteado alcantarillas rectangulares de hormigón armado, las cuales presentan las secciones más eficientes en cuando a la capacidad hidráulica. Como referencia se ha adoptado el plano tipo O-41211, de la Dirección Nacional de Validad, que permite adoptar alcantarillas rectas o esviadas respecto del eje del camino. Sin embargo, estas alcantarillas poseen una limitación de tapada máxima, la cual se ve superada en algunos casos particulares. Para estas situaciones, se han adoptado alcantarillas tipo cajón de hormigón armado que permiten soportar los esfuerzos generados por dichos terraplenes.

- ***Obras de Paso particulares:*** tal como se ha mencionado en el apartado de hidrología, la traza presenta cruces con cursos de agua de importancias, definidos como arroyos o ríos por la APRHI. Para estos sectores, se han adoptado distintas obras particulares de paso particulares en función de las características de cada cruce. De esta manera, para el cruce con el río Anisacate, el de mayor caudal, se ha planteado un puente con una longitud de 180 metros, complementado con alcantarillas transversales dispuestas

sobre la margen norte del río. En el Anexo 4 se ha colocado el estudio hidráulico generado para este cruce particular.

Para los demás cruces, definidos como arroyos por la APRHI, se ha planteado respetar la tipología y configuración de la obra de paso existente para cruces en el sector de duplicación de calzada.

4.5. INTERSECCIONES E INTERCAMBIADORES

La relación de la traza nueva proyectada para la Ruta Provincial N°5 y la Red Vial Existente, genera la necesidad de resolución de cruces de esta traza con una serie de caminos existentes de diferente jerarquía. En este apartado se describen brevemente los lineamientos de diseño adoptados para la resolución de estos casos, y se describen brevemente las soluciones adoptadas

En primer lugar, se han identificado los cruces con caminos existentes para los cuales resulta necesario el diseño de una intersección o intercambiador. Estos cruces se han colocado en la Tabla 4.13.

Progresiva	Cruce
0+000	Cruce con Ruta Provincial 5 existente (Autovía)
3+600	Cruce con Ruta Provincial C-45
10+800	Cruce con Camino Costa Azul
13+000	Cruce con Ruta Provincial E-56
17+300	Cruce de Acceso a Los Aromos
19+000	Vinculación con Ruta Provincial 5 existente
19+700	Retorno
21+600	Retorno (Acceso Sur La Rancherita)

Tabla 4.13 – Cruces Viales de la Traza Completa.

Para el planteo de alternativas de solución y valoración de las mismas, se han empleado diferentes antecedentes, los cuales se enumeran a continuación:

- Norma de Diseño Geométrico de Carreteras de la Dirección Nacional de Vialidad (Año 1980).
- Propuesta de actualización de Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico de la DNV (Año 2010) y su bibliografía de referencia.
- Manual de Diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), version actualizada 2011.
- Soluciones adoptadas para otros proyectos cercanos a la zona de implantación de la obra y/o con características similares de los cruces a solucionar.

4.5.1. Lineamientos Generales De Diseño

A continuación, se desarrollan los lineamientos generales adoptados para el diseño de todos los cruces viales identificados. En apartados posteriores se muestran los lineamientos y soluciones particulares empleados en cada caso.

- ***Velocidades Directrices***

Uno de las principales variables a definir para el diseño de los diferentes componentes de un cruce, sea este a nivel o a distinto nivel, es la velocidad directriz de ambos caminos que se cruzan. Si bien para el proyecto planteado se ha adoptado una velocidad directriz de 100 km/h, resulta necesario definir velocidades directrices para las demás vías de interés. Para ellos se han adoptado las velocidades máximas señalizadas o las velocidades permitidas por la conformación geométrica de la vía.

En función de lo anteriormente especificado, se han adoptado las velocidades directrices que se muestran en la Tabla 4.14

CAMINO	VELOCIDAD DIRECTRIZ
Variante RP 5 proyectada (0+000 – 19+100)	**100 km/h**
Variante RP 5 proyectada (19+100 – 27+750)	**60 km/h**
RP 5 existente (autovía)	**60 - 110 km/h**
RP 5 existente	**60 - 80 km/h**
RP C-45 (existente)	**90 km/h**
RP E-56 (existente)	**80 km/h**
Acceso a Los Aromos (proyectado)	**80 km/h**

Tabla 4.14 – Velocidades directrices adoptadas.

- ***Tipologías De Solución***

En una situación de cruce entre dos o más caminos, existe una interacción entre dos flujos de tránsito, la cual puede devenir en diferentes situaciones conflictivas:

  - *Cruce:* las trayectorias de los vehículos se cruzan entre sí.
  - *Divergencia:* el vehículo abandona la corriente de tránsito inicial para desviarse hacia otra dirección.
  - *Convergencia:* el vehículo ingresa en una corriente de tránsito.
  - *Entrecruzamiento:* las trayectorias se intersecan a modo de entrelazamiento.

Cada maniobra que realizan los vehículos genera una combinación de estas situaciones la cual debe ser debidamente atendida. Los puntos más conflictivos en una intersección son quizás aquellos en los que se dan situaciones de cruce. De las diferentes maneras y complejidades con las que se resuelvan estas últimas situaciones, se desprenden las tipologías de solución que pueden adoptarse:

  - *Intersecciones A Nivel:*
    - La separación espacial se puede generar en el plano a través de canalizaciones.

- La separación también puede ser temporal con dispositivos de regulación (ceda el paso o pare) o con dispositivos de semaforización (solución exclusiva para entornos urbanos).

- *Intersecciones A Distinto Nivel:*
  - La separación espacial simple no genera conexión entre las vías (Cruce).
  - La separación espacial y conexión prevé vinculaciones entre las vías (Distribuidor o Intercambiador).

Al respecto de la tipología que se debe emplear en cada caso, existente diferentes recomendaciones de en los antecedentes mencionados. En general, las mismas se basan en el tránsito asociado a los caminos que se cruzan, definido por valores medios diarios (Tránsito Medio Diario Anual) o en valores máximos horarios (Volumen Horario de Diseño). En la Tabla 4.15 se ha colocado un resumen de las diferentes tipologías de intersección recomendadas en la propuesta de actualización de las normas de diseño geométrico de la DNV (la cual coincide con lo especificado con la versión de 1980 de las mismas). Por otro lado, en la Figura 4.3. se muestran las recomendaciones de tipologías de intersecciones a nivel a adoptar.

<table>
<tr><th colspan="2">CAMINOS</th><th colspan="3">CARACTERÍSTICAS BÁSICAS</th><th colspan="5">CRUCES</th></tr>
<tr><th rowspan="2">TIPOS</th><th rowspan="2">CATEGORÍA</th><th rowspan="2">CONTROL DE ACCESO</th><th rowspan="2">NÚMERO DE CARRILES</th><th rowspan="2">VELOCIDAD DIRECTRIZ</th><th rowspan="2">CON FERROCARRILES</th><th colspan="4">CON CAMINOS</th></tr>
<tr><th colspan="4">TMDA DE DISEÑO EN VEHÍCULOS POR DÍA</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th></th><th></th><th>km/h</th><th></th><th>0-1500</th><th>1500-5000</th><th>5000-15000</th><th>>15000</th></tr>
<tr><td>AUTOPISTA</td><td>ESPECIAL</td><td>TOTAL</td><td>≥ (2+2)</td><td>130
120
110</td><td>A DISTINTO NIVEL
SEGÚN RES. SETOP 7/81</td><td colspan="4">A DISTINTO NIVEL</td></tr>
<tr><td>AUTOVÍA</td><td>I</td><td>TOTAL O PARCIAL</td><td>2+2</td><td>120
110
80</td><td>A DISTINTO NIVEL
SEGÚN RES. SETOP 7/81</td><td colspan="4">A DISTINTO NIVEL</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>II</td><td>PARCIAL</td><td>2</td><td>120
100
70
50</td><td>SEGÚN RES. SETOP 7/81</td><td>A NIVEL</td><td colspan="3">A DISTINTO NIVEL</td></tr>
<tr><td>COMÚN</td><td>III</td><td>PARCIAL O SIN CONTROL</td><td>2</td><td>110
90
60
40</td><td>SEGÚN RES. SETOP 7/81</td><td colspan="2">A NIVEL</td><td colspan="2">A DISTINTO NIVEL</td></tr>
<tr><td rowspan="2">BAJO VOLUMEN</td><td>IV</td><td>SIN CONTROL</td><td>2</td><td>100
70
50
30</td><td>SEGÚN RES. SETOP 7/81</td><td colspan="3">A NIVEL</td><td>A DISTINTO NIVEL</td></tr>
<tr><td>V</td><td>SIN CONTROL</td><td>2</td><td>90
60
30
25</td><td>SEGÚN RES. SETOP 7/81</td><td colspan="3">A NIVEL</td><td>A DISTINTO NIVEL</td></tr>
</table>

Tabla 4.15. Tipologías de Cruces con Caminos según categoría de caminos (Fuente: propuesta actualización normas DNV).

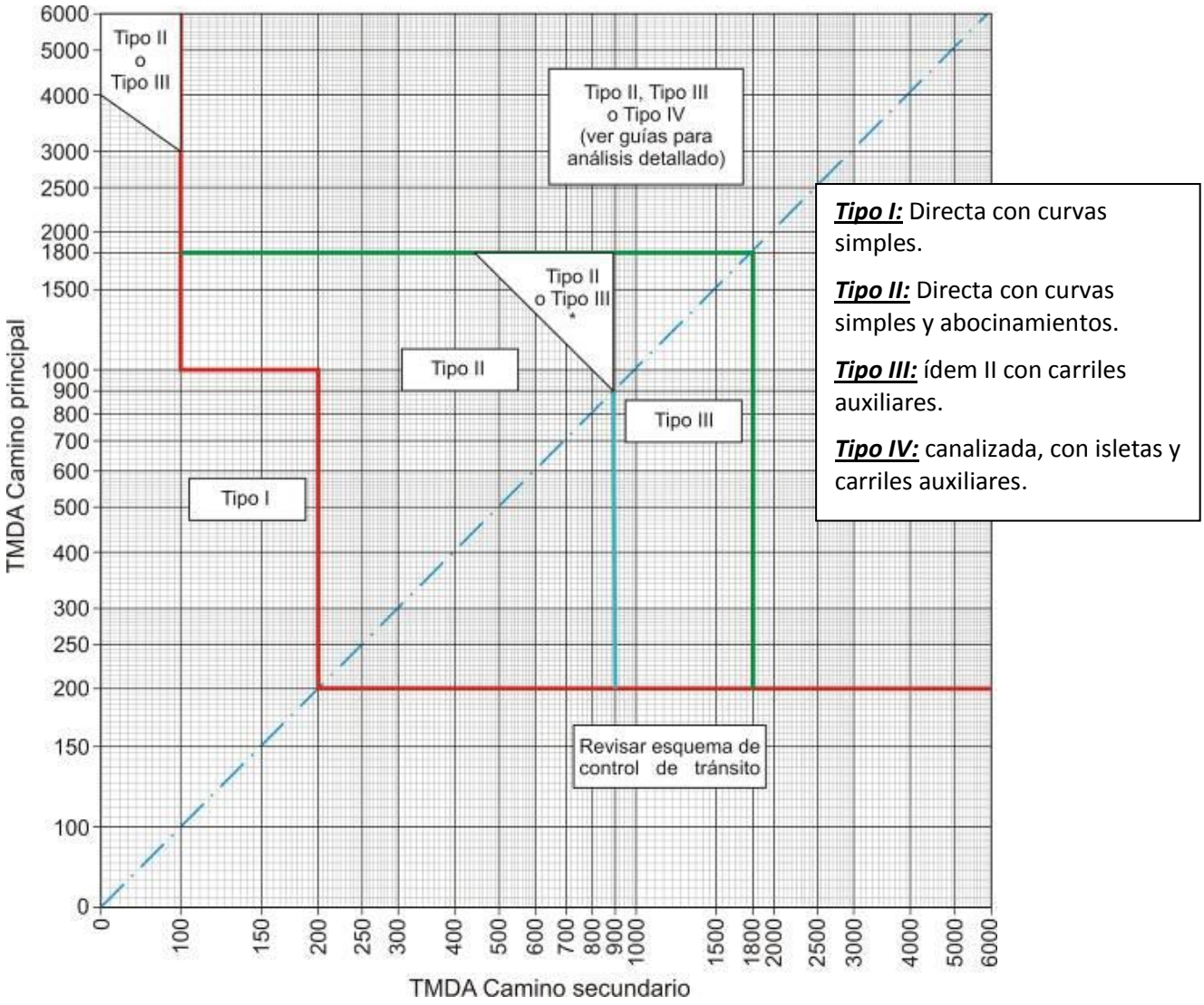

Figura 4.3. Tipologías de Intersecciones a Nivel

Si se decide adoptar una intersección a distinto nivel con conexiones (un distribuidor o intercambiador) existe una gran variedad de tipologías que podrías emplearse. Las más típicas abarcan desde una solución tipo diamante simple hasta un trébol completo de cuatro hojas, en función de cómo se resuelven las maniobras más complejas para estos casos, que son los giros a la izquierda. Las diferentes tipologías presentan ventajas y desventajas, las cuales se deben analizar para cada caso particular.

- ***Vehículos Tipo***

Una vez definidas las tipologías de soluciones a adoptar y las velocidades directrices de los caminos que se cruza, resulta necesario definir la geometría de los diferentes elementos que componen la intersección. Para ello deben definirse la velocidad directriz de estos componentes (canalizaciones, ramales de giro, etc.), las condiciones de operación para los mismos y el vehículo tipo. Si bien estos elementos pueden variar según el caso, se ha adoptado una premisa general para todos los cruces que se generen con la traza nueva de la RP 5: que el

diseño geométrico permita la circulación regular de vehículos pesados (camiones articulados) sin la realización de maniobras antinaturales.

Luego, para poder definir el vehículo tipo, se ha adoptado la clasificación generada por la AAHSTO, la cual califica a los camiones en función de la longitud total de los mismos. Como premisa de diseño se ha adoptado el vehículo articulado tipo WB-12 para el diseño de la geometría de los componentes, y el vehículo articulado tipo WB-19 para la verificación de los mismos.

En la Figura 4.4. se ha colocado un esquema de los vehículos tipo adoptados, con sus correspondientes dimensiones características y los radios de giro de diseño y mínimo, los cuales se muestran en la Tabla 4.16.

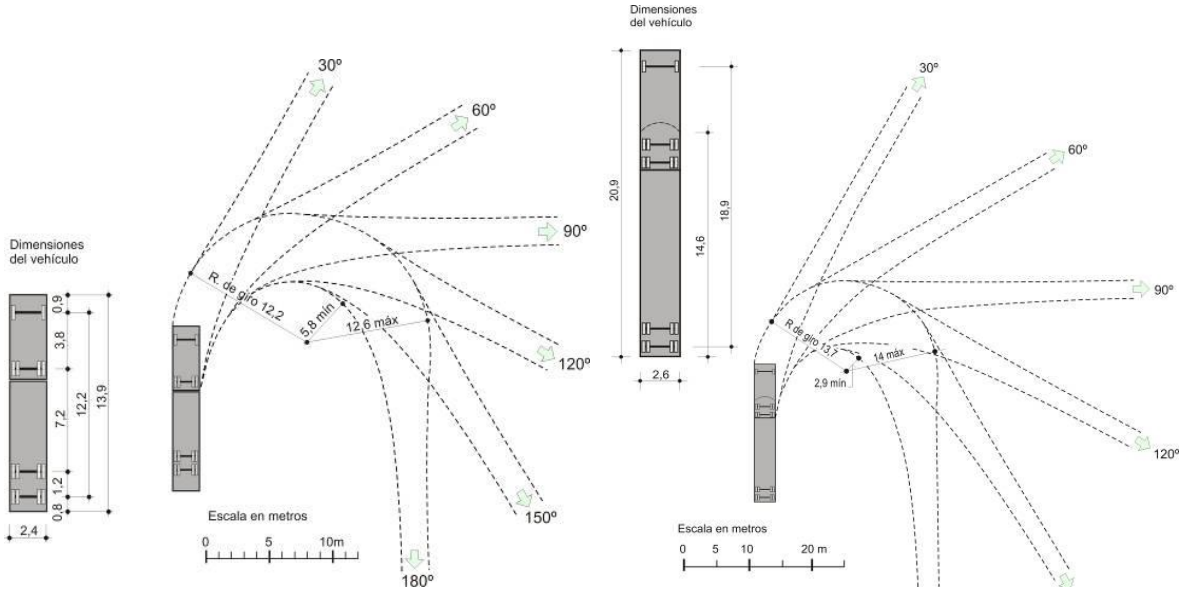

Figura 4.4. Dimensiones características de vehículos tipo WB-12 (izquierda) y WB-19 (derecha)

Tipo de vehículo de diseño	Símbolo	Radio mínimo de giro de diseño m	Radio mínimo interior m
Vehículo de pasajeros	P	7,3	4,2
Camión de unidad simple	SU	12,8	8,5
Ómnibus urbano	CITY-BUS	11,6	7,4
Ómnibus interurbano	BUS-14	12,8	7,8
Combinación de camiones			
Semirremolque mediano	WB - 12	12,2	5,7
Semirremolque grande	WB - 15	13,7	5,8
Semirremolque especial	WB - 19	13,7	2,8

Tabla 4.16 – Dimensiones características de vehículos según clasificación AASHTO.

4.5.2. Soluciones Adoptadas

A continuación, se desarrolla una descripción general de las soluciones adoptadas para cada uno de los cruces identificados. Se ha optado por soluciones que se adapten de la mejor manera a los distintos condicionantes técnicos y económico de cada caso en particular.

- ***Cruce con Ruta Provincial N°5 (Pk 00+000):*** al inicio de la variante, la misma se debe vincular con la Autovía Córdoba – Alta Gracia existente (RP5). En este sector existe una intersección a nivel con el desvío de tránsito pesado que busca acceder a Alta Gracia, la cual representa el acceso a dicha localidad. Para el diseño de la solución, se presentan dos movimientos de mayor jerarquía: el tránsito pasante de la ruta existente y los giros asociados al tránsito que circula hacia Alta Gracia y quiere ingresar en la variante.

  Por lo anteriormente mencionado, y en función de las premisas de diseño adoptadas para todos los cruces de este tramo, se ha adoptado una solución a nivel que replique hacia el Este la misma solución existente hacia el Oeste. De esta manera, se generan dos ramas que permiten realizar todos los movimientos asociados con la nueva variante generada, manteniendo el comportamiento general actual del cruce.

- ***Cruce con Ruta Provincial C-45 (Pk 03+500):*** La solución de este cruce debe implantarse dentro del tramo de la ruta provincial C-45 comprendido entre el cruce con la RP 5 en Alta Gracia y el cruce con la RN 36 (Altos Fierro). Las velocidades máximas señalizadas en este tramo varían entre 80 km/h en los sectores próximos a la localidad de Alta Gracia, y 110 km/h en la zona netamente rural. Por otro lado, existe una previsión de duplicación de calzada para este tramo de la ruta C-45. Es por esto que, para este caso, se ha intentado homogeneizar la jerarquía de los tránsitos pasantes asociados a ambas rutas a través de una solución tipo rotonda, con un ancho suficiente para la implantación de dos carriles dentro de la misma. Esta solución permite adaptarse a una futura duplicación de calzada de la Ruta Provincial C-45, al igual que una conversión a un intercambiador elevando la rasante de la variante proyectada y generando ramas de enlace con la rotonda.

- ***Cruce con Camino Costa Azul (Pk 10+700):*** el camino Costa Azul, actualmente sin pavimentar, vincula la localidad de Anisacate con un sector que se encuentra en proceso de consolidación urbana (Dique Chico). El mismo también genera una vinculación con la Ruta Provincial 36, constituyéndose como un camino de la red vial terciaria. Es por esto que se entiende al mismo como vía de menor jerarquía al respecto de la variante, y con un tránsito predominantemente liviano.

  Para este caso se ha adoptado una solución a nivel tipo canalizado, con carriles auxiliares para giro a la izquierda sólo sobre la calzada principal de la variante proyectada, e isletas para todos los giros a la derecha. De esta manera, se prioriza el tránsito pasante de la variante por sobre los otros movimientos que permite esta intersección.

- ***Cruce con Ruta Provincial E-56 (Pk 13+200):*** a partir de la traza y progresivado previstos para la variante de la RP 5, en la progresiva 13+200 se genera un punto de cruce con el tramo de la RP E-56 que conecta Anisacate con José de la Quintana. Un condicionante de importancia para la solución de este cruce es el espacio disponible, ya que hacia el Oeste se han detectado una serie de edificaciones (galpones y edificaciones menores) y hacia el Este se encuentra la cantera y elaboradora de hormigones "El Alto". El punto de cruce entre ambas rutas se encuentra dentro de una curva horizontal de la RP E-56, lo cual afecta considerablemente la visibilidad y, consecuentemente, la peligrosidad de ciertos puntos conflictivos entre las diferentes maniobras de giro.

  Para este caso también se ha considerado la prioridad del tránsito pasante de la variante proyectada, por lo que la solución adoptada es similar al cruce anterior: intersección a nivel con isletas partidoras y carriles auxiliares para giro a la izquierda sobre la calzada principal proyectada, y canalizaciones para todos los giros a la derecha correspondientes. Como complemente, se ha previsto al disposición de un cordón divisor sobre la RPE-56, que permita la correcta canalización del tránsito asociado a la misma.

- ***Cruce con Acceso a Los Aromos Proyectado (Pk 17+300): c***omo parte de la obra que se está proyectando, se ha previsto la ejecución de un tramo de vinculación entre la variante proyectada de la RP5 con la ruta existente. Dicho tramo permite el acceso a Los Aromos y localidades cercanas (La Bolsa, Villa Serranita). En función de las características de las vías que se cruzan y del tipo de cruce (3 ramas o tipo "T"), para la intersección entre el acceso y la traza principal se ha decidido plantear un cruce a nivel canalizado. Este tipo de solución sólo necesita generar un carril auxiliar para giro a la izquierda sobre la calzada principal proyectada y canalizaciones para los dos giros a la derecha.

- ***Cruce de Acceso a Los Aromos con Ruta Provincial 5 existente:*** existe otro cruce a resolver en la vinculación entre el acceso a Los Aromos a ejecutar y la RP5 existente. Para ello, la traza del acceso se ha planteado de forma tal que la misma finalice alineada con una intersección dispuesta sobre la RP5, que es la que se utiliza actualmente como acceso a dicha localidad. De esta manera se ha buscado plantear una solución similar a la ya existente en el sector, minimizando las modificaciones a la configuración existente de la intersección. Sin embargo, para la vinculación del acceso a ejecutar se han previsto isletas de canalización que permitan direccionar los movimientos asociados a diferentes maniobras de giro y, de esta manera, organizar los flujos de tránsito en el sector. Además de las isletas canalizadoras para el ordenamiento, resulta necesario la ejecución de carriles de cambio de velocidad para la desaceleración de los vehículos que giran a la derecha desde la RP5 existente hacia la variante y para la aceleración de los vehículos que se incorporan a la RP5 existente desde el acceso a ejecutar.

- ***Vinculación con RP 5 existente (Pk 19+100):*** en el punto de finalización de la variante planteada, ubicado al Oeste de las localidades que generan mayores demoras en la circulación por la traza existente, se debe realizar una vinculación entre ambos caminos. Con el objeto de poder homogeneizar las jerarquías de los diferentes movimientos de giro del sector, se ha decidido generar un cruce a nivel con una rotonda. Esta solución permite, por otro lado, generar una transición física concreta entre la solución de dos trochas indivisas planteadas para la variante, y el perfil tipo multicarril adoptado para el desdoble de calzada.

- ***Retornos sobre calzada proyectada (Pk 19+700 y 21+600):*** la generación de una calzada con dos carriles por sentido y un separador físico en el cantero central, modifica a la movilidad del sector, permitiendo una mayor fluidez en el tránsito pasante y modificando las trayectorias del tránsito local asociado a los frentistas. Para poder disminuir el aumento de longitud de estas trayectorias, se han planteado dos retornos en las progresivas 19+700 y 21+600. Los mismos se presentan como un ensanche en la mediana, la generación de un carril auxiliar por sentido para el cambio de velocidad y dos ramas que vinculen ambas calzadas y permitan ejecutar maniobras de cambio de sentido de circulación. Por otro lado, estos retornos también facilitan el acceso a las localidades de La Serranita y La Rancherita.

5. PUENTES Y ESTRUCTURAS

Este capítulo de la memoria de ingeniería se presenta una descripción de los lineamientos de conformación de los puentes que se prevén en el tramo:

- Progresiva 11+840. Puente sobre el río Anisacate.

En las siguientes secciones se describe brevemente cada uno de los puentes, según su nivel de complejidad. Por otro lado, en el Anexo A5.1, se ha colocado la memoria de cálculo correspondiente.

5.1. PUENTE SOBRE EL RIO ANISACATE

El diseño del puente se realizó teniendo en cuenta los condicionantes funcionales, viales, topográficos, geotécnicos e hidráulicos del lugar de emplazamiento de la obra, resultando un tablero de planta recta, de 180.05 m de longitud total, compuesto por seis (6) tramos de 30.00 de luz parcial.

La solución adoptada para los estribos del puente consiste en estribos cerrados, de hormigón armado, fundados sobre 8 pilotes de 1.20 m de diámetro, unidos con un cabezal de 1.20 m de espesor, sobre la que se disponen las pantallas y contrafuertes frontales y laterales para la contención del suelo del terraplén de acceso al puente, y una viga de bancada corrida de 1.20 m de altura y 1.40 m de ancho que sirve de apoyo a las vigas del tablero del puente, y un muro frontal que contiene el suelo de terraplén de acceso y sirve de apoyo a la losa de aproximación del puente. El diseño del estribo se completa con los muros de ala a 90 grados, de forma trapecial, y la ejecución de topes antisísmicos de contacto en dirección transversal y longitudinal, formados por dados de hormigón armado solidarios al estribo con placas de neopreno para lograr un apoyo elástico entre el tope y la superestructura. La estructura y fundaciones del estribo serán de hormigón armado H-25.

La pila presenta una tipología de pórtico transversal de hormigón armado H-25, compuesto por tres (3) pilotes-columna de 1.30/1.20 m de diámetro, y una viga dintel superior de 2.00 m de ancho y 1.20 m de altura que sirve de apoyo a las vigas del tablero del puente. La fundación de las pilas es indirecta.

El ancho total del tablero del puente es de 14.30 m, compuesto por una calzada de 7.30 m de ancho, dos banquinas de 3.00 m y dos defensas de hormigón armado H-25 tipo TL-5 a cada lado.

La estructura del tablero del puente está constituida por seis (6) vigas premoldeadas postesadas en segunda etapa de 1.70 m de altura de hormigón armado H-30, con una losa superior maciza de 0.20 m de espesor, compuesta por una prelosas estructurales de hormigón armado H-25 de 0.05 m de espesor y un hormigón de segunda etapa de 0.15 m de espesor

también H-25. La estructura del tablero se completa con dos (2) vigas transversales extremas y una (1) viga transversal central de hormigón armado H-25.

El diseño del tablero se completa con juntas de dilatación elásticas en los extremos del puente y en todas las pilas, losas de aproximación en los accesos al puente, carpeta de rodamiento de concreto asfáltico de 0.05 m de espesor constante, desagües de calzada con caños de 100 mm de HºGº y desagües extremos de puente según Plano tipo DNV J-6710-I.

6. COMPUTO METRICO

6.1. INTRODUCCION

Para podes valorizar cada uno de los tramos definidos, se ha realizado un cómputo métrico de los principales ítems que los conforman. Por otro lado, se han adoptado algunos valores adicionales a modo de imprevistos para cada uno de ellos. En la Tabla 6.1 se ha colocado el resumen de los valores obtenidos, mientras que en al Anexo correspondiente se han colocado los detalles de cálculo de cada uno de esos ítems.

DESIGNACIÓN	UNIDAD	IMPREV	Cantidades Netas				Cantidades con Imprevistos			
			0+000 - 4+000	4+000 - 17+500	17+500 - 19+100	19+100 - 27+500	0+000 - 4+000	4+000 - 17+500	17+500 - 19+100	19+100 - 27+500
LIMPIEZA DE TERRENO	Ha	0,05	40,20	125,83	15,70	23,60	42,21	132,12	16,49	24,78
EXCAVACIONES EN SUELO	m3	0,10	42.399,63	411.157,00	0,00	0,00	46.639,59	452.272,70	0,00	0,00
EXCAVACIONES EN ROCA	m3	0,10	0,00	317.712,38	326.564,25	277.448,00	0,00	349.483,61	359.220,68	305.192,80
TERRAPLEN DE SUELO COMPACTADO	m3	0,10	110.043,88	308.066,88	0,00	0,00	121.048,26	338.873,56	0,00	0,00
CONFORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLEN/PEDRAPLEN	m3	0,10	0,00	141.927,13	187.096,63	149.006,38	0,00	156.119,84	205.806,29	163.907,01
REVESTIMIENTO DE TALUDES Y CONTRATALUDES	m2	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CONSTRUCCIÓN DE SUBBASE GRANULAR (e:0,25m)	m3	0,05	12.945,82	33.547,74	4.515,30	26.761,02	13.593,11	35.225,12	4.741,07	28.099,07
CONSTRUCCIÓN DE BASE GRANULAR (e:0,20m)	m3	0,05	8.394,20	24.943,31	3.368,55	28.216,05	8.813,91	26.190,48	3.536,98	29.626,85
EJECUCIÓN DE RIEGOS ASFÁLTICOS	Tn	0,05	28,18	89,84	6,74	56,43	29,59	94,33	7,07	59,25
CONSTRUCCIÓN DE BASE DE CONCRETO ASFLATICO (Esp 0,05m)	Tn	0,05	3.490,03	12.234,81	0,00	0,00	3.664,53	12.846,55	0,00	0,00
CONSTRUCCION DE CARPETA ASFALTICA	Tn	0,05	4.752,39	14.364,47	1.918,11	16.641,50	4.990,01	15.082,70	2.014,01	17.473,58
CONSTRUCCION BANQUINA CON MEZCLA GRANULAR ESTABILIZADA	m3	0,05	4.620,00	16.200,00	2.040,00	10.320,00	4.851,00	17.010,00	2.142,00	10.836,00
EXCAVACION PARA FUNDACION DE ALCANTARILLAS	m3	0,05	281,15	858,99	942,65	1.404,12	295,20	901,94	989,78	1.474,33
HORMIGON ARMADO TIPO H-21 (sin armadura)	m3	0,05	92,15	648,82	869,55	970,39	96,76	681,26	913,02	1.018,91
HORMIGON SIMPLE TIPO H-13	m3	0,05	227,45	527,48	291,28	1.282,90	238,82	553,86	305,84	1.347,04
HORMIGON SIMPLE TIPO H-8	m3	0,05	36,22	41,11	31,37	100,47	38,03	43,17	32,93	105,49
ACERO ADN 420	Tn	0,05	3,92	35,38	51,17	47,63	4,12	37,14	53,72	50,01
PROVISION Y COLOCACION DE COLCHONETAS e:0,23 m	m2	0,05	0,00	3.468,00	240,00	5.664,00	0,00	3.641,40	252,00	5.947,20
PROVISION Y COLOCACION DE GAVIONES	m3	0,05	0,00	864,00	120,00	144,00	0,00	907,20	126,00	151,20
PUENTE SOBRE RIO ANISACATE	Gl	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Tabla 6.1 – Cómputo Métrico Resumen.

ANEXOS

A.1. ESTUDIOS GEOTECNICOS

A.2.PLANILLAS DE CALCULO DE ESTRUCTURAS VIALES

A.3. ESTUDIO HIDRAULICO RIO ANISACATE

A.4. MEMORIA DE CALCULO PUENTE SOBRE RIO ANISACATE

A.5. COMPUTO METRICO DETALLADO