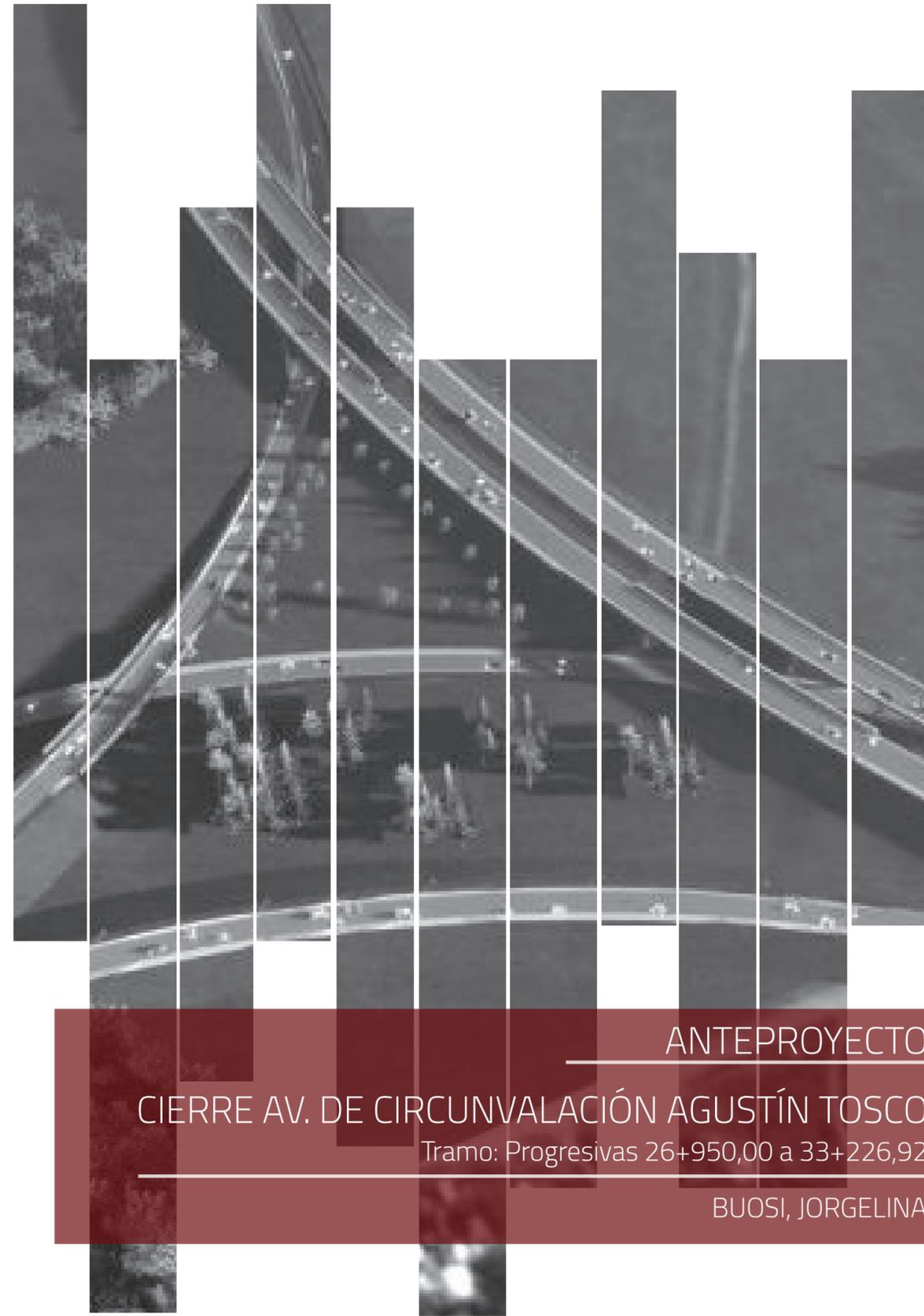
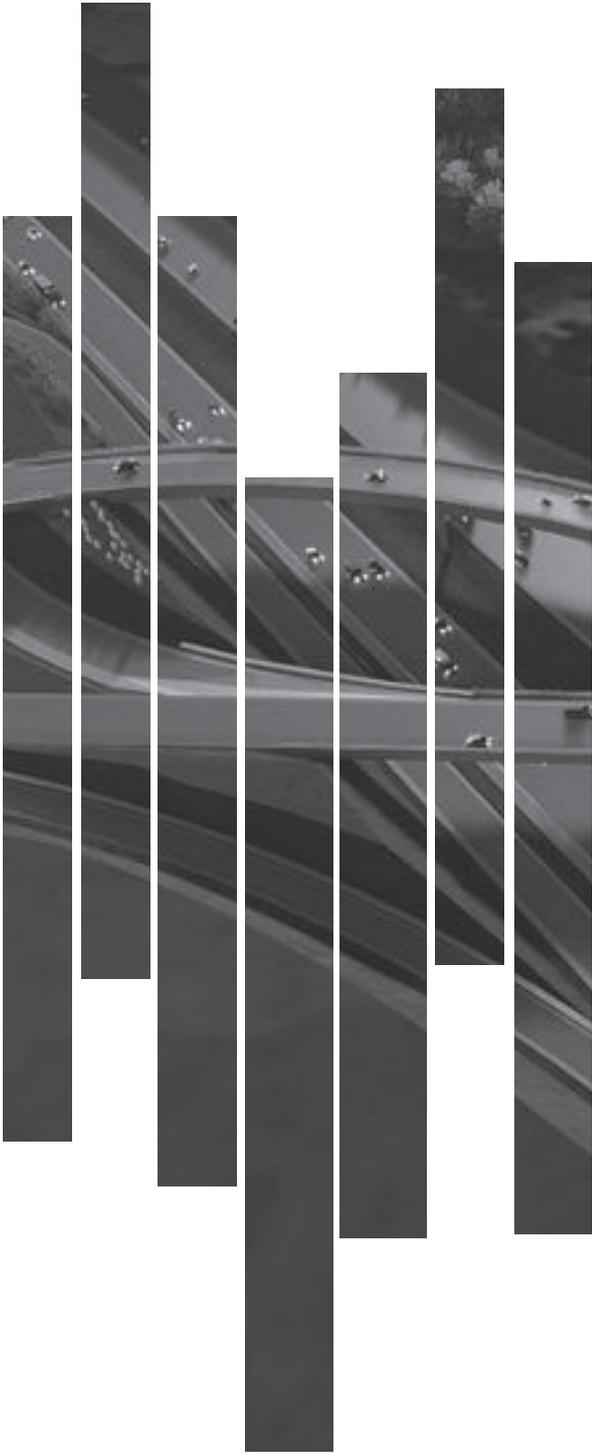


PRÁCTICA SUPERVISADA



ANTEPROYECTO
CIERRE AV. DE CIRCUNVALACIÓN AGUSTÍN TOSCO
Tramo: Progresivas 26+950,00 a 33+226,92
BUOSI, JORGELINA



ANTEPROYECTO

CIERRE AV. DE CIRCUNVALACIÓN AGUSTÍN TOSCO

Tramo: Progresivas 26+950,00 a 33+226,92

ANTEPROYECTO

CIERRE AV. DE CIRCUNVALACIÓN AGUSTÍN TOSCO
Tramo: Progresivas 26+950,00 a 33+226,92

INFORME TÉCNICO DE PRÁCTICA SUPERVISADA

Por
JORGELINA BUOSI

Tutor Interno
RODOLFO FREIRE, Prof. Ing. Civil

Tutor Externo
LEANDRO BANDE, Ing. Civil

AGRADECIMIENTOS

A mis papás, por creer y confiar en mí; por darme la posibilidad de estudiar, por su apoyo incondicional en cada momento y por ser mi principal sostén todos estos años.

A mi hermana, por su ayuda, comprensión y compañía.

A mis abuelos, cuñado, tíos y primos, por estar siempre presentes y alegrarse con mis logros.

A mis compañeros de estudio, por recorrer este camino juntos, compartiendo momentos difíciles y brindándonos apoyo mutuo.

A mis amigas de Alcira Gigena, por alentarme siempre a seguir y comprender cuando no pude estar por tener que estudiar.

A Marcos, mi compañero en esta última etapa, por su paciencia diaria, consejos y palabras motivadoras.

Al Ing. Gustavo Vanoli, por la confianza depositada en mí y la oportunidad de realizar mi Práctica Supervisada en una organización de destacada trayectoria. Al Ing. Leandro Bande por ser mi tutor externo, por la paciencia y los conocimientos transmitidos.

A la empresa Vanoli y Asociados Ingeniería S.R.L., por darme la posibilidad de formar parte de su equipo e iniciar mi carrera profesional. Por su calidad humana, incluirme, involucrarme y haberme recibido con las puertas abiertas. Por transmitirme todos sus conocimientos y experiencias.

A mi tutor, Ing. Rodolfo Freire, por la predisposición, labor y tiempo dedicado.

A todos ellos, muchas gracias.

RESUMEN INTRODUCTORIO

El presente informe describe los trabajos realizados durante el desarrollo de la Práctica Supervisada, modalidad implementada para la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba).

Los mismos consistieron en la asistencia técnica del Anteproyecto “Cierre Av. de Circunvalación Agustín Tosco, tramo Prg. 26+950 a 33+226,92” en la empresa Vanoli y Asociados Ingeniería S.R.L., a la cual Caminos de las Sierras S.A. (concesionaria de la Red de Accesos a Córdoba) le encomendó el diseño geométrico de esta vía.

El proyecto constituye uno de los tramos en los que se dividió la obra de cierre del anillo de circunvalación de Córdoba. Comprende desde el cruce de la Ruta Nacional A019 con arroyo La Cañada hasta proximidades de la intersección de la misma con Av. Santa Ana.

Contempla el desarrollo de una autopista urbana de tres carriles por sentido de circulación, cuyo objetivo principal es reducir los tiempos de viaje y costos de operación de los usuarios.

La sección propuesta tiene una longitud de aproximadamente 6,3 kilómetros y es el resultado de un proceso de diseño basado en dos normas, la norteamericana (AASHTO) y la argentina (Dirección Nacional de Vialidad); presenta tramos en trinchera e intercambiadores a distinto nivel para resolver cruces con vías existentes y trazas de ferrocarril.

El proceso de diseño inició con la recopilación y análisis de información disponible relevante para el proyecto, prestando especial atención al relieve, hidrografía, estructuras existentes y edificaciones del sector. Además, se investigó sobre anteproyectos presentados en trabajos anteriores.

Luego, atendiendo a los condicionantes de diseño, se estudiaron controles de localización (propios del lugar de emplazamiento) y de demanda (característicos del tránsito que utilizará la carretera).

Una vez obtenida la información resultante de los puntos anteriores, se procedió a plantear una nueva alternativa de traza, y analizar ventajas y desventajas de ésta respecto a un anteproyecto presentado en 2.009 para la misma sección.

Finalizado este proceso, se prosiguió con la definición de cada uno de los elementos que conforman las secciones transversales del camino y se realizó el diseño planialtimétrico, conforme a lo establecido en la normativa y atendiendo a los condicionantes previamente definidos.

El presente informe describe las tareas profesionales realizadas y sus fundamentaciones con sendos marcos teóricos, a la vez que expone, en el capítulo final, las conclusiones derivadas de la ejecución del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ÁMBITO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	2
1.2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	2
1.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	3
CAPÍTULO 2: INFORMACIÓN DISPONIBLE.....	5
2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	6
2.2. GEOGRAFÍA FÍSICA.....	8
2.2.1. Relieve	8
2.2.2. Hidrografía.....	8
2.2.3. Clima	10
2.3. CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y CULTURAL	11
2.3.1. Conectividad Externa e Infraestructura de Transporte	12
2.3.2. Población y Economía	15
2.3.3. Estructura Urbana	17
2.4. ANTECEDENTES	18
2.5. SÍNTESIS.....	21
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	24
3.1. GENERALIDADES	25
3.1. TRAZADO	26
3.2. INTERSECCIONES.....	28
3.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS	32
CAPÍTULO 4: CONDICIONANTES DEL DISEÑO	39
4.1. FUNCIÓN DE LA VÍA.....	40
4.2. TRÁNSITO	41
4.3. CATEGORÍA	45
4.4. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	45
4.4.1. Metodología.....	47
4.4.2. Capacidad	47

4.4.3.	Nivel de Servicio	48
4.5.	VEHÍCULO TIPO.....	52
4.6.	CONTROL DE ACCESOS.....	53
4.7.	TOPOGRAFÍA.....	53
4.8.	VELOCIDAD DE PROYECTO.....	53
4.9.	ENTORNO	54
4.9.1.	Superficie Limitadora de Obstáculos	55
CAPÍTULO 5: TRAZAS ALTERNATIVAS		59
5.1.	TRAZA ORIGINAL	63
CAPÍTULO 6: SECCIONES TRANSVERSALES.....		64
6.1.	ELEMENTOS CONSTITUYENTES	65
6.1.1.	Calzada	65
6.1.2.	Banquina	67
6.1.3.	Mediana.....	68
6.1.4.	Talud	68
6.1.5.	Cuneta.....	69
6.1.6.	Zona de camino.....	69
6.2.	PERFILES TIPO DEL PROYECTO	70
6.2.1.	Eje principal.....	70
6.2.2.	Colectoras	71
6.2.3.	Ramales	72
6.2.4.	Círculo de Tránsito	75
6.2.5.	Ejes Complementarios.....	75
6.2.5.1.	Av. La Donosa.....	75
6.2.5.2.	Av. Fuerza Aérea Argentina.....	76
6.2.5.3.	Ruta Nacional N°20.....	77
CAPÍTULO 7: DISEÑO PLANIALTIMÉTRICO		79
7.1.	TOPOGRAFÍA DE DETALLE	82
7.2.	PLANIMETRÍA	83
7.2.1.	Rectas	84
7.2.2.	Curvas Circulares	84
7.2.2.1.	Radio Mínimo	87

7.2.3.	Transición entre Recta y Curva	88
7.2.3.1.	<i>Desarrollo del Peralte</i>	92
7.2.3.2.	<i>Longitudes de transición</i>	96
7.3.	ALTIMETRÍA	97
7.3.1.	Rasante	97
7.3.2.	Pendientes Máximas y Mínimas	97
7.3.3.	Curvas Verticales	98
7.3.3.1.	<i>Curvas Convexas:</i>	100
7.3.3.2.	<i>Curvas Cóncavas:</i>	102
7.4.	CURVAS VERTICALES DEL PROYECTO.....	104
7.5.	PARÁMETROS DE DISEÑO PLANIALTIMÉTRICOS.....	104
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES		106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación nacional, provincial y departamental del proyecto.....	6
Figura 2.2: Ubicación del proyecto en la ciudad de Córdoba.	7
Figura 2.3: Relieve de Córdoba.	8
Figura 2.4: Cuencas de Río Primero y Río Segundo.....	9
Figura 2.5: Mapa hidrográfico de Córdoba.....	10
Figura 2.6: Eje MERCOSUR – Chile.....	12
Figura 2.7: Principales áreas metropolitanas del país y sus ejes de conexión.	13
Figura 2.8: Red de accesos a Córdoba.....	14
Figura 2.9: Estructura urbana y arterias principales de la ciudad de Córdoba.....	18
Figura 2.10: Av. de Circunvalación de la ciudad de Córdoba.....	20
Figura 2.11: Tramos del proyecto del cierre de Av. de Circunvalación Agustín Tosco.	21
Figura 3.1: Cierre Av. de Circunvalación Agustín Tosco - Tramo 1B.....	25
Figura 3.2: Planimetría general.....	27
Figura 3.3: Distribuidor Bulevar.....	28
Figura 3.4: Cruce colector externa Barrio Villa Adela.....	30
Figura 3.5: Intersección Av. Fuerza Aérea Argentina.....	31
Figura 3.6: Enlace con Ruta Nacional N°20.....	32
Figura 3.7: Obra complementaria: Bulevar Enlace.....	33
Figura 3.8: Obra de restitución de capacidad hidráulica del cruce de Ruta Nacional A019 y Arroyo La Cañada.....	34
Figura 3.9: Asentamiento y basural en el área de afectación del Distribuidor Bulevar.	35
Figura 3.10: Planimetría general del sistema de drenaje Sección 1.....	37
Figura 3.11: Planimetría general del sistema de drenaje Sección 2.....	38
Figura 4.1: T.M.D.A. Av. de Circunvalación Año 2015.....	42
Figura 4.2: T.M.D.A. – Proyección al año de diseño.....	44
Figura 4.3: Flujos de tránsito representativos de cada nivel de servicio.....	46

Figura 4.4: Representación de Niveles de Servicio.....	46
Figura 4.5: Niveles de servicio en autopistas.....	48
Figura 4.6: Niveles de servicio en autopistas.....	50
Figura 4.7: Estudio de capacidad Ruta Nacional A019.....	51
Figura 4.8: Vehículo articulado, tipo mosquito.....	52
Figura 4.9: Superficies limitadoras de obstáculos.....	56
Figura 4.10: Planimetría Superficie Limitadora de Obstáculos Aeródromo S.A.C.A.	58
Figura 5.1: Anteproyecto Av. de Circunvalación – Tramo 1B Año 2009.....	60
Figura 5.2: Distancias recorridos Tramo 1B Anteproyecto Año 2009.....	61
Figura 5.3: Distancias recorridos Tramo 1B Anteproyecto actual.....	62
Figura 5.4: Traza original del proyecto Av. de Circunvalación – Tramo 1B.....	63
Figura 6.1: Perfil tipo eje principal.....	71
Figura 6.2: Perfil tipo calles colectoras.....	72
Figura 6.3: Perfil tipo ramales de 4,50 metros de ancho.....	74
Figura 6.4: Perfil tipo ramales de 5,50 metros de ancho.....	74
Figura 6.5: Perfil tipo ramales de 7,30 metros de ancho.....	75
Figura 6.6: Perfil tipo círculo de tránsito.....	75
Figura 6.7: Perfil tipo Av. La Donosa.....	76
Figura 6.8: Perfil tipo Av. Fuerza Aérea Argentina.....	77
Figura 6.9: Perfil Tipo Ruta Nacional N°20.....	78
Figura 7.1: Representación tridimensional del eje de un camino.....	80
Figura 7.2: Planimetría del eje del proyecto con progresivas.....	81
Figura 7.3: Planimetría y altimetría.....	82
Figura 7.4: Esquema de una curva horizontal del proyecto.....	85
Figura 7.5: Fuerzas actuantes sobre un vehículo que circula por una curva horizontal.	87

Figura 7.6: Grafico Valores para diseño de peralte según Radio de Curva para peralte máximo 6%. Fuente: AASHTO.	92
Figura 7.7: Ejemplo de Diagrama de Peralte de curva horizontal proyectada.	95
Figura 7.8: Variación del peralte.	96
Figura 7.9: Ejemplo curva vertical convexa proyectada.	101
Figura 7.10: Ejemplo curva vertical cóncava proyectada.	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: T.M.D.A. Av. de Circunvalación Año 2015.....	42
Tabla 4.2: T.M.D.A. Proyectado al año de diseño (2030).....	43
Tabla 4.3: Densidad – Nivel de servicio en autopistas.	50
Tabla 4.4: Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos. ...	57
Tabla 6.1: Diseño de anchos de calzadas para ramales según AASHTO.	73
Tabla 7.1: Radio mínimo en función de valores límites de e y f.....	88
Tabla 7.2: Longitudes de transición mínimas según AASHTO	89
Tabla 7.3: Longitudes de transición mínimas según criterio de comodidad.....	91
Tabla 7.4: Gradientes relativos máximos. Fuente: AASHTO.....	93
Tabla 7.5: Factores de ajuste para gradientes máximos relativos.	94
Tabla 7.6: Longitudes de transición adoptadas.	96
Tabla 7.7: Control de diseño con Distancia de frenado en curvas verticales. Fuente: AASHTO.....	101
Tabla 7.8: Control de diseño con para curvas verticales cóncavas. Fuente: AASHTO.	103
Tabla 7.9: Curvas Verticales del Proyecto.	104



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. ÁMBITO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

El presente documento, denominado “Informe Técnico Final”, es el resultado de los trabajos desarrollados en el marco de la realización de la materia Práctica Supervisada correspondiente a la carrera Ingeniería Civil (Plan IC-05) de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (Universidad Nacional de Córdoba).

Las tareas fueron llevadas a cabo en el estudio “Vanoli y Asociados Ingeniería S.R.L.” durante los meses de abril y mayo del corriente año, donde se desempeñaron labores relacionadas con la actividad profesional de la Ingeniería Civil.

El seguimiento durante la ejecución de la Práctica Supervisada estuvo a cargo del Ing. Leandro Bande en carácter de supervisor externo y del Ing. Rodolfo Freire en condición de tutor académico.

El equipo de trabajo conformado en la empresa llevó a cabo el diseño geométrico, a nivel de anteproyecto, de un tramo del cierre de la Av. de Circunvalación de la ciudad de Córdoba, incluyendo tanto la confección del modelo digital, como de diversos planos y documentos necesarios para la presentación a las entidades correspondientes.

El objetivo principal de dicha obra radica en mejorar la movilidad del sector, reduciendo los tiempos de viaje y costos de los usuarios, además de aumentar la seguridad del tránsito urbano que circula por la zona.

1.2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Los objetivos de la Práctica Supervisada se dividen en dos grupos de distinta índole, uno referido a las experiencias adquiridas que contribuyen a la formación como ingeniera civil, y otro que contempla los objetivos propios del presente informe.

Desde el punto de vista de la formación personal, pueden citarse:

- Aprender a desempeñarse en un grupo de trabajo conformado por profesionales y técnicos de distintas especialidades.
- Compartir la tarea profesional cotidiana.
- Visualizar las exigencias de los proyectos.
- Vincular los conocimientos adquiridos en la formación académica con las metodologías y procedimientos de trabajo aplicados en cada etapa de las tareas encomendadas.
- Adquirir una primera experiencia en el ámbito profesional.
- Aplicar, profundizar y llevar a la práctica los contenidos asimilados durante la carrera para completar la formación académica con experiencia laboral asesorada y supervisada en la empresa.
- Seleccionar con criterio el material bibliográfico a consultar durante la ejecución de las tareas correspondientes.

- Aprender y afianzar el conocimiento en software necesario para desarrollar modelos útiles en el diseño vial.
- Desarrollar criterio para la solución de diversos problemas propios de la actividad profesional.
- Comprender la responsabilidad que implica el desarrollo de una actividad profesional y de cada decisión tomada en un proyecto.
- Ser consciente sobre los plazos de entrega y los conceptos técnico-económicos que se manejan en este tipo de obras.
- Aprender a seleccionar y aplicar de manera adecuada la normativa correspondiente en un proyecto vial.
- Reforzar conocimientos y aprender criterios propios del diseño geométrico para obras viales.

Por su parte, los objetivos del informe son los siguientes:

- Elaborar planos y documentos técnicos que permitan transmitir las conclusiones obtenidas de manera clara y completa.
- Comprender el proyecto de manera global a partir del análisis e interpretación de la información disponible como planos, bibliografía, estudios varios, proyectos previos, etc.
- Entender el protagonismo del problema a resolver dentro del entorno global del proyecto y cómo se relaciona éste con los demás componentes del mismo.
- Adquirir las herramientas profesionales para discutir sobre cuestiones particulares del proyecto y explicar las decisiones adoptadas que hacen a la funcionalidad del mismo.
- Resumir las tareas realizadas y los conceptos adquiridos en un documento ordenado.

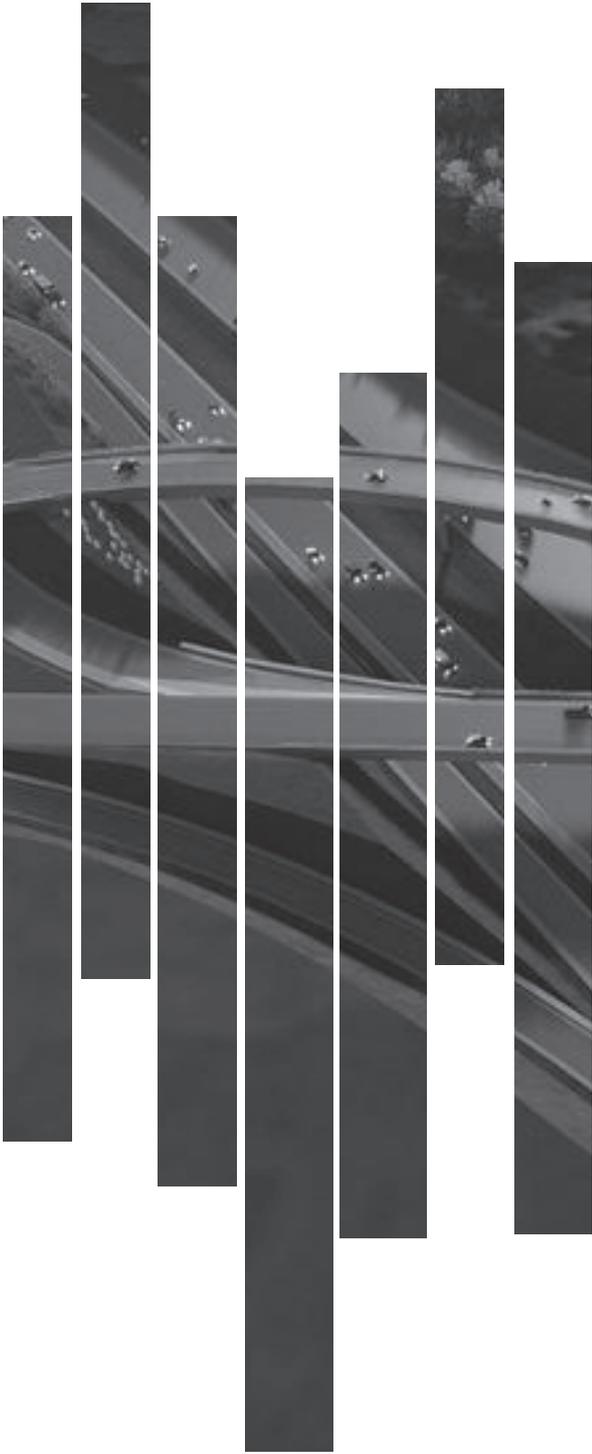
1.3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

Durante la realización de la Práctica Supervisada se conformó un equipo de trabajo en el cual se participó en las diferentes etapas del proceso de diseño geométrico del anteproyecto de “Cierre Av. de Circunvalación Agustín Tosco, tramo Prg. 26+950 a 33+226,92”, desarrollando tareas de investigación, diseño, dibujo y confección de planos.

El grupo de trabajo recopiló información de estudios geológicos, topográficos, hidrológicos, viales, de tránsito y climáticos del área de estudio y luego analizó la misma con el objetivo de obtener una fuente de datos útiles para el proceso de diseño.

Con base en el relevamiento, los manuales de normas de diseño geométrico y la experiencia de varios profesionales, se desarrollaron alternativas de trazado y se discutieron ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Elegida la traza final, se diseñó con mayor detalle la planimetría, altimetría y los elementos del perfil transversal, y se elaboró la documentación pertinente que incluyó: memorias descriptivas, de ingeniería, cómputo métrico, pliego de especificaciones técnicas y planos (planimetría de ubicación, planimetría general, planos tipos, planialtimetrías y planos de detalles).



CAPÍTULO 2

INFORMACIÓN DISPONIBLE

CAPÍTULO 2: INFORMACIÓN DISPONIBLE

Al referirse a una obra de ingeniería civil, debe enmarcarse espacialmente la misma y evaluar las características generales de su entorno que permitan saber en qué contexto está inmersa y qué aspectos la condicionan, para luego diseñar conociendo el escenario sobre el que se está trabajando, buscando así la solución que, desde el punto de vista técnico, económico, funcional, social y ambiental, resulte óptima. El presente capítulo tiene como finalidad describir los aspectos más relevantes del proyecto a tratar y posicionarlo en el contexto en que se encuentra, como base de desarrollo del mismo.

2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se ubica en la ciudad de Córdoba y forma parte del cierre definitivo de la Av. de Circunvalación, en el sistema de la Red de Accesos a Córdoba (RAC).

En la Figura 2.1, se muestra la ubicación nacional, provincial y departamental del mismo.

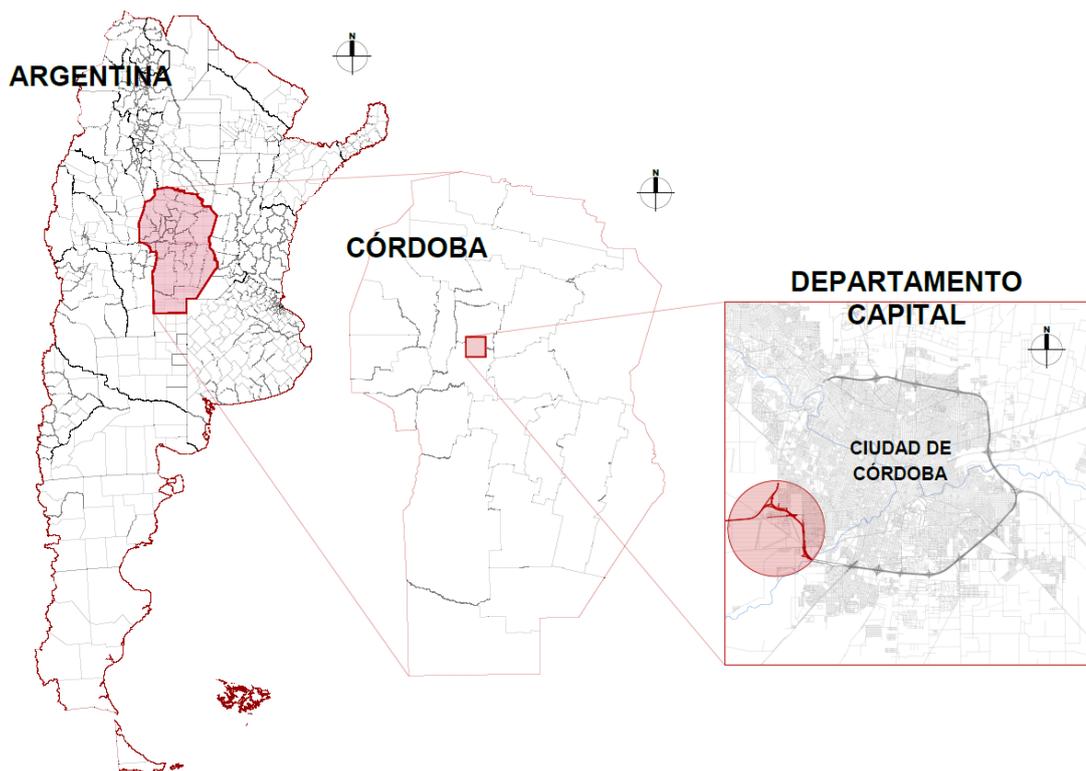


Figura 2.1: Ubicación nacional, provincial y departamental del proyecto.

En lo que respecta a la ciudad, constituye el único municipio del departamento Capital y, conforme a las leyes provinciales, los límites de su ejido municipal están delineados

al norte, sur, este y oeste verdaderos, ubicados a 12 kilómetros del centro de la plaza San Martín, lo que significa que es un cuadrado de 24 kilómetros de lado, totalizando un área de 576 km², delimitada al norte por el paralelo 31° 18' 30" S, al sur por el paralelo 31° 31' 30" S y por los meridianos 64° 03'27" O y 64° 18' 35" O, al este y oeste respectivamente.

El proyecto forma parte de la infraestructura vial de esta urbe y se encuentra emplazado hacia el oeste de la misma, constituyendo un tramo por completar del anillo de circunvalación de la ciudad, que se halla inconcluso en el sector oeste.

Puntualmente el tramo de la Ruta Nacional A019, Av. de Circunvalación Agustín Tosco, a tratar en este informe está situado entre los puentes existentes sobre Arroyo La Cañada y proximidades de la intersección de la misma con Av. Santa Ana, atravesando en su desarrollo las vías de los ferrocarriles Mitre y Belgrano e importantes avenidas como La Donosa, Fuerza Aérea Argentina (después Ruta Nacional N°20) y Revolución Libertadora. Colinda en su recorrido con la Escuela de Aviación Militar, la Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA S.A.), la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea y la "Reserva Natural de la Defensa La Calera" propiedad del Comando de la Segunda División del Ejército Argentino.

Todo lo descripto se muestra en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Ubicación del proyecto en la ciudad de Córdoba.

2.2. GEOGRAFÍA FÍSICA

2.2.1. Relieve

La ciudad se ubica en la región argentina conocida como llanura pampeana, al este del cordón oriental de las Sierras Chicas, que posee una altura promedio de 550 metros sobre el nivel del mar. Se extiende al piedemonte, sobre ambas márgenes del Río Suquía, cubriendo el territorio sobre la primera y segunda barranca creadas por el río, las cuales son de sedimentos loésicos que fueron erosionadas en tiempos remotos.

Es una urbe que no tiene mayores elevaciones, aunque su carácter es ondulado debido a que en el trazado urbano se conjugan zonas llanas, pendientes suaves, barrancas y colinas bajas. Su altitud mínima sobre el nivel del mar se da al este y es de 352 metros (en el cauce del Río Suquía), mientras que su altura máxima es de 544 metros y se encuentra en el sudoeste.

La Figura 2.3 representa el relieve de la ciudad de Córdoba en una escala de grises que muestra la elevación de las diferentes zonas, en metros sobre el nivel de mar.

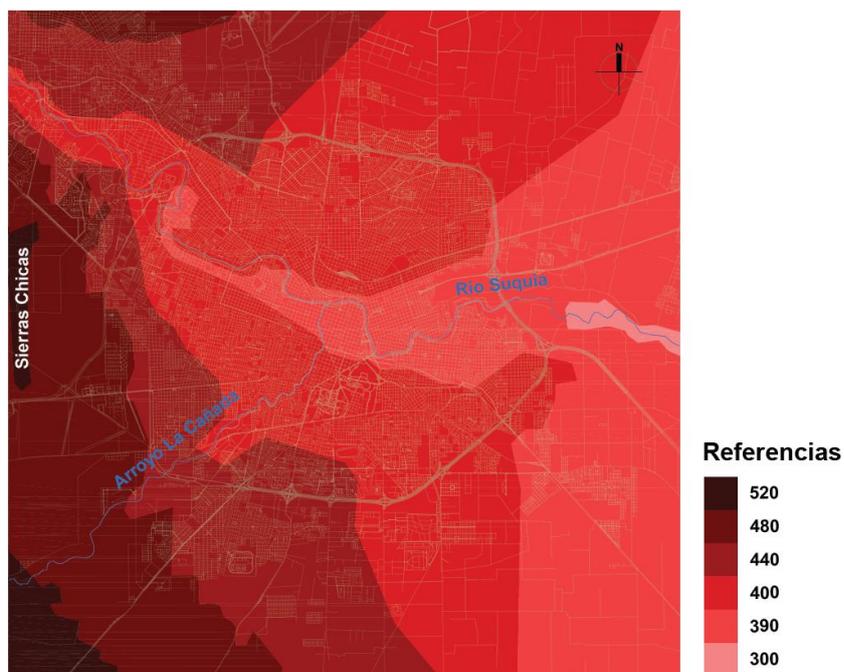


Figura 2.3: Relieve de Córdoba.

2.2.2. Hidrografía

El Río Suquía o Primero atraviesa el ejido municipal en sentido noroeste a este. En parte, lo hace con un cauce de aproximadamente 100 metros de ancho y, en otros tramos, corre por un canal de hormigón. Al salir de Córdoba, es un río típico de llanura

y, junto con el Río Xanaes o Segundo, es tributario de la cuenca endorreica¹ que conforma a la gran laguna salada de Mar Chiquita. Los cursos que drenan el área de aporte del mismo tienen régimen intermitente, con máximos caudales en verano, durante la época lluviosa, pudiéndose producir fuertes torrentes. Durante la época de sequía sus caudales merman considerablemente; lo que fue uno de los estimulantes de la construcción del dique San Roque que, entre otras funciones, regula las aguas del Río Primero.

En la Figura 2.4 se representa la cuenca endorreica citada.

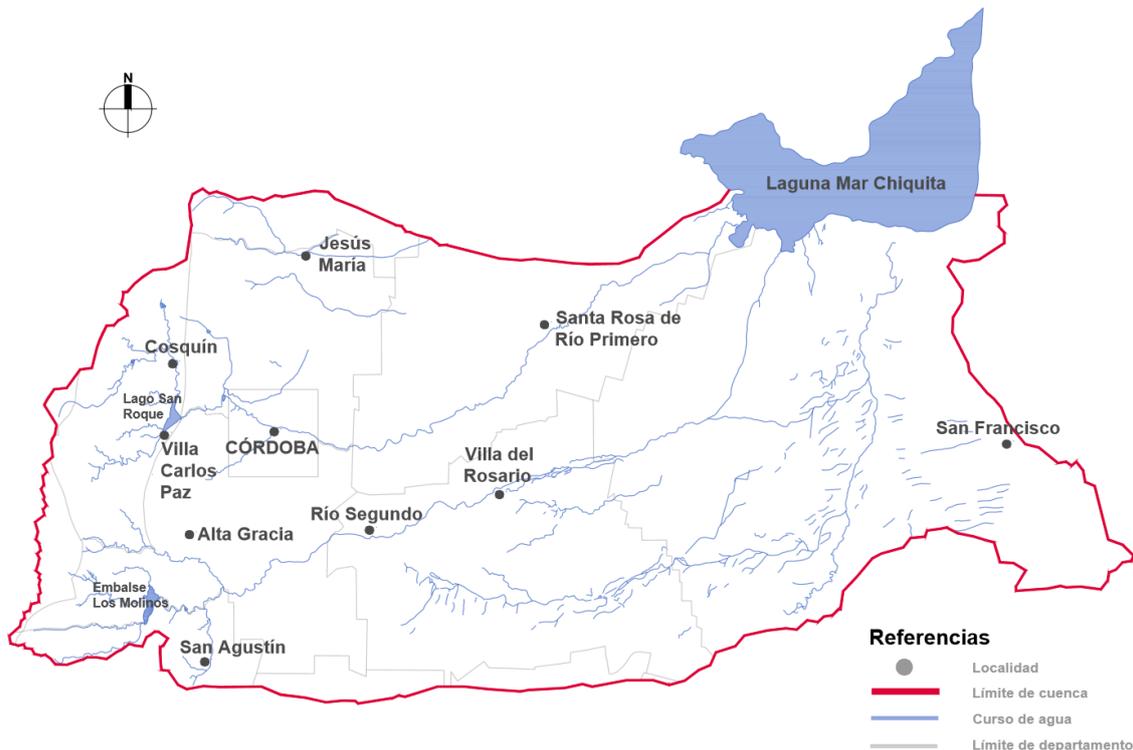


Figura 2.4: Cuencas de Río Primero y Río Segundo.

La ciudad también es atravesada en sentido suroeste a norte por el Arroyo La Cañada que, en la zona céntrica, desemboca en el Río Suquía. Este arroyo fue encausado en los años 1.930 ya que provocaba inundaciones de gran magnitud de manera recurrente.

Además, existen cursos de agua menores, como el Arroyo El Infiernillo, que terminan de completar la red fluvial principal de la ciudad de Córdoba.

A continuación, la Figura 2.5 muestra los principales cursos de agua de la ciudad y en línea gruesa, la canalización del Arroyo La Cañada.

¹ Cuenca endorreica: aquella que desemboca en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar.

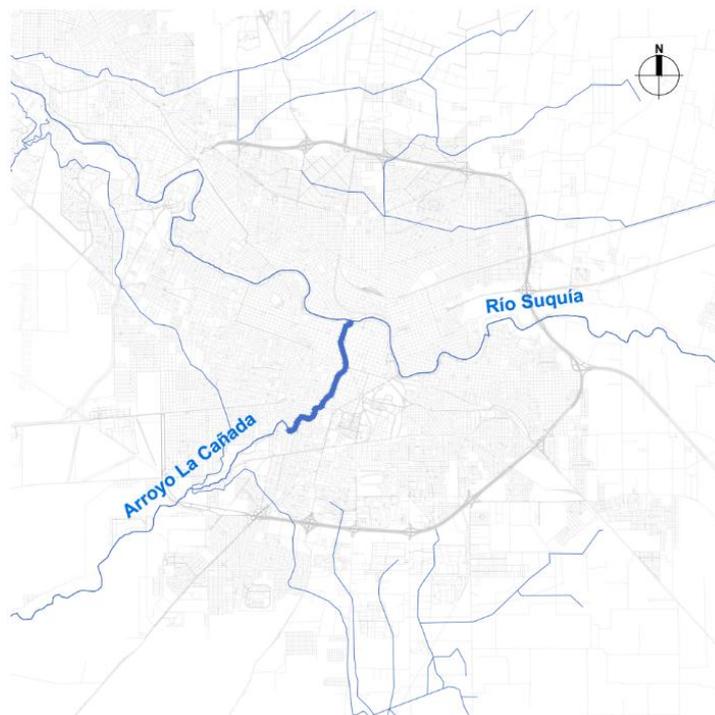


Figura 2.5: Mapa hidrográfico de Córdoba.

2.2.3. Clima

Debido a su posición geográfica, Córdoba se encuentra en una zona templada con clima subtropical húmedo con estación seca en invierno, clima más conocido como pampeano, con las cuatro estaciones bien definidas y más diferenciadas que en el resto de la provincia.

Las temperaturas promedio se caracterizan por ser menores que en otros territorios con latitudes semejantes y esto se debe a que están influenciadas por la altitud de la ciudad y por los vientos pamperos fríos de origen antártico. Dadas estas condiciones, la temperatura media anual es de aproximadamente 18°C y la amplitud anual es de 14°C a 15°C debido a su mediterraneidad. Las máximas se producen en enero y pueden alcanzar los 40°C en algunos casos. Las mínimas, por su parte, se registran en julio y suelen ser por debajo de los 0°C. Sin embargo, en invierno son frecuentes temperaturas superiores a los 30 °C, debido a la influencia del viento Zonda². Dada la extensión del área urbanizada, existe una diferencia de 5°C o más entre el área céntrica y la periferia. El centro urbano, densamente edificado y ubicado en una depresión, es el núcleo de una considerable isla de calor.

² Zonda: viento seco y cálido característico de la región de Cuyo.

El clima de Córdoba se destaca también por ser muy soleado, ya que a lo largo del año se puede gozar de más de 2.500 horas de sol.

Durante la primavera predominan los vientos del norte y del noreste. Los vientos del este y del oeste son poco frecuentes, de corta duración e intensidad, mientras que los más intensos provienen del sur.

El período lluvioso se extiende de octubre a marzo, concentrando el 80% de las precipitaciones pluviales anuales, que están comprendidas entre los 500 y 750 milímetros, dadas por un régimen que se caracteriza por inviernos generalmente secos y veranos con frecuentes tormentas de vientos, aguaceros, descargas eléctricas y ocasionalmente granizo. El déficit hídrico varía entre 100 y 200 milímetros promedio.

La temporada de heladas se presenta desde mayo hasta septiembre, mientras que las nevadas son poco frecuentes.

2.3. CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y CULTURAL

Este análisis es valioso en toda obra de ingeniería para dar a cuenta sobre la necesidad de que se proyecte y ejecute una obra, sus aportes y beneficios, además de brindar información muy útil en lo que respecta a características y conductas de los potenciales usuarios, los cuales constituyen condicionantes de suma relevancia para realizar un adecuado diseño.

En este caso, se sitúa a la ciudad de Córdoba en un nivel macro con el fin de establecer sus relaciones a escala regional, nacional e internacional, dando cuenta de su posicionamiento en el mercado y de la importancia de su infraestructura vial en el desarrollo.

Luego, continuando con la misma línea de estudio, pero a un nivel micro, se exponen de forma general factores sociales y económicos que, analizados en conjunto, propician una idea de la configuración urbana tanto de la ciudad como de sus alrededores y del comportamiento de sus habitantes en lo que respecta especialmente a su movilidad, haciendo notar cómo se reflejan e influyen estos aspectos en el tránsito de la ciudad.

Para tratar estos temas, muchas veces se hará alusión al Área Metropolitana de Córdoba, entendiendo que no se puede aislar a la urbe de su entorno, sino más bien que se comportan como un único sistema. El concepto hace referencia a una aglomeración de localidades alrededor de una ciudad principal o polo que, en este caso, es Córdoba, entre las cuales se mantienen fuertes relaciones funcionales y donde existe gran concentración de población, conformando una región con una dinámica común y una oferta sociocultural altamente heterogénea. En su interior se pueden encontrar centros con una gran densidad poblacional y vastas extensiones de territorio escasamente poblados.

2.3.1. Conectividad Externa e Infraestructura de Transporte

El Área Metropolitana de Córdoba posee una ubicación central, geoestratégica en el MERCOSUR y el corredor bioceánico³ denominado Eje MERCOSUR - Chile, equidistante de los océanos Atlántico y Pacífico y situándose a una distancia favorable de los grandes polos poblacionales ubicados en Brasil, tal como se muestra en la Figura 2.6.

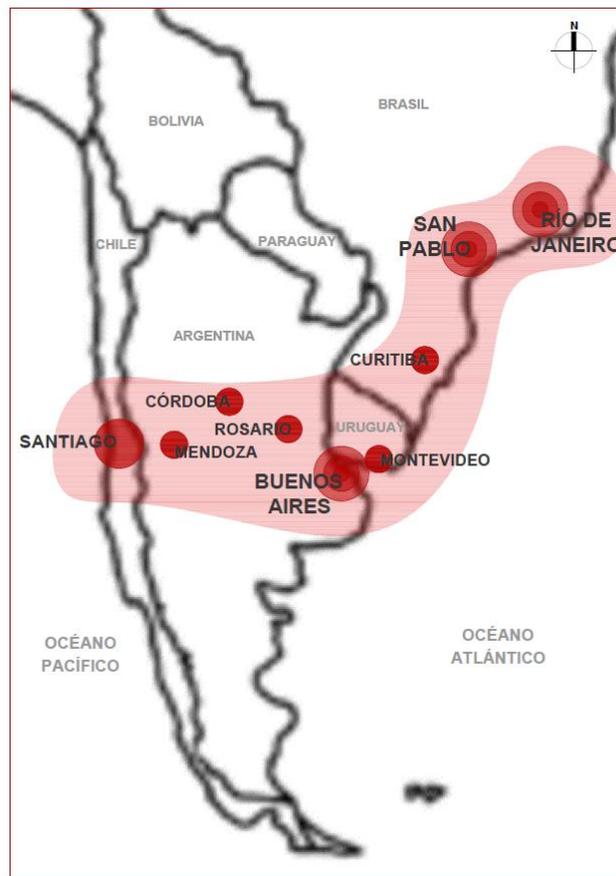


Figura 2.6: Eje MERCOSUR – Chile.

El mencionado eje es uno de los más demandados, dado que engloba a las cuatro metrópolis más importantes de la región además de otras catorce de menor categoría. Del mismo modo, la ubicación geográfica central hace que la conexión con el resto de las provincias argentinas y los principales centros urbanos de los países limítrofes sea favorecida. Dentro del sistema de transporte, Córdoba posee una posición privilegiada ya que, al no haber otras conexiones factibles de ser utilizadas entre diferentes puntos del país y los puertos de Rosario y Buenos Aires, ésta se convierte en el paso obligado

³ Corredor bioceánico: puentes de comunicación terrestres que unen a diferentes estados y mercados continentales, separados por océanos, cumpliendo un rol fundamental en lo que refiere a la integración y participación en las actividades económicas de los diferentes países.

para el transporte de cargas desde la zona centro y del noroeste argentino, hacia el punto de salida al exterior. Este esquema surge de utilizar el sistema radial de caminos centrado en la salida al puerto y de la importancia económica de la región centro que concentra la mayor parte de la producción y el comercio y, por lo tanto, del transporte.

Analizando el sistema nacional de conexiones, existe un eje materializado mediante la Ruta Nacional N°9 que vincula en forma directa las tres metrópolis principales del país, Buenos Aires, Rosario y Córdoba, lo cual se representa esquemáticamente en la Figura 2.7. Otra vía muy importante es la Ruta Nacional N°19, que permite comunicar la ciudad de Córdoba con la de Santa Fe constituyendo parte del corredor central del MERCOSUR.



Figura 2.7: Principales áreas metropolitanas del país y sus ejes de conexión.

En lo que respecta a infraestructura de transporte, la red vial argentina cuenta con unos 100.000 kilómetros de caminos pavimentados y mejorados, aunque el total de la red duplique esta cifra, considerando también los caminos de tierra. Existen en el país una red nacional, redes provinciales y caminos secundarios. El trazado de los caminos nacionales responde a la necesidad de exportación de productos del agro y especialmente por la competencia con el ferrocarril, presenta también el mismo diseño radial que la red ferroviaria.

En particular, la provincia de Córdoba cuenta con numerosas rutas nacionales (A005, A019, 7, 8, 9, 19, 20, 35, 36, 38, 60, 148 y 158) que la comunican con el resto de las provincias.

El punto de confluencia de las rutas nacionales que pasan por la provincia de Córdoba es la ciudad capital. Entre las vías que confluyen a ella, pueden mencionarse la Ruta Nacional N°36 que conecta con Río Cuarto, la Ruta Nacional N°9 (sur) que conecta con Villa María, la Ruta Nacional N°19 que conecta con San Francisco, la Ruta Nacional N°9 (norte) que conecta con Jesús María y la Ruta Nacional N°20 que conecta con Carlos Paz, entre otras, tal como puede observarse en la Figura 2.8.

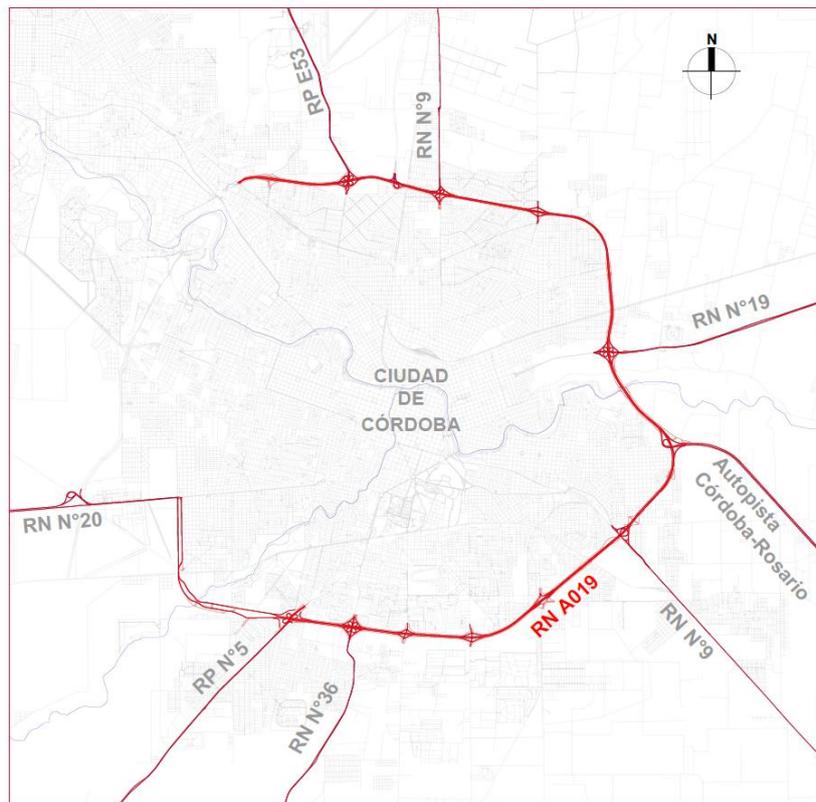


Figura 2.8: Red de accesos a Córdoba.

Las rutas N°9 (norte y sur) y N°19 son netamente vías comerciales, con un gran tránsito de camiones. La ruta N°36 tiene la característica principal de ser una ruta comercial, aunque presenta también usos turísticos. Las que nacen en la Ciudad de Córdoba con dirección a la región serrana son de uso predominantemente turístico, presentando picos de tránsito en períodos de receso o fines de semana. La caracterización de estas se determina en base a relevamientos (T.M.D.A.⁴ y composición) y la misma coincide claramente con la de las regiones a la cual penetran. La región serrana tiene una

⁴ T.M.D.A.: tránsito medio diario anual. Número de vehículos promedio que ha pasado por una sección del camino durante un año, dividido por 365 días.

actividad principalmente turística, la región de la llanura pampeana agrícola-industrial y la región de la llanura chaqueña agrícola-ganadera.

Las vías que atraviesan el Área Metropolitana de Córdoba adquieren mucha importancia desde el punto de vista económico y de integración regional al formar parte de importantes corredores turísticos, así como de corredores bioceánicos de integración del continente. Su red vial principal está conformada por un sistema radial que conecta la ciudad polo con las localidades periféricas y que tiene continuidad con la red principal que vincula la provincia de Córdoba con el resto del país. En cuanto a la conectividad, tiene una ubicación favorecida, ya que por ella pasa el principal corredor (Ruta Nacional N°9) que vincula Buenos Aires con el norte del país, llegando hasta la República de Bolivia. Además, posee una conexión directa con la Ruta Nacional N°7, que une el país en el sentido este-oeste, llegando hasta la República de Chile.

2.3.2. Población y Economía

Con las bases sentadas por la organización Jesuítica comenzó la urbanización del área metropolitana de Córdoba. Luego, entre 1.920 y 1.950, se produjo un proceso de industrialización que, conjugado con la llegada de estudiantes universitarios de todo el país y del mundo, la convirtieron en un polo de concentración de actividades.

De este modo, la ciudad ha concentrado una población que, según datos del último censo nacional de población, hogares y vivienda, realizado por el INDEC⁵ el 27 de octubre de 2.010, ha llegado a 1.329.604 habitantes, posicionándose como la segunda metrópoli más poblada después de Buenos Aires y la más extensa del país, constituyendo un importante centro cultural, económico, educativo, financiero y de entretenimiento de la región.

Un indicador significativo es la densidad poblacional, la cual registra un valor de 2.366,6 hab/km² en el departamento Capital mientras que el promedio provincial es de 20 hab/km² y para el Área Metropolitana de Córdoba se estima en el orden de los 500 hab/km². Esto evidencia la gran concentración demográfica respecto al resto del territorio provincial.

Por otra parte, la serie temporal refleja una tendencia decreciente en la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad; en las últimas épocas el desarrollo demográfico se produce a un ritmo cada vez menor, mientras que las localidades más pequeñas del conurbano tienden a crecer a un ritmo mayor. En general, este fenómeno se debe a diversas causas, las más tradicionales parten de conceptos económicos, como los asentamientos industriales, y otras se vinculan a la calidad de vida, esto es, servicios, infraestructura, calidad paisajística, ambiental y seguridad. Particularmente, en lo que respecta al Área Metropolitana de Córdoba, muchas de sus localidades se ven

⁵ INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Organismo que unifica y ejerce todas las actividades estadísticas oficiales.

favorecidas por la buena accesibilidad dada por la presencia de infraestructura vial que permite una fluida vinculación con la ciudad principal. Esto se manifiesta por el volumen de viajes que se registran diariamente sobre la Red de Accesos a Córdoba (RAC)⁶.

El Área Metropolitana de Córdoba se caracteriza por una economía basada en la industria y los servicios, con baja participación en la actividad primaria. Presenta diferentes usos de suelo, distribuidos en el espacio, de acuerdo con las normativas y patrones morfo-estructurales que los posibilitan.

El uso de suelo residencial se manifiesta de manera irregular en el territorio, concentrándose la mayor parte en la ciudad de Córdoba. No obstante, se da actualmente el fenómeno de las ciudades dormitorio, en donde existe una marcada tendencial emplazamiento de viviendas hacia el noroeste de la capital, en donde se encuentran ciudades como Villa Allende, La Calera, Unquillo, Mendiolaza y demás localidades, concurriendo de forma diaria a trabajar y/o estudiar en la capital.

Las actividades industriales, que son en mayor medida del tipo metalmecánicas y automotrices, se localizan principalmente en los extremos este, sudeste y sudoeste de la mancha urbana de Córdoba, sobre corredores de vinculación. Respecto a ésta, es pertinente aclarar que su influencia en la economía local es de gran relevancia.

El sector turístico se ubica en la franja oeste desde el norte hacia el sur, a ambos lados del cordón montañoso denominado Sierras Chicas. Allí se emplazan localidades, como Cosquín, Villa Carlos Paz, Rio Ceballos, Alta Gracia, entre otras.

Las actividades agropecuarias tienen su lugar en el cinturón verde, a las afueras del área urbanizada, principalmente en los sectores este y sur, siendo mínimas en comparación al resto de la provincia.

En cuanto a la práctica comercial, se encuentra mayoritariamente en la zona céntrica de Córdoba.

Un tema por tratar concerniente a estos ítems y significativo para el proyecto refiere a la cantidad de vehículos que circulan por la capital y sus alrededores.

Según un artículo periodístico publicado por un reconocido medio cordobés el pasado 27 de marzo del corriente año (2017), en febrero circularon por la ciudad 846.526 rodados (en todas sus variantes) mientras que hace 10 años, este valor apenas era de la mitad: 411.873. Del número total, más de 237.000 son motos; se trata del medio de transporte que más creció en la última década.

Si se divide la cantidad de habitantes antedicha (1.329.604) por el número de vehículos, se obtiene como resultado que hay uno cada 1,57 personas.

⁶ RAC: Red de Accesos a Córdoba. Conjunto de importantes avenidas, autovías, autopistas y vías férreas que conectan la ciudad de Córdoba con otras ciudades y localidades del interior.

Pero además de su propio parque automotriz, al tránsito capitalino se deben sumar todos los vehículos que a diario ingresan desde el Gran Córdoba, fenómeno que también registra un incremento notable desde hace varios años, acrecentado esto por la ya mencionada situación de las ciudades dormitorio. Según datos de Caminos de las Sierras, concesionaria de la R.A.C., penetran a la capital más de 80.000 vehículos por día, que se suman al volumen circulante propio.

Cuando se observa la capacidad vial de Córdoba en relación con la cantidad de vehículos, surge una clara desproporción entre la oferta de infraestructura y el crecimiento del parque automotriz. Ocurre lo mismo con el estacionamiento, lo que lleva a optar por el aparcamiento en la vía pública, fenómeno que reduce aún más la capacidad de las calles.

Estos datos sirven para afirmar un estudio realizado en 2013 por la Red Ciudadana Nuestra Córdoba, que demuestra que los automóviles particulares representan el 70% del total de los rodados y que el 95% del espacio físico de las calzadas cordobesas es ocupado por coches de uso individual.

2.3.3. Estructura Urbana

La disposición de los barrios y avenidas principales de Córdoba es radial, con una distribución que se fue formando a partir de su área céntrica, desde donde nacen las arterias que llevan a los sectores periféricos.

En el casco central, se agrupan puntos históricos, culturales y turísticos de importancia, concentrando el mayor porcentaje de actividades comerciales, administrativas y de servicios, lo cual genera gran dependencia del resto de los barrios con esta zona, fenómeno que se ve reflejado en la organización de los recorridos del sistema de transporte público, donde la mayoría concurre al macro centro. Por otra parte, es causante de que las vías principales que penetran la ciudad alcancen su capacidad y se saturen en horarios picos, que por lo general, coinciden con las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde, en concordancia con el inicio y cese de la jornada laboral.

Conforme al crecimiento demográfico, la ciudad se ha expandido principalmente al noroeste y al sudeste, siguiendo el recorrido de la Ruta Nacional N°9.

En este aspecto, el anillo de circunvalación que rodea a la metrópoli ha constituido un condicionante de suma importancia. En cierta manera, oficia de barrera limitante para la expansión urbana hacia la periferia pero, por otra parte, facilita el acceso y circulación hacia los barrios más alejados del casco céntrico promoviendo una descentralización de la zona urbanizada, de modo que su influencia en la configuración urbana puede evaluarse desde diferentes enfoques.

Respecto a la tipología de las vías que conectan los distintos puntos de la metrópoli, coexiste una gran variedad, donde son fundamentales las grandes avenidas que permiten la circulación de una mayor cantidad de vehículos a una velocidad

relativamente superior; le siguen las calles secundarias que unen a estas con los barrios y, por último, las calles de menor jerarquía o barriales que tienen la finalidad de permitir el acceso a los hogares.

En el centro también se encuentran varias calles convertidas en peatonales, pues Córdoba es la urbe con más kilómetros de peatonales en Argentina, y una de las mayores del mundo.

En la Figura 2.9 está representada la configuración radial de la ciudad, con las arterias principales que llevan a los sectores periféricos.

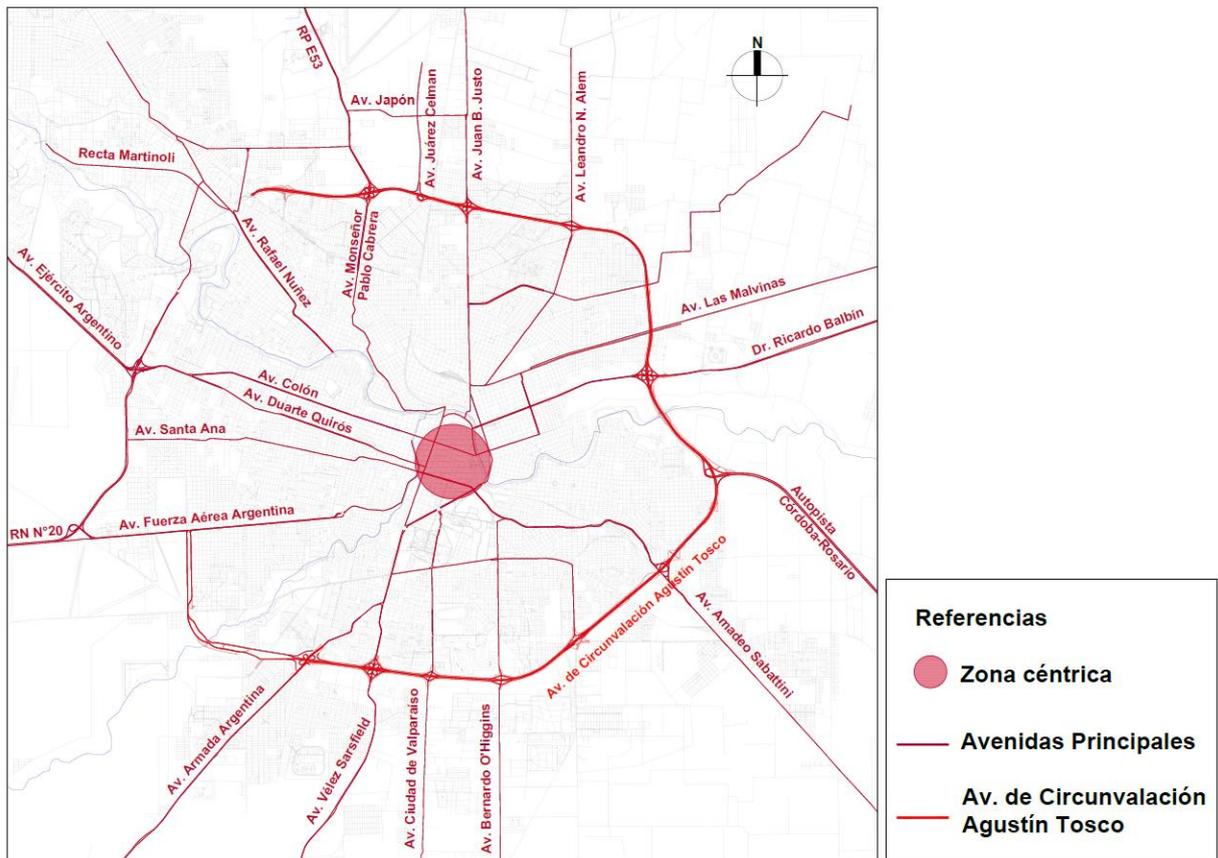


Figura 2.9: Estructura urbana y arterias principales de la ciudad de Córdoba.

2.4. ANTECEDENTES

El proyecto “Cierre Av. de Circunvalación” es una obra de índole urbanística pública que se desarrolla en la ciudad de Córdoba. El organismo licitante es Caminos de las Sierras S.A. (empresa concesionaria a cargo del mantenimiento y explotación de la R.A.C.), dependiente del Ministerio de Vivienda, Arquitectura y Obras Viales de la provincia.

Una avenida de circunvalación es una carretera que se desarrolla de forma anular rodeando un polo poblacional y acarreando consigo variados beneficios, entre los que

se destaca la posibilidad para aquellos vehículos que transitan por la zona sin intenciones de ingresar a la ciudad, de circular sin tener que atravesarla, con la consecuente disminución en los tiempos de viajes y la implicación directa de una reducción del tránsito interno de la metrópoli, aumentando la capacidad, movilidad y seguridad en las vías urbanas.

Otras utilidades que brinda un anillo perimetral radican en permitir a un conductor que quiere ingresar a la ciudad, elegir por qué acceso hacerlo o la posibilidad de ir de un punto a otro de la misma por una vía más rápida.

Su diseño muchas veces forma parte de un programa de planificación urbanístico mayor que pretende dar cierta configuración a la estructura de una urbe y/o limitar su expansión territorial, otras veces surge ante la necesidad de dar respuesta a las demandas de infraestructura vial propias del crecimiento poblacional. Atendiendo a esto, existen ciudades en diferentes países que poseen más de un anillo de circunvalación, debido al desarrollo en la extensión de su mancha urbana.

No debe confundirse esta tipología de carretera con una variante o by pass, las cuales son construidas con el objetivo de evitar un área poblada.

En Argentina, la mayoría de las avenidas de circunvalación son rutas nacionales nombradas con la letra A, seguida de un cero y dos dígitos numéricos más, como por ejemplo la Ruta Nacional A005 en Río Cuarto o el caso en estudio, la Ruta Nacional A019 en Córdoba, designada también como Av. de Circunvalación Agustín Tosco.

Esta última rodea a la ciudad con un radio aproximado de 6 kilómetros desde el centro y posee actualmente una extensión cercana a los 32 kilómetros, materializada con una autopista de dos carriles por sentido. Pertenece a la Red de Accesos a Córdoba y es la única carretera de la misma que en la actualidad no posee cabinas de peaje. En su traza es interceptada por importantes vías, a saber, las rutas provinciales 5, E53, A74, A188, las rutas nacionales 9 Norte, 9 Sur, 19, 36 y Autopista Córdoba-Rosario, entre las más destacadas, además de importantes arterias de la ciudad.

Su creación data del año 1969, cuando los representantes de las Direcciones de Vialidad nacional y provincial acordaron dar a inicio a su construcción en 1970, previendo un plazo para su culminación de 5 años, bajo la premisa de evitar la circulación de tránsito pesado por el interior de la capital, dado la cantidad de vehículos de esta categoría que llegaban con el desarrollo de la industria. Este objetivo no se concluyó debido a factores políticos y económicos, quedando así un anillo perimetral incompleto.

Varios años más tarde (2011), se construyó el tramo entre Av. Monseñor Pablo Cabrera y Av. Spilimbergo, faltando completar el trayecto entre esta última y Av. Armada Argentina (Ruta Provincial N°5).

En 2015, el gobierno provincial y el municipal en conjunto, anunciaron que se concretaría el cuadrante oeste para completar el recorrido en su totalidad, con un costo

aproximado de \$6.517 millones de pesos argentinos, el cual se construirá con tres carriles por sentido de circulación y sería el principio de una futura ampliación de un carril más por mano en los tramos existentes.

En la actualidad, se encuentran en ejecución los 15,8 kilómetros restantes para el cierre del anillo de circunvalación, anunciados en 2015. Una vez finalizados, la autopista contará con una longitud total de 47,8 kilómetros.

En la Figura 2.10, se marca en rojo la traza proyectada en el cuadrante faltante.

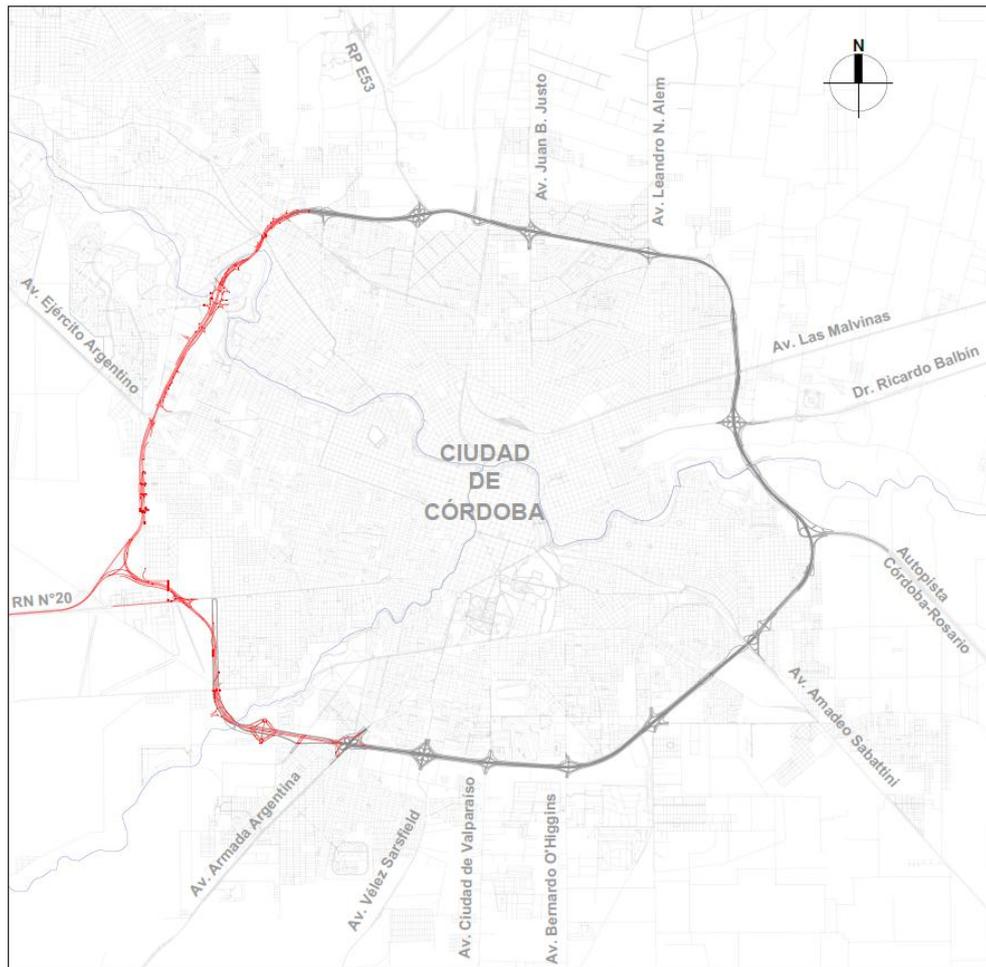


Figura 2.10: Av. de Circunvalación de la ciudad de Córdoba.

Con la finalidad de agilizar el proceso de diseño, contratación y ejecución, el trayecto se dividió en tramos y secciones, tal como se indica en la Figura 2.11.

El primer tramo, actualmente en ejecución, va desde La Cañada hasta Av. Armada Argentina (luego Ruta Provincial N°5 que conecta con Alta Gracia).

El segundo abarca desde los puentes existentes sobre Arroyo La Cañada, colindando con la Fábrica Argentina de Aviones (denominada de ahora en adelante como FAdA)

hasta proximidades del cruce con Av. Santa Ana, siendo éste el tramo abarcado en el presente informe.

El tercero repite en gran medida la morfología de la Variante Pueyrredón, aunque sumando colectoras, para lo que se requiere de la cesión de 27 hectáreas de tierra de jurisdicción militar. Este, continúa desde el anterior hasta el nudo vial tropezón.

Los dos últimos, incluyen desde el nudo vial “El Tropezón” hasta la intersección con Av. Spilimbergo, y también están actualmente en construcción.

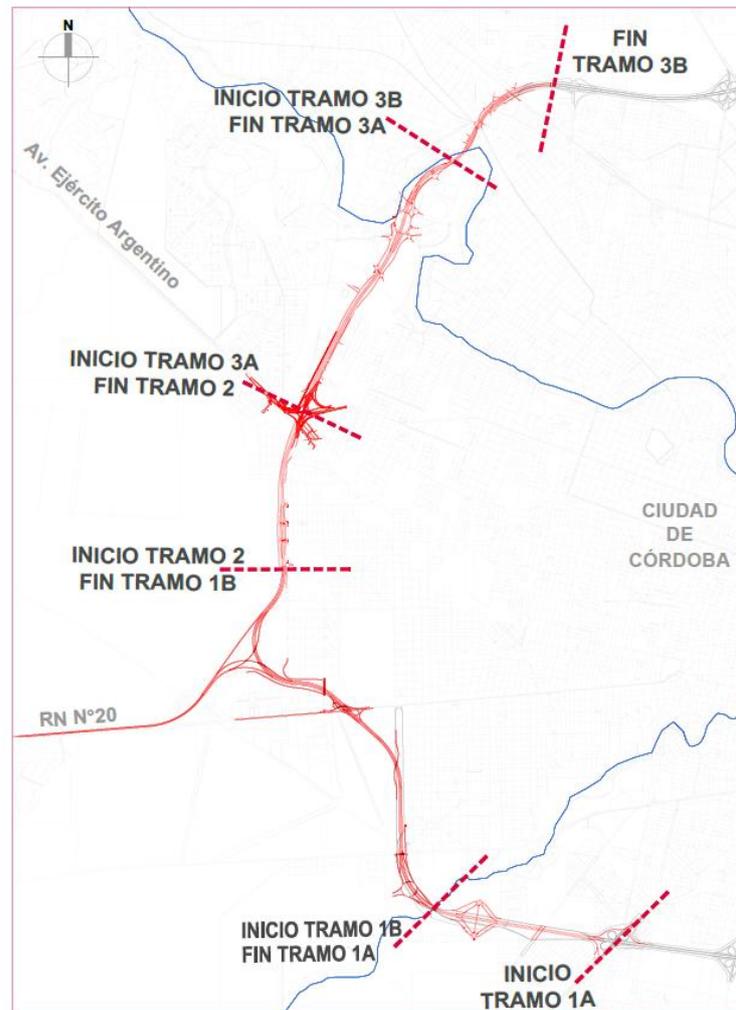


Figura 2.11: Tramos del proyecto del cierre de Av. de Circunvalación Agustín Tosco.

2.5. SÍNTESIS

A modo de cierre del capítulo y relativo a los aspectos en él mencionados, se expone un breve análisis, discutiendo en la relevancia y envergadura de la obra que engloba al proyecto.

En lo que refiere al medio natural, la importancia radica en que sus componentes son lo que en ingeniería vial se denominan condicionantes de localización, los cuales regularán el diseño y los parámetros geométricos a utilizar.

En tal sentido, el relieve puede definirse como el principal factor determinante. En este caso, la información permite aproximarse a una clasificación topográfica que caracteriza al terreno como ondulado, aunque el tramo del proyecto no presenta grandes diferencias altimétricas, lo cual se analiza de forma particular mediante la topografía de detalle.

El clima cobra gran relevancia en la etapa constructiva; según los materiales que se utilicen deben tomarse los recaudos necesarios para lograr un producto final de calidad.

En Córdoba existen diversas condiciones según la estación de la que se trate, siendo las más críticas las precipitaciones y altas temperaturas en verano y las heladas en invierno.

En el proyecto, debe tenerse especial cuidado al momento de realizar excavaciones, dada la presencia de suelos colapsibles cuya estabilidad se ve afectada ante la presencia de humedad.

La hidrografía amerita un análisis particular, en razón de que la presencia de un camino altera el relieve natural, generando un efecto barrera en los escurrimientos de los excedentes pluviales de las cuencas, a la vez que modifica las condiciones de escurrimiento por aumentar el área impermeabilizada con pavimento. En este caso, el tramo del proyecto comienza coincidente con el curso de agua Arroyo La Cañada, lo cual constituye un importante hecho natural a considerar y un punto de control primario del diseño.

En lo que respecta al tránsito propio de la ciudad, se mejorará notablemente el nivel de servicio de la red vial. Este tramo, junto con la materialización completa de circunvalación, reducirá el movimiento de vehículos de paso por la trama urbana al mismo tiempo que agilizará los viajes entre distintos puntos de la urbe. Esto último es fácilmente deducible, dada la morfología análoga entre la autopista y la configuración de la urbe, a saber, la primera se desarrolla en forma anular rodeando a una población estructurada de manera concéntrica.

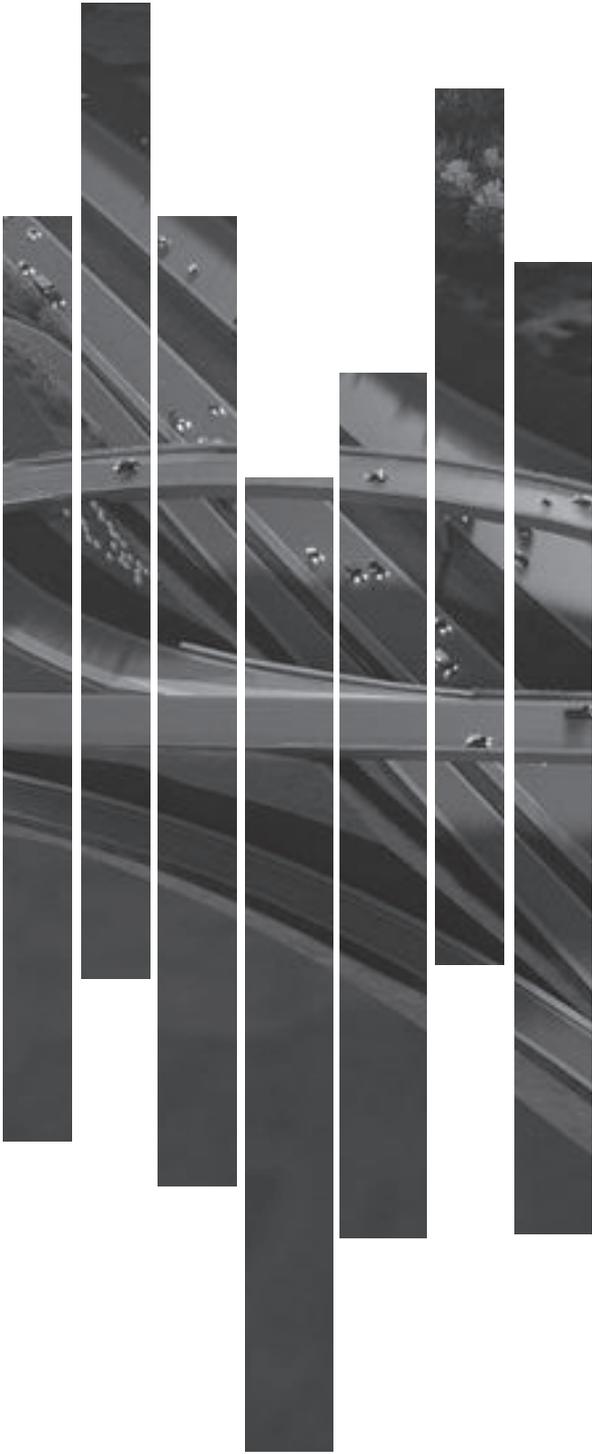
Es una obra que representa un beneficio para las localidades que conforman el Área Metropolitana de Córdoba, induciendo un crecimiento demográfico en las mismas. Esto se fundamenta en que se mejorará la accesibilidad a la ciudad polo y se reducirán los tiempos de viaje (y con ello, los costos del usuario), aspectos que benefician a quienes concurren periódicamente a realizar sus actividades en la urbe principal. Por otra parte, se optimizará el recorrido necesario para llegar a Carlos Paz por Ruta Nacional N°20, factor relevante para la actividad turística, sostén de esta ciudad serrana.

Siguiendo con esta línea de análisis, la gran cantidad de personas que viven en Córdoba y sus alrededores justifican la inversión estatal que el proyecto requiere, pues es fundamental mejorar la infraestructura vial para no limitar el desarrollo, sino más bien

acompañarlo y promoverlo. Esta obra es en sí misma una impulsora del crecimiento económico regional, mayormente de las actividades turísticas e industriales, dado la importancia del transporte comercial respecto a los mercados nacionales y del MERCOSUR.

Se prevé también una revalorización urbana del sector y su área de influencia.

Una obra de esta envergadura acarrea consigo beneficios socioeconómicos en el orden local, provincial y nacional, partiendo desde los inicios de su construcción si se tienen en cuenta la contratación de mano de obra, traducida en empleos transitorios y permanentes, la adquisición de materiales de construcción y los subcontratos a proveedores locales.



CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. GENERALIDADES

En el presente informe, al proyecto se lo denominará “Cierre de Av. de Circunvalación - Tramo 1B” y contempla el trayecto comprendido entre las progresivas 26+950 (coincidente con los puentes sobre Arroyo La Cañada) y 33+226,92 (próximo al empalme con Av. Santa Ana), siendo a su vez parte de un tramo mayor que abarca desde la intersección con Av. Armada Argentina hasta el cruce con Av. Colón (distribuidor “El Tropezón”).

Con el objetivo de aminorar tiempos de ejecución (motivo que indujo a la división en tramos), el proyecto que involucra este informe se subdividió en dos secciones, siendo el límite entre éstas la progresiva 29+750. Las mismas se indican en la Figura 3.1.

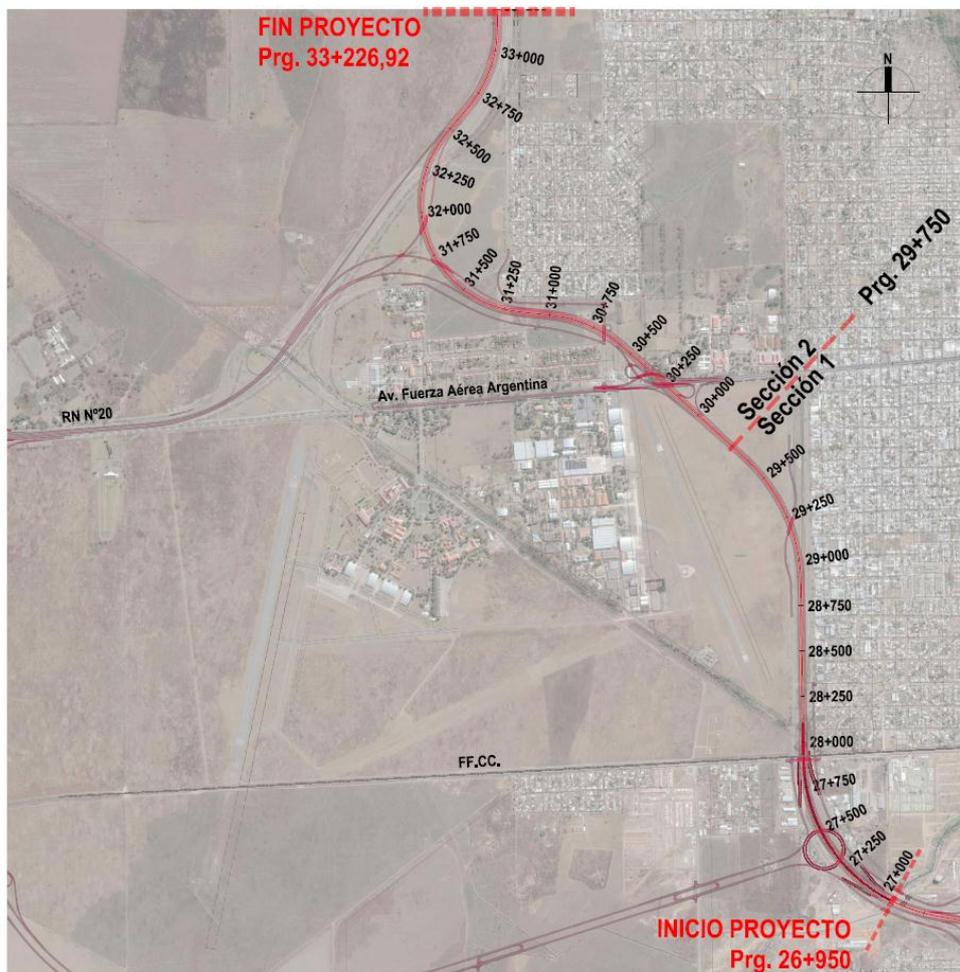


Figura 3.1: Cierre Av. de Circunvalación Agustín Tosco - Tramo 1B.

Actualmente, para realizar este recorrido, deben utilizarse calzadas colectoras de la traza original y Av. Fuerza Aérea Argentina, vías urbanas con el tránsito y las fricciones

al flujo vehicular características. Por lo tanto, el proyecto responde a la demanda de un cambio en el diseño y en la traza para mejorar el nivel de servicio de la vía, reducir los costos de operación y tiempos de viaje e incrementar la seguridad vial tanto de los usuarios como de los habitantes del área circundante.

La nueva traza se desarrolla en una longitud próxima a 6,3 kilómetros e involucra el acondicionamiento, ampliación y rediseño de la Av. de circunvalación de la ciudad de Córdoba, encuadrándose tipológicamente como una autopista urbana con tres carriles por sentido de circulación, control total de accesos e intercambiadores para resolver los cruces con calles colectoras y vías arteriales.

Se utilizará parcialmente la traza original prevista y los últimos 4 kilómetros se desarrollarán por traza nueva, atravesando terrenos pertenecientes a la Fuerza Aérea Argentina y al Ejército Argentino.

En su desarrollo, se plantean tres cruces a distinto nivel de diferentes características, un cruce con un ramal ferroviario y otros cruces con vías urbanas existentes.

La obra consistirá en la construcción de calzadas principales con pavimento de hormigón y sus banquetas y calles colectoras con concreto asfáltico.

El proyecto prevé además la ejecución de obras hidráulicas para control de excedentes pluviales, señalización vertical y demarcación horizontal, colocación de barreras de defensa, la iluminación, parquizado y reforestación completa del tramo.

En una segunda instancia, se aspira a completar el tercer carril en el resto del anillo.

3.1. TRAZADO

Al hablar de trazado, se hace referencia al recorrido elegido para el emplazamiento del camino proyectado. Definirlo es una de las etapas más importantes dado que éste condiciona todo el proyecto; amerita dedicación y un análisis profundo de los distintos condicionantes y opciones posibles. Por tal motivo, este tema se tratará en un capítulo destinado a tal fin. Sin embargo, a continuación, se presenta a modo informativo la traza elegida para el proyecto.

El tramo en cuestión parte de la progresiva 26+950 en coincidencia con el estribo norte de los puentes existentes sobre el Arroyo La Cañada. Unos pocos metros adelante, precisamente en la progresiva 27+080, el eje principal de proyecto comienza a desarrollarse en trinchera y continúa con esta tipología en una longitud de 1.440 metros debido, principalmente, a la necesidad de incorporación de un intercambiador a desnivel en la progresiva 27+400 que vincule al proyecto de un bulevar complementario a Av. de Circunvalación, y el cruce debajo de la traza del ferrocarril y de Av. La Donosa en la progresiva 27+915, evitando al mismo tiempo, invadir la Superficie Limitadora de Obstáculos (S.L.O.) de la cabecera 34 de la pista de FAdeA.

A partir de la progresiva 28+220 el eje de proyecto se desarrolla a nivel de terreno natural unos 1.710 metros, donde en la progresiva 29+200 la colectoras externa existente

mantiene su continuidad modificando su trazado en planta y alzado a los fines de cruzar por sobre Av. de Circunvalación.

Desde la progresiva 29+930, y en una longitud de 1.230 metros, el proyecto se desarrolla nuevamente en sección tipo trinchera motivado por la restricción altimétrica que imponen las superficies limitadoras de obstáculos de la cabecera 16 de la pista del aeródromo de FAdEa y la necesidad de generar cruces a distinto nivel con Av. Fuerza Aérea Argentina en la progresiva 30+240 y con la calle Alto Alegre, 450 metros delante de la anterior (progresiva 30+690).

Finalizada la sección en trinchera en la progresiva 31+160, el proyecto comienza a elevarse por sobre el nivel del terreno para permitir el cruce de los ramales sur-oeste y oeste-norte del enlace con Ruta Nacional N°20, en las progresivas 31+680 y 31+925 respectivamente, continuando hasta el fin del tramo (en la progresiva 33+226,92) a nivel de terreno natural.

En la Figura 3.2, se indica gráficamente lo descrito a través de una planimetría general.

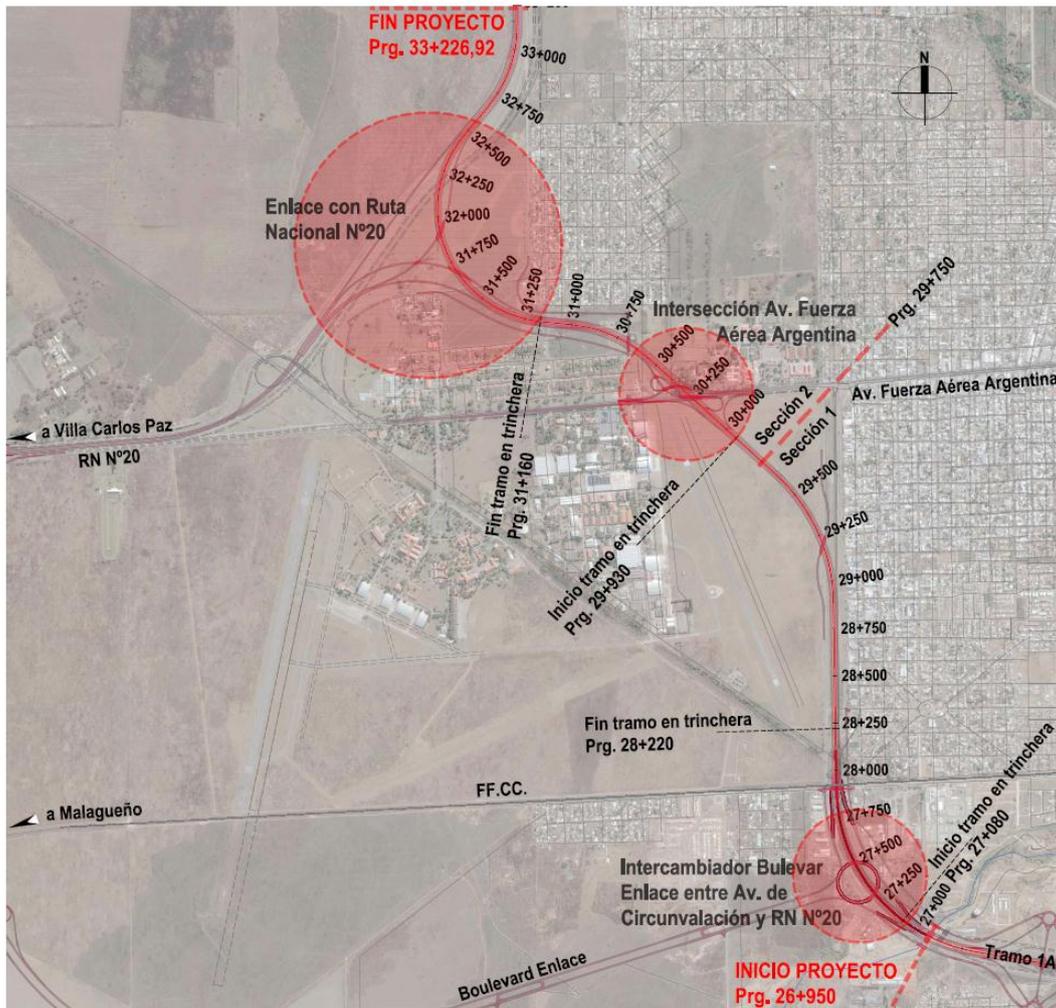


Figura 3.2: Planimetría general.

3.2. INTERSECCIONES

Se define como intersecciones a aquellas zonas donde dos o más caminos se encuentran o cruzan. Las mismas pueden ser a nivel o en distintos niveles, es decir, con una o más calzadas situadas por encima o por debajo de las otras. En estas últimas, llamadas distribuidores, los movimientos de giro se desarrollan en ramas.

En este proyecto, se plantean las siguientes:

- Distribuidor Bulevar (Progresiva 27+400)

Se trata de un intercambiador de tipología diamante completo. El mismo se compone de ramales de entrada y salida de la autopista A019 que se vinculan en forma directa a las colectoras unidireccionales contempladas en el proyecto. Este distribuidor tiene la particularidad de que los diferentes movimientos de giro se concentran en un círculo de tránsito a nivel de terreno natural, controlada por dispositivos reguladores de tránsito (señalización vertical y demarcación horizontal), dando prioridad al tránsito pasante de las colectoras unidireccionales. En la Figura 3.3 se representa esta intersección.

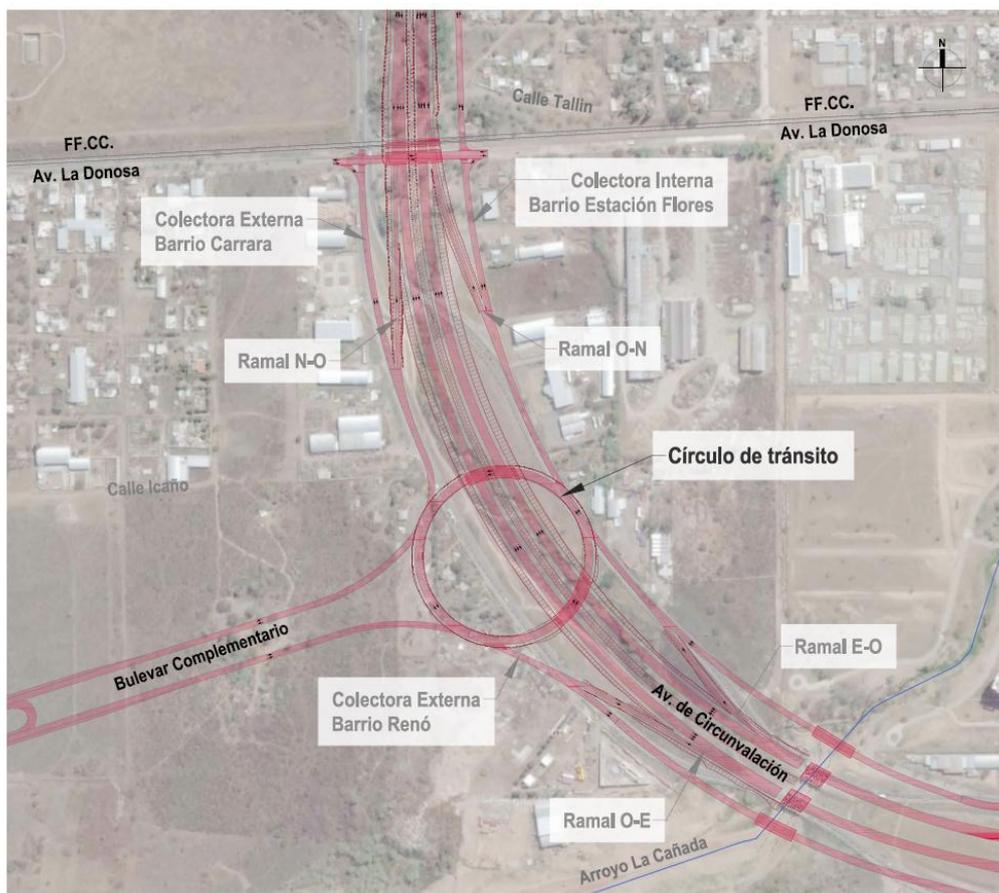


Figura 3.3: Distribuidor Bulevar.

- Cruce Av. La Donosa (Progresiva 27+900)

Se trata de un cruce a distinto nivel, donde el eje principal pasa por debajo de la traza de Av. La Donosa manteniendo así la posición planialtimétrica actual de esta última, lo que permite conservar la continuidad de esta vía de penetración en el oeste de la ciudad de Córdoba.

Asimismo, dicho cruce permite la vinculación entre las colectoras interna y externa, brindando la posibilidad de retorno y una mayor accesibilidad a los barrios aledaños.

Lo descrito se puede observar en la Figura 3.3.

- Cruce Ramal Ferrocarril General Manuel Belgrano (Progresiva 27+915)

Para su diseño, se consideró la diferencia altimétrica relativa entre los puentes sobre Arroyo La Cañada, así como la limitación en altura, producto de la superficie de aproximación de la cabecera sur de la pista de FAdeA. Se prevé el cruce a desnivel, manteniendo la traza ferroviaria en su posición planialtimétrica actual y la traza de la autopista por debajo de esta, en sección tipo trinchera, permitiendo los gálibos necesarios.

Esta intersección puede observarse en la Figura 3.3.

- Cruce Colectora Externa Barrio Villa Adela (Progresiva 29+200)

La actual colectora externa mantiene su continuidad modificando su trazado en planta y alzado a los fines de cruzar por sobre Av. de Circunvalación, minimizando la luz libre de las estructuras necesarias, del modo en que se muestra en la Figura 3.4.



Figura 3.4: Cruce colectora externa Barrio Villa Adela.

- Intercambiador Av. Fuerza Aérea Argentina (Progresiva 30+240)

Para permitir la vinculación entre Av. de Circunvalación y Av. Fuerza Aérea Argentina, se proyecta un intercambiador tipológicamente asimilable a un trébol incompleto, con la incorporación de un ramal directo. Se dice que es incompleto debido a que carece de un ramal, el correspondiente al cuadrante noroeste, y de dos rulos, el del cuadrante noreste y el otro perteneciente al cuadrante opuesto, el suroeste.

Con esta tipología no se logra servir a todos los movimientos de giro, pero de acuerdo a la previsión del tránsito, el mayor flujo de vehículos optará por evitar el tramo de Av. Fuerza Aérea Argentina comprendido entre el intercambiador en cuestión y la Ruta Nacional N°20, por ende, se proyecta un ramal directo que permite el giro a la izquierda desde Av. de Circunvalación a Av. Fuerza Aérea Argentina.

Esta intersección se representa gráficamente en la Figura 3.5.

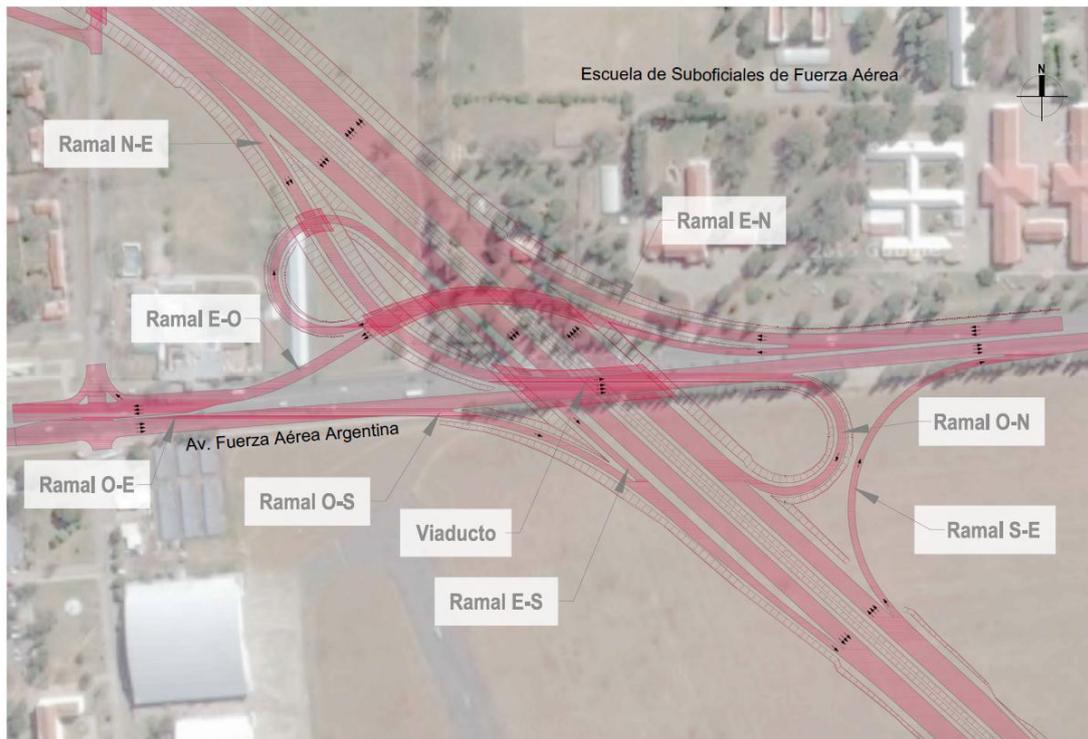


Figura 3.5: Intersección Av. Fuerza Aérea Argentina.

- Empalme A019 – Ruta Nacional N°20 (Progresiva 31+500)

Dicho empalme se constituye de ramales directos con un diseño planialtimétrico tal que permite mantener la velocidad de circulación entre ambas autopistas. Los mismos contemplan dos carriles por ramal, totalizando cuatro carriles por sentido desde y hacia la Ruta Nacional N°20.

Este enlace queda esquematizado en la Figura 3.6.

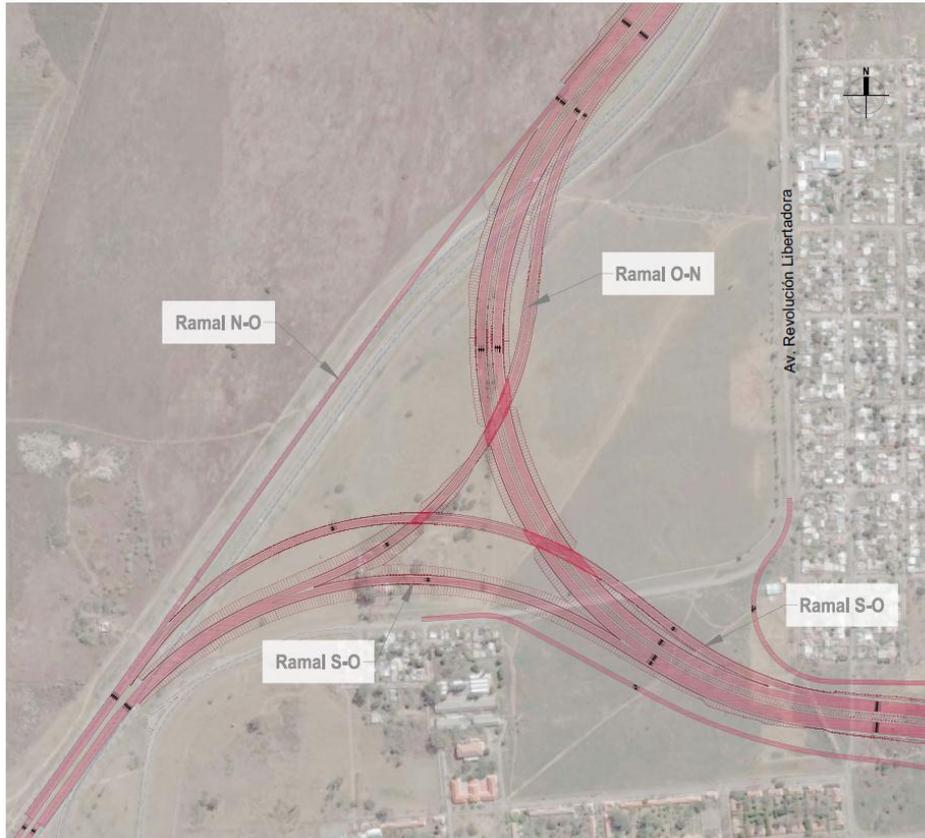


Figura 3.6: Enlace con Ruta Nacional N°20.

3.3. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Al proyectar una obra de ingeniería, se prevén intervenciones en el territorio donde se emplazará la misma, lo cual en algunos casos implica la necesidad de obras suplementarias para dar respuesta a las distintas situaciones que se presentan. En este caso y a nivel de diseño conceptual, se plantean las siguientes:

- Duplicación Calzada Ruta Nacional N°20:

Se prevé la adición de dos carriles por sentido de circulación para el tramo comprendido entre la estación de peaje de Ruta Nacional N°20 y la divergencia de las ramas en el enlace de ésta con la Ruta Nacional A019, totalizando una longitud aproximada de 2,8 kilómetros. Esto aumentará la capacidad de este tramo de la Ruta Nacional N°20 en el que se tiene la interferencia de la estación de peaje, del intercambiador con el futuro bulevar y del enlace con Av. de Circunvalación, mejorando las condiciones del flujo y manteniendo niveles de servicio altos durante un período prolongado.

- Construcción de un bulevar de enlace:

Está prevista la construcción de un bulevar de aproximadamente 7,2 kilómetros de longitud que conectará la traza de Av. de Circunvalación con la Ruta Nacional N°20

(Autopista Córdoba – Carlos Paz). Su diseño prevé realizarlo por la traza original propuesta para el anillo de circunvalación, por los sectores sur y oeste de la Escuela de Aviación, tal como se muestra en la Figura 3.7.

El bulevar se conectará al sur, a unos 400 metros al norte del Arroyo La Cañada, con la futura traza de Av. de Circunvalación (Tramo 1B) aproximadamente en la progresiva 27+400, y al norte con la Autopista Córdoba - Carlos Paz mediante sendos intercambiadores de tránsito.

La obra también permitirá la vinculación con la ciudad de Malagueño a través del sistema vial paralelo a las vías del ferrocarril, materializando la vinculación de dicho sistema con el eje principal del proyecto mediante el desarrollo de un distribuidor a distinto nivel que contempla los movimientos de giro más importantes.



Figura 3.7: Obra complementaria: Bulevar Enlace.

- Restitución de capacidad hidráulica del Arroyo La Cañada en el cruce con la Ruta Nacional A019:

El acondicionamiento, ampliación y rediseño de la traza de Av. de Circunvalación, prevé la ejecución de dos puentes complementarios a los ya existentes sobre el Arroyo La Cañada, a los fines de dar continuidad a las calzadas colectoras.

Esta intervención en el cauce se complementa con una obra de restitución de la capacidad hidráulica del Arroyo La Cañada en el cruce con la Ruta Nacional A019, consistente en la materialización de una sección cajón de hormigón armado, de aproximadamente 5 metros de alto y 25 metros de ancho bajo los puentes; con las oportunas obras de embocadura y descarga aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Esto se esquematiza en la Figura 3.8.

El objetivo principal de dicha intervención es el de restituir la capacidad hidráulica de la sección bajo los puentes existentes, posibilitando el tránsito de caudales para eventos de quinientos años de recurrencia sin que se vea afectada la operación de la calzada principal ni de las calles colectoras.



Figura 3.8: Obra de restitución de capacidad hidráulica del cruce de Ruta Nacional A019 y Arroyo La Cañada.

- Reubicación del asentamiento y remediación del basural a cielo abierto del distribuidor Bulevar:

El sector afectado a la ejecución del distribuidor de enlace entre el Bulevar y Av. de Circunvalación, se encuentra parcialmente ocupado por un asentamiento irregular. Ante esta situación, las personas que residen en la zona de camino proyectada, serán relocalizadas.

Colindante a ello, se identificó la existencia de un basural a cielo abierto, el cual será erradicado y saneado una vez que se inicien las obras de acondicionamiento del área afectada de obra, con las consecuentes mejoras ambientales que ello implica, tales como erradicar un foco de contaminación (especialmente de suelo y agua superficial), evitar que los residuos puedan dispersarse en las zonas aledañas obstruyendo desagües y ocasionando otros inconvenientes, evitar la incineración y mejorar notablemente el paisaje.

La Figura 3.9 es una imagen aérea del sector, donde se muestran el asentamiento y el basural.



Figura 3.9: Asentamiento y basural en el área de afectación del Distribuidor Bulevar.

- Sistematización del drenaje de barrio Villa Unión, Av. Fuerza Aérea Argentina y Bajos Pista SACA (FAdeA):

En el marco del plan de sistematización de las cuencas atravesadas por el proyecto, los escurrimientos provenientes del empalme de las rutas nacionales A019 y N°20 serán conducidos hacia el intercambiador Av. Fuerza Aérea Argentina, mediante dos cunetas, una interna (norte) y otra externa (sur).

La cuneta interna se extiende desde la progresiva 30+200 a 31+900, mientras que la externa se encuentra entre las progresivas 30+700 a 31+800.

La cuneta interna captará y conducirá los escurrimientos provenientes del barrio Villa Unión, hasta el sistema de canalización existente sobre Av. Fuerza Aérea Argentina, la cual será reperfilada y revestida, manteniendo como cuerpo receptor final el Arroyo La Cañada.

La cuneta externa finalizará en la progresiva 31+800 donde comienza el conducto Alto Alegre, el cual deriva las escorrentías por 300 metros hasta el tramo II del conducto proyectado bajo Av. Fuerza Aérea Argentina.

Con respecto al manejo de los escurrimientos de la cuenca Yocsina-Malagüño, el conducto Fuerza Aérea (tramo I) tiene como objetivo captar y conducir los excedentes pluviales que actualmente escurren de manera superficial por la calzada sur de Av. Fuerza Aérea Argentina, con los consiguientes anegamientos ante precipitaciones de cierta intensidad. El conducto tiene una longitud de 1.150 metros y consiste de una sección rectangular de dos bocas, de hormigón armado.

Los escurrimientos procedentes del conducto Alto Alegre, como los del conducto Fuerza Aérea serán derivados hasta el Arroyo La Cañada a través de la sistematización de un canal trapecial, que en la progresiva 29+100 descarga los escurrimientos al conducto principal proyectado bajo Av. de Circunvalación. Este conducto inicia en el punto bajo de la trinchera a la altura de Av. Fuerza Aérea Argentina y consta de dos tramos, el primero con sección hidráulica necesaria para desaguar el bajo de la trinchera mencionada, y el segundo de mayor capacidad para conducir los caudales del resto de la cuenca.

La cuneta externa entre progresivas 28+050 y 29+100 capta los escurrimientos provenientes de la cuenca situada al este de la pista de FAdeA, descargando al conducto situado bajo Av. de Circunvalación. En tanto el tramo comprendido entre las progresivas 26+970 a 28+030 colecta los excedentes pluviales de FAdeA, Escuela de Aviación y barrio Sachi conduciéndolos hacia el Arroyo La Cañada.

La función primaria del sistema proyectado es la de proteger el tramo sub-superficial de Av. de Circunvalación de los aportes de las cuencas externas, debido a que al carecer de una línea de escurrimiento natural, su correcto drenaje y operación dependerá exclusivamente de la capacidad de los conductos.

Complementariamente, el proyecto de drenaje al exigir una captación, conducción y descarga controlada de los excedentes externos, mejora cualitativa y cuantitativamente el sistema de drenaje de las vías existentes.

En las Figura 3.10 y Figura 3.11 se muestran las obras de drenaje proyectadas para las secciones 1 y 2 del tramo 1B del cierre de Av. de Circunvalación, respectivamente.

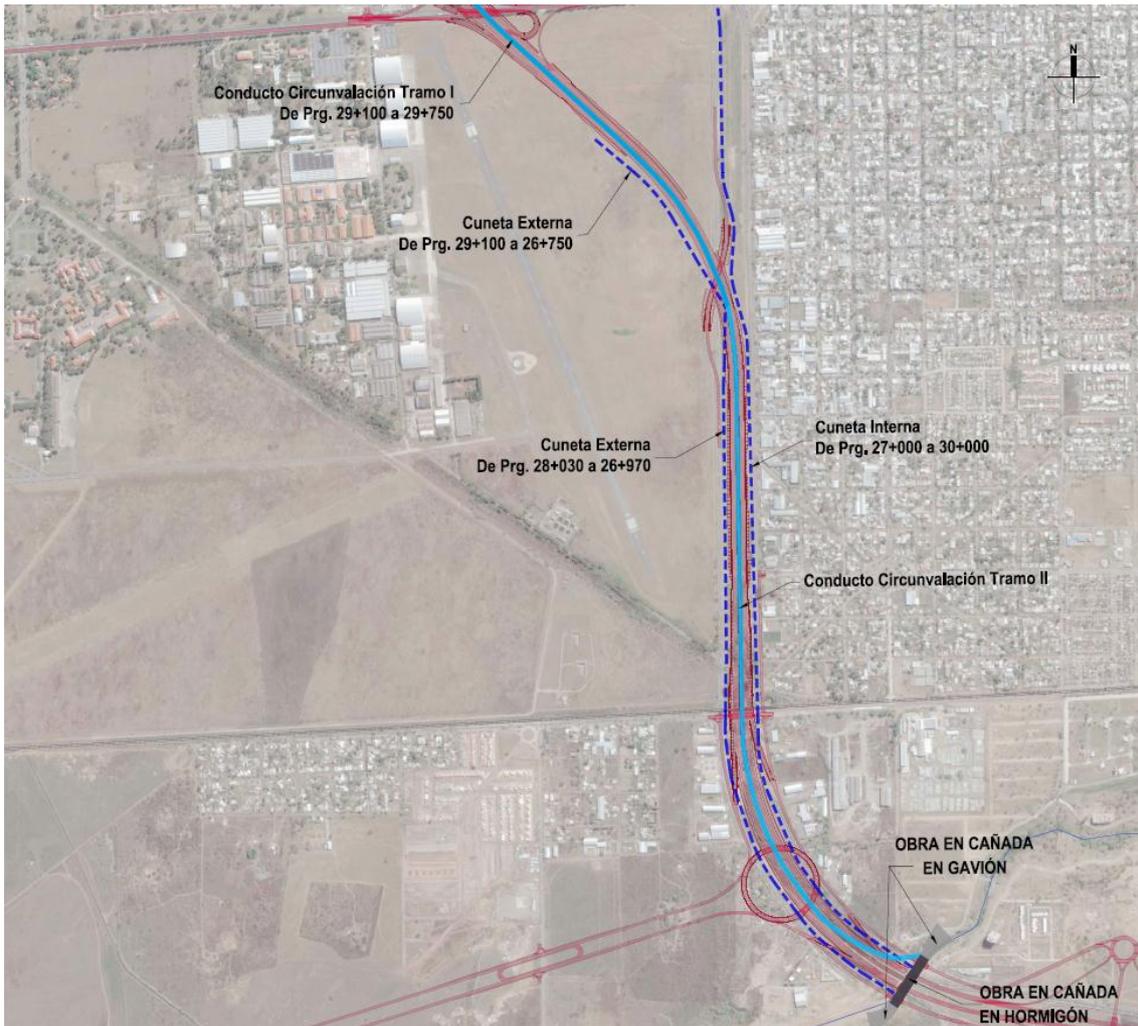


Figura 3.10: Planimetría general del sistema de drenaje Sección 1.

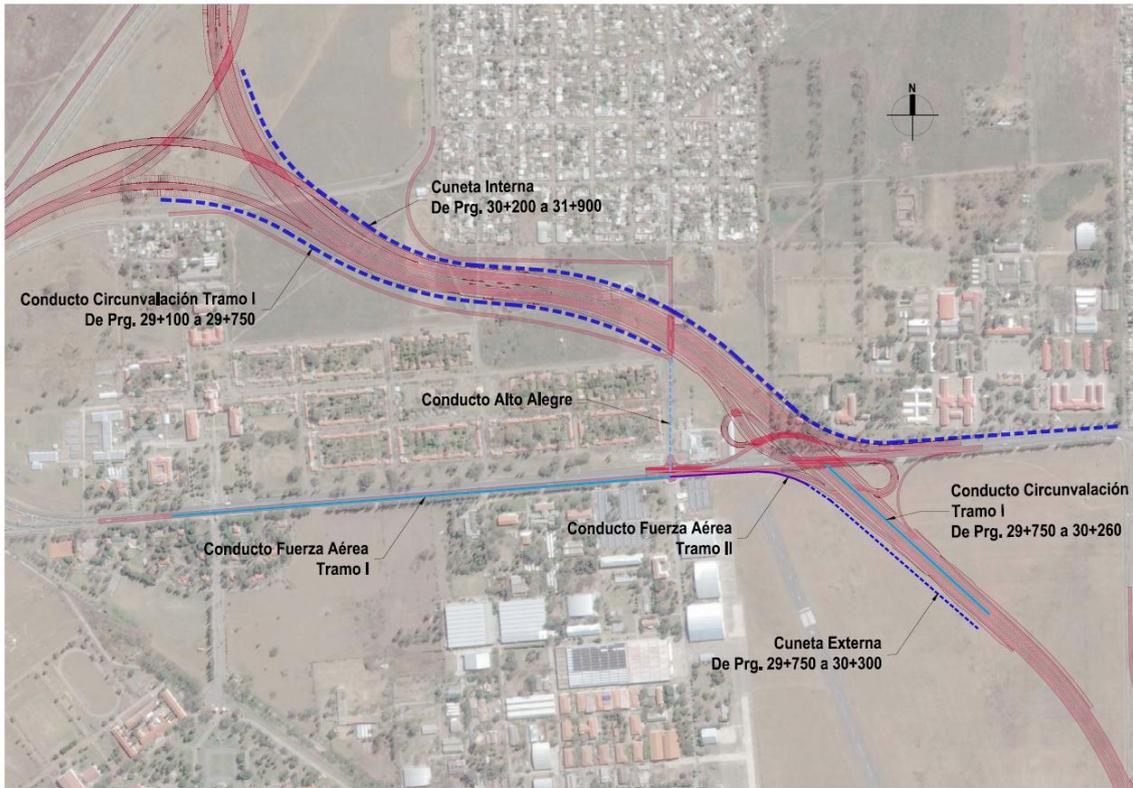
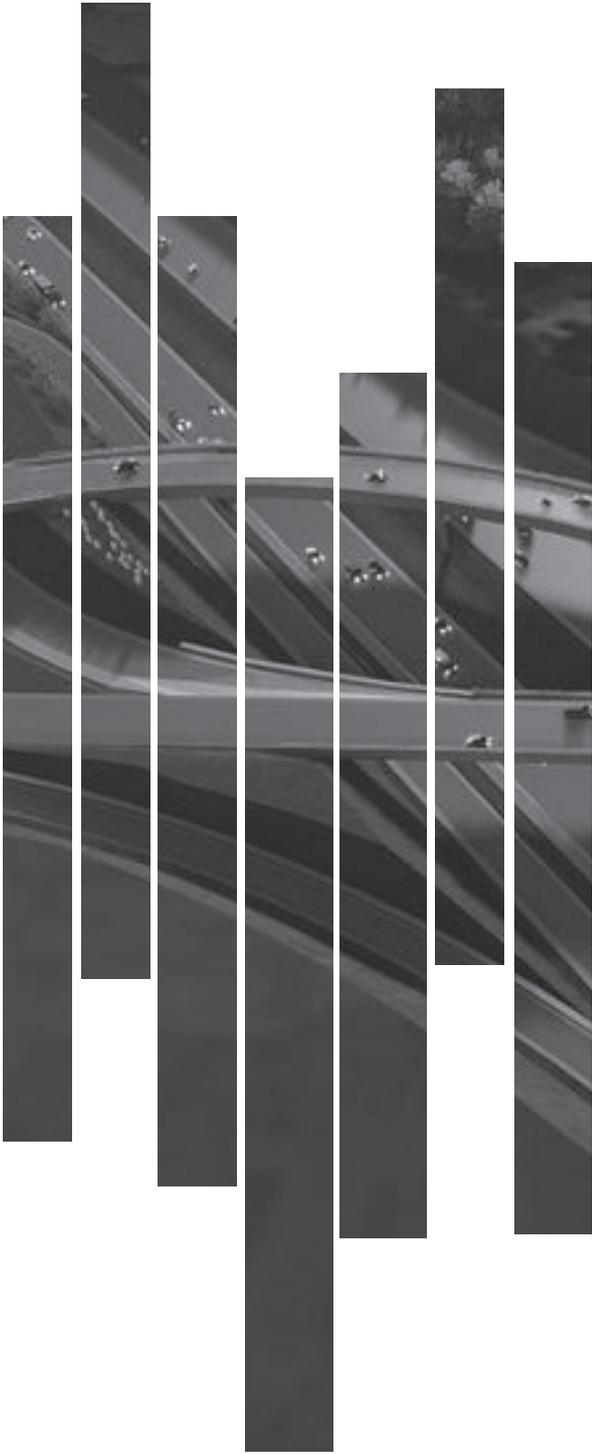


Figura 3.11: Planimetría general del sistema de drenaje Sección 2.



CAPÍTULO 4

CONDICIONANTES DEL DISEÑO

CAPÍTULO 4: CONDICIONANTES DE DISEÑO

El diseño geométrico implica la definición de la configuración tridimensional de una vía, es decir, determinar la ubicación y forma de sus elementos, tanto en planta como en alzado.

Es un proceso técnico e iterativo en el que deben seguirse normas que sugieren distintos parámetros en función de características propias del entorno y del proyecto, las cuales denominamos condicionantes del diseño, dado que justamente determinarán los aspectos esenciales del trazado.

Dentro de estos, se diferencian dos grupos que definirán la categoría del proyecto, los relacionados a la demanda (el tránsito, es decir, los usuarios de la vía) y los referidos a la localización (configuración del terreno).

Respecto al primero, para comenzar debe definirse la funcionalidad que requiere la ruta, con ello seleccionar la categoría de la vía, y a partir de allí determinar la velocidad de proyecto.

Respecto al segundo, la topografía es lo que debe analizarse en primer lugar.

Cuando el tránsito es reducido, el diseño vial estará más influenciado por la topografía; cuando el tránsito es intenso, las necesidades de los usuarios y las características del tránsito intervendrán con mayor peso en el diseño. Esto último es la situación que se da en el proyecto.

De esta forma se inicia un proceso que tiene como finalidad lograr el trazado óptimo, es decir, aquel que satisface la demanda de forma funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Con este objetivo, se analizaron los siguientes puntos para definir las características principales del proyecto Cierre de Av. de Circunvalación – Tramo 1B:

4.1. FUNCIÓN DE LA VÍA

Hace referencia a la utilidad fundamental que se pretende brindar con la carretera, la cual está directamente relacionada con el uso que se le dará a la misma.

Por el rol que ocupa en la red vial, la Autopista A019 es una vía troncal, ya que forma parte del trazado de rutas nacionales de la República Argentina, uniendo polos (ciudades importantes) y permitiendo el tránsito de larga distancia. Esta clasificación evidencia su jerarquía y se relaciona con las exigencias de la comunicación, la accesibilidad y la movilidad que debe ofrecer el trazado.

Un anillo de circunvalación tiene como objetivo principal servir al tránsito de paso permitiendo una circulación fluida, evitando las fricciones típicas de un ámbito urbano. Conociendo esto y dado que el anteproyecto contempla el diseño geométrico de un tramo de Av. de Circunvalación de la ciudad de Córdoba, se establece que la función

primordial de la vía es otorgar movilidad a los usuarios, permitiendo que el recorrido se haga en el menor tiempo posible y de la forma más segura.

Interesa posibilitar velocidades de desplazamiento elevadas, que puedan ser mantenidas a lo largo de toda la ruta, permitiendo tránsito ininterrumpido de vehículos rápidos y lentos (automóviles y camiones), sin que unos restrinjan la libertad de maniobra y selección de velocidad deseadas por los otros.

Para que se justifiquen económicamente las inversiones que implica la infraestructura asociada a este tipo de servicio, se requerirán demandas de tránsito altas, del orden de varios miles de vehículos como promedio diario anual.

Estos volúmenes de tránsito obligan, normalmente, a pasar de carreteras de dos trochas indivisas para tránsito bidireccional, a carreteras de cuatro o más carriles destinadas a tránsito unidireccional, con el objeto de evitar problemas de congestión que invaliden la función asignada.

Para lograr los propósitos antes mencionados, resulta indispensable restringir el acceso hacia o desde la propiedad colindante y dar un tratamiento especial al cruce de la carretera con otras vías de tránsito, mejorando así el nivel de servicio de la ruta para sus usuarios y garantizando la seguridad de los habitantes del lugar.

Por las razones nombradas, el proyecto se constituye como una vía multicarril sin cruces a nivel con otra calle o ferrocarril, posee calzadas separadas físicamente y limitación de ingreso directo desde los predios frentistas lindantes, características propias de una autopista.

4.2. TRÁNSITO

Para caracterizar completamente el tránsito deben definirse volúmenes, composición, distribución (horaria y por sentidos), y crecimiento, datos que se conocen a partir del T.M.D.A. Esto, en conjunto con la topografía, determinan la categoría del proyecto y variables del diseño geométrico tales como radios y peraltes de curvas horizontales, parámetros de curvas verticales, pendientes, anchos de calzada, zonas despejadas, entre otros.

Debido a la importancia de la obra en cuestión, se prevén volúmenes altos. De todos modos, para tener información más certera se acudió a datos de la Dirección Nacional de Vialidad.

A continuación, en la Tabla 4.1 y en la Figura 4.1, se muestra el último relevamiento disponible, que data del año 2015 y revela datos de T.M.D.A. para distintos tramos de Av. de Circunvalación Agustín Tosco:

Tabla 4.1: T.M.D.A. Av. de Circunvalación Año 2015.

TRAMO	TMDA									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
I A/N R.N.1V09 - B/N CAMINO A INTERFÁBRICAS	19,000	20,800	21,000	21,700	22,500	23,800	25,000	25,900	36,800	29,300
II B/N CAMINO A INTERFÁBRICAS - B/N R.N.36	28,700	31,400	31,700	32,800	33,500	35,400	37,200	38,500	39,800	43,500
III B/N R.N.36 - INT.R.N.20 (P.INT.)	30,800	33,700	34,100	35,200	36,000	38,100	40,000	41,400	42,800	46,800
IV INT.R.N.20 (P.INT.) - INT.R.P.E53 (F.INT.)										
V INT.R.P.E53 (F.INT.) (A RÍO CEBALLOS) - B/N R.N.2V09	13,600	14,100	15,400	15,900	16,350	17,400	18,300	18,900	19,500	21,300
VI B/N R.N.2V09 - B/N R.N.9	21,600	23,000	23,800	24,600	25,500	27,000	28,400	29,400	30,400	33,200
VII B/N R.N.9 - B/N R.N.19	22,800	24,400	25,300	26,100	27,100	28,700	30,100	31,150	32,200	33,200
VIII B/N R.N.1.9 - INT.R.N.9	27,900	29,600	30,700	31,700	32,900	34,800	36,600	37,900	39,200	40,300
IX INT.R.N.9 - A/N R.N.1V09	29,300	31,100	32,300	33,400	34,600	36,600	38,400	39,750	41,100	44,900

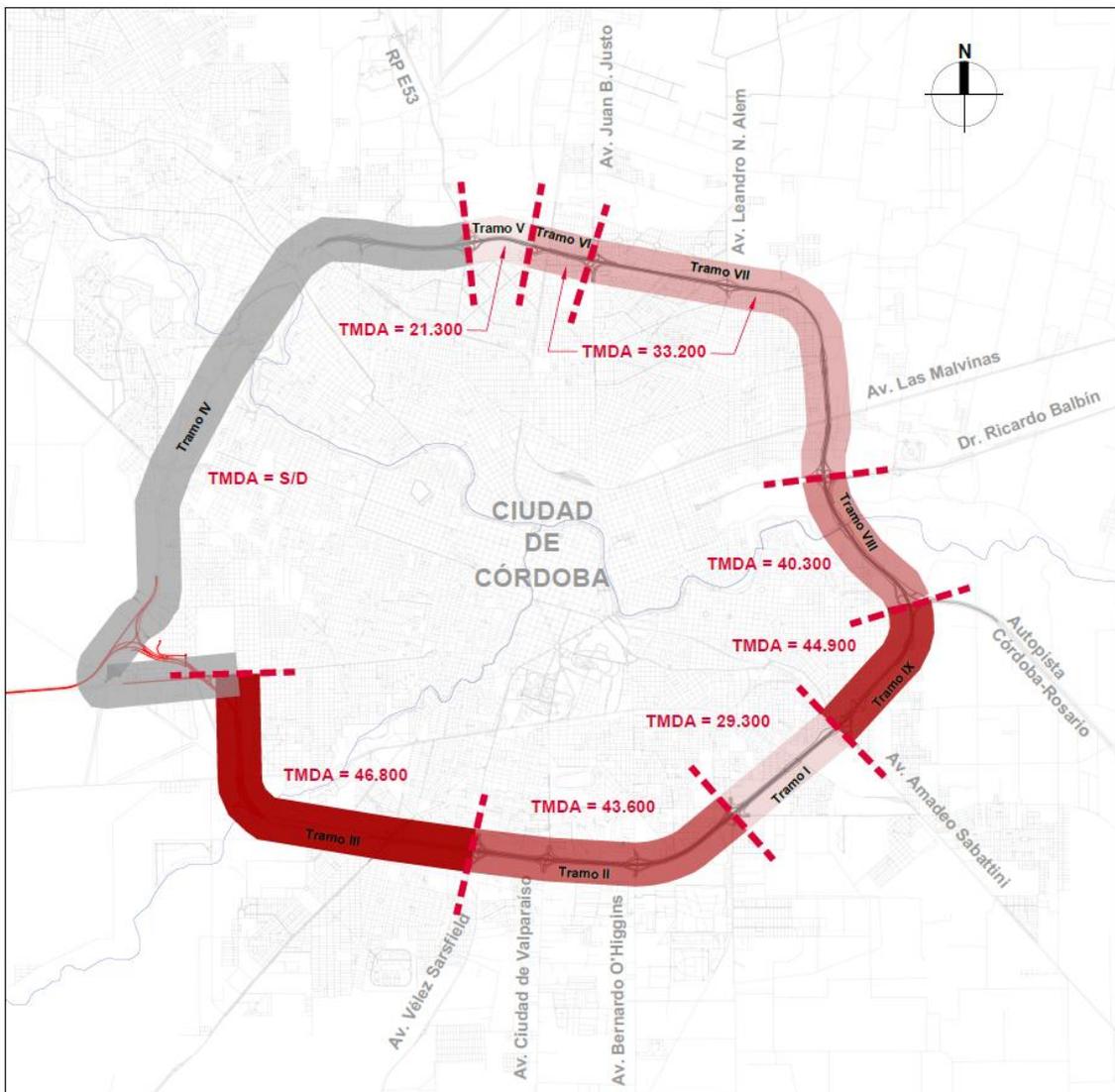


Figura 4.1: T.M.D.A. Av. de Circunvalación Año 2015.

Se observa que no se cuenta con valores en todo el tramo del proyecto. Sólo se conoce el T.M.D.A. desde los puentes existentes sobre Arroyo La Cañada hasta Av. Fuerza Aérea Argentina: 46.800 vehículos por día. Para la sección restante, se consideraron estudios de tránsito puntuales realizados que llevaron a adoptar un valor de 38.300 vehículos por día para el año 2015.

Luego, se realizó una proyección para el año de diseño (2030), aplicando la fórmula del interés compuesto:

$$T_f = T_0 * (1 + i)^n \quad (1)$$

Donde T_f es el tránsito futuro, T_0 el actual, i la tasa de crecimiento y n el período de vida útil elegido, en años.

Adoptando una tasa del 3%, los valores obtenidos son los que se muestran en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: T.M.D.A. Projectado al año de diseño (2030)

TRAMO	TMDA				
	2015	2016	2020	2025	2030
I A/N R.N.1V09 - B/N CAMINO A INTERFÁBRICAS	29,300	28,227	32,358	37,521	42,685
II B/N CAMINO A INTERFÁBRICAS - B/N R.N.36	43,500	41,825	47,670	54,976	62,282
III B/N R.N.36 - INT.R.N.20 (P.INT.)	46,800	45,000	51,320	59,220	67,120
IV INT.R.N.20 (P.INT.) - INT.R.P.E53 (F.INT.)	38,300	39,700	44,000	50,100	57,000
V INT.R.P.E53 (F.INT.) (A RÍO CEBALLOS) - B/N R.N.2V09	21,300	20,709	23,926	27,948	31,969
VI B/N R.N.2V09 - B/N R.N.9	33,200	32,065	36,843	42,816	48,788
VII B/N R.N.9 - B/N R.N.19	33,200	33,316	37,948	43,737	49,527
VIII B/N R.N.1.9 - INT.R.N.9	40,300	40,471	46,081	53,093	60,105
IX INT.R.N.9 - A/N R.N.1V09	44,900	43,362	49,778	57,797	65,817

En la Figura 4.2, se grafican datos de relevamientos realizados en años anteriores y la proyección calculada para el año de diseño, evidenciando un crecimiento muy marcado.

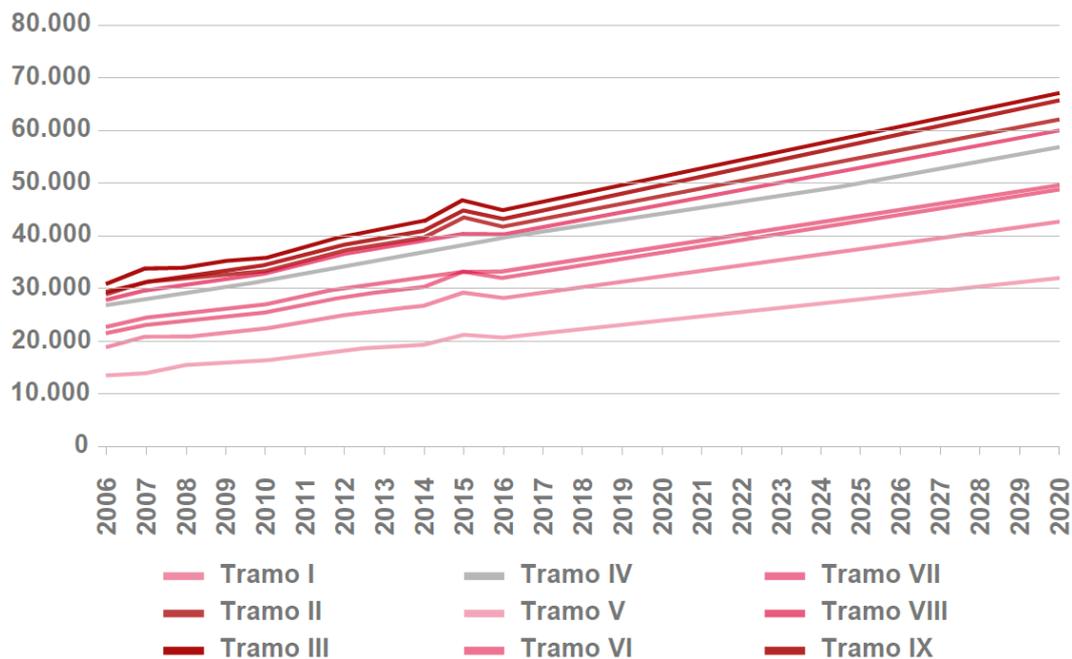


Figura 4.2: T.M.D.A. – Proyección al año de diseño.

En lo que respecta al proyecto, se prevén 67.120 vehículos por día en la sección ubicada al sur de Av. Fuerza Aérea Argentina y 57.000 en la sección norte.

Para continuar caracterizando al tránsito, se analizó su composición, cuya importancia radica en que permite elegir el vehículo de diseño. Se optó por utilizar datos brindados por las estaciones de peaje de la RAC, considerando que es la fuente más certera. En base a ello, se adoptan los siguientes valores:

- Vehículos de Pasajeros: 88,9%
- Ómnibus: 2,0%
- Camiones Livianos: 4,9%
- Camiones Pesados: 4,2%

Para finalizar, es necesario determinar cómo se reparte el tránsito por sentido de circulación y por horarios, ya que no es posible juzgar la adecuación de un camino por su aptitud para albergar al volumen promedio, sino que hay que evaluar su competencia para servir bajo cargas pico.

En cuanto a la distribución direccional, se adopta una proporción de 50/50, ya que no hay indicios que hagan suponer otro comportamiento.

Para conocer la distribución horaria, se utilizó un estudio realizado con otra finalidad pero que da cuenta de los tiempos de viaje necesarios para recorrer el cuadrante faltante en distintos horarios del día. Puede suponerse que, mientras mayor es el tiempo necesario para recorrer la misma distancia, mayor es la cantidad de vehículos que están circulando.

La técnica elegida fue la del vehículo flotante, la cual consiste en conducir un vehículo en el flujo de tránsito, teniendo la precaución de adelantar tantos vehículos como los que a uno lo adelanten.

A tal fin, y teniendo en cuenta las variaciones del flujo a lo largo del día se realizaron cuatro travesías, en ida y vuelta, a las 10, 14, 18 y 21 horas de un día típico. Estos recorridos comenzaron en el intercambiador inmediatamente anterior al de Av. Spilimbergo, y retornaron en el inmediatamente posterior al de Av. Armada Argentina.

Los datos arrojaron que el mayor tiempo de viaje (30 minutos) se da a las 21 horas, mientras que en el resto de los horarios son cercanos a los 24 minutos. Era esperable este resultado, ya que por la noche se da el retorno al hogar una vez finalizadas las actividades diarias.

Sin embargo, no puede proyectarse la vía para que en todo momento sirva al caudal pico cumpliendo a su vez la funcionalidad requerida (movilidad), ya que sería antieconómico.

Para dar respuesta a esta situación, el Instituto Superior de Ingeniería del Transporte (ISIT) de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba encaró una investigación que derivó en una serie de curvas que permiten relacionar la hora de diseño con un porcentaje del T.M.D.A. para caminos de la República Argentina. Al hablar de hora de diseño, se hace referencia a la cantidad de horas al año que se permitirá un tránsito mayor al de proyecto, lo cual está directamente relacionado con el uso de la ruta.

Así, para Av. de Circunvalación Agustín Tosco, sugiere adoptar 50 como hora de diseño, en correspondencia con un porcentaje del 10,71 del T.M.D.A. (futuro).

4.3. CATEGORÍA

Las normas vigentes de la Dirección Nacional de Vialidad clasifican a los caminos en seis categorías en función del tránsito futuro que deberá soportar la vía y fijan características propias de diseño para cada una. En base a esto, este anteproyecto es de Categoría Especial, por tener un T.M.D.A. previsto mayor a 15.000 vehículos por día. Ésta es la más alta categoría que puede ser asignada a una ruta, con las implicancias técnicas y económicas que ello significa.

4.4. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

La capacidad de una infraestructura de transporte refleja su facultad para acomodar un flujo móvil de personas o vehículos. La capacidad vehicular es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto dado durante un período específico sometido a las condiciones prevalecientes de la carretera, la circulación y las condiciones de control. Es una medida desde el punto de vista de la oferta de una infraestructura de transporte.

El nivel de servicio es una medida cualitativa de la calidad del flujo. Describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito y su percepción por los conductores y/o pasajeros, relacionadas con la velocidad, el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones y el confort. En este caso y, a diferencia de la capacidad, es una medida que conjuga la oferta y la demanda. La metodología establece seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, siendo el nivel A el que corresponde al tránsito más fluido, el de mejores condiciones; mientras que el nivel F, corresponde a una circulación muy forzada. El extremo de este nivel F es la absoluta congestión de la vía. Esto queda representado en la Figura 4.3, donde se muestran flujos representativos de cada nivel.

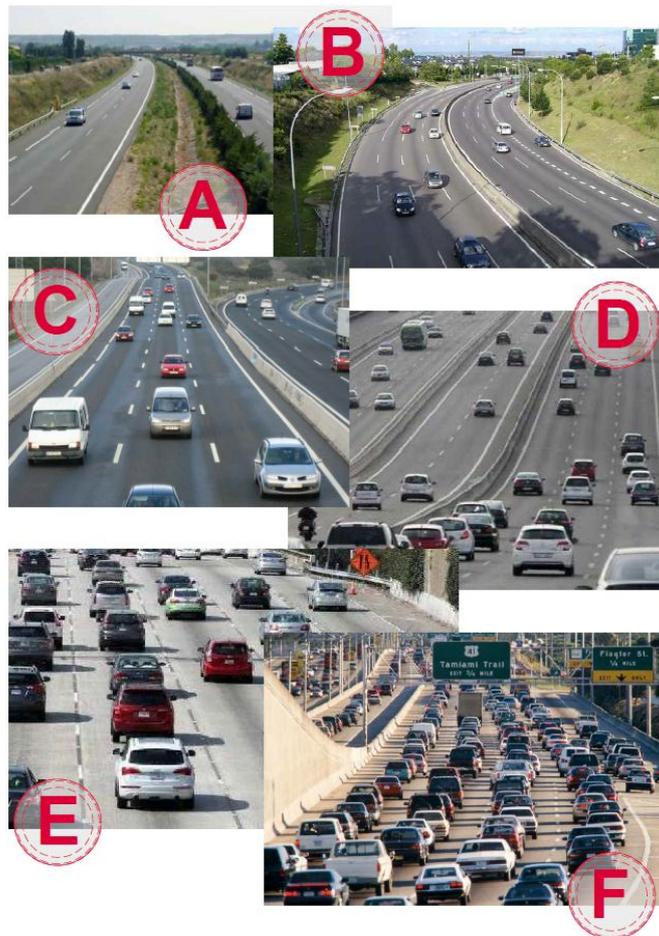


Figura 4.3: Flujos de tránsito representativos de cada nivel de servicio.

En la Figura 4.4 se ejemplifican los niveles con el concepto del “semáforo”, donde al nivel A (el de mejores condiciones), se lo representa con el color verde y al nivel F (el de peores condiciones), se lo representa de color rojo.



Figura 4.4: Representación de Niveles de Servicio.

4.4.1. Metodología

La metodología utilizada en el análisis de la capacidad y el nivel de servicio es la desarrollada en el Highway Capacity Manual 2010 (Manual de Capacidad 2010), una publicación del Transportation Research Board, instituto de Estados Unidos que tiene como misión promover la innovación y el progreso del transporte a través de la investigación.

4.4.2. Capacidad

La capacidad de una autopista es el valor máximo sostenido de flujo (período de 15 minutos) en un punto o segmento uniforme para las condiciones prevalecientes de tránsito y calzada. Se define por sentido de circulación y se expresa en automóviles por hora por carril.

El flujo de tránsito dentro de un tramo básico de autopista se puede caracterizar generalmente en tres tipos de flujo: flujo libre, flujo de dispersión de cola y flujo en congestión. Cada tipo de flujo se puede definir dentro de rangos de relación velocidad-flujo-densidad y representa diferentes condiciones sobre la autopista.

El flujo libre representa condiciones de tránsito que no están afectadas por cuellos de botella corriente arriba o corriente abajo. Este régimen de flujo generalmente se define dentro de rangos de velocidad que van de 90 a 120 km/h cuando los volúmenes son bajos a moderados y rangos que van de 70 a 100 km/h cuando los volúmenes son altos.

El flujo por dispersión de la cola representa el tránsito que recién ha pasado por un cuello de botella y está acelerando para volver a alcanzar la velocidad en flujo libre de la autopista. La descarga de la cola se caracteriza por un flujo relativamente estable, siempre y cuando no exista el efecto de otro cuello de botella aguas abajo. Este tipo de tránsito generalmente se encuentra en volúmenes que oscilan entre 2000 y 2300 automóviles por hora y por carril, con velocidades que normalmente se mueven entre 55 km/h hasta la velocidad en flujo libre del tramo de autopista. Las velocidades más bajas normalmente se observan ni bien se ha pasado el cuello de botella

El flujo por congestión representa el flujo influenciado por los efectos de un cuello de botella aguas abajo. El volumen de tránsito en un régimen de congestión puede variar en un amplio rango y también lo hacen las velocidades dependiendo de la severidad del cuello de botella.

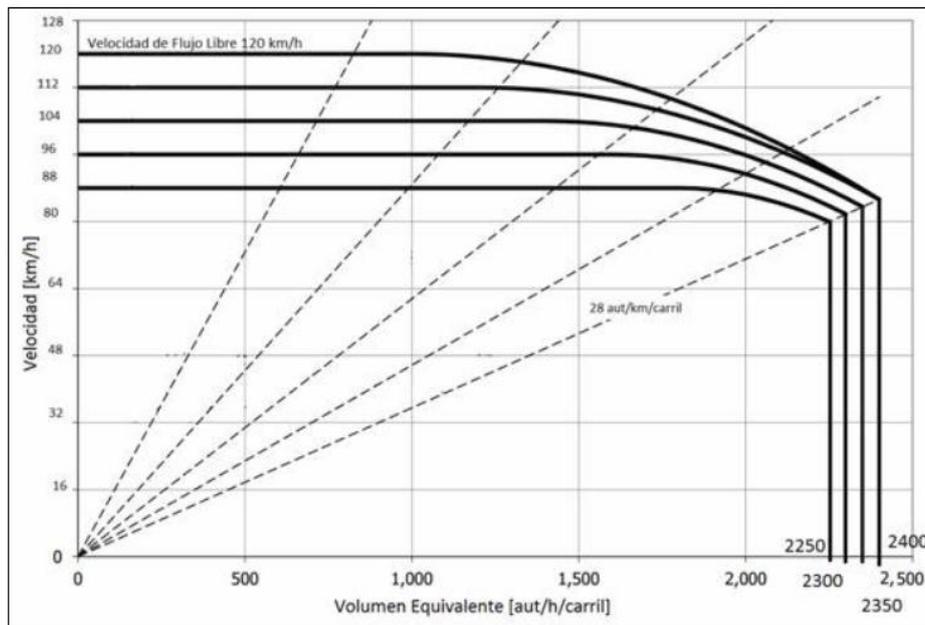


Figura 4.5: Niveles de servicio en autopistas.

En la Figura 4.5 se observa que la capacidad (máximo volumen, indicado sobre el eje de abscisas) varía con la velocidad de flujo libre.

De acuerdo con lo expresado, bajo condiciones ideales de tránsito y calzada, la Av. de Circunvalación Agustín Tosco puede operar con capacidades de hasta 2.400 automóviles por hora y por carril (considerando la curva correspondiente a una velocidad de flujo libre de 120 Km/h).

4.4.3. Nivel de Servicio

En este punto se resume el cálculo del nivel de servicio utilizado para las secciones básicas de Av. de Circunvalación. Es decir, para aquellos segmentos de la autopista que no se ven afectados por movimientos de convergencia o divergencia de las ramas (ingreso/egreso) o por movimientos de entrecruzamiento.

La velocidad, la libertad para maniobrar y la proximidad con otros vehículos son parámetros que inciden en la calidad de servicio. La mayor preocupación de los conductores tiene que ver con la velocidad de circulación, pero este parámetro no es adecuado para medir la eficiencia y definir los niveles de servicio, ya que existe un amplio rango de volúmenes de tránsito para los cuales la velocidad se mantiene relativamente constante, como se muestra en la Figura 4.5.

Los tres parámetros nombrados se relacionan con la densidad de la corriente de tránsito de la autopista, la cual aumenta a lo largo de todo el campo de variación del volumen, desde cero hasta la capacidad, por lo que se emplea como medida de eficiencia.

La densidad de la corriente de tránsito es la cantidad de vehículos presentes en un carril de autopista de un kilómetro de longitud. Se utiliza como indicador de la proximidad de los vehículos entre sí en el flujo del tránsito del carril. Para su determinación se debe efectuar el cociente entre el volumen de tránsito y la velocidad en condiciones prevalecientes. De esta manera se puede obtener el Nivel de Servicio, de acuerdo con los valores definidos en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Densidad – Nivel de servicio en autopistas.

Nivel de Servicio	Densidad [aut/km/carril]
A	0 a 7
B	7 a 11
C	11 a 16
D	16 a 22
E	22 a 28
F	> 28

Por otra parte, en la Figura 4.6, se puede apreciar para cada curva de velocidad de flujo libre en condiciones prevaecientes, el rango de volumen de tránsito para cada uno de los niveles de servicio.

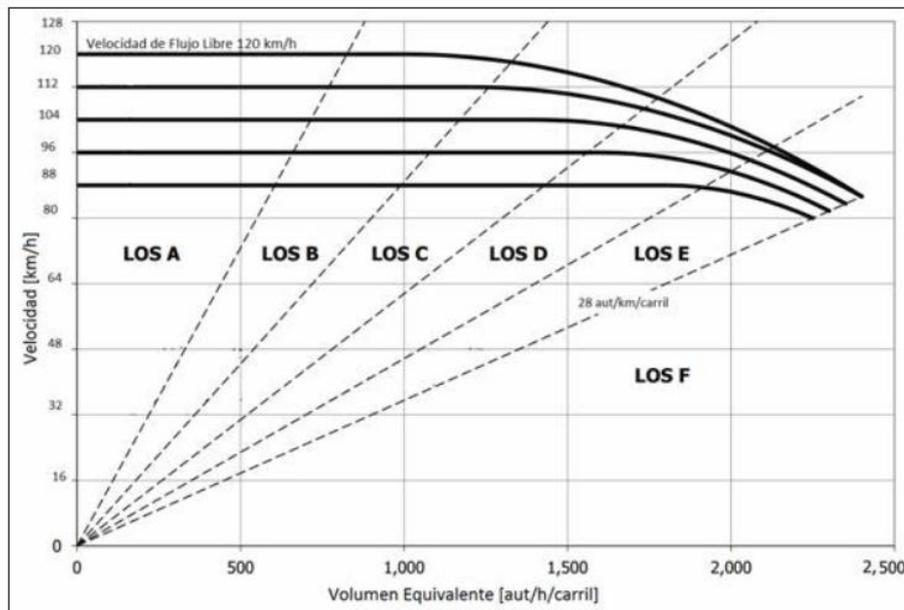


Figura 4.6: Niveles de servicio en autopistas.

En el presente estudio, para la determinación del Nivel de Servicio, se transformaron los volúmenes límites correspondientes a la velocidad de flujo libre de 120 km/h, a valores de T.M.D.A., por ser este último el dato con el que se contaba. Para ello, se sabía que los volúmenes horarios eran los correspondientes a la trigésima hora más cargada del año, que se estiman en un 15 % del T.M.D.A., ya que así lo indica el Highway Capacity Manual 2010.

En la Figura 4.7 se exponen los resultados del estudio de capacidad y la proyección de 2016 a 2030 del Nivel de Servicio, en función del crecimiento del T.M.D.A. para cada tramo y considerando una capacidad correspondiente a tres carriles.

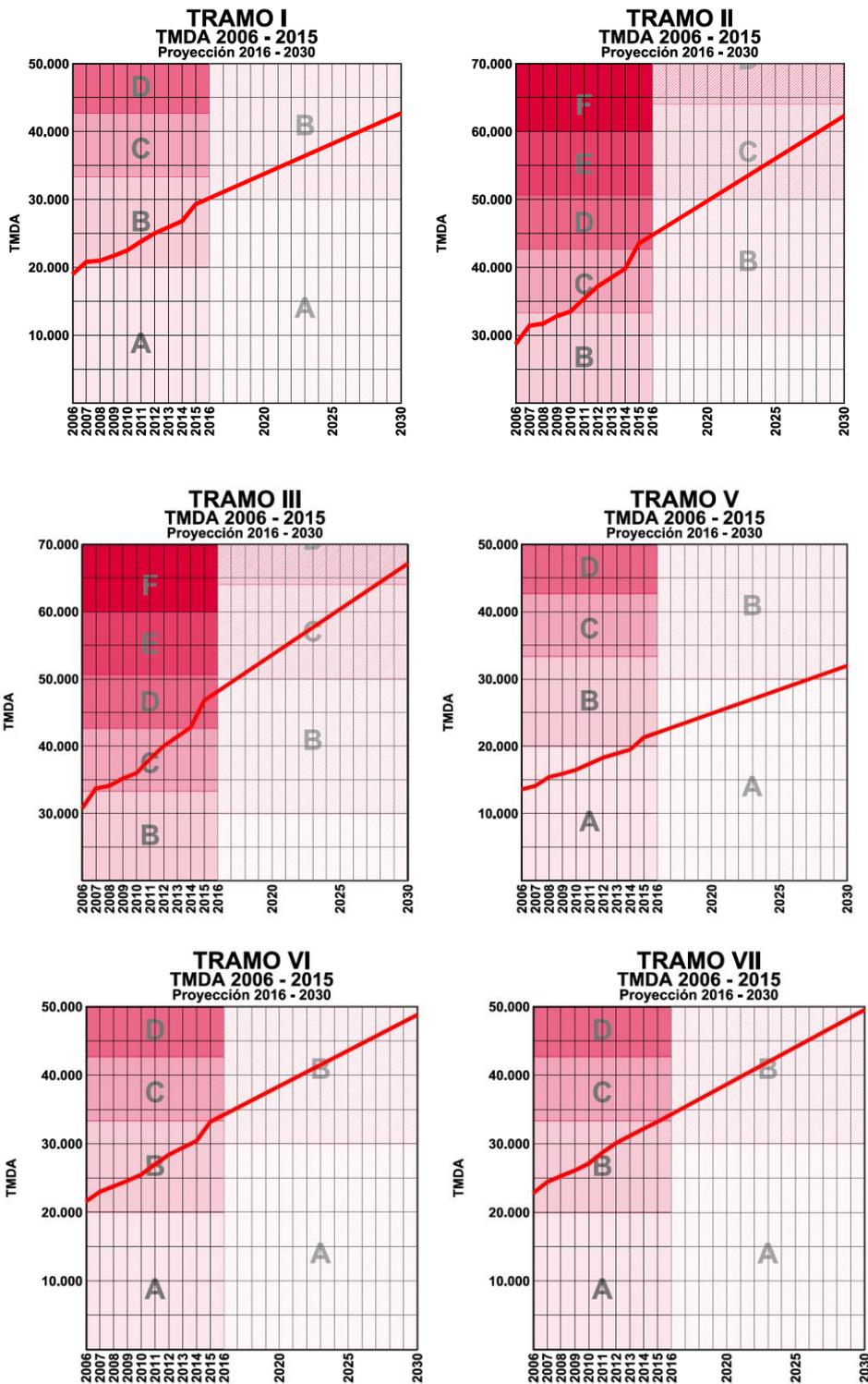


Figura 4.7: Estudio de capacidad Ruta Nacional A019.

Cabe aclarar que la norma argentina deja expreso que los proyectistas deberían esforzarse por proveer el nivel de servicio más alto posible según las condiciones previstas y recomienda el nivel C en autopistas urbanas, lo cual se respeta en el

proyecto y queda reflejado en la figura, donde puede observarse que, para el año 2030, se estiman niveles de servicio B y C según sea el tramo.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, queda justificado que para el período de diseño deben ejecutarse tres carriles por sentido.

4.5. VEHÍCULO TIPO

Para diseñar los distintos elementos de una vía, se elige un vehículo que se considera representativo del conjunto de usuarios del camino, sabiendo que, si los componentes son adecuados para él, lo serán también para la mayoría de los restantes.

Para definirlo, se requiere un análisis detallado cuya finalidad es encontrar en cada caso la característica del vehículo que condiciona algún aspecto del proyecto, debiendo ser cuidadoso para no caer en un diseño excesivo que no se aproveche completamente y resulte antieconómico.

Para el Cierre de Av. de Circunvalación – Tramo 1B, hay un factor más condicionante que el vehículo tipo, la velocidad, por lo que la mayoría de los elementos se proyectan en relación a ésta. De igual modo, el análisis del vehículo de diseño debe realizarse para la definición de otros aspectos.

Uno de los elementos que más interesa de éste es el radio de giro, ya que define los sobrecanchos necesarios en las calzadas de lazos y ramales de los distribuidores.

En el proyecto se estima que circulen gran cantidad de vehículos pesados, lo cual se fundamenta en varias razones. Por un lado, se cuenta con información de los peajes de la R.A.C. que indica que un notable porcentaje de los vehículos que pasan por ellos son de esta tipología, dato que coincide con observaciones realizadas por el equipo de trabajo en el arco ya existente de Av. de Circunvalación (sureste). Por otra parte, Córdoba se constituye como punto de confluencia de importantes rutas comerciales del país siendo paso obligado para el transporte de cargas que por ellas circula. Otro aspecto que sustenta esta predicción radica en la gran cantidad de industrias instaladas en la ciudad, entre las que se destacan las automotrices, acarreado consigo la necesidad de transportar sus productos en camiones semi-remolque del tipo “mosquito”. La geometría del mismo se muestra en la Figura 4.8



Figura 4.8: Vehículo articulado, tipo mosquito.

Este último se seleccionó como el vehículo condicionante para el diseño del círculo de tránsito y ramales de intersecciones por su amplio radio de giro.

4.6. CONTROL DE ACCESOS

Una de las características de una autopista que la diferencian de otras tipologías (incluso de una autovía) es que cuentan con control total de accesos. Esto es, sólo puede ingresarse o salir de ella por sectores proyectados para tal fin.

Por esta razón, se incluyen en el proyecto intersecciones que comunican con otros caminos y se provee la posibilidad de paso de un lado de la vía al otro, así como la circulación de un paso a otro mediante caminos colectores y calles de servicio.

4.7. TOPOGRAFÍA

Las características topográficas del terreno hacen alusión directa al relieve del mismo (llano, ondulado o montañoso) y adquieren mucha significancia en lo que refiere al trazado geométrico y costo del camino.

El ítem de movimiento de suelo en una obra vial es de gran impacto económico, lo que exige al proyectista buscar un diseño donde éste se reduzca al mínimo posible y se logre la máxima compensación tanto longitudinal como transversal.

Esto debe lograrse sin dejar de cumplir los parámetros geométricos previamente definidos para la carretera que, entre otros factores, son función también de la topografía.

Las zonas llanas son las que menos influyen en el trazado y en los costos, mientras que en las montañosas las pendientes son decisivas para estos aspectos.

El proyecto, como se dijo en el primer capítulo, se sitúa sobre terreno ondulado, por lo que nos encontramos en una situación intermedia entre las nombradas.

No obstante, en este caso, su rasante se ve más condicionada por otros factores: la necesidad de cruces a distinto nivel, debido a la presencia de vías de ferrocarril y vías secundarias producto del desarrollo que ha experimentado la zona desde el proyecto original hasta la fecha, y la cercanía a la pista del aeródromo de FAdeA, la cual delimita una zona de aproximación que debe estar libre de obstáculos.

Ambos motivos, entre otros, condujeron a optar por desarrollar algunas secciones en trinchera.

4.8. VELOCIDAD DE PROYECTO

Esta es definida por las normas utilizadas como “La máxima velocidad a la que puede circular con seguridad, en una sección de camino, un conductor de habilidad media, manejando un vehículo en condiciones mecánicas aceptables, en una corriente de tránsito con volúmenes tan bajos que no influyan en la elección de su velocidad cuando el estado del tiempo, de la calzada y de la visibilidad ambiente son favorables.”

En la elección de la misma, todos los esfuerzos deben hacerse para obtener una velocidad que satisfaga la demanda con seguridad, movilidad y eficiencia en los límites de calidad del ambiente, economía y estética.

La velocidad directriz es seleccionada para determinar las diversas características de diseño geométrico de la calzada. Debe ser lógica con respecto a la velocidad de operación deseada, volumen y composición del tránsito previsto, topografía del lugar de emplazamiento, uso del suelo adyacente y clasificación funcional del camino. Debe ser coherente con las velocidades que los conductores probablemente esperen en el camino dado. Donde una razón para limitar la velocidad sea obvia, los conductores están más dispuestos a aceptar una menor velocidad de operación que donde no haya ninguna razón aparente. Un camino de mayor clasificación funcional puede justificar una velocidad superior que otro menor en topografía similar. Sin embargo, no debe seleccionarse una velocidad baja donde la topografía sea tal que los conductores sean aptos para circular a altas velocidades. Los conductores no ajustan su velocidad a la importancia del camino, sino a su percepción de las limitaciones físicas del camino y su tránsito.

La velocidad directriz fija el marco de referencia mínimo que define el diseño geométrico de una carretera o camino, principalmente en lo relativo a su trazado horizontal y vertical. Una vez seleccionada, todas las características del camino pertinentes deben relacionarse con ella para obtener un diseño equilibrado.

Las normas de la Dirección Nacional de Vialidad, recomiendan velocidades directrices en función de las características ya citadas. Con base en éstas, para el eje principal de Av. de Circunvalación - Tramo 1B, se adoptó una velocidad de diseño de 110 km/h, por tratarse de una autopista ubicada en topografía ondulada.

Para el resto de las vías que forman parte del proyecto, se asignaron las siguientes:

- Vías Secundarias: 60 km/h
- Calles colectoras: 60 km/h
- Ramales de Intercambiadores: variable entre 30 km/h, 60 km/h, 80 km/h y 110 km/h según sea el caso.

4.9. ENTORNO

En toda obra de ingeniería, el entorno es determinante en cuanto a las características naturales y antrópicas que presenta.

En este sentido, el proyecto de Av. de Circunvalación – Tramo 1B, presentó sustanciales condicionantes.

Por un lado, el mismo se halla en territorio urbanizado. Al observar el lugar, puedo notarse que en su recorrido colinda con diversos barrios consolidados de la ciudad (Estación Flores, Villa Aspacia, Las Playas, Villa Adela, La Tela, Aeronáutico, Villa Unión, Parque República y Villa Alberto), atravesando zonas de uso residencial,

industrial y militar (Escuela de Aviación Militar y Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea).

Atendiendo a esto, desde el punto de vista económico se añadió la intención de minimizar la afectación a la propiedad privada (principalmente cuando en la misma existían viviendas) debido al alto costo de expropiación y al impacto social que genera dicha operación.

Por otra parte, el anteproyecto es aledaño a FAdA y por ende, se encuentra cercano a su pista de aterrizaje, quedando dentro de la Superficie Limitadora de Obstáculos que requiere el aeródromo SACA (lo cual se explica con mayor detalle en el punto 4.9.1). Este fue un condicionante principal para el trazado altimétrico, ya que limitó la altura por la que podían proyectarse los distintos ejes.

En el recorrido previsto también se topa con vías de ferrocarril que no pueden ser afectadas, implicando la necesidad de franquearlas con cruces a distinto nivel.

Además de lo ya citado, para el diseño del anteproyecto se tuvieron en cuenta los tramos entre los que está comprendido (1A y 2), los cuales imponen dónde y cómo debe iniciar y finalizar el trazado. Respecto al tramo 1A, existen estructuras que por requerimientos del comitente debieron ser mantenidas (los puentes sobre Arroyo La Cañada serán utilizados para contener las calzadas del eje principal).

Todo esto presentó una condición contrapuesta al objetivo de eliminar fricciones en la nueva traza y favorecer la movilidad en ella, por lo que debieron buscarse soluciones que resuelvan correctamente estos escenarios y logren así el propósito deseado.

Esta gran cantidad de situaciones implica costos económicos elevados que, si bien la envergadura de la obra los justifica, debieron tratar de minimizarse al momento de elaborar el diseño geométrico del proyecto.

4.9.1. Superficie Limitadora de Obstáculos

Se denomina de esta manera al espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de aviones previstas y evitar que los mismos queden inutilizados. Éstas marcan los límites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo y están representadas en la Figura 4.9.

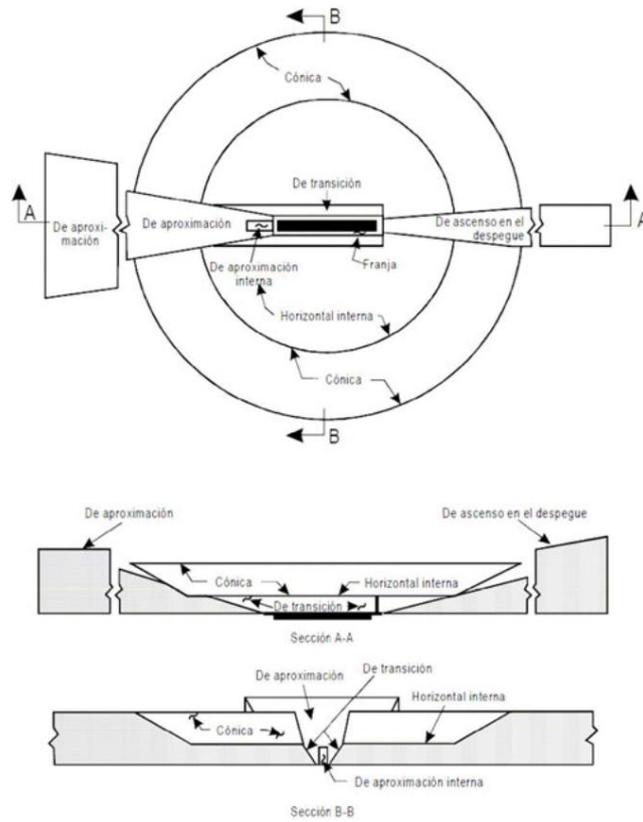


Figura 4.9: Superficies limitadoras de obstáculos.

Para determinar las dimensiones de la superficie limitadora de obstáculos del aeródromo SACA de FAdE, se siguieron las indicaciones del punto 4.1 del M.A.R.A. (Manual de Aeródromos de la República Argentina).

En dicha sección se provee una tabla (Tabla 4.4), a la que se ingresó con características propias de la pista RWY 16/34, considerando que el aeródromo tiene un número de clave 3 y opera en condiciones de aproximación visual.

Tabla 4.4: Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos.

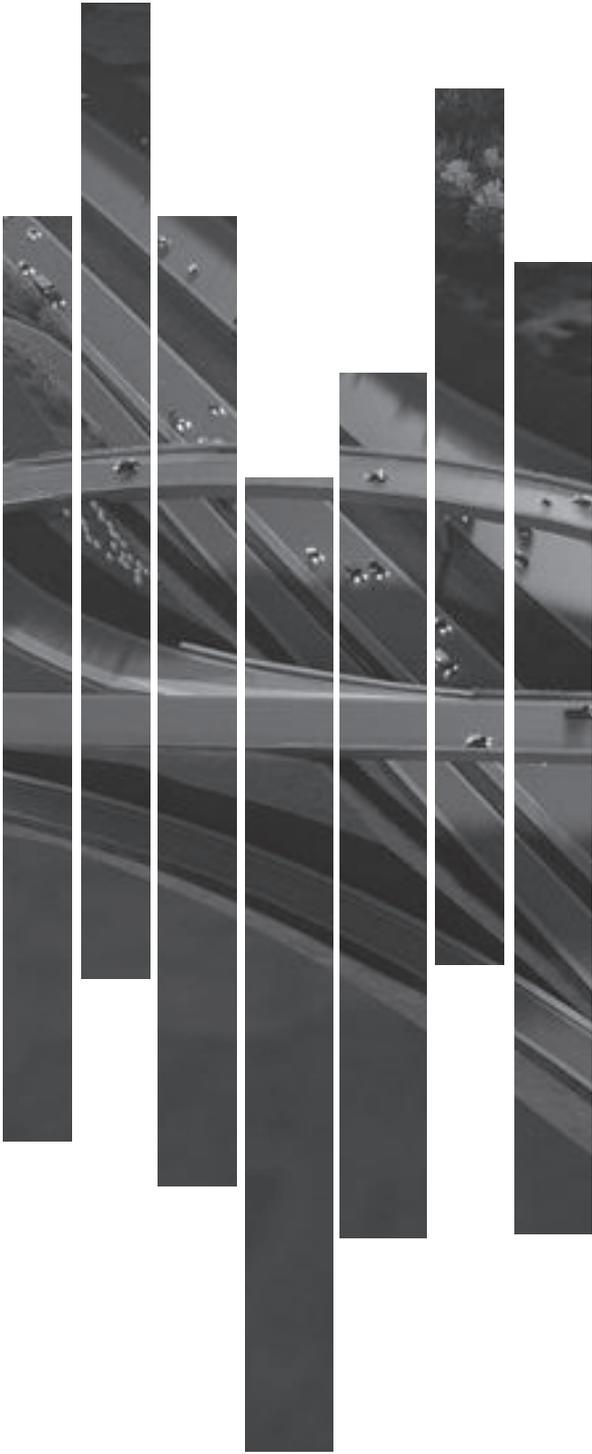
Superficies y dimensiones (a)	PISTAS DE ATERRIZAJE CLASIFICACIÓN DE LAS PISTAS											
	Aproximación visual Número de clave						Aproximación que no sea de precisión Número de clave			Aproximación de precisión		
										Categoría Número de clave I		Cat. II y III Número de clave
	ULM	USO AGRO AEREO	1	2	3	4	1 - 2	3	4	1 - 2	3 - 4	3 - 4
CÓNICA												
Pendiente	—	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	—	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Radio	—	1000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
HORIZONTAL INTERNA												
Altura	—	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Radio	—	1000	2000	2000	4000	4000	3500	4000	4000	3500	4000	4000
APROXIMACION INTERNA												
Anchura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	120 e	120 e
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	60	60
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900	900	900
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5%	2%	2%
APROXIMACIÓN												
Longitud del borde interior (f)	50	45	60	80	150	150	150	300	300	150	300	300
Distancia desde el umbral	2	15	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Divergencia (a cada lado)	10 %	10%	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección												
Longitud	500	1 500	1 600	2500	3 000	3 000	2 500	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Pendiente	4%	15%	5%	4%	3,33 %	2,5%	3,33 %	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda sección	—	—	—	—	—	—	—	3600 b	3600 b	12000	3600 b	3600 ^b
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sección horizontal	—	—	—	—	—	—	—	8400 ^b	8400 ^b	—	8400 ^b	8400 ^b
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	15000	15000	15000	15000	15000
Longitud total	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DE TRANSICIÓN												
Pendiente	50 %	50%	20%	20%	14,3 %	14,3 %	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
DE TRANSICIÓN INTERNA												
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40%	33,3%	33,3%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO												
Longitud del borde interior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	120 e	120 e
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	—	—	c	1800 d	1800 d
Divergencia (a cada lado)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	3,33%	3,33%

De allí se obtienen las dimensiones y pendientes para delimitar las diferentes superficies, las cuales están representadas en la Figura 4.10.



Figura 4.10: Planimetría Superficie Limitadora de Obstáculos Aeródromo S.A.C.A.

Las alturas relativas entre las superficies limitadoras de obstáculos y el terreno se obtuvieron a partir del modelo digital de elevaciones SRTM, considerando la elevación de referencia del aeródromo SACA de 486 metros (1.594 ft), obtenida del M.A.D.H.E.L. (Manual de Aeródromos y Helipuertos), provisto por la A.N.A.C. (Administración Nacional de Aviación Civil).



CAPÍTULO 5

TRAZAS ALTERNATIVAS

CAPÍTULO 5: TRAZAS ALTERNATIVAS

Para el trazado geométrico existen distintos condicionantes: normativos, requerimientos del mandante, naturales, antropológicos y otros que surgen del buen diseño vial y el criterio profesional del proyectista.

A grandes rasgos, la localización está condicionada por la naturaleza y las modificaciones ejecutadas por el hombre. Deben contemplarse las características topográficas del terreno, el uso de tierras adyacentes, el desarrollo de la zona atravesada, las características geotécnicas, la integración con el entorno, la necesidad de preservar la integridad social, el impacto ambiental que la obra genere y demás factores que vayan surgiendo según sea el caso.

Para el proyecto de Av. de Circunvalación – Tramo 1B, esta tarea consistió fundamentalmente en la comparación de dos alternativas. La traza de un anteproyecto anterior, planteado en 2009, y una nueva propuesta presentada por el equipo de trabajo.

La primera consistía en un recorrido que rodeaba la Escuela de Aviación Militar, pasando por lo que hoy son barrio Carrara de Horizonte y Country Siete Soles; se planteaban dos intercambiadores (Cañada de Gómez y Los Ombúes), un cruce con el ferrocarril y un enlace con la Ruta Nacional N°20, tal como se muestra en la Figura 5.1.

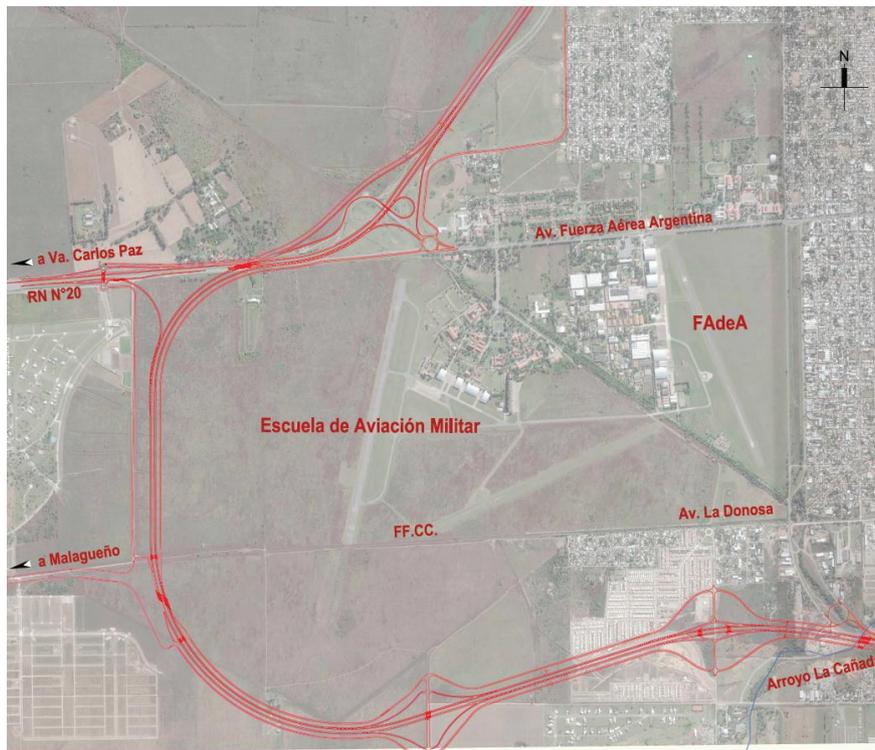


Figura 5.1: Anteproyecto Av. de Circunvalación – Tramo 1B Año 2009.

Respecto a la segunda opción, a partir de los datos topográficos preliminares con los que se contaba, la cartografía disponible y las imágenes que se obtuvieron se procedió a plantear varias ideas para darle solución a la situación que se estaba presentando, surgiendo una nueva propuesta diferente a la anterior.

En la nueva traza, se optó pasar por dentro del predio de la Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA S.A.), próximo a su pista pero sin inhabilitarla, y a través de tierras de la Municipalidad de Córdoba que estaban reservadas para un parque que nunca se concretó.

Esta propuesta resultó en una reducción de 6 kilómetros en la trayectoria, del modo en que se muestra en las Figura 5.2 y Figura 5.3.

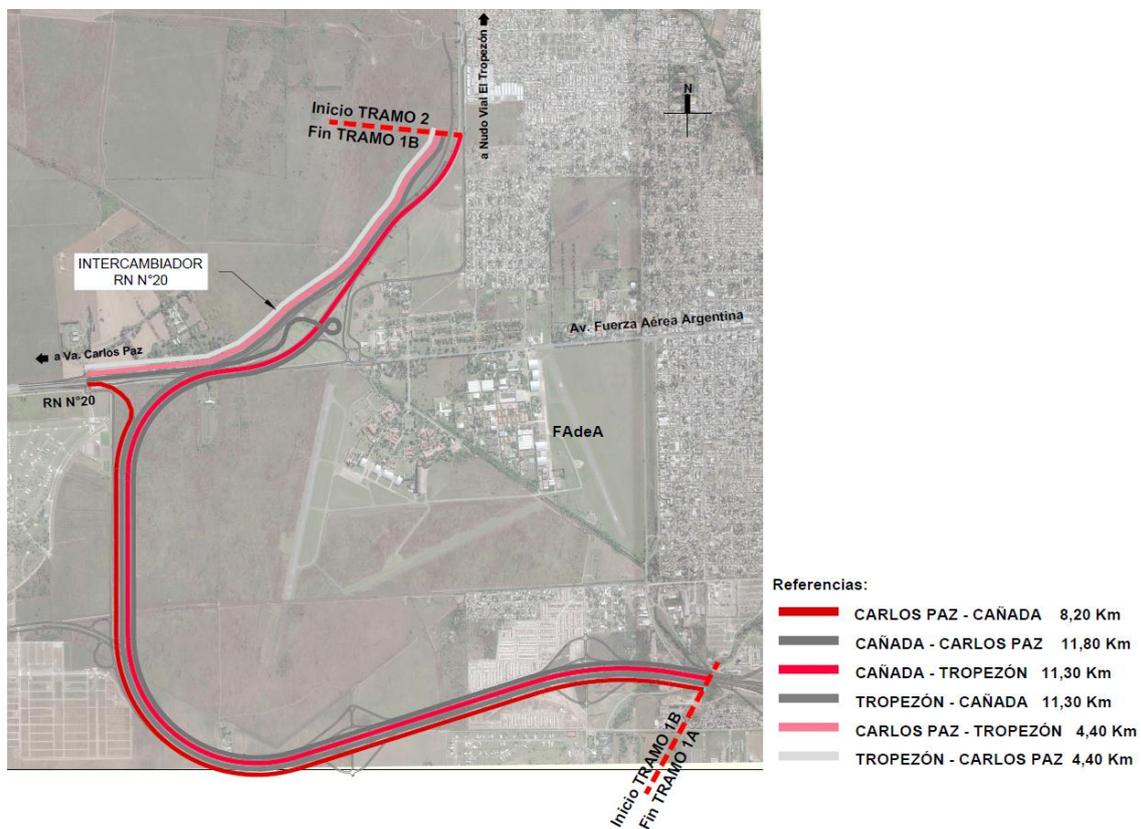


Figura 5.2: Distancias recorridos Tramo 1B Anteproyecto Año 2009.

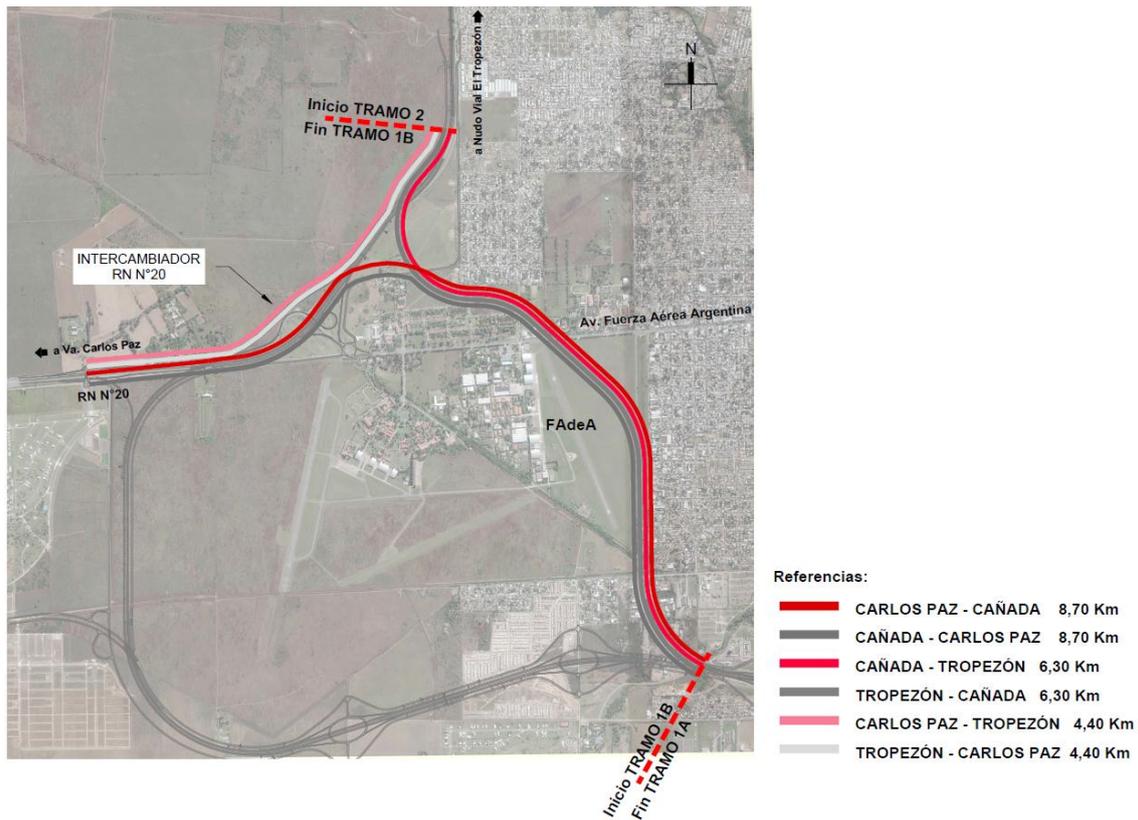


Figura 5.3: Distancias recorridos Tramo 1B Anteproyecto actual.

Con la presencia de profesionales de distintas áreas se expusieron ventajas y desventajas de cada una de las posibles trazas así como diferentes soluciones ingenieriles para una misma alternativa, abarcando los siguientes aspectos: mejora en la seguridad vial (tanto del tránsito pasante como para el local), mejora en el nivel de servicio (más significativa en aquellas alternativas donde mejor se separen los flujos de tránsito local y pasante, y en aquellas donde el diseño de la traza admita velocidades de diseños mayores, fundamentados en la disminución de las fricciones laterales), impacto ambiental y social (desde el punto de vista de la comunidad local de la zona de emplazamiento de la obra, se considera mayor en cuanto se afecta la propiedad privada mediante necesidad de expropiación).

Analizados todos estos puntos y, sabiendo que ambas alternativas eran viables técnicamente, la comparación para elegir por una se basó en un análisis económico que constó en estudiar los beneficios de los usuarios, mediante dos indicadores: los costos de operación y la tasa interna de retorno (TIR). Los resultados indicaron lo que era de esperarse: una disminución de los mismos al tener que transitar una longitud menor. También los costos estatales (constructivos y de mantenimiento) eran menores.

Luego de planteada esta opción con la correspondiente justificación de sus beneficios, se iniciaron un conjunto de reuniones que involucraron a representantes nacionales, provinciales y municipales para llegar a un acuerdo que condujera a la decisión final.

Como resultado, se descartó la antigua traza, optando por la nueva propuesta. Desde ese entonces y hasta finalizar con el anteproyecto, se fueron modificando elementos planimétricos y altimétricos según requerimientos del drenaje y propuestas superadoras que incluían alguna mejora respecto a la anterior, pero no hubo cambios sustanciales que modificaran el emplazamiento del trazado.

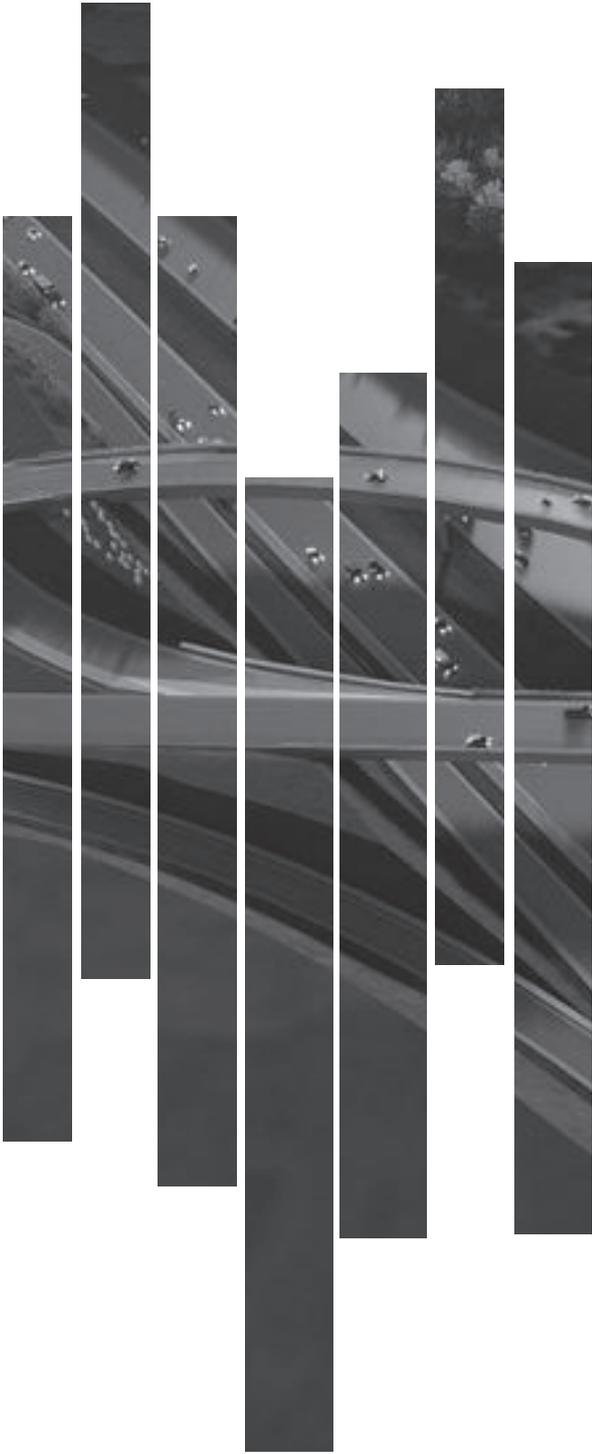
5.1. TRAZA ORIGINAL

El diseño que contemplaba el anteproyecto original de Av. de Circunvalación del año 1969 (para el tramo en estudio) fue descartado por no ser viable en la actualidad. Esto se debió a que la zona donde estaba previsto su emplazamiento se encuentra ocupada por numerosas edificaciones que constituyen villas y barrios consolidados de la ciudad: La Tela, Villa Martínez, Parque República, Las Violetas, El Pueblito, La Toma, Villa de Emergencia Costa Canal Mafekín, El Tropezón, Los Robles y Villa de Emergencia el Tropezón.

Si bien no se consiguieron los planos originales, se supo cuál era la traza planteada. En la Figura 5.4 se representa en forma esquemática la misma sobre una imagen satelital, de modo que puede observarse el uso de suelo actual.



Figura 5.4: Trazo original del proyecto Av. de Circunvalación – Tramo 1B.



CAPÍTULO 6

SECCIONES TRANSVERSALES