

Anexo 4-2

ESTUDIO DE IMPACTO VIAL



ESTUDIO IMPACTO VIAL TRANSPORTE DE CONCENTRADO

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PROYECTO EXPLOTACION DE
SULFUROS, RADOMIRO TOMIC FASE II**

Memoria Informe Final RP2

(Rev. A:)

Febrero 2013

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1-1
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	1-1
1.2 CONTENIDO DE INFORME.....	1-1
2. RESUMEN Y CONCLUSIONES EL ESTUDIO	2-1
3. TAREA 1: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	3-1
3.1 ESTUDIO DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTE DE CONCENTRADO DE CAMIONES.....	3-1
3.1.1 Aspectos Generales del Proyecto	3-1
3.1.2 Estimación de la Demanda de Camiones	3-2
3.2 ESTUDIOS MOP VIGENTES EN EL SECTOR.....	3-4
3.2.1 Concesión Vial Autopistas de la Región de Antofagasta.....	3-4
3.2.2 Concesión Vial Rutas del Loa.....	3-6
3.2.3 Contadores de Flujos MOP por temporada en vías del sector.....	3-9
3.3 VISITA A TERRENO	3-11
4. TAREA 2: MEDICIONES DE TRANSITO.....	4-1
4.1 PROGRAMA DE MEDICIONES	4-1
4.2 MEDICIONES DE FLUJOS VEHICULARES CONTINUOS	4-1
4.2.1 Localización de puntos de medición.....	4-1
4.2.2 Logística de la medición.....	4-2
4.2.3 Flujos durante el día a nivel de movimientos por punto de control	4-3
4.3 DEFINICIÓN DE PERIODOS DEL ESTUDIO	4-11
4.4 MEDICIONES DE FLUJOS VEHICULARES PERIÓDICAS.....	4-13
4.4.1 Localización de puntos de medición.....	4-13
4.4.2 Logística de la medición.....	4-15
4.4.3 Flujos periódicos a nivel de movimientos por punto de control.....	4-15
4.5 MEDICIONES DE NIVELES DE SERVICIO	4-26
4.6 COLAS Y DEMORAS	4-27
4.7 TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	4-27
4.8 CATASTRO FÍSICO Y OPERATIVO DE VÍAS.....	4-27
5. TAREA 3: DEFINICIÓN DE SITUACIÓN BASE Y PROYECCIÓN DE VIAJES ACTUALES.....	5-1
5.1 DEFINICIONES FUNDAMENTALES DEL ESTUDIO	5-1
5.1.1 Definición de la Ruta de Camiones de Concentrado RPO.....	5-1
5.1.2 Definición de los Años de Corte ó Análisis	5-1
5.1.3 Identificación de Puntos Críticos	5-2
5.2 PROYECTOS MINEROS DE LA SITUACIÓN BASE	5-3
5.3 PROYECTOS VIALES DE LA SITUACIÓN BASE	5-9
5.3.1 Obras de Infraestructura MOP Autopista de Antofagasta	5-10
5.3.2 Obras de Infraestructura Concesión Vial MOP Rutas del Loa	5-21
5.3.3 Nudo vial SERVIU Alcalde José Lira -Ruta 25 Balmaceda	5-30
5.4 PROYECCIÓN DE DEMANDA SITUACIÓN BASE.....	5-32

5.4.1	Formulaciones de Modelos Utilizadas	5-32
5.4.2	Escenario de Crecimiento del PIB.....	5-37
5.4.3	Proyecciones Vehiculares por tipos de vehículos.....	5-40
5.4.4	Proyecciones Vehiculares de Situación Base	5-41
6.	TAREA 4: OBTENCION DE DEMANDA DE VIAJES DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO	6-1
6.1	SELECCIÓN DE MOVIMIENTOS AFECTADOS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS	6-1
6.2	PROYECCIÓN DE DEMANDA DE FLUJOS DEL PROYECTO.....	6-2
7.	TAREA 5: SIMULACIÓN IMPACTO VIAL EN ÁREA DE INFLUENCIA	7-1
7.1	METODOLOGÍA UTILIZADA	7-1
7.2	PREPARACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA SIMULACIÓN SIDRA	7-1
7.3	SIMULACIÓN SIDRA SITUACIÓN ACTUAL	7-2
7.4	SIMULACIÓN SIDRA AÑOS DE CORTE	7-4
7.4.1	Metodología para determinar las medidas de mitigación	7-4
7.4.2	Simulación PC N°2 Ruta 50/Ruta 21 acceso a RT.....	7-5
7.4.3	Simulación de Casos de cruce Ruta 25/Circunvalación acceso Sur a Calama	7-8
7.4.4	Simulación PC N°3 Ruta 1/B262 Acceso Norte a Mejillones	7-13
7.5	MICROSIMULACIÓN CON AIMSUNG.....	7-16
7.5.1	Microsimulación PC N°2 Ruta 50/Ruta 21 Acceso a RT.....	7-16
7.5.2	Microsimulación PC N°3 Ruta 1/B262 acceso Norte a Mejillones	7-20
7.6	CONCLUSIONES DE LA SIMULACIÓN	7-22
8.	TAREA 6: MEDIDAS DE MITIGACION.....	8-1
8.1	ACCESO RADOMIRO TOMIC RUTA 21/RUTA 50	8-1
8.1.1	Situación Existente	8-1
8.1.2	Prediseño Propuesto Paso Superior Ruta 21/Ruta 50.....	8-2
8.2	CRUCE RUTA 25/AVDA. CIRCUNVALACIÓN ACCESO SUR A CALAMA.....	8-10
8.2.1	Caso proyecto Concesiones MOP no Habilitado	8-10
8.2.2	Caso Proyecto Concesiones MOP Habilitado.....	8-11
8.3	CRUCE RUTA 1/B262 ACCESO NORTE A MEJILLONES.....	8-12

1. INTRODUCCION

Este documento presenta el Informe Final del “Estudio de Impacto Vial Transporte de Concentrado” para la ejecución del proyecto “RT Sulfuros”.

1.1 Objetivo del estudio

El objetivo del estudio es analizar el Impacto Vial provocado por el transporte de concentrado en camiones desde la Planta Concentradora de Radomiro Tomic (RT) de Codelco hasta el Terminal de Graneles del Norte (TGN) ubicado en la bahía de Mejillones.

1.2 Contenido de informe

En los capítulos siguientes de este informe se reportan todas las tareas desarrolladas como parte del estudio, que son:

- Tarea 1: Recolección de Información
- Tarea 2: Mediciones de Transito
- Tarea 3: Definición de Situación Base y Proyección de Viajes Actuales
- Tarea 4: Obtención de la Demanda de Viajes del Proyecto
- Tarea 5: Simulación Impacto Vial en Área de Influencia del Proyecto
- Tarea 6: Medidas de Mitigación resultantes del estudio

2. RESUMEN Y CONCLUSIONES EL ESTUDIO

El estudio fue abordado con modelos de Simulación y Microsimulación de Tráfico, calibrados con información recolectada de terreno de la situación actual del sector, para analizar en forma detallada los puntos de conflicto de la ruta por donde circularán los camiones de RT.

Para efectos de este estudio EISTU se define como ruta de análisis la considerada en el estudio de prefactibilidad de logística de Hatch, modificada en su ingreso a la bahía de Mejillones (en adelante RP2), la cual tiene una extensión de 307 km desde la mina RT a TGN de Mejillones y puede resumirse a través de los tramos de vías que se indican en el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 1.2-1: TRAMOS QUE COMPONEN LA RUTA DE CAMIONES (RP2)
DE TRANSPORTE DE CONCENTRADO**

Tramos*	Longitud (Km)	Vía	Inicio	Término
1	35	Ruta 50	Cam. Planta R.T.	Ruta 21
2	5	Ruta 21	Ruta 50	Av. Circunvalación
3	7	Av. Circunvalación	Ruta 21	Ruta 25
4	111	Ruta 25	Av. Circunvalación	Ruta 5
5	75	Ruta 5	Ruta 25	Ruta B400
6	32	Ruta B-400	Ruta 5	Ruta 1
7	13	Ruta 1	Ruta B-400	Ruta B-272
10	21	Ruta 1	Ruta B-272	Ruta B-262
11	5.5	Ruta B-262	Ruta 1	Puerto TGN
12	2.9	Puerto TGN	Ruta B-262	Puerto TGN
TOTAL	307			

Para la identificación de los tramos ver figuras 3.3-1 a 3.3-3 del Cap.3 de este documento.

Fuente: Elaboración a partir de Estudio de Logística (Hatch -Codelco, 2012)

Para efectos de la simulación del impacto vial, se identificaron los siguientes puntos críticos o de conflicto como parte del trazado de la ruta RP2:

- **Cruce Ruta 21CH /Ruta 50.** Acceso a mina Radomiro Tomic y Mina Subterránea a Chuquicamata.
- **Cruce Ruta 25 con Avda. Circunvalación actual.** Acceso Sur a Ciudad de Calama, donde se juntan flujos vehiculares livianos urbanos e interurbanos con los flujos de vehículos pesados de transporte de carga interurbano.
- **Cruce Ruta 1/Ruta B262.** Acceso Norte a Mejillones, válido para flujos de vehículos livianos y pesados interurbanos que acceden a la bahía de Mejillones. La razón de incluir este cruce y no el Acceso Sur a Mejillones obedece entre otras a que de esta manera los camiones de concentrado de RT eluden el ingreso directo a la bahía evitando la interacción con flujos livianos urbanos que se dan en las vías más próximas a la ciudad.

La simulación se realizó para los años que el proyecto RT alcance máxima producción: 2019 y 2029, por lo cual se proyectó la oferta vial y la demanda de vehículos actuales del sector, sumada a la demanda de camiones de RT en cada punto de conflicto.

Los resultados alcanzados de las modelaciones SIDRA y AIMSUNG, realizadas indican que se requieren medidas de mitigación en el acceso de la Ruta 21/Ruta 50 a RT. La obra propuesta consiste en un desnivel del cruce con un paso superior del movimiento vehicular que accede desde Calama a la Ruta 50, permaneciendo el resto de los movimientos a nivel con aumentos de su capacidad a través de pistas de virajes.

En el segundo punto crítico: Ruta 25/Avda. Circunvalación en el Acceso Sur a Calama, se simularon dos condiciones para la rotonda existente actualmente: con y sin la presencia de la solución que propone el proyecto de concesiones del MOP de la Autopista del Loa para la Ruta 25, que incluye un mejoramiento de este cruce. En ambas condiciones se demuestra que la capacidad vial del nudo es capaz de soportar la demanda de flujo vehicular total de los años 2019 y 2029 con la presencia de camiones de RT.

La razón de considerar estas dos condiciones futuras de la rotonda actual que accede a Calama obedece a que en la actualidad el proyecto todavía no es licitado oficialmente para su construcción por la Unidad de Concesiones del MOP.

En el tercer punto crítico simulado: Ruta 1/B262 (Acceso Norte a Mejillones), los resultados de la simulación SIDRA con la geometría actual del cruce a nivel y las proyecciones de demanda previstas indican que no se requieren medidas de mitigación adicionales, manteniéndose la solución existente.

3. TAREA 1: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En este Capítulo se reporta la recopilación de información existente que sirve de base para el estudio de impacto vial.

3.1 Estudio de Logística de Transporte de Concentrado de Camiones

La Corporación Nacional del Cobre (Codelco), a través de la Vicepresidencia de Proyectos(VP), desarrolló el estudio de prefactibilidad del Proyecto de Explotación de Sulfuros Radomiro Tomic Fase II (PESRT-FII) a través de la empresa Hatch, concluyendo el estudio a comienzos del año 2012.

El estudio de logística incluye entre sus distintas etapas la definición de la red de transporte carretero, la identificación de intersecciones y puntos de conflicto, la estimación de la demanda de camiones, la simulación de la logística de transporte y la estimación de costos. Estas etapas del estudio se resumen en los subpuntos siguientes, abocados fundamentalmente a los aspectos relacionados con las externalidades negativas que producirían los camiones en su logística externa, motivo del presente estudio de impacto vial.

3.1.1 Aspectos Generales del Proyecto

La vida útil del proyecto PESRT-FII está programada para 28 años considerando su inicio el año 2016 hasta el año 2044, incluyendo la puesta en marcha el año 2016.

Se considera una capacidad de procesamiento de 200 ktpd de mineral.

Las operaciones en la Planta Concentradora ubicada en Radomiro Tomic se asumen que se desarrollan los 364,5 días por año y durante las 24 horas del día.

El concentrado de cobre es cargado en los camiones en la planta concentradora de RT. Desde el domo es transportado por una correa que alimentará a tolvas, cada tolva tiene en su descarga un alimentador que permite cargar a los camiones.

Se considera que el servicio de transporte de concentrado mediante camiones se realizará a través de una empresa de transporte externa.

La recepción, almacenamiento y embarque del concentrado son responsabilidad de TGN.

Las operaciones en TGN se han supuesto que se desarrollan los 365 de turnos de ocho horas cada uno.

La demanda asociada al proyecto para el periodo 2016-2044 se determinan en función de la producción estimada en el Plan de Producción de Concentrado para RT.

3.1.2 *Estimación de la Demanda de Camiones*

Para el transporte de concentrado de cobre, el estudio Hatch propone emplear camiones con tolva o batea construida en acero con una capacidad máxima de 30 toneladas y un factor de llenado de 0.9.

Los camiones realizarán el viaje desde la Planta Concentradora RT hasta TGN cargados, y el regreso lo harán vacíos.

En la Figura 3.1-2 se presenta un ejemplo del camión con tolva cerrada, similar a los camiones utilizados por empresas de transporte que presta servicios a la minería para transporte de concentrado.

A continuación se resumen las principales características técnicas del camión

- Batea cerrada;
- Potencia máxima: 500 HP;
- GPS, control y registro de velocidad, monitoreo en central de control;
- Sistema Detección de Proximidad y Anticolisión, para vehículos y personas.

En el cuadro 3.1-3 siguiente se presentan los flujos de camiones que generará el proyecto desde el año 2016 hasta el año 2044, considerando una producción de concentrado de cobre promedio (ley de Concentrado de 42%).

Para estimar la demanda horaria asociada al proyecto, el estudio Hatch la considera igual a la demanda diaria dividida por las 24 horas de operación de la planta.

En el cuadro 3.1-4 se presentan los flujos de camiones para una producción máxima de concentrado de cobre (considerando 30% sobre el valor nominal).

CUADRO N° 3.1-1: FLUJO DE CAMIONES PRODUCCION DE CONCENTRADO PROMEDIO

Año	Toneladas Húmedas (Tpd)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Día)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Hr)
2016	1332	50	2
2017	2628	98	4
2018	2806	104	4
2019	2845	106	4
2020	2622	98	4
2021	2529	94	4
2022	2461	92	4
2023	2446	91	4
2024	2447	91	4
2025	2274	85	4
2026	2315	86	4
2027	2412	90	4
2028	2235	83	3
2029	2181	81	3
2030	2046	76	3
2031	2025	75	3
2032	1985	74	3
2033	1921	72	3
2034	2008	75	3
2035	2084	78	3
2036	1773	66	3
2037	1845	69	3
2038	1845	69	3
2039	1845	69	3
2040	1845	69	3
2041	1685	64	3
2042	1685	64	3
2043	1685	64	3
2044	1685	64	3
Promedio		80	3

Fuente: Estudio Logística Hatch 2012

CUADRO N° 3.1-2: FLUJO DE CAMIONES PRODUCCION DE CONCENTRADO MAXIMA

Año	Toneladas Húmedas (Tpd)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Día)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Hr)
2016	1732	65	3
2017	3417	127	5
2018	3648	136	6
2019	3699	137	6
2020	3408	127	5
2021	3287	122	5
2022	3199	119	5
2023	3179	118	5
2024	3181	118	5
2025	2956	110	5
2026	3010	112	5
2027	3136	117	5
2028	2905	108	5
2029	2835	105	4
2030	2660	99	4
2031	2633	98	4
2032	2580	96	4
2033	2497	93	4
2034	2611	97	4
2035	2709	101	4
2036	2305	86	4

Año	Toneladas Húmedas (Tpd)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Día)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Hr)
2037	2398	89	4
2038	2398	89	4
2039	2398	89	4
2040	2398	89	4
2041	2190	82	4
2042	2190	82	4
2043	2190	82	4
2044	2190	82	4
	Promedio	103	5

Fuente: Estudio Logística Hatch 2012

El número de viajes máximo promedio de camiones cargados con concentrado de cobre para el año 2019 corresponde a un total de 106 veh/día o 4 veh/hora, y un máximo diario de 137 veh/día o 6 veh/hora. A su vez, el promedio de viajes totales, durante los 28 años de ejecución del proyecto, es de aproximadamente 80 veh/día ó 3 veh/hr (producción promedio) y 103 veh/día ó 5 veh/hora (producción máxima).

3.2 Estudios MOP vigentes en el sector

En este punto se presenta la recolección de información de estudios existentes para las vías principales que forman parte del área de estudio.

3.2.1 Concesión Vial Autopistas de la Región de Antofagasta

El Ministerio de Obras Públicas a través de la Coordinación de Concesiones desarrolló la concesión de las Autopistas de la Región de Antofagasta. La red de la región se encuentra conformada por 3 polos: el corredor Antofagasta - Mejillones que se conectan a través de la Ruta 1 y su interconexión con el núcleo minero de la comuna de Calama por las rutas B-400 y R5 en el caso de Mejillones y R-26 y R5 en el caso de Antofagasta, tal como se observa en la figura 3.1-3.

Las vías de la red vial corresponden a las rutas que permiten las conexiones desde Calama, Mejillones y las mineras al sur oriente de Antofagasta, con el Puerto de la misma ciudad y el Aeropuerto principalmente, siendo las que se presentan en el cuadro siguiente.

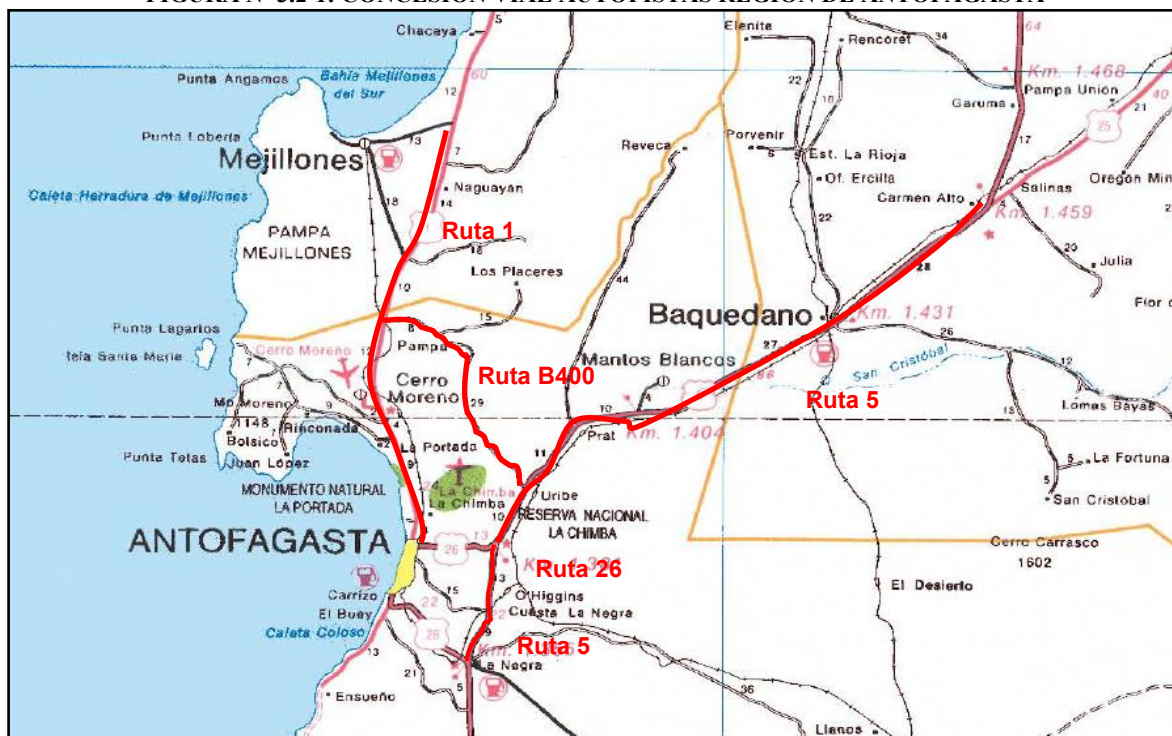
CUADRO N° 3.2-1: VIAS Y AUTOPISTAS REGION DE ANTOFAGASTA

Ruta	Tramo		Long. Total (Km)	Perfil tipo	Tipo pavimento
	Desde	Hasta			
1	La Chimba	Límite urbano	5.25	Semi Urbano	Asfalto
	Límite urbano	Acceso Sur a Mejillones	29.0	Rural	Asfalto
	Acceso Sur a Mejillones	Acceso Norte a Mejillones	21.0	Rural	Asfalto
26	Ruta 5	Límite urbano	12.1	Rural	Asfalto

Ruta	Tramo		Long. Total (Km)	Perfil tipo	Tipo pavimento
	Desde	Hasta			
B-400	Ruta 1	Ruta 5	36.4	Rural	Bischufita
5	Nudo Uribe	Carmen Alto	82.5	Rural	Asfalto
5	Ruta 28	Nudo Uribe	20,8	Rural	Asfalto
TOTAL			207.037		

Fuente: MOP 2010

FIGURA N° 3.2-1: CONCESION VIAL AUTOPISTAS REGION DE ANTOFAGASTA



El cuadro siguiente presenta las soluciones o estándares generales adoptados para las distintas vías.

CUADRO N° 3.2-2: PRINCIPALES OBRAS A CONSIDERAR POR RUTA

Ruta	Tramo		Long. Total	Veloc. Proyecto	Perfil tipo	Solución de Anteproyecto
	Desde	Hasta	(Km)	(Km/h)		
1	La Chimba	Límite urbano	5.25	80 – 100	Urbano	Ampliación a doble calzada + Calles de servicio + Pasarelas (4)
	Límite urbano	Acceso Sur a Mejillones	29.0	100 - 120	Rural	Ampliación a doble calzada + Enlaces (3) + P.S. Ffcc. (3)+ Peaje Troncal + Area Servicios
	Acceso Sur a Mejillones	Acceso Norte a Mejillones	21.0	100	Rural	Rehabilitación calzada existente + Intersecciones a nivel
26	Ruta 5	Límite urbano	12.1	80	Rural	Rehabilitación calzada existente + Pistas lentas + Peaje Troncal
B-400	Ruta 1	Ruta 5	36.4	80	Rural	Pavimentación calzada simple en 23 Km + Variante en Calzada Simple 13.5 Km+ Enlaces (1) + P.S. Ffcc. (1) + Intersecciones a Nivel
5	Nudo Uribe	Carmen Alto	82.5	100 - 120	Rural	Ampliación a doble calzada + Enlaces (3) + P.S. FFCC (4) + Solución en Baquedano
5	Ruta 28	Nudo Uribe	20.7	100	Rural	Rehabilitación calzada existente + Intersecciones a nivel
Totales			207,04			

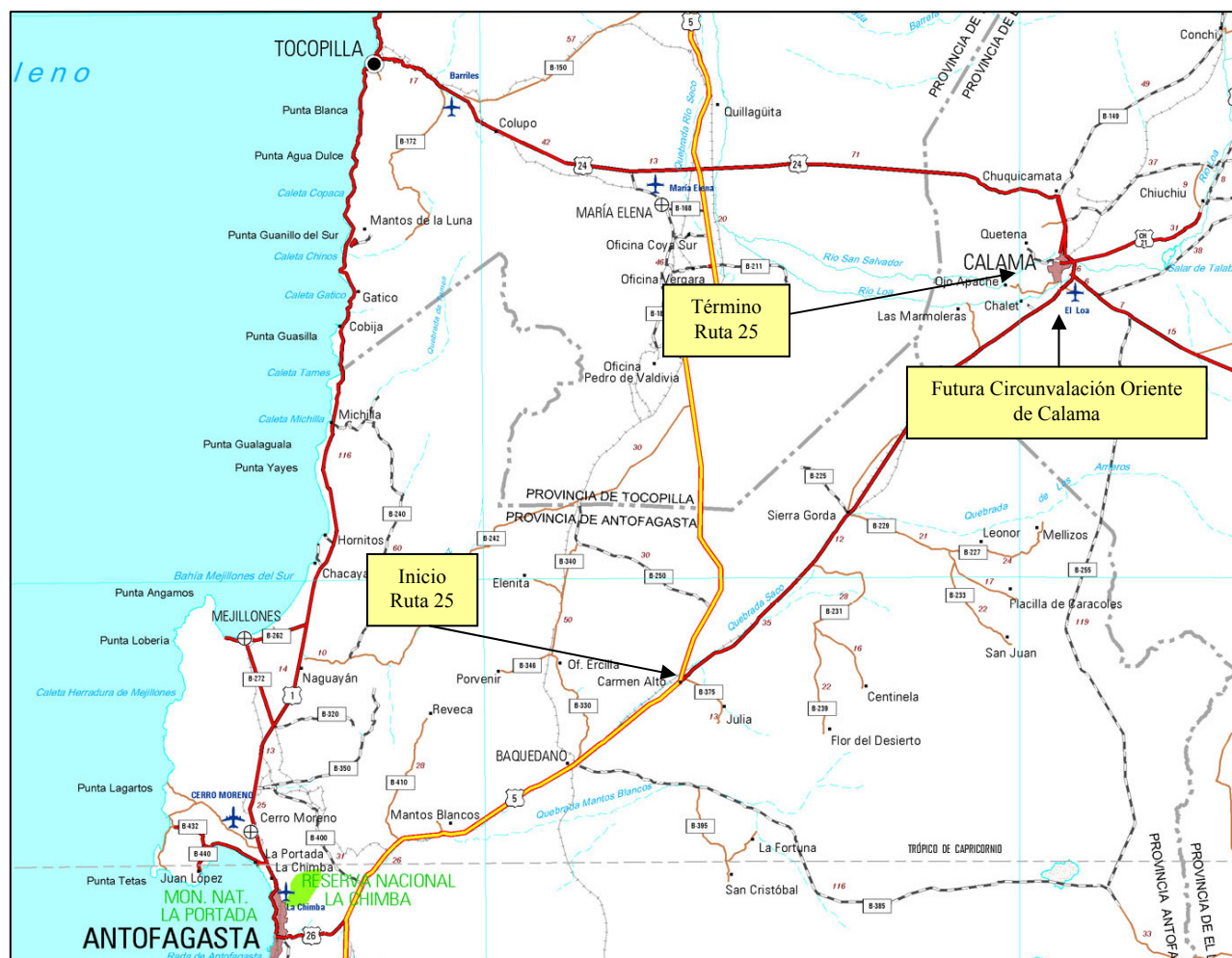
Fuente: MOP 2010

3.2.2 Concesión Vial Rutas del Loa

El Ministerio de Obras Publicas a través de la Coordinación de Concesiones desarrollará próximamente la licitación de la Concesión Vial Rutas del Loa. El anteproyecto referencial contempla un diseño de ingeniería que incorpora el mejoramiento de la calzada existente y ampliación a segunda calzada en la Ruta 25, así como un nuevo trazado para la construcción de la Circunvalación Oriente de Calama.

En la figura siguiente se presentan los caminos que conformarán la futura Concesión en estudio.

FIGURA N° 3.2-2: CONCESION VIAL RUTAS DEL LOA



El mejoramiento de la Ruta 25 abarca una calzada doble de 111 kms desde Carmen Alto hasta el acceso sur a Calama y la Circunvalación Oriente una calzada simple de 25.4 km, de acuerdo a lo que indica el cuadro siguiente.

CUADRO N° 3.2-3: CONCESION VIAL RUTAS DEL LOA

Ruta	Sector Inicio	Sector Final	Longitud km
25	Carmen Alto (Ruta 5)	Acceso Sur Calama	111,0
Circunvalación Oriente Calama	Ruta 25	Ruta 24	25,4
		Total :	136,4

Fuente: MOP 2011

El proyecto de concesión pretende lograr los siguientes objetivos:

- Dar continuidad a los flujos periféricos a la ciudad de Calama, sin la necesidad de ingresar a ésta. Lo anterior ocurre para todos los pares Origen/Destino que combinan las rutas antes mencionadas.
- Separar el flujo de cargas pesadas y/o peligrosas de aquel flujo netamente urbano.

- Mejorar las vías de comunicación entre las empresas generadoras de carga emplazadas en el cluster minero y la ciudad de Antofagasta y el puerto de Mejillones.
- Mejorar la continuidad del Corredor Bioceánico, desde Jama y Sico hacia Tocopilla e Iquique.
- Dar continuidad a la Concesión “Autopistas de la Región de Antofagasta”, la que se encuentra en proceso de construcción.

Las soluciones viales a esta situación implican necesariamente la incorporación de nuevas rutas que permitan evitar el paso por la vialidad actual de la ciudad de Calama, situación que quedó resuelta con la habilitación de nuevas circunvalaciones. A su vez, el mejoramiento y ampliación a doble calzada de la Ruta 25, se hace imprescindible para lograr un aumento efectivo en el nivel de servicio de los usuarios de larga distancia que forman parte de esta Concesión.

Un requerimiento especial del Gobierno Regional, generó la necesidad de ampliar la cobertura de la red vial a analizar, incorporando otras rutas cuya potencialidad económica y social fueron analizadas y desarrolladas en etapas anteriores.

El listado de rutas analizadas y sus principales características operacionales que justificarían o no su inclusión y/o adelanto en la ejecución de obras se entregan a continuación.

- Inclusión de la Ruta 21, tramo Calama - Chiu-Chiu, dentro de la Red Vial a concesionar.
- Ampliación de capacidad de la Ruta 25 (segunda calzada) y la habilitación del bypass Sierra Gorda.
- Mantener y operar la conectividad vial de la Ruta 24, en el tramo Crucero (Cruce con Ruta 5) - Chuquicamata - Calama:
- Inclusión de la Ruta 24, tramo Crucero (Ruta 5) - Tocopilla, dentro de la Red Vial a concesionar.
- Inclusión de la Ruta 5, tramo Crucero - Carmen Alto, dentro de la Red Vial a concesionar.
- Inclusión de la Ruta 1, tramo Tocopilla - Acceso Norte a Mejillones, dentro de la Red Vial a analizar en el proyecto de concesión.
- Inclusión de los actuales accesos norte y sur a Mejillones (Rutas B-262 y B-272 respectivamente), en el tramo Ruta 1 - límite urbano de Mejillones.

Al analizar los resultados de los estudios preliminares de estas rutas, que consideraban un total de 578 km aprox., la Coordinación de Concesiones de Obras Públicas decidió considerar para la Concesión sólo la Ruta 25 y la Circunvalación Oriente a Calama.

3.2.3 Contadores de Flujos MOP por temporada en vías del sector

MOP dispone de información continua de tránsito en los caminos públicos, que permite observar las variaciones de los flujos vehiculares durante un año, utilizándose para éstos fines generalmente la información estadística de las plazas de peajes. Sin embargo, en la Ruta 5 Norte no opera en la actualidad ninguna estación de cobro en el tramo estudiado, existiendo solo la información de flujos de los contadores automáticos sobre la Ruta 1 y la Ruta 5 que dispone la Coordinación de Concesiones del MOP

Se presentan a continuación los antecedentes de los Contadores Automáticos instalados en la Ruta 5 en el tramo Baquedano – Carmen Alto, como también el localizado en la Ruta 1 entre La Portada y el Acceso a Aeropuerto. Para el primero de ellos la información diaria y horaria corresponde al año 2003; mientras que para el contador instalado en el Ruta 1, corresponde a información del año 2004.

En el cuadro siguiente se presenta los resultados de los vehículos equivalentes por semana, obtenido de la información de ambos contadores, observándose una variación importante de los flujos vehiculares de las semanas de Enero, Febrero y Diciembre, en comparación al resto de las semanas del año.

Destacan del cuadro, las semanas con un volumen superior a los 35.000 VEQ, las que fueron identificadas como de Alta Demanda.

Las restantes semanas del año, corresponden por tanto a la de temporada normal. De esta forma, en términos del día del año, la Temporada de Alta demanda o de Verano concentra un total de 147 días, mientras que los restantes 218 días se concentran en Temporada Normal.

CUADRO N° 3.2-4: DISTRIBUCIÓN DE FLUJOS POR TEMPORADA RUTA 1 Y RUTA 5
(Veq/Semana)

Semana	Contador Ruta 5		Contador Ruta 1	
	VEQ	Época	VEQ	Época
1	29.452	Normal	40.311	Normal
2	39.147	Alta	46.110	Alta
3	39.549	Alta	48.866	Alta
4	39.454	Alta	48.111	Alta
5	40.242	Alta	48.789	Alta
6	36.297	Alta	47.651	Alta
7	35.972	Alta	47.955	Alta
8	34.043	Normal	46.010	Alta
9	33.461	Normal	43.680	Normal
10	32.777	Normal	45.519	Alta
11	32.800	Normal	44.893	Normal
12	32.810	Normal	45.249	Normal
13	32.772	Normal	46.135	Alta
14	33.829	Normal	43.961	Normal
15	33.047	Normal	44.031	Normal
16	34.562	Normal	43.693	Normal
17	35.426	Normal	45.863	Alta
18	31.395	Normal	43.833	Normal
19	33.298	Normal	44.053	Normal
20	37.612	Alta	44.293	Normal
21	30.056	Normal	46.413	Alta
22	33.086	Normal	45.147	Normal
23	35.929	Alta	45.318	Normal
24	33.924	Normal	44.526	Normal
25	33.737	Normal	42.125	Normal
26	35.043	Normal	41.478	Normal
27	35.428	Normal	41.166	Normal
28	37.820	Alta	44.626	Normal
29	38.696	Alta	44.323	Normal
30	39.437	Alta	45.561	Alta
31	37.033	Alta	43.495	Normal
32	37.426	Alta	41.937	Normal
33	39.053	Alta	43.178	Normal
34	37.542	Alta	43.396	Normal
35	39.254	Alta	42.047	Normal
36	36.717	Alta	39.677	Normal
37	38.795	Alta	46.284	Alta
38	31.362	Normal	44.673	Normal
39	38.379	Alta	46.319	Alta
40	37.320	Alta	44.885	Normal
41	38.088	Alta	46.398	Alta
42	35.123	Normal	49.133	Alta
43	36.161	Alta	49.048	Alta
44	35.890	Alta	44.147	Normal
45	36.334	Alta	43.947	Normal
46	35.743	Alta	44.287	Normal
47	39.889	Alta	43.622	Normal
48	38.823	Alta	44.504	Normal
49	38.055	Alta	42.430	Normal
50	37.731	Alta	46.535	Alta
51	41.061	Alta	50.119	Alta
52	32.284	Normal	47.391	Alta

Fuente: Información de Contador Automáticos de Ruta 1 y Ruta 5 Concesiones MOP

3.3 Visita a Terreno

Se realizó el día 20 de Junio de 2012 una visita a terreno del Jefe de Proyecto y el encargado de las labores de terreno del equipo consultor, para analizar y revisar los puntos de conflicto y definir las mediciones a realizar en la tarea siguiente de este estudio.

Los cuadros siguientes presentan la ubicación de los puntos de control a través de las distintas tramos de rutas, definidos como críticos para realizar las mediciones de flujos vehiculares por tipo de vehículo y movimiento, para captar la demanda actual de viajes en el área de estudio.

CUADRO N° 3.3-1: PUNTOS DE CONTROL DE MEDICIONES VEHICULARES

Punto Control	Ubicación Cruce
1	Punto 0 RT Ruta 50
2	Ruta 50/Ruta 21
3	Ruta B262/Ruta 1
4	Av. Circunvalacion/San Pedro
5	Av. Circunvalacion/Ruta 25
6	Ruta 25/Sierra Gorda
7	Ruta 5/Ruta 25
8	Ruta 5/Baquedano
9	Ruta 5/B400
10	Ruta 1/B400
11	Ruta 1/Ruta B272
12	Ruta B272/Ruta B262
13	Ruta B262/Puerto TGN

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 3.3-2: TRAMOS DE ANALISIS DEFINIDOS PARA CAPTAR DEMANDA ACTUAL

Tramo	Longitud Km.	Vía	Inicio	Termino
1	35	Ruta 50	Cam. Planta R.T.	Ruta 21
2	5	Ruta 21	Ruta 50	Av. Circunvalación
3	7	Av. Circunvalacion	Ruta 21	Ruta 25
4	111	Ruta 25	Av. Circunvalacion	Ruta 5
5	75	Ruta 5	Ruta 25	Ruta B400
6	32	Ruta B-400	Ruta 5	Ruta 1
7	13	Ruta 1	Ruta B-400	Ruta B-272
8	17	Ruta B-272	Ruta 1	Ruta B-262
9	11	Ruta B-262	Ruta B-272	Puerto TGN
10	21	Ruta 1	Ruta B-272	Ruta B-262
11	5.5	Ruta B-262	Ruta 1	Puerto TGN
12	2.89	Puerto TGN	Ruta B-262	Puerto TGN

Fuente: Elaboración Propia

Las figuras siguientes presentan la ubicación de los puntos de control en cada tramo de ruta de análisis.

FIGURA N° 3.3-1: UBICACIÓN DE PUNTOS EN EL AREA DE ESTUDIO TRAMOS 1, 2 Y 3



FIGURA N° 3.3-2: UBICACIÓN DE PUNTOS EN EL AREA DE ESTUDIO TRAMOS 3, 4 Y 5

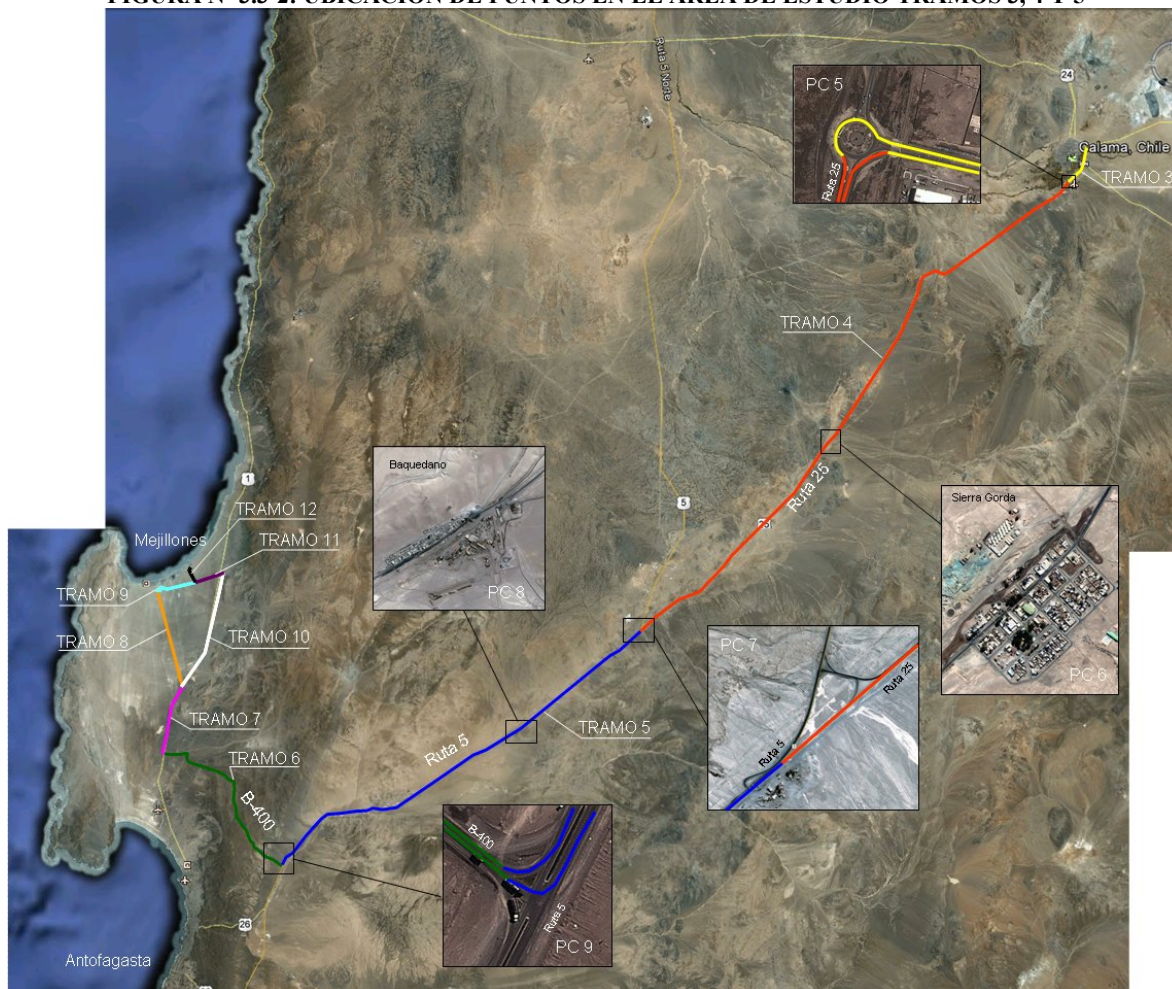


FIGURA N° 3.3-3: UBICACIÓN DE PUNTOS EN EL AREA DE ESTUDIO TRAMOS 6, 7, 8, 9 Y 10



4. TAREA 2: MEDICIONES DE TRANSITO

En este capítulo se reportan los estudios de base de terreno sobre los cuales descansan las proyecciones de demanda de camiones previstas y las simulaciones realizadas.

4.1 Programa de Mediciones

El cuadro siguiente presenta el programa de trabajo de las mediciones de terreno que se desarrollaron en el área de estudio.

CUADRO N° 4.1-1: PROGRAMA DE TRABAJO DE MEDICIONES DE TERRENO

	DIA										
	mier	vier	sab	dom	mar	mie	juev	vier	mar	mier	jueve
	20-jun	22-jun	23-jun	24-jun	26-jun	27-jun	28-jun	29-jun	03-jul	04-jul	05-jul
Medición Continuas de Flujos Vehiculares (3 puntos)			●	●	●						
Medición Periodicas de Flujos Vehiculares (5 puntos)									●	●	
Medición Periodicas de Flujos Vehiculares (5 puntos)											●
Medición de Velocidades								●			
Catastro TPúblico y Carga						●					
Medición de Colas y demoras							●				

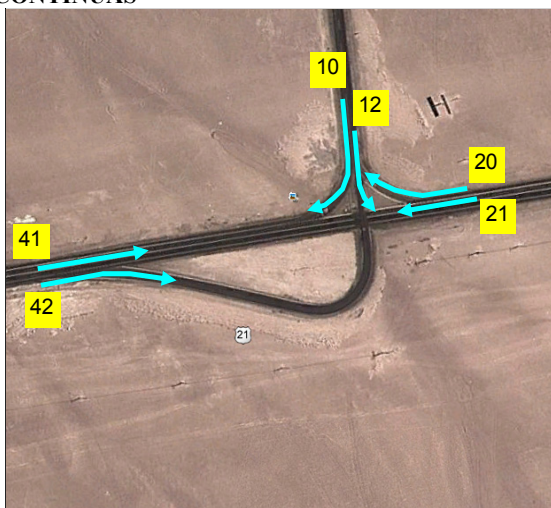
4.2 Mediciones de Flujos Vehiculares Continuos

4.2.1 Localización de puntos de medición

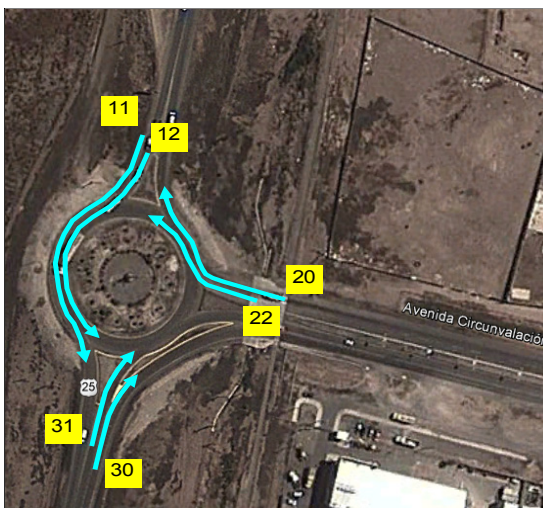
Se realizaron mediciones vehiculares por tipo de vehículo en los Puntos de Control N°2, N°5 y N°10, identificados en las figuras del capítulo. 3 anterior, durante 16 horas continuas de medición de 7:00 a 23 horas, los días Sábado 23, Domingo 24 y Martes 26 de Junio de 2012

En el cuadro siguiente se presenta los diagramas de movimientos medidos en cada punto de control.

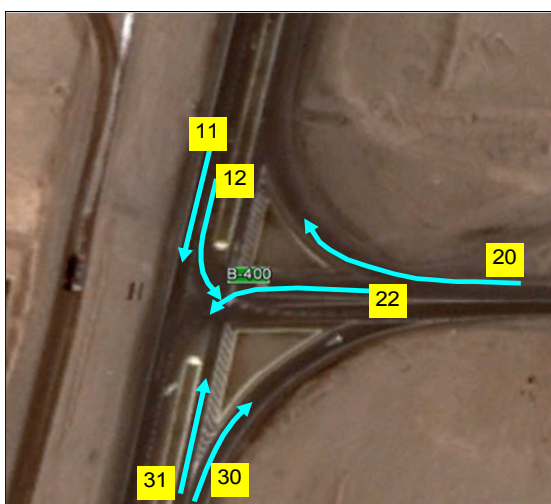
FIGURA N° 4.2-1: DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS DE PUNTOS DE CONTROL DE MEDICIONES CONTINUAS



PC N°2: RUTA 21/RUTA 50 ACCESO RT



PC N°5: RUTA 25/CIRCUNVALACION ENTRADA CALAMA



PC N°10: RUTA 1/RUTA B400

4.2.2 Logística de la medición

- Tipología vehicular

En cada uno de los puntos seleccionados las mediciones de flujos se realizaron por movimiento en intervalos de 15 minutos, de acuerdo a la siguiente tipología vehicular:

- Vehículos livianos
- Taxis colectivos
- bus microbus urbano
- Bus Institucional
- Buses interurbanos
- Camión de dos ejes

- Camión más de 2 ejes
- Camión semi remolque
- Camión con remolque
- Motos y Bicicletas

- Personal de Campo

Para realizar la medición se utilizaron de medidores y supervisores de la región los cuales fueron previamente entrenados y capacitados, permaneciendo a cargo de un ingeniero de terreno. Según el volumen de flujo observado y la cantidad de movimiento a medir, se estableció el número de medidores por punto de control.

- Sistema de Protección del Personal de Campo

Se trabajó con al menos dos personas en cada punto de control, estando en conocimiento de la supervisión, la localización exacta del personal de terreno durante los días de medición.

Se incorporó un seguro de vida y accidente para cada persona de campo permanente o variable utilizado en las mediciones o supervisión. Este tipo de seguros, fue contratado por el Consultor en la totalidad de trabajo de terreno desarrollado, asegurándose a cada uno de los profesionales, técnicos y medidores, durante los días en que se llevaron a cabo las visitas a terreno y las mediciones de tránsito.

4.2.3 Flujos durante el día a nivel de movimientos por punto de control

Los resultados de las mediciones por tipo de vehículo se expresan en términos de vehículos equivalentes livianos que es la forma como se utilizan en los modelos de simulación de tráfico. Los factores por tipo de vehículo para expresar las mediciones en unidad de vehículos equivalente livianos se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 4.2-1: FACTORES DE EQUIVALENCIA

Vehículo	Factor Equivalencia
Vehículos Livianos	1
Taxis Colectivos	1.35
Bus Microbus Urbano	1.65
Bus Institucionales	2
Bus Inter-urbano	2
Camiones de 2 Ejes	2
Camiones + de 2 Ejes	2.5
Camión semi remolques	2.8
Camión con remolques	3
Motos o Bicicletas	0.85

Fuente: Elaboración Propia

Los cuadros siguientes presentan los flujos vehiculares cada media hora por tipo de vehículo y movimiento en cada punto de control, medido el día martes 26 de Junio.

**CUADRO N° 4.2-2: MEDICIONES DE FLUJOS POR MEDIA HORA PC N°2 RUTA 50/RUTA 21
MARTES 26/06/2012**

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
			10	12	20	21	41	42
7**	0	Veh Livianos	28	0	2	2	42	145
		Buses	26	0	0	0	12	158
		Camiones Simples	0	0	0	0	2	6
		Camiones + de 2 Ejes	3	0	0	6	0	0
	30	Veh Livianos	35	0	2	10	50	200
		Buses	32	0	0	2	12	76
		Camiones Simples	0	0	0	2	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	0	0	0	0	25	0
8	0	Veh Livianos	21	0	0	8	26	113
		Buses	32	0	0	4	6	22
		Camiones Simples	0	0	0	2	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	3	0	0	0	14	29
	30	Veh Livianos	32	0	0	6	22	35
		Buses	30	0	0	6	0	8
		Camiones Simples	4	0	0	0	4	4
		Camiones + de 2 Ejes	5	0	0	0	39	19
9	0	Veh Livianos	34	0	0	17	24	43
		Buses	30	0	0	22	8	10
		Camiones Simples	6	0	0	4	12	4
		Camiones + de 2 Ejes	11	0	0	5	38	81
	30	Veh Livianos	32	0	0	10	33	35
		Buses	10	0	0	4	0	14
		Camiones Simples	2	0	0	0	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	41	0	0	6	0	116
10	0	Veh Livianos	34	0	0	8	34	61
		Buses	12	0	0	4	6	42
		Camiones Simples	0	0	0	2	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	25	0	0	5	11	61
	30	Veh Livianos	27	0	0	10	15	37
		Buses	0	0	0	0	2	14
		Camiones Simples	6	0	0	6	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	24	0	0	5	21	54
11	0	Veh Livianos	50	0	0	10	16	20
		Buses	2	0	0	2	0	16
		Camiones Simples	6	0	0	4	8	2
		Camiones + de 2 Ejes	44	0	0	13	19	50
	30	Veh Livianos	32	0	1	3	23	32
		Buses	4	0	0	2	0	20
		Camiones Simples	12	0	0	0	0	16
		Camiones + de 2 Ejes	39	0	0	8	3	33
12	0	Veh Livianos	28	0	1	12	8	23
		Buses	2	0	0	0	4	10
		Camiones Simples	6	0	0	4	4	6
		Camiones + de 2 Ejes	39	0	0	10	5	22
	30	Veh Livianos	40	0	0	7	7	18
		Buses	6	0	0	0	0	2
		Camiones Simples	14	0	0	2	0	8
		Camiones + de 2 Ejes	46	0	0	0	8	16
13	0	Veh Livianos	50	0	0	7	11	27
		Buses	14	0	0	0	2	10
		Camiones Simples	12	0	0	4	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	27	0	0	3	13	19
	30	Veh Livianos	49	0	0	12	7	31
		Buses	18	0	0	2	0	14
		Camiones Simples	10	0	0	0	4	0

Hora:min	Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
		10	12	20	21	41	42
	Camiones + de 2 Ejes	47	0	0	8	5	11
14	0	Veh Livianos	33	0	0	14	16
		Buses	4	0	0	0	4
		Camiones Simples	4	0	0	10	0
		Camiones + de 2 Ejes	95	0	0	11	3
	30	Veh Livianos	31	0	2	14	15
		Buses	18	0	0	2	4
		Camiones Simples	6	0	0	8	0
		Camiones + de 2 Ejes	57	0	0	16	0
15	0	Veh Livianos	32	0	0	13	22
		Buses	14	0	0	0	0
		Camiones Simples	4	0	0	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	22	0	0	8	0
	30	Veh Livianos	24	0	0	13	19
		Buses	12	0	0	4	4
		Camiones Simples	12	0	0	10	6
		Camiones + de 2 Ejes	43	0	0	5	0
16	0	Veh Livianos	63	0	0	26	8
		Buses	0	0	0	4	2
		Camiones Simples	2	0	0	4	2
		Camiones + de 2 Ejes	62	0	0	27	3
	30	Veh Livianos	42	0	0	18	10
		Buses	4	0	0	0	2
		Camiones Simples	6	0	0	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	53	0	0	8	5
17	0	Veh Livianos	56	0	0	37	6
		Buses	12	0	0	0	2
		Camiones Simples	2	0	0	8	2
		Camiones + de 2 Ejes	60	0	0	8	3
	30	Veh Livianos	82	0	0	40	12
		Buses	32	0	0	10	2
		Camiones Simples	18	0	0	6	6
		Camiones + de 2 Ejes	41	0	0	8	3
18	0	Veh Livianos	94	0	0	58	22
		Buses	62	0	0	24	12
		Camiones Simples	0	0	0	8	8
		Camiones + de 2 Ejes	48	0	0	8	3
	30	Veh Livianos	113	0	0	56	18
		Buses	76	0	0	4	18
		Camiones Simples	4	0	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	68	0	0	14	0
19	0	Veh Livianos	104	0	0	60	13
		Buses	38	0	0	32	6
		Camiones Simples	2	0	0	4	0
		Camiones + de 2 Ejes	50	0	0	6	0
	30	Veh Livianos	116	0	0	72	3
		Buses	116	0	0	12	0
		Camiones Simples	18	0	0	10	0
		Camiones + de 2 Ejes	109	0	0	41	0
20	0	Veh Livianos	151	0	1	54	6
		Buses	68	0	0	32	0
		Camiones Simples	4	0	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	65	0	5	42	3
	30	Veh Livianos	73	0	0	21	4
		Buses	78	0	0	8	2
		Camiones Simples	2	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	14	0	0	3	0

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
			10	12	20	21	41	42
21	0	Veh Livianos	48	0	0	9	4	9
		Buses	36	0	0	20	0	0
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	0	0	19	3	11
	30	Veh Livianos	35	0	0	21	3	9
		Buses	12	0	0	6	0	2
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	41	0	0	10	3	8
22	0	Veh Livianos	33	0	0	19	3	9
		Buses	12	0	0	8	0	0
		Camiones Simples	2	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	8	0	0	8	3	11
	30	Veh Livianos	25	0	0	15	3	7
		Buses	6	0	0	2	0	4
		Camiones Simples	6	0	0	8	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	18	0	0	24	5	5

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

** En este horario se prohíbe la operación de camiones de carga pesada en la Ruta 51

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.2-3: MEDICIONES DE FLUJOS POR MEDIA HORA PC N°5: RUTA 25/AVDA CIRCUNVALACION MARTES 26/06/2012

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
			11	12	20	22	30	31
7	0	Veh Livianos	86	77	49	26	5	16
		Buses	15	24	22	6	4	6
		Camiones Simples	2	0	0	2	2	16
		Camiones + de 2 Ejes	6	3	3	3	42	0
	30	Veh Livianos	100	130	67	23	16	23
		Buses	14	8	18	0	0	12
		Camiones Simples	16	0	2	2	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	5	8	0	8	36	5
8	0	Veh Livianos	91	142	102	48	25	40
		Buses	6	4	32	0	6	6
		Camiones Simples	4	6	0	0	6	8
		Camiones + de 2 Ejes	15	0	0	13	50	19
	30	Veh Livianos	125	121	59	37	28	53
		Buses	8	6	12	0	2	8
		Camiones Simples	6	4	0	6	4	12
		Camiones + de 2 Ejes	16	13	11	20	87	3
9	0	Veh Livianos	75	75	49	31	30	40
		Buses	6	16	0	0	0	6
		Camiones Simples	4	4	2	0	8	4
		Camiones + de 2 Ejes	21	14	6	34	31	0
	30	Veh Livianos	61	65	92	56	43	48
		Buses	6	14	4	0	6	6
		Camiones Simples	0	10	12	6	12	14
		Camiones + de 2 Ejes	5	16	9	16	39	8
10	0	Veh Livianos	68	73	71	37	31	52
		Buses	10	12	4	4	0	6
		Camiones Simples	6	12	0	8	2	8
		Camiones + de 2 Ejes	22	11	3	92	45	11
	30	Veh Livianos	55	55	52	42	33	63
		Buses	12	6	14	4	2	8
		Camiones Simples	14	8	0	0	4	10
		Camiones + de 2 Ejes	16	25	0	81	36	8

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veg/(1/2hr)					
			11	12	20	22	30	31
11	0	Veh Livianos	42	39	41	16	28	74
		Buses	6	12	4	0	2	10
		Camiones Simples	12	4	4	4	10	8
		Camiones + de 2 Ejes	20	6	8	61	48	8
	30	Veh Livianos	54	52	38	23	25	48
		Buses	4	24	6	2	0	4
		Camiones Simples	4	8	4	4	8	6
		Camiones + de 2 Ejes	8	3	8	45	22	5
12	0	Veh Livianos	61	50	43	24	35	73
		Buses	16	10	4	2	2	6
		Camiones Simples	16	8	6	12	10	12
		Camiones + de 2 Ejes	11	5	5	72	28	8
	30	Veh Livianos	47	56	65	23	35	61
		Buses	2	20	2	0	0	8
		Camiones Simples	16	6	0	10	4	8
		Camiones + de 2 Ejes	0	8	6	47	43	3
13	0	Veh Livianos	51	75	82	20	36	86
		Buses	2	8	16	4	2	6
		Camiones Simples	10	8	6	4	14	12
		Camiones + de 2 Ejes	13	0	17	50	33	3
	30	Veh Livianos	58	44	61	19	27	57
		Buses	0	14	4	0	2	4
		Camiones Simples	8	2	4	6	4	6
		Camiones + de 2 Ejes	13	3	3	25	42	13
14	0	Veh Livianos	31	50	34	21	19	44
		Buses	8	26	12	2	2	6
		Camiones Simples	4	2	0	6	8	6
		Camiones + de 2 Ejes	14	8	0	63	11	8
	30	Veh Livianos	48	62	55	15	26	47
		Buses	6	8	0	0	0	6
		Camiones Simples	8	6	2	0	4	6
		Camiones + de 2 Ejes	17	6	3	42	44	13
15	0	Veh Livianos	37	77	47	26	31	52
		Buses	6	10	0	0	0	2
		Camiones Simples	10	4	2	0	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	25	17	8	59	35	3
	30	Veh Livianos	45	80	40	28	30	32
		Buses	16	8	10	0	0	2
		Camiones Simples	10	6	0	4	12	4
		Camiones + de 2 Ejes	13	25	6	31	17	10
16	0	Veh Livianos	82	80	51	27	33	66
		Buses	16	22	2	0	0	14
		Camiones Simples	6	8	0	0	6	6
		Camiones + de 2 Ejes	13	15	3	78	61	6
	30	Veh Livianos	38	47	47	27	30	62
		Buses	17	10	8	0	4	6
		Camiones Simples	2	6	2	0	8	8
		Camiones + de 2 Ejes	19	0	0	53	35	3
17	0	Veh Livianos	46	59	71	20	28	38
		Buses	16	6	4	0	4	2
		Camiones Simples	2	2	0	0	4	4
		Camiones + de 2 Ejes	27	8	3	87	25	5
	30	Veh Livianos	54	77	95	32	38	70
		Buses	22	12	32	2	10	12
		Camiones Simples	4	6	4	0	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	35	6	3	45	14	8
18	0	Veh Livianos	41	106	129	41	64	83

Hora:min		Tipo de Vehiculo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
			11	12	20	22	30	31
		Buses	10	20	32	0	6	18
		Camiones Simples	0	4	0	2	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	8	5	5	42	20	25
	30	Veh Livianos	48	100	76	16	55	75
		Buses	8	22	26	20	8	10
		Camiones Simples	2	0	0	0	4	6
		Camiones + de 2 Ejes	13	5	31	67	31	8
	19	0	Veh Livianos	31	55	135	28	46
Buses			10	16	18	10	2	16
Camiones Simples			4	2	0	0	8	4
Camiones + de 2 Ejes			5	11	16	73	20	8
30		Veh Livianos	52	71	101	12	48	94
		Buses	8	26	6	0	8	14
		Camiones Simples	0	2	0	4	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	14	3	3	45	31	11
20	0	Veh Livianos	24	51	84	19	38	58
		Buses	12	4	6	4	6	20
		Camiones Simples	4	4	2	0	6	6
		Camiones + de 2 Ejes	6	3	0	39	28	0
	30	Veh Livianos	31	48	54	17	32	63
		Buses	2	14	8	4	12	2
		Camiones Simples	6	2	0	0	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	6	8	42	28	6
21	0	Veh Livianos	27	62	58	11	42	48
		Buses	8	20	4	0	10	8
		Camiones Simples	4	0	0	0	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	5	13	0	62	14	3
	30	Veh Livianos	22	44	37	13	37	30
		Buses	8	14	12	0	10	2
		Camiones Simples	0	0	0	0	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	5	11	0	42	11	3
22	0	Veh Livianos	23	40	30	13	36	26
		Buses	4	10	16	0	6	0
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	5	3	0	50	3	0
	30	Veh Livianos	21	43	26	9	28	22
		Buses	4	4	10	0	2	0
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	6	20	0	48	19	16

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 4.2-4: MEDICIONES DE FLUJOS POR MEDIA HORA PC N°10: RUTA 1/RUTA B400
MARTES 26/06/2012**

MARTES 20/09/2012								
Hora:min		Tipo de Vehiculo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
			11	12	20	22	30	31
7	0	Veh Livianos	34	7	2	0	18	43
		Buses	8	2	0	0	0	4
		Camiones Simples	4	6	0	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	50	19	8	3	22	48
	30	Veh Livianos	69	6	4	1	17	54
		Buses	4	0	2	2	2	4
		Camiones Simples	10	2	0	2	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	46	22	11	25	46	51
8	0	Veh Livianos	71	6	6	2	12	42
		Buses	10	0	0	0	0	10

Hora:min	Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
		11	12	20	22	30	31
	Camiones Simples	4	4	2	0	2	2
	Camiones + de 2 Ejes	29	17	8	11	26	49
	Veh Livianos	60	6	2	3	5	49
	Buses	8	0	2	0	2	6
	Camiones Simples	12	4	2	2	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	43	20	9	11	8	16
9	Veh Livianos	29	6	3	2	10	21
	Buses	6	0	2	0	0	6
	Camiones Simples	12	2	2	0	4	0
	Camiones + de 2 Ejes	33	19	17	8	28	36
	Veh Livianos	30	4	0	3	4	19
	Buses	8	0	0	2	0	6
	Camiones Simples	14	10	0	0	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	30	6	11	6	11	36
10	Veh Livianos	36	1	6	0	7	25
	Buses	6	0	0	0	0	2
	Camiones Simples	0	0	0	0	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	32	19	9	14	20	6
	Veh Livianos	33	1	3	4	13	28
	Buses	6	0	4	0	0	6
	Camiones Simples	8	6	0	4	2	2
	Camiones + de 2 Ejes	35	14	28	23	25	35
11	Veh Livianos	24	6	3	3	5	25
	Buses	0	0	0	0	2	2
	Camiones Simples	10	2	2	2	2	6
	Camiones + de 2 Ejes	38	22	11	11	13	33
	Veh Livianos	16	7	2	2	8	15
	Buses	0	0	2	0	2	8
	Camiones Simples	6	6	2	4	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	32	16	8	17	17	11
12	Veh Livianos	21	6	3	1	2	20
	Buses	0	0	2	0	0	4
	Camiones Simples	0	0	2	4	4	2
	Camiones + de 2 Ejes	33	25	31	20	3	30
	Veh Livianos	21	3	1	0	4	22
	Buses	6	4	0	2	0	6
	Camiones Simples	10	2	0	0	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	28	20	0	22	11	22
13	Veh Livianos	29	4	0	3	5	26
	Buses	4	2	0	2	0	6
	Camiones Simples	4	0	4	2	14	8
	Camiones + de 2 Ejes	30	28	42	19	18	30
	Veh Livianos	33	0	0	9	3	35
	Buses	8	0	0	0	0	6
	Camiones Simples	6	4	2	2	2	4
	Camiones + de 2 Ejes	25	35	29	39	19	14
14	Veh Livianos	37	1	5	9	2	27
	Buses	2	0	0	0	0	8
	Camiones Simples	10	0	6	4	0	6
	Camiones + de 2 Ejes	35	27	33	51	11	24
	Veh Livianos	25	0	4	4	4	41
	Buses	6	2	0	0	4	4
	Camiones Simples	12	2	4	2	2	0
	Camiones + de 2 Ejes	22	39	33	46	11	19
15	Veh Livianos	38	1	7	8	13	55
	Buses	4	0	0	0	2	8
	Camiones Simples	6	2	2	4	0	2

Hora:min	Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)					
		11	12	20	22	30	31
	Camiones + de 2 Ejes	22	41	32	30	18	35
	Veh Livianos	46	1	1	7	4	34
	Buses	6	0	0	0	0	6
	Camiones Simples	14	0	0	0	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	27	28	46	38	16	25
16	Veh Livianos	37	1	1	9	6	23
	Buses	8	0	0	0	0	10
	Camiones Simples	8	6	0	4	0	8
	Camiones + de 2 Ejes	15	30	33	36	28	27
	Veh Livianos	43	5	2	2	3	37
	Buses	22	0	0	0	0	8
	Camiones Simples	14	0	6	8	4	6
	Camiones + de 2 Ejes	24	49	37	38	10	31
17	Veh Livianos	79	2	5	5	10	27
	Buses	6	0	0	4	4	4
	Camiones Simples	26	2	2	2	2	6
	Camiones + de 2 Ejes	44	54	38	42	32	12
	Veh Livianos	45	2	3	11	11	33
	Buses	18	0	2	0	2	10
	Camiones Simples	6	0	0	4	4	4
	Camiones + de 2 Ejes	25	8	26	36	22	17
18	Veh Livianos	52	5	3	10	4	30
	Buses	18	0	2	0	2	2
	Camiones Simples	4	8	2	6	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	18	18	24	42	37	19
	Veh Livianos	58	4	9	14	14	34
	Buses	16	0	0	0	2	4
	Camiones Simples	22	10	4	4	12	0
	Camiones + de 2 Ejes	62	22	11	51	17	43
19	Veh Livianos	58	5	3	7	14	33
	Buses	6	0	0	0	0	4
	Camiones Simples	0	0	2	8	2	4
	Camiones + de 2 Ejes	51	19	25	31	49	42
	Veh Livianos	50	7	3	10	17	27
	Buses	8	0	0	0	2	0
	Camiones Simples	12	4	4	10	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	87	19	18	27	20	62
20	Veh Livianos	51	7	6	12	6	43
	Buses	14	0	0	0	2	2
	Camiones Simples	8	12	4	10	0	2
	Camiones + de 2 Ejes	48	34	8	41	33	41
	Veh Livianos	25	4	5	6	3	19
	Buses	10	0	0	0	0	0
	Camiones Simples	4	4	2	0	0	2
	Camiones + de 2 Ejes	29	11	8	13	8	17
21	Veh Livianos	21	1	3	6	3	18
	Buses	4	4	2	0	0	4
	Camiones Simples	8	4	0	0	0	2
	Camiones + de 2 Ejes	24	16	16	11	8	14
	Veh Livianos	9	1	5	3	1	26
	Buses	8	0	0	0	0	4
	Camiones Simples	8	2	2	0	4	2
	Camiones + de 2 Ejes	21	11	11	8	8	8
22	Veh Livianos	11	1	1	1	0	14
	Buses	0	6	0	0	0	6
	Camiones Simples	2	0	0	2	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	38	21	8	3	8	35

Hora:min	Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veg/(1/2hr)					
		11	12	20	22	30	31
30	Veh Livianos	13	2	1	1	1	16
	Buses	6	4	0	0	0	6
	Camiones Simples	0	0	0	2	0	4
	Camiones + de 2 Ejes	8	11	8	8	11	16

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Definición de Periodos del estudio

A partir de la información resultante de las mediciones continuas se realizó la periodización del estudio. Esto consiste en obtener las horas representativas por vías ubicadas en sectores del área de influencia donde se producen los comportamientos más comunes y críticos del año, que se utilizan posteriormente para medir los impactos viales del proyecto

El procedimiento de periodización se realizó a partir de un Análisis de Clusters (conglomerados). Cada cuarto de hora se asigna inicialmente a un período predefinido previamente y luego se minimiza para cada flujo-sentido, la suma de la diferencia al cuadrado entre el flujo medido en el cuarto y el flujo promedio de dicho flujo-sentido para todos los cuartos asociados al mismo período. Esto representa una medida de la cercanía del flujo medido respecto del promedio del periodo asignado. La suma de todas las diferencias representa el valor a minimizar.

Las figuras siguientes presentan los histogramas del flujo total correspondiente a la suma de todos los movimientos de las tres intersecciones medidas para cada día de medición.

FIGURA N° 4.3-1: HISTOGRAMA DE FLUJO TOTAL POR 3 PUNTOS DIA SABADO 23 JUNIO 2012

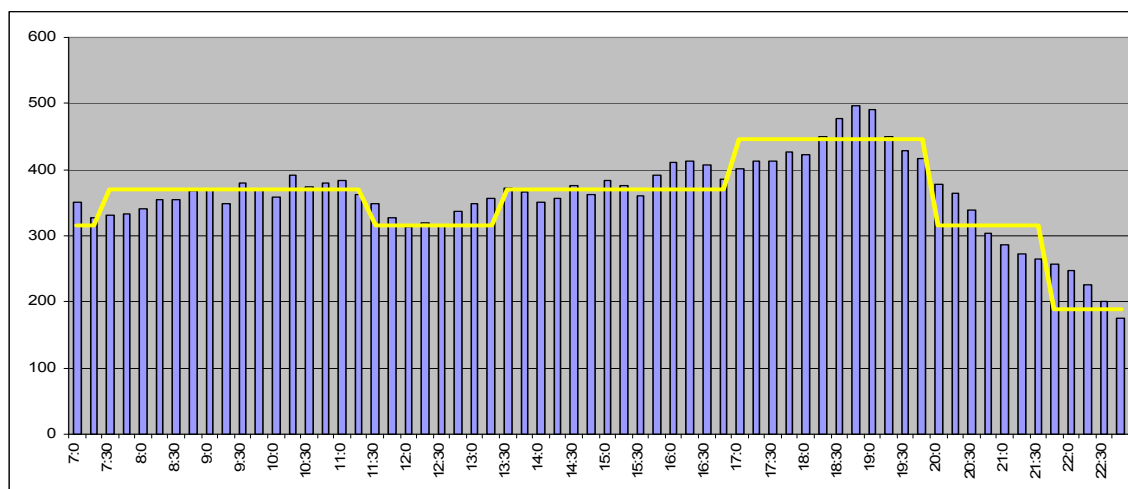
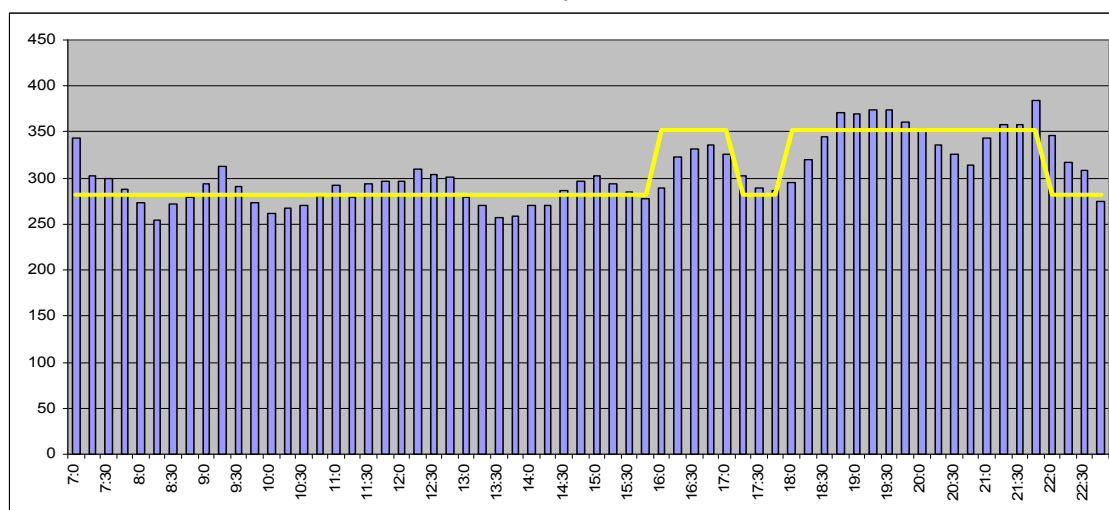
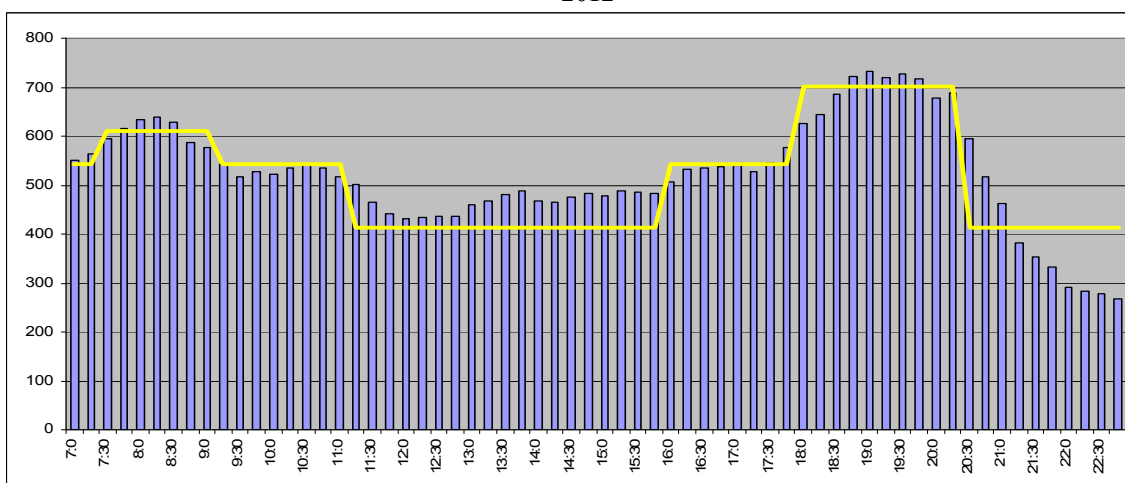


FIGURA N° 4.3-2: HISTOGRAMA DE FLUJO TOTAL POR 3 PUNTOS DIA DOMNGO 24 JUNIO 2012**FIGURA N° 4.3-3: HISTOGRAMA DE FLUJO TOTAL POR 3 PUNTOS DIA MARTES 26 JUNIO 2012**

Del análisis de las figuras anteriores se desprende que existe un comportamiento bastante parejo del flujo vehicular durante el día para los días festivos, moviéndose el día sábado entorno los 400 (veq/15 min) como promedio total para el día sábado y algo menor entorno a los 300 (veq/15 min) para el día domingo.

Sin embargo, para el día martes laboral si aparecen dos periodos punta bastante claros, entorno a los 600 (veq/15 min) como promedio total para la punta mañana y algo superior entorno a los 700 (veq/15 min) para la punta tarde.

Considerando lo anterior, se definen como periodos críticos para efectos de simular el impacto vial del área de estudio los periodos y horas de simulación de día laboral que se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 4.3-1: PERIODOS DE MODELACION

Periodos Críticos Definidos	Tramo Horario del Periodo	Tramo horario de Medición	Hora a simular de cada periodo
Punta Mañana Laboral	7:30 a 9:15 hrs.	7:00 a 9:00 hrs	7:30 a 8:30
Punta Tarde Laboral	18:00a 20:30 hrs	18:00 a 20:00 hrs	18:30 a 19:30 hrs

Fuente: Elaboración Propia

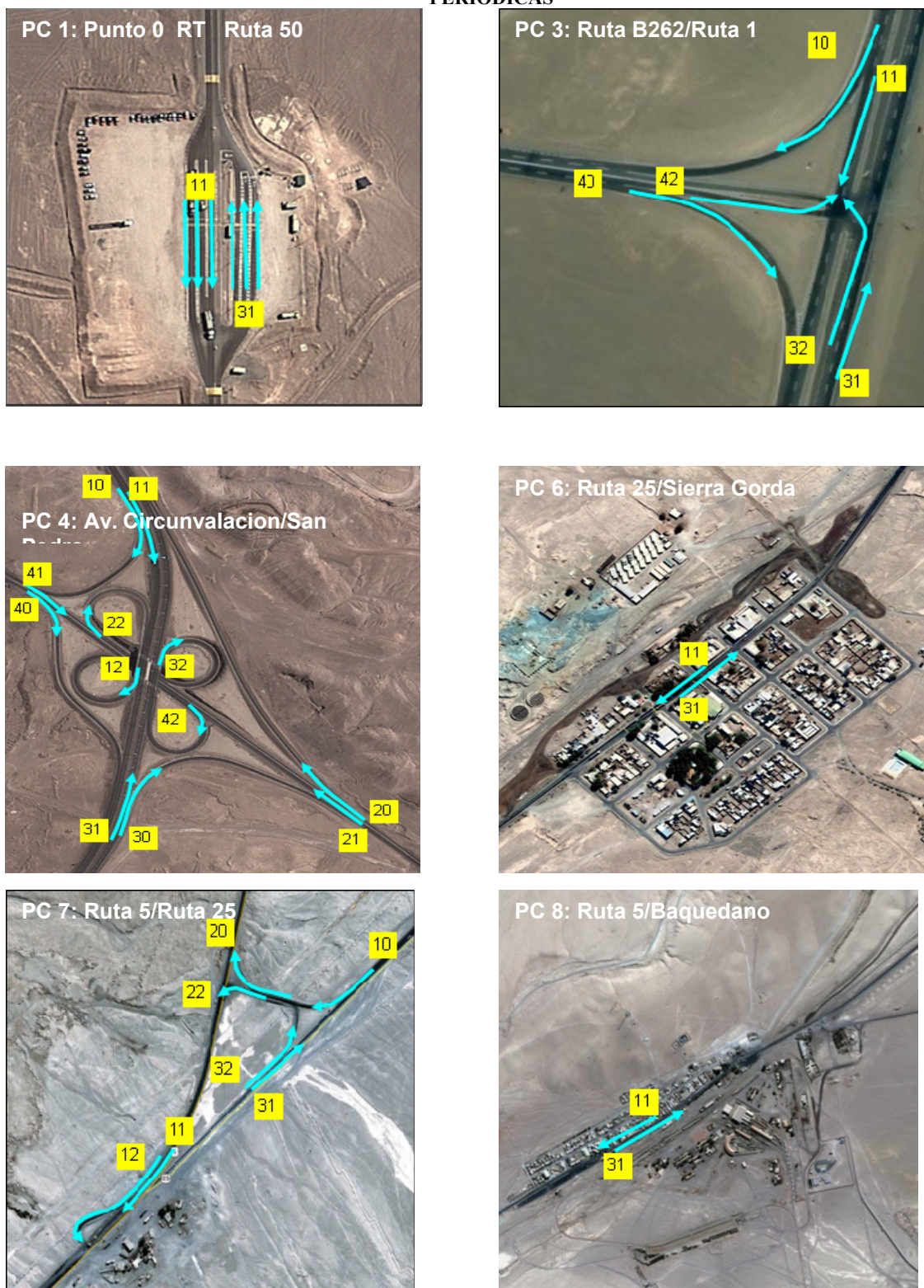
4.4 Mediciones de Flujos Vehiculares Periódicas

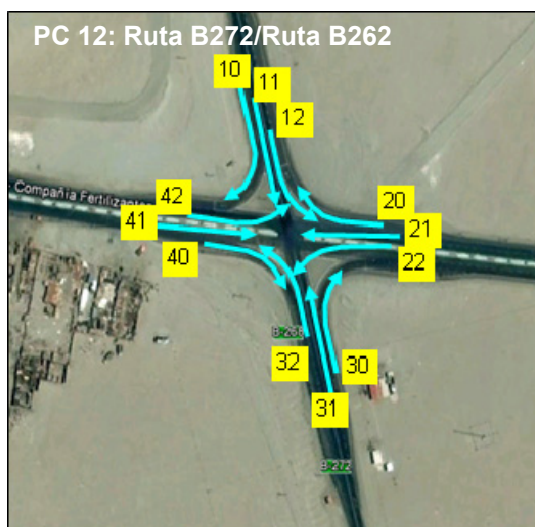
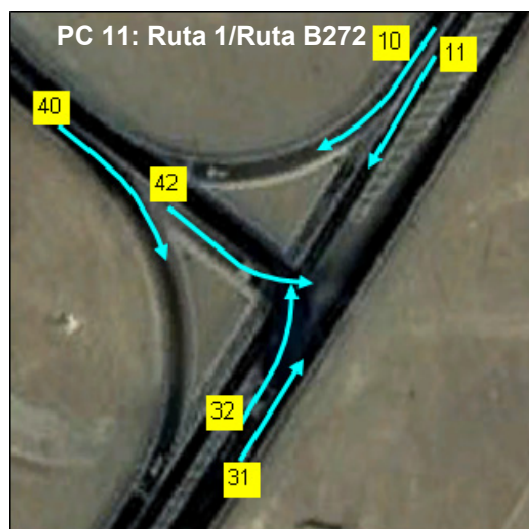
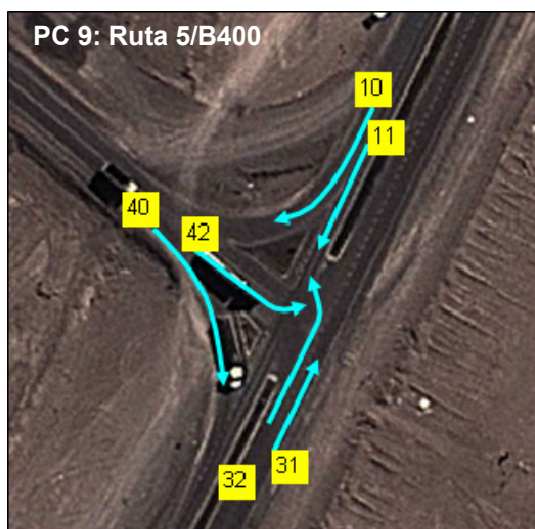
4.4.1 Localización de puntos de medición

Se midieron 10 puntos de control adicionales en cada uno de los períodos representativos del área de estudio definidos anteriormente. En rigor se requiere de 1 hora de medición para simular, pero tal cual se indica en el cuadro anterior se mide una holgura de tiempo de medición de 30 min. antes y 30 min después de finalizado el período, para efectos de obtener finalmente los cuatro cuartos de hora más representativos. Así también, la extensión de la hora de medición cumple un objetivo logístico, toda vez que se asegura que al momento de inicio y fin de la hora requerida de medición, los conteos vehiculares se encuentran en pleno desarrollo.

El cuadro siguiente presenta los diagramas de movimientos medidos en cada punto de control.

FIGURA N° 4.4-1: DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS DE PUNTOS DE CONTROL MEDICIONES PERIODICAS





4.4.2 Logística de la medición

La logística de las mediciones periódicas de flujos es similar a lo presentado en el punto 3.2.2 anterior de este capítulo para las mediciones continuas.

4.4.3 Flujos periódicos a nivel de movimientos por punto de control

Los cuadros siguientes presentan los flujos vehiculares cada media hora por tipo de vehículo y movimiento en cada punto de control, para las dos horas de medición de cada período.

**CUADRO N° 4.4-1: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°1
RUTA 50 (Punto 1 Mina RT)**

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)	
			11	31
7**	0	Veh Livianos	40	118
		Buses	24	122
		Camiones Simples	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	0
	30	Veh Livianos	42	173
		Buses	34	64
		Camiones Simples	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	8
8	0	Veh Livianos	30	96
		Buses	30	24
		Camiones Simples	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	14
	30	Veh Livianos	45	40
		Buses	36	8
		Camiones Simples	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	0	14
18	0	Veh Livianos	91	39
		Buses	46	20
		Camiones Simples	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	94	14
	30	Veh Livianos	88	37
		Buses	46	54
		Camiones Simples	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	70	29
19	0	Veh Livianos	99	29
		Buses	38	42
		Camiones Simples	8	0
		Camiones + de 2 Ejes	92	8
	30	Veh Livianos	102	17
		Buses	124	18
		Camiones Simples	16	0
		Camiones + de 2 Ejes	88	11

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales;
Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

** En este horario se prohíbe la operación de camiones de carga pesada en la Ruta 51

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-2: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°3

Hora:min		Tipo de Vehiculo*	Flujo por Movimientos Veg/(1/2hr)					
			10	11	31	32	40	42
7	0	Veh Livianos	14	9	63	10	3	11
		Buses	6	2	44	2	0	2
		Camiones Simples	2	0	14	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	8	30	13	51	3
	30	Veh Livianos	13	9	27	26	3	11
		Buses	4	6	4	8	0	2
		Camiones Simples	0	2	4	2	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	5	3	25	20	17	3
8	0	Veh Livianos	9	13	15	26	2	12
		Buses	4	10	2	0	6	2
		Camiones Simples	2	0	0	6	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	11	14	11	28	23	3
	30	Veh Livianos	5	10	11	11	7	9
		Buses	6	16	4	0	8	2
		Camiones Simples	4	2	0	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	14	0	25	47	22	26
18	0	Veh Livianos	12	28	22	12	10	2
		Buses	4	4	4	4	5	4
		Camiones Simples	2	14	0	8	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	14	8	42	59	22	8
	30	Veh Livianos	5	26	7	1	4	5
		Buses	0	2	4	0	0	0
		Camiones Simples	0	8	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	8	8	6	14	17	6
19	0	Veh Livianos	6	19	9	5	6	3
		Buses	2	24	16	0	0	0
		Camiones Simples	2	2	4	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	6	3	31	39	14	3
	30	Veh Livianos	3	28	11	0	5	5
		Buses	2	6	4	2	0	0
		Camiones Simples	0	2	2	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	6	5	25	34	11	0

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-3: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°4

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr))											
			11	31	32	10	40	42	21	20	22	12	30	41
7	0	Veh Livianos	8	128	18	12	8	51	11	1	2	5	27	13
		Buses	16	24	0	14	0	10	0	0	0	0	6	10
		Camiones Simples	4	2	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4
		Camiones + de 2 Ejes	5	25	0	8	13	0	3	13	0	6	8	5
	30	Veh Livianos	155	180	10	13	7	65	8	3	3	7	23	19
		Buses	96	30	0	4	5	2	2	4	0	2	2	10
		Camiones Simples	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
		Camiones + de 2 Ejes	24	50	0	3	3	0	0	3	0	8	8	0
8	0	Veh Livianos	181	140	17	23	9	70	8	4	3	9	17	28
		Buses	46	12	0	12	2	2	10	2	0	4	6	10
		Camiones Simples	4	26	0	4	0	0	2	0	0	0	6	6
		Camiones + de 2 Ejes	18	46	0	5	3	0	3	11	0	3	5	5
	30	Veh Livianos	104	35	17	12	14	38	9	3	2	23	4	19
		Buses	22	8	0	2	0	0	6	6	0	4	0	4
		Camiones Simples	20	20	0	2	0	0	0	4	0	0	4	12
		Camiones + de 2 Ejes	20	55	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
18	0	Veh Livianos	195	162	14	16	18	28	33	6	6	2	26	28
		Buses	46	18	2	4	2	2	6	6	2	2	8	12
		Camiones Simples	16	20	0	4	6	0	0	0	0	0	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	85	67	0	0	3	0	0	3	14	6	3	0
	30	Veh Livianos	202	159	18	62	19	45	20	0	5	21	26	24
		Buses	14	41	0	8	2	0	4	2	2	2	8	4
		Camiones Simples	8	8	0	2	0	0	6	0	0	0	4	0
		Camiones + de 2 Ejes	78	45	0	0	3	0	6	3	3	11	3	5
19	0	Veh Livianos	170	138	4	91	14	77	15	4	4	19	19	32
		Buses	26	22	0	14	0	8	8	0	2	0	0	0
		Camiones Simples	8	10	0	12	2	0	8	4	2	0	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	78	39	0	11	0	0	6	11	3	6	3	0
	30	Veh Livianos	116	114	11	47	9	38	23	5	2	10	3	34
		Buses	18	32	0	4	2	2	8	2	0	4	2	6
		Camiones Simples	6	12	0	12	2	0	2	4	0	2	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	63	29	0	3	6	0	0	3	0	8	3	0

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales;
Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-4: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°6

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)	
			11	31
7	0	Veh Livianos	14	35
		Buses	4	14
		Camiones Simples	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	28	53
	30	Veh Livianos	30	42
		Buses	2	8
		Camiones Simples	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	45	35
8	0	Veh Livianos	27	31
		Buses	2	4
		Camiones Simples	4	10
		Camiones + de 2 Ejes	30	100
	30	Veh Livianos	58	24
		Buses	6	6
		Camiones Simples	14	4
		Camiones + de 2 Ejes	69	52
18	0	Veh Livianos	60	54
		Buses	10	18
		Camiones Simples	0	8
		Camiones + de 2 Ejes	38	46
	30	Veh Livianos	35	38
		Buses	2	12
		Camiones Simples	4	4
		Camiones + de 2 Ejes	78	39
19	0	Veh Livianos	47	40
		Buses	6	6
		Camiones Simples	6	2
		Camiones + de 2 Ejes	67	36
	30	Veh Livianos	27	32
		Buses	0	2
		Camiones Simples	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	49	36

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-5: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°7

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2 hr)						
			11	31	32	10	20	22	12
7	0	Veh Livianos	5	38	0	17	0	17	1
		Buses	2	6	0	0	0	0	0
		Camiones Simples	0	4	0	4	0	4	0
		Camiones + de 2 Ejes	27	38	0	16	0	16	3
	30	Veh Livianos	4	28	1	12	1	12	3
		Buses	2	4	0	2	0	2	0
		Camiones Simples	0	14	0	4	0	4	0
		Camiones + de 2 Ejes	3	86	0	22	0	22	3
8	0	Veh Livianos	3	36	3	24	3	24	1
		Buses	2	4	0	2	0	2	0
		Camiones Simples	0	4	2	2	2	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	21	61	0	31	0	31	3
	30	Veh Livianos	4	44	3	23	2	24	1
		Buses	4	8	0	2	0	2	0
		Camiones Simples	0	4	0	2	0	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	18	84	0	19	0	19	6
18	0	Veh Livianos	10	34	2	48	1	49	1
		Buses	0	18	0	6	0	6	0
		Camiones Simples	2	2	2	20	0	20	0
		Camiones + de 2 Ejes	5	27	3	63	3	63	6
	30	Veh Livianos	11	39	3	54	2	55	0
		Buses	2	12	0	10	0	10	0
		Camiones Simples	2	4	0	2	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	8	27	5	52	8	49	3
19	0	Veh Livianos	9	30	2	29	1	30	0
		Buses	2	2	0	2	0	2	0
		Camiones Simples	2	4	2	4	0	6	0
		Camiones + de 2 Ejes	11	25	3	61	0	64	6
	30	Veh Livianos	20	28	4	38	0	42	0
		Buses	6	4	0	6	0	6	0
		Camiones Simples	0	4	4	10	0	14	2
		Camiones + de 2 Ejes	17	28	3	76	3	76	3

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales;
Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-6: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°8

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2hr)	
			11	31
7	0	Veh Livianos	8	45
		Buses	0	4
		Camiones Simples	0	18
		Camiones + de 2 Ejes	11	134
	30	Veh Livianos	13	91
		Buses	6	20
		Camiones Simples	6	18
		Camiones + de 2 Ejes	48	62
8	0	Veh Livianos	25	79
		Buses	2	10
		Camiones Simples	8	10
		Camiones + de 2 Ejes	67	97
	30	Veh Livianos	40	47
		Buses	6	6
		Camiones Simples	2	10
		Camiones + de 2 Ejes	76	45
18	0	Veh Livianos	72	36
		Buses	18	8
		Camiones Simples	30	2
		Camiones + de 2 Ejes	102	49
	30	Veh Livianos	87	31
		Buses	20	6
		Camiones Simples	12	12
		Camiones + de 2 Ejes	84	28
19	0	Veh Livianos	101	46
		Buses	26	10
		Camiones Simples	20	8
		Camiones + de 2 Ejes	83	28
	30	Veh Livianos	63	29
		Buses	6	8
		Camiones Simples	16	4
		Camiones + de 2 Ejes	81	45

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-7: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°9

Hora:min		Tipo de Vehiculo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2 hr)					
			11	31	32	10	40	42
7	0	Veh Livianos	25	91	1	0	2	3
		Buses	4	10	0	0	0	0
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	17	19	0	6	23	5
	30	Veh Livianos	28	107	0	0	4	2
		Buses	8	18	0	0	0	0
		Camiones Simples	4	12	0	2	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	37	89	17	37	3	31
8	0	Veh Livianos	16	62	3	1	1	2
		Buses	24	16	0	0	0	0
		Camiones Simples	4	8	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	36	60	20	31	11	22
	30	Veh Livianos	36	82	0	3	0	3
		Buses	21	8	0	0	0	0
		Camiones Simples	0	6	0	0	0	4
		Camiones + de 2 Ejes	57	74	11	48	20	45
18	0	Veh Livianos	67	26	0	12	4	0
		Buses	12	10	0	2	0	0
		Camiones Simples	4	2	0	2	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	39	43	22	53	16	8
	30	Veh Livianos	116	36	1	4	2	2
		Buses	22	6	0	0	0	0
		Camiones Simples	12	4	0	6	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	64	51	14	61	11	28
19	0	Veh Livianos	136	45	2	4	3	3
		Buses	18	34	0	0	0	0
		Camiones Simples	4	6	2	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	42	28	25	34	14	22
	30	Veh Livianos	82	44	1	0	1	3
		Buses	20	10	0	0	0	0
		Camiones Simples	0	4	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	36	28	25	55	3	20

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-8: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°11

Hora:min		Tipo de Vehiculo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2 hr)					
			10	11	31	32	40	41
7	0	Veh Livianos	0	9	65	80	30	0
		Buses	0	0	24	25	16	0
		Camiones Simples	0	0	8	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	13	31	45	5	0
	30	Veh Livianos	0	12	80	50	44	0
		Buses	0	2	10	9	21	0
		Camiones Simples	0	0	16	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	17	31	8	11	0
8	0	Veh Livianos	0	17	38	46	31	0
		Buses	0	18	4	9	27	0
		Camiones Simples	0	0	2	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	14	48	8	0	0
	30	Veh Livianos	0	10	22	0	47	0
		Buses	0	14	4	5	15	0
		Camiones Simples	0	2	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	0	76	16	17	0
18	0	Veh Livianos	0	28	34	36	60	0
		Buses	0	4	6	7	17	0
		Camiones Simples	0	14	2	6	10	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	8	95	8	28	0
	30	Veh Livianos	0	28	9	14	53	0
		Buses	0	4	4	0	6	0
		Camiones Simples	0	10	0	0	8	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	8	17	6	11	0
19	0	Veh Livianos	0	20	14	30	35	0
		Buses	0	24	16	2	7	0
		Camiones Simples	0	2	4	4	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	3	70	3	17	0
	30	Veh Livianos	0	30	11	21	31	0
		Buses	0	6	6	3	7	0
		Camiones Simples	0	2	2	4	4	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	5	59	14	17	0

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-9: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°12

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2 hr)											
			11	31	32	10	40	42	21	20	22	12	30	41
7	0	Veh Livianos	9	19	2	4	4	1	2	2	2	1	15	7
		Buses	7	27	0	0	0	0	5	2	0	0	18	2
		Camiones Simples	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	30	Veh Livianos	8	40	3	3	6	5	11	7	5	0	51	16
		Buses	2	38	0	0	0	0	4	0	0	0	30	0
		Camiones Simples	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2	4
		Camiones + de 2 Ejes	0	5	0	0	0	3	0	9	0	0	3	5
8	0	Veh Livianos	14	31	4	3	3	6	3	10	1	3	23	3
		Buses	9	11	0	0	2	0	0	4	0	0	3	0
		Camiones Simples	2	10	0	0	0	0	0	6	2	0	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	3	6	3	0	0	14	0	9	0	0	9	0
	30	Veh Livianos	10	16	1	2	9	4	1	7	3	1	20	3
		Buses	4	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
		Camiones Simples	8	2	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	3	0	0	5	6	0	9	0	0	0	0
18	0	Veh Livianos	17	18	3	1	9	10	4	20	3	7	3	4
		Buses	7	6	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2
		Camiones Simples	2	0	4	0	8	0	0	6	0	2	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	6	0	0	0	14	0	9	0	0	3	0
	30	Veh Livianos	8	24	4	2	7	8	3	14	7	4	6	7
		Buses	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Camiones Simples	0	8	2	0	0	0	2	0	4	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	0	11	0	0	0	42	0	11	0	3	12	3
19	0	Veh Livianos	10	22	3	2	7	10	1	13	5	5	3	4
		Buses	3	5	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0
		Camiones Simples	0	4	0	0	0	0	4	2	2	0	2	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	3	0	0	0	22	3	6	0	5	8	0
	30	Veh Livianos	10	18	5	5	5	9	1	10	2	3	6	3
		Buses	3	3	0	0	0	0	0	6	0	0	2	0
		Camiones Simples	4	0	6	2	0	0	0	2	0	2	0	2
		Camiones + de 2 Ejes	0	3	0	0	0	20	0	9	0	0	3	0

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.4-10: RESULTADOS DE MEDICIONES PERIODICAS PC N°13

Hora:min		Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos Veq/(1/2 hr)					
			31	32	10	21	20	12
7	0	Veh Livianos	19	9	10	2	0	0
		Buses	8	13	4	2	0	4
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	48	0	3	3	6	17
	30	Veh Livianos	17	66	9	5	4	0
		Buses	0	29	2	8	7	2
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	28	11	0	25	20	3
8	0	Veh Livianos	12	52	25	6	7	4
		Buses	0	3	14	0	0	6
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	22	6	0	17	11	8
	30	Veh Livianos	6	21	14	3	5	0
		Buses	2	7	9	2	2	2
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	20	11	0	8	25	11
18	0	Veh Livianos	6	6	18	2	1	6
		Buses	0	6	10	0	0	2
		Camiones Simples	0	0	4	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	34	3	6	11	14	31
	30	Veh Livianos	6	5	18	7	4	7
		Buses	0	2	13	0	0	0
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	8	28	17	50	17	34
19	0	Veh Livianos	5	7	22	7	1	4
		Buses	0	0	2	2	0	0
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	11	8	17	39	6	24
	30	Veh Livianos	2	5	22	15	4	6
		Buses	0	0	20	0	0	6
		Camiones Simples	0	0	0	0	0	0
		Camiones + de 2 Ejes	8	11	20	50	14	64

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Mediciones de Niveles de Servicio

Para todas las vías previstas por donde circularan los camiones con concentrado en el área de influencia, se midieron por sentido el tiempo de viaje de operación, realizando varias pasadas por tramo utilizando para ello instrumental GPS.

La medición se realiza a través de un vehículo liviano equipado con instrumental GPS el cual sigue al conjunto ó “pelotón” de vehículos livianos que tiene el comportamiento más regular ó común en la vía. Aquellos vehículos como camiones pesados que circulan más lento o camionetas que circulan muy rápido, no forman parte del pelotón estándar de vehículos livianos, constituyendo out-layers de la medición, no siendo considerados en el valor medio calculado para cada tramo de la vía.

El cuadro siguiente presenta la velocidad observada por sentido en los distintos tramos de vías que conforman el área de estudio, resultante de estas mediciones.

CUADRO N° 4.5-1: VELOCIDADES MEDIAS POR TRAMO SENTIDO HACIA MEJILLONES (RT-TGN)

Tramo	Vía	Inicio	Termino	Longitud (Km)	Tiempo * (min)	Velocidad (km/hr)
1	Ruta 50	Cam. Planta R.T.	Ruta 21	35	25	82.7
2	Ruta 21	Ruta 50	Av. Circunvalación	5	4	68.0
3	Av. Circunvalacion	Ruta 21	Ruta 25	7	6	68.5
4	Ruta 25	Av. Circunvalacion	Ruta 5	111	73	91.0
5	Ruta 5	Ruta 25	Ruta B400	75	64	69.9
6	Ruta B-400	Ruta 5	Ruta 1	32	23	84.6
7	Ruta 1	Ruta B-400	Ruta B-262	34	22	90.9
8	Ruta B-262	Ruta 1	Puerto TGN	8	9	53.4
TOTAL				307	226	76.0

* Incorpora los tiempos de detención por trabajos que se realizan actualmente en las vías.

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 4.5-2: VELOCIDADES MEDIDAS POR TRAMO SENTIDO HACIA RADOMIRO TOMIC (TGN-RT)

Tramo	Vía	Inicio	Termino	Longitud (Km)	Tiempo * (min)	Velocidad (km/hr)
8	Ruta B-262	Ruta 1	Puerto TGN	8	9	58.9
7	Ruta 1	Ruta B-400	Ruta B-262	34	26	79.1
6	Ruta B-400	Ruta 5	Ruta 1	32	28	69.1
5	Ruta 5	Ruta 25	Ruta B400	75	55	82.5
4	Ruta 25	Av. Circunvalacion	Ruta 5	111	75	88.3
3	Av. Circunvalacion	Ruta 21	Ruta 25	7	6	72.3
2	Ruta 21	Ruta 50	Av. Circunvalación	5	8	36.6
1	Ruta 50	Cam. Planta R.T.	Ruta 21	35	27	76.9
TOTAL				307	234	78.3

* Incorpora tiempos de detención por trabajos que se realizan actualmente en las vías.

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Colas y Demoras

Se midieron colas y demoras de los movimientos críticos en el punto de control N°2 Ruta 50/Ruta 21 acceso a RT, las cuales se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 4.6-1: COLAS VEHICULARES PC N°2 RUTA 50/RUTA 21

Horario	Vehículos en Cola			Demora Media
hora:min	Autos Camionetas	Buses	Camiones *	min:seg
7:02	4	1	0	2:22
7:06	15	1		2:31
7:10	11	2		2:11
7:15	13	3		2:16
7:20	15	1		2:34
7:28	27	1		5:18
7:37	36	4	1	6:19
7:46	29	4		6:31
7:55	18	1		2:55

* No se permite ingreso de camiones a Ruta 50 desde las 6:00 hasta las 8:30 en este cruce
Fuente: Elaboración Propia

No se registraron colas de vehículos en los otros puntos de control definidos del estudio.

4.7 Transporte Público de pasajeros en el Área de Influencia

Si bien existen servicios de transporte público en las vías principales del área de influencia del estudio, el flujo de vehículos de transporte público de pasajeros medido a nivel horario no es relevante.

El cuadro siguiente presenta los servicios de pasajeros que se dan en las distintas vías.

CUADRO N° 4.7-1: SERVICIOS DE TRANSPORTE PUBLICO POR VIA

Via	Servicios Existentes
Ruta 5 : Antofagasta - Iquique	Tur Bus- Ciktur- Expreso Norte - Flota Barrios- Pullman - Romani
Ruta 25: Antofagasta - Calama	Tur Bus- Ciktur- Expreso Norte - Flota Barrios- Pullman - Romani
Ruta 1 : Antofagasta - Mejillones	Evans - Pullman – Turbus - Biaggini Megatur
Ruta 21: Calama - Chiu Chiu	No existen Servicios Interurbanos. Solo existe un Servicio Rural
Ruta 23: Calama - San Pedro	Tur Bus - Pullman
Ruta 24: Calama - Tocopilla	Tur Bus - Pullman Bus - Camus

Fuente: Elaboración Propia

4.8 Catastro Físico y Operativo de vías

En este punto se reporta la información de infraestructura física y operativa que tiene actualmente las vías que componen el área de influencia de estudio.

El cuadro siguiente presenta un resumen de las principales características físicas y operacionales de la red de transporte carretero, obtenidas de los inventarios de caminos de

la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, información de estudio previsto y vistas realizadas a terreno como parte de este estudio.

CUADRO N° 4.8-1: CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS VIALES

Rol	Tipo	Calzada	Numero de pistas	Terreno (*)	Carpeta
Ruta 50	Privado de uso público (tuición de VON)	Bidireccional simple	Una por cada sentido de tránsito	Llano con tramo inicial en RT ondulado	Tratamiento superficial asfáltico
Ruta 21 CH	Público – Ruta Internacional	Bidireccional simple	Una por cada sentido de tránsito	Llano	Asfáltica
Av. Circunvalación	Público – Ruta Nacional	Doble calzada unidireccional	Dos por cada sentido de tránsito	Llano con tramos intermedios ondulados	Asfáltica
Ruta 25	Público – Ruta Nacional	Bidireccional simple (excepto Av. Circunvalación)	Una por cada sentido de tránsito	Llano con tramos intermedios ondulados	Asfáltica
Ruta 5	Público – Ruta Nacional	Bidireccional simple	Una por cada sentido de tránsito	Llano	Asfáltica
Camino B-400	Público – Camino Secundario	Bidireccional simple	Una por cada sentido de tránsito	Ondulado con tramos intermedios montañosos	Asfáltica
Ruta 1	Público – Ruta Nacional	Bidireccional simple	Una por cada sentido de tránsito	Llano	Asfáltica
Camino B-262	Público – Camino Secundario	Doble calzada unidireccional	Dos por cada sentido de tránsito	Llano	Asfáltica

(*) La descripción del terreno se hace de acuerdo a Manual de Carretera -Volumen 3, punto 3.103.201, en donde se clasifica el terreno según su pendiente: Terreno Llano: +/-3% Terreno Ondulado: 3% -7% Terreno Montañoso:: 4% -9%

Fuente: Estudio Logística Hatch 2012

A continuación se describen las intersecciones que interceptan los distintos tramos descritos en el cuadro anterior.

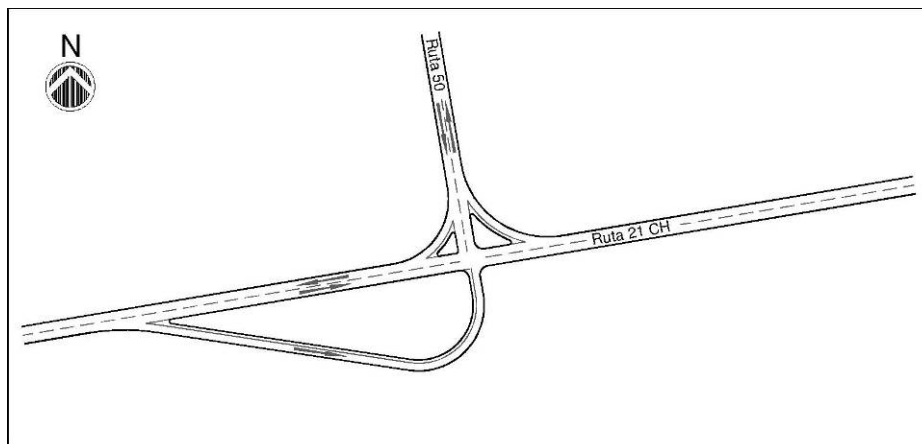
- **Intersección Ruta 50 / Ruta 21 CH**

Tal como lo muestra la figura siguiente, corresponde a una intersección en forma de “T” a nivel, ubicada aproximadamente 5 Km al Oriente de la ciudad de Calama. Permite que los flujos del Poniente y Oriente de la Ruta 21 CH accedan a las faenas mineras ubicadas al Norte, incluyendo Radomiro Tomic.

Cuenta con una pista especial, en forma de medialuna y pavimentada en asfalto, que permite realizar el viraje de Poniente a Norte sin interferir en la trayectoria del flujo prioritario de la Ruta 21 CH que se desplaza en el sentido contrario.

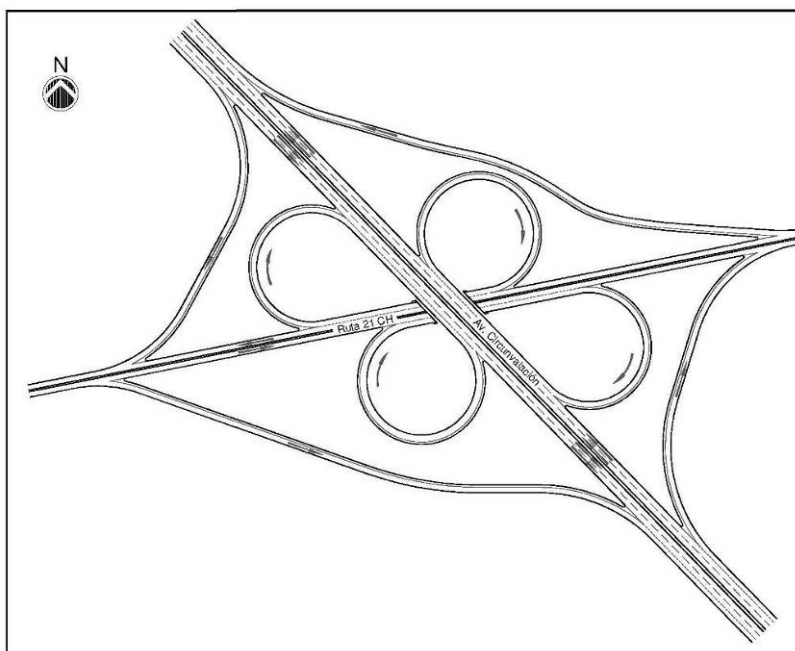
La Ruta 21 CH posee un ramal para el viraje de Oriente a Norte, que permite continuidad en el movimiento y mayor fluidez. Está regulado con una señal de “Ceda el paso”.

La Ruta 50 cuenta con un ramal para el viraje Norte – Poniente, que permite mayor fluidez en la intersección. Este ramal está regulado con un signo “Pare”.



- **Intersección Ruta 21 CH / Av. Circunvalación**

Tal como lo muestra la figura siguiente corresponde a un nudo vial provisto de un enlace a desnivel (en forma de trébol), ubicada en el sector Nororiente de Calama. Cuenta con lazos y ramales que permiten la conectividad entre el Norte, Sur, Centro y Oriente de la ciudad de Calama.

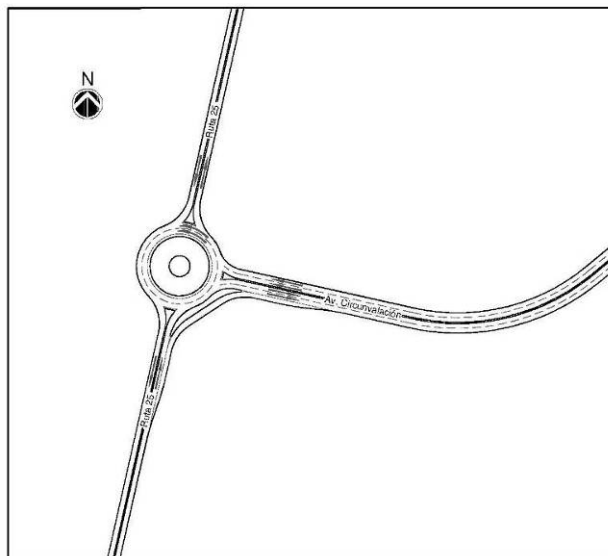


A esta intersección convergen los flujos vehiculares de Av. Almirante Grau, la Ruta 21 CH y las ramas Norte y Sur de la Av. Circunvalación.

- **Intersección Av. Circunvalación/Ruta 25**

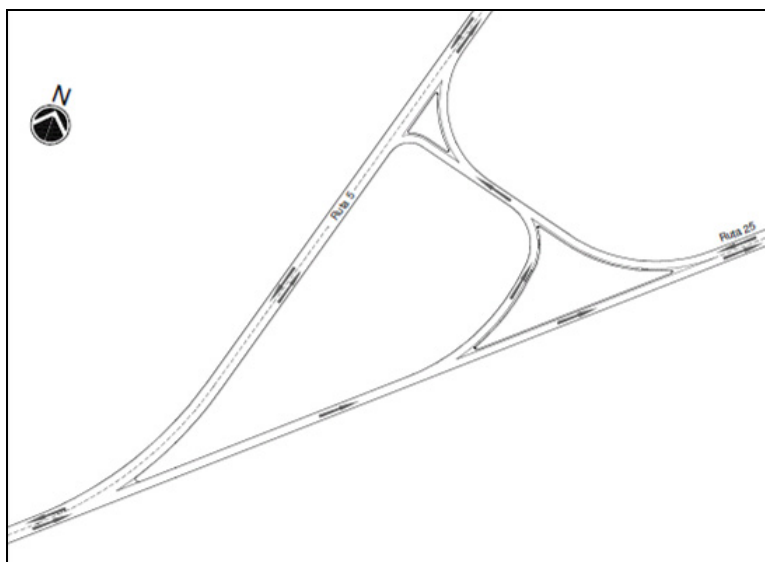
Tal como lo indica la figura siguiente, se trata de una rotonda circular con isla central y está ubicada en la entrada Sur de Calama. Posee tres ramas: rama Norte Ruta 25, rama Sur Ruta

25 y rama Av. Circunvalación. Permite conectar flujos de la Ruta 25 con la Av. Circunvalación.



- **Intersección Ruta 25 / Ruta 5**

Tal como lo indica la figura siguiente, corresponde a una intersección en forma de “T” a nivel. El flujo proveniente desde el Nororiente por la Ruta 25, está obligado a tomar el ramal de viraje con dirección Poniente para acceder a la Ruta 5. Mientras que el flujo proveniente de la rama Sur de la Ruta 5 pasa directamente a la Ruta 25.

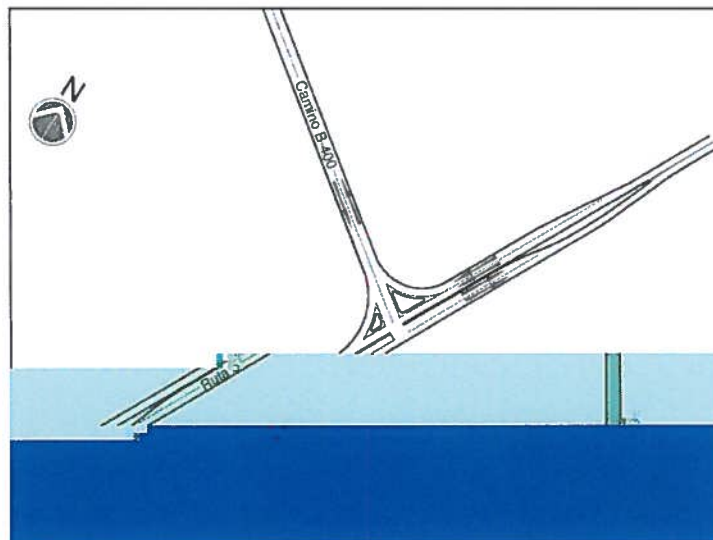


- **Intersección Ruta 5 / Camino B-400**

Tal como lo indica la figura siguiente, corresponde a una intersección en forma de “T” a nivel. Permite que los flujos del Norte y Sur de la Ruta 5 accedan al Poniente, a través del Camino B-400.

La Ruta 5 posee una pista en su rama Sur para permitir el viraje de vehículos a la izquierda y otra pista de aceleración en su rama Norte para permitir la incorporación de los flujos provenientes del Camino B-400. La Ruta 5 posee un ramal para el viraje de Norte Poniente, que permite continuidad en el movimiento y mayor fluidez.

El Camino B-400 cuenta con un ramal para el viraje Poniente -Sur, que permite mayor fluidez en la intersección. El movimiento de viraje a la izquierda desde el Camino B-400 a la Ruta 5 está regulado con un signo “Pare”.

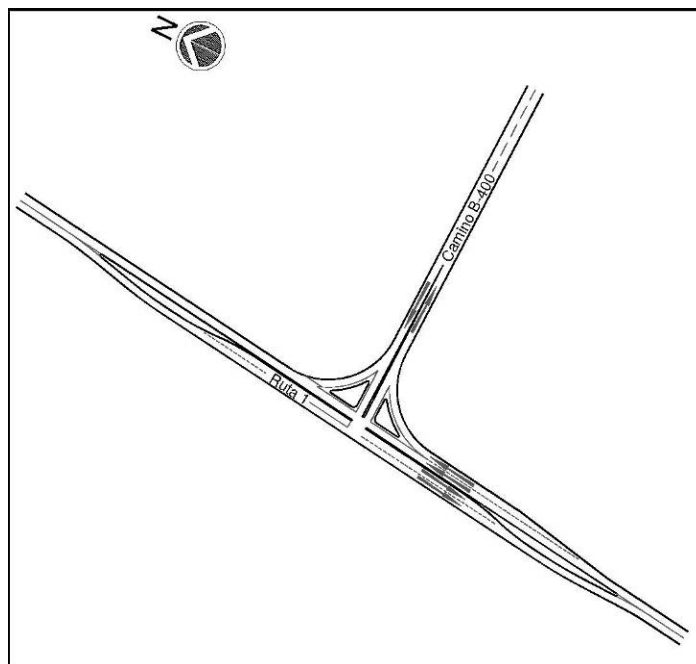


- **Intersección Camino B-400 / Ruta 1**

Tal como lo indica la figura siguiente, corresponde a una intersección en forma de “T” a nivel con islas de separación. Permite la conexión de los flujos provenientes desde el Oriente por el Camino B-400, con las ramas Norte y Sur de la Ruta 1.

La Ruta 1 posee una pista en su rama Norte para permitir el viraje de vehículos a la izquierda. En su rama Sur posee una pista de aceleración para permitir la incorporación de los flujos del Camino B-400 que viran de Oriente a Sur, y otra pista de deceleración para los flujos de la Ruta 1 que realizan el viraje Sur -Oriente para acceder al Camino B-400.

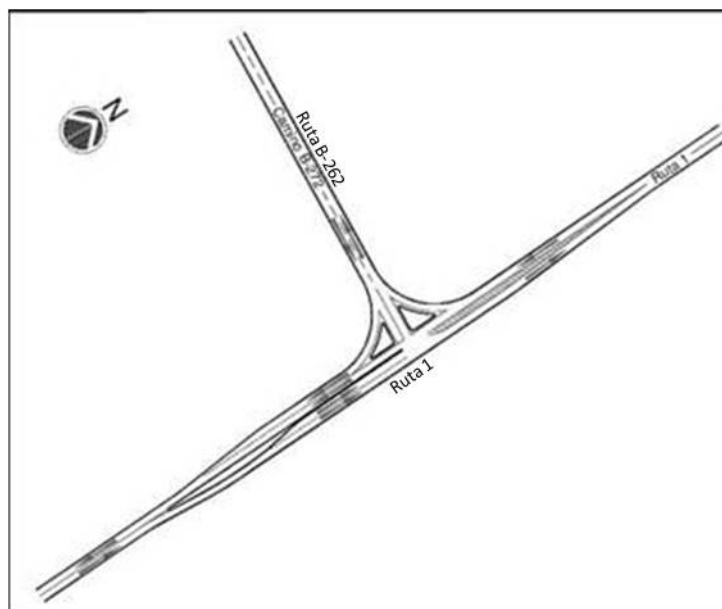
Además, el Camino B-400 cuenta con un ramal para el viraje Oriente -Norte, que permite mayor fluidez en la intersección. Este ramal está regulado con un signo “Pare”.



- **Intersección Ruta 1 / Camino B-262**

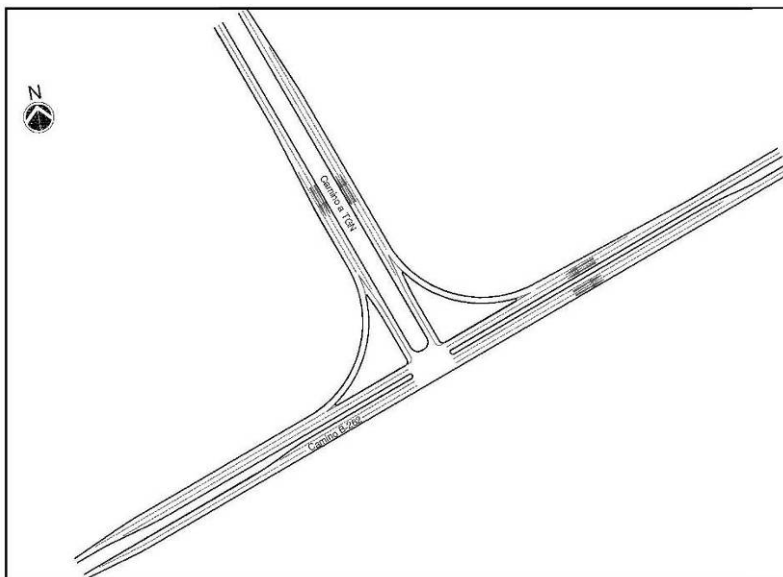
Tal como lo indica la figura siguiente, corresponde a una intersección en forma de “T” a nivel con islas de separación. Permite la conexión de los flujos provenientes de la Ruta 1 con el Camino B-262 hacia el Nor-Poniente.

La Ruta 1 posee pistas de aceleración y deceleración en ambos sentidos para permitir que todos los movimientos para conectar al Camino B-262 se realicen con fluidez y con mayor seguridad.



- **Intersección Camino B-262 / Camino hacia TGN**

Se trata de una intersección “T” con islas de separación y pistas de aceleración y deceleración, que permite la conexión del tráfico del Camino B-262 con el Camino en dirección Norte hacia TGN. En la figura siguiente se muestra un esquema de la intersección.



5. TAREA 3: DEFINICIÓN DE SITUACIÓN BASE Y PROYECCIÓN DE VIAJES ACTUALES

5.1 Definiciones Fundamentales del estudio

5.1.1 Definición de la Ruta de Camiones de Concentrado RPO

Para efectos de este estudio EISTU se definirá como ruta de análisis RP2 la considerada en el estudio de prefactibilidad de logística de Hatch, modificada en su ingreso a la bahía de Mejillones, la cual tiene una extensión de 307 km desde la mina RT a TGN de Mejillones y puede resumirse a través de los tramos de vías que se indican en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 5.1-1: TRAMOS DE LA RUTA DE CAMIONES DE TRANSPORTE DE CONCENTRADO

Tramo	Longitud Km.	Vía	Inicio	Termino
1	35	Ruta 50	Cam. Planta R.T.	Ruta 21
2	5	Ruta 21	Ruta 50	Av. Circunvalación
3	7	Av. Circunvalacion	Ruta 21	Ruta 25
4	111	Ruta 25	Av. Circunvalacion	Ruta 5
5	75	Ruta 5	Ruta 25	Ruta B400
6	32	Ruta B-400	Ruta 5	Ruta 1
7	34	Ruta 1	Ruta B-400	Ruta B-262
8	5.5	Ruta B-262	Ruta 1	Puerto TGN
9	2.9	Puerto TGN	Ruta B-262	Puerto TGN
TOTAL	307			

Fuente: Elaboración Propia

Si bien existe una autopista de circunvalación oriente a Calama que evitará el ingreso a la ciudad como parte de proyecto de autopista del Loa, dada la situación existente respecto a las solicitudes ambientales requeridas por el MOP al proyecto de concesiones, se ha estimado considerar para este estudio el trazado definido por el estudio Hatch, que no hace uso de la circunvalación oriente.

Respecto al ingreso al puerto de Mejillones se realiza el ingreso de la Ruta 1 al acceso Norte (por vía B-262), de manera de evitar la circulación de camiones pesados por zonas urbanas de Mejillones.

5.1.2 Definición de los Años de Corte ó Análisis

La simulación del impacto vial se realiza considerando el año en el cual se presentará la producción máxima de concentrado de cobre de la Mina Radomiro Tomic. Esto, tal como se presenta en el cuadro siguiente se dará para el año 2019, demandándose el máximo número de viajes de camiones con un total de 137 veh-ida/día ó 6 veh-ida/hora.

También se realiza una simulación considerando los 10 años posteriores, es decir el año 2029 en el cual la producción bajará, demandándose en este caso un número de viajes de camiones de 105 veh-ida/día ó 4 veh-ida/hora.

**CUADRO N° 5.1-2: FLUJO DE CAMIONES PRODUCCION DE CONCENTRADO
MAXIMA DE RADOMIRO TOMIC**

Año	Toneladas Húmedas (Tpd)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Día)	Flujo Promedio (Viajes Ida/Hr)
2016	1732	65	3
2017	3417	127	5
2018	3648	136	6
2019	3699	137	6
2020	3408	127	5
2021	3287	122	5
2022	3199	119	5
2023	3179	118	5
2024	3181	118	5
2025	2956	110	5
2026	3010	112	5
2027	3136	117	5
2028	2905	108	5
2029	2835	105	4
2030	2660	99	4
2031	2633	98	4
2032	2580	96	4
2033	2497	93	4
2034	2611	97	4
2035	2709	101	4
2036	2305	86	4
2037	2398	89	4
2038	2398	89	4
2039	2398	89	4
2040	2398	89	4
2041	2190	82	4
2042	2190	82	4
2043	2190	82	4
2044	2190	82	4
Promedio		103	5

Fuente: Estudio Logística Hatch 2012

5.1.3 Identificación de Puntos Críticos

De la ruta definida anteriormente para el ruteo de camiones desde la mina RT hasta el terminal TGN de Mejillones y considerando las obras viales previstas de los proyectos de concesiones presentadas en el punto 3.2 anterior, se han identificado como puntos críticos para el análisis de impacto vial los que se presentan a continuación:

- **Cruce Ruta 21CH /Ruta 50.** Acceso a mina Rodomiro Tomic y Mina Subterránea a Chuquicamata.
- **Cruce Ruta 25 con Avda. Circunvalación actual.** Acceso Sur a Ciudad de Calama, donde se juntan flujos vehiculares livianos urbanos e interurbanos con los flujos de vehículos pesados de transporte de carga interurbano.

- **Cruce Ruta 1/Ruta B262.** Acceso Norte a Mejillones válido para flujos livianos y pesados interurbanos que acceden a dicho puerto.

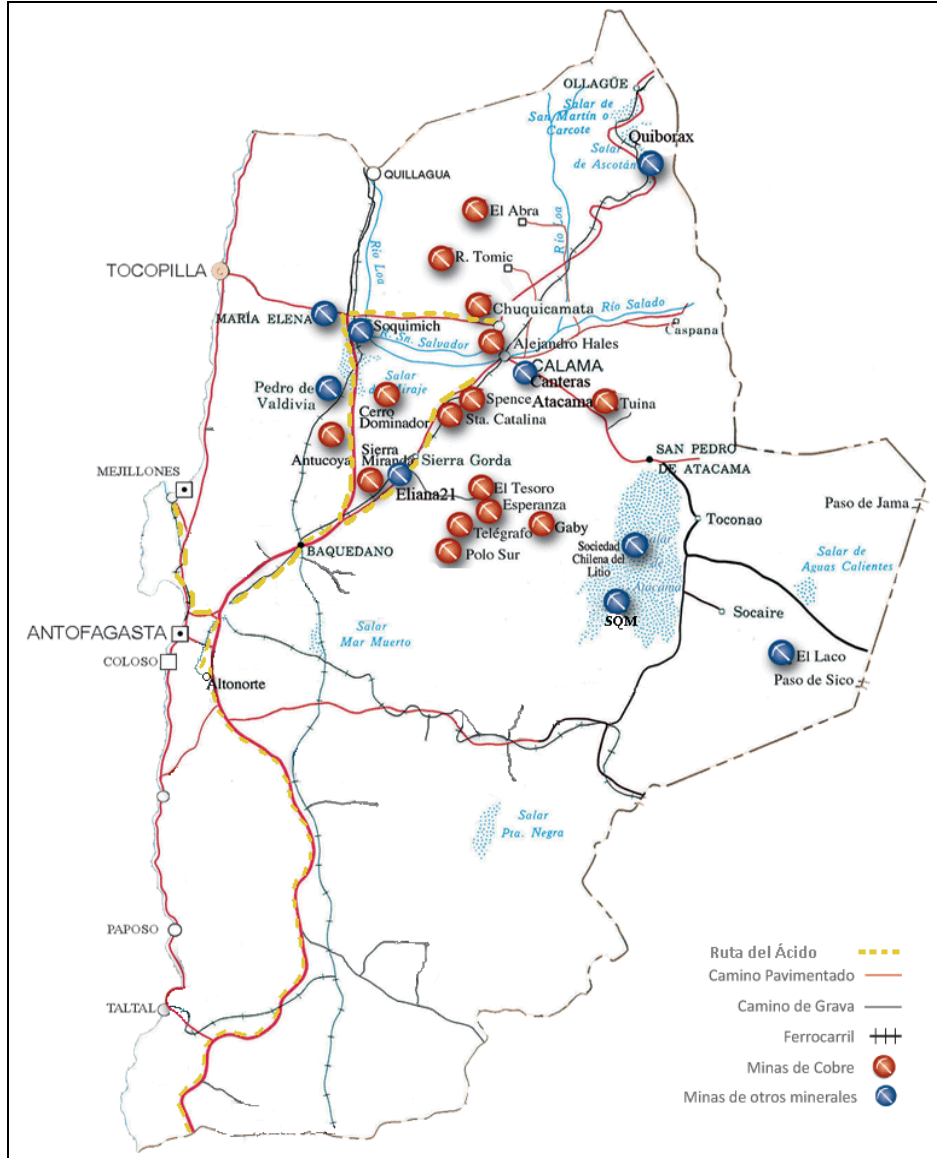
De estos enlaces no existen obras concretas previstas para el Cruce Ruta 21CH /Ruta 50 acceso a la mina RT y para el Cruce Ruta 1/Ruta B262 ó acceso Norte a Mejillones

En el segundo punto crítico: Ruta 25/Avda. Circunvalación en el Acceso Sur a Calama, se simularon dos condiciones para la rotonda existente actualmente: con y sin la presencia de la solución que propone el proyecto de concesiones del MOP de la Autopista del Loa para la Ruta 25, que incluye un mejoramiento de este cruce. La razón de considerar estas dos condiciones futuras de la rotonda actual que accede a Calama obedece a que en la actualidad el proyecto todavía no es licitado oficialmente para su construcción por la Unidad de Concesiones del MOP.

5.2 Proyectos Mineros de la Situación Base

En la Región de Antofagasta se concentra gran parte de la producción y la industria asociada al cobre. En la figura que se muestra a continuación se puede ver la ubicación de los yacimientos con influencia directa en el área de estudio.

FIGURA N° 5.2-1: UBICACIÓN DE YACIMIENTOS MINEROS EN AREA DE ESTUDIO



En el cuadro que se muestra a continuación puede observarse la producción de minerales no metálicos en el área de estudio.

CUADRO N° 5.2-1: PRODUCCIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS EN EL ÁREA INFLUENCIA DEL PROYECTO, AÑO 2010

Provincia	Comuna	Yacimiento	Tipo	Producción (ton)	Modo de Transporte
El Loa	San Pedro de Atacama	Salar de Atacama	Carbonato de Litio	44.025	Camión
			Cloruro de Litio	3.725	Camión
			Hidróxido de Litio	5.101	Camión
			Cloruro de Potasio	1.523.222	Camión-Ferrocarril
			Sulfato de Potasio	2.774	Camión-Ferrocarril
			Nitratos	982.175	Ferrocarril
			Yodo	5.324	Camión
	Ollagüe	Salar de Ascotán	Ulexita	35.488	Camión
Producción Minerales No Metálicos Año 2010				2.601.834	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro que se muestra a continuación puede observarse el tonelaje producido el año 2010 de aquellos yacimientos que se encuentran en el área de estudio; no obstante el modo de transporte prioritario de su carga en muchos de ellos es a través del ferrocarril

CUADRO N° 5.2-2: PRODUCCIÓN DE COBRE ÁREA INFLUENCIA DEL PROYECTO, AÑO 2010

Provincia	Comuna	Yacimiento	Tipo	Producción (ton)	Modo de Transporte
Antofagasta	Sierra Gorda	El Tesoro	Cátodos de Cu	95.300	Camión-Ferrocarril
		Spence	Cátodos de Cu	178.100	Ferrocarril
		Cerro Dominador ¹	Cátodos de Cu	s/i	Camión
		Concentrado de Cu	s/i	Camión	
		Gabriela Mistral	Cátodos de Cu	117.100	Camión-Ferrocarril
El Loa	Calama	El Abra	Cátodos de Cu	145.200	Ferrocarril
		Radomiro Tomic	Cátodos de Cu	309.400	Camión
		Mina Sur	Cátodos de Cu	244.300	Ferrocarril
		Chuquicamata	Concentrado de Cu	350.000	Ferrocarril
Producción de Cobre Área de Influencia, Año 2010				1.439.400	

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de las empresas.

s/i: sin información.

A continuación se describen brevemente los otros proyectos mineros vigentes además de Radomiro Tomic a ejecutarse en el período 2010 a 2020 en la Región de Antofagasta.

- **El Abra Sulfolix. Año 2011.**

Como una manera de proyectar su continuidad operacional se desarrolla el proyecto Sulfolix que pretende lixiviar recursos sulfurados lixiviables que posee. Se producirán 160 mil toneladas de cátodos, aprovechando algunas capacidades mineras actuales, para evitar la caída de la producción de óxidos y extender su vida útil hasta el año 2029. Las reservas estimadas para la lixiviación de sulfuros son del orden de 800 millones de toneladas de mineral.

- **Modificaciones en Minera Zaldivar. Año 2010.**

El proyecto consideró ampliar la capacidad de extracción de mineral de la mina para aumentar la producción de cátodos hasta 176 mil toneladas. Dicho incremento se podría notar paulatinamente a partir del año 2012.

- **Extensión Lomas Bayas. Año 2012.**

Luego de la ampliación de las actuales operaciones para aumentar el nivel de producción del yacimiento hasta 75 mil toneladas de cátodos por año y debido al agotamiento del yacimiento inicial, se está desarrollando un nuevo rajo cercano a la faena actual con nueva pila de lixiviación para poder extender la vida útil del yacimiento hasta el año 2020. Posteriormente la empresa pretende recuperar los sulfuros una vez que se encuentren agotados los óxidos superficiales.

¹ Minera Cerro Dominador tiene las faenas suspendidas desde el año 2010 producto de un derrumbe en uno de sus yacimientos por lo que no se cuenta con información de la producción.

- **Escondida. Nueva Pila Biolixiviación. Año 2011 y Año 2013.**

Minera Escondida tiene programada la habilitación de nuevas pilas de lixiviación tanto en la línea de óxidos como en la de sulfuros lixiviables, con la finalidad de mantener el plan de producción de cátodos.

- **Optimización Spence**

El proyecto considera explotar anticipadamente el sector norte del rajo actual, puesto que el mineral que allí se encuentra depositado posee mejor ley y podría permitir alcanzar los niveles de diseño de producción que son de 200 mil toneladas al año de cátodos de cobre. Con dicho mejoramiento, se espera que la vida útil del yacimiento sea hasta el año 2024. Dicho proyecto fue aprobado a mediados del año 2011.

- **Antucoya Año 2014.**

Es un depósito ubicado a 125 Km al Noreste de Antofagasta y a 45 Km en línea recta desde la costa. Pertenece tanto a la comuna de Mejillones como de María Elena. Es un yacimiento que permitirá una producción promedio de 80 mil toneladas de cátodos durante 23 años, con máximos que podrían alcanzar las 90 mil toneladas anuales de cátodos. Su puesta en marcha se espera para el año 2014 y la etapa de cierre comenzaría en el año 2037 y se prolongaría por 2 años.

- **Mina Ministro Hales. Año 2014.**

Recientemente Codelco creó la División Ministro Hales para el desarrollo y operación de la mina ubicada a 5 Km al norte de Calama. Posee reservas por 219 millones de toneladas de cobre sulfurado con alto contenido de plata y arsénico. Por su alto contenido de arsénico requerirá un tratamiento de tostación para obtener el concentrado de cobre que podrá alimentar a la fundición de Chuquicamanta o comercializarse directamente. Se estudia también la recuperación de una fracción menor de cobre oxidado mediante pilas de lixiviación.

Se espera que la puesta en marcha se efectúe a finales del año 2013 y se proyecta una producción anual de 170 mil toneladas de cátodos. Dicho proyecto se encuentra en etapa de construcción. Se espera que hasta el año 2026 se explote a rajo abierto, para continuar como mina subterránea posteriormente.

- **Sierra Gorda. Año 2015**

Como se indicó anteriormente se trata de un depósito ubicado en las cercanías de las minas Spence y El Tesoro, a 140 Km al Este de Antofagasta. La exploración que se ha llevado a cabo indica la presencia de importantes reservas de cobre, por lo cual se proyecta producir un promedio anual de 730 mil ton. de cobre en concentrados y con potencial de ampliar su

capacidad y explotar también sus óxidos del orden de 38.000 ton. de cátodos de cobre al año.

- **Quetena. Año 2015.**

Corresponde a uno de los más importantes depósitos cupríferos de recursos lixiviables del sector Cluster Toki, ubicado en las cercanías de Calama y de la Mina Ministro Hales. La producción promedio de cátodos que aportará la explotación de Quetena y Genoveva será de 62 mil ton. de cobre en promedio anual en el primer quinquenio y 528 mil ton. durante los 10 años de duración del proyecto.

Lo anterior permitirá incorporar a la explotación actual de la División Chuquicamata nuevas reservas de mineral que reemplazarán el agotamiento de los recursos lixiviables que explota actualmente, provenientes principalmente de la mina Expansión Norte Mina Sur, los que se agotan a fines del 2014. Con ello se busca dar continuidad a la operación actual de la línea de producción hidrometalúrgica, asegurando de esta forma una máxima utilización de equipamiento y capacidades de proceso que quedarán disponibles en el mediano plazo.

- **Escondida Fase V. Después 2015.**

La ampliación Fase V de Minera Escondida tiene programado instalar un nuevo molino en la planta concentradora Laguna Seca y la construcción de una nueva planta concentradora que reemplace a una de las existentes (Planta Los Colorados); puesto que existe mineral de buena ley bajo dicha planta que será explotado. Con todo esto se pretende enfrentar la disminución de la ley a fin de mantener el nivel actual de producción de concentrados de cobre. En una fase posterior se consideraría agregar una tercera planta al ciclo productivo como así también una nueva planta desalinizadora de agua de mar para proveer mayor cantidad de agua a las nuevas operaciones. Se espera que la puesta en marcha del nuevo molino sea para mediados del 2012 y la nueva planta en el año 2015.

Chuquicamata Subterránea. Después 2015.

Dicho proyecto tiene como finalidad otorgar continuidad a la explotación del yacimiento Chuquicamata en el largo plazo. Considera un cambio en el método de extracción del mineral desde rajo abierto a explotación subterránea. El tratamiento de los minerales se continuará efectuando en las instalaciones. Se plantea que la vida útil de este proyecto es 50 años y se estima su desarrollo gradual con inicio de producción a partir del año 2018. Se extraerán en promedio 340 mil toneladas por año.

- **Chuquicamata Subterránea. Después 2015.**

Este proyecto tiene como finalidad otorgar continuidad a la explotación del yacimiento Chuquicamata en el largo plazo. Considera un cambio en el método de extracción del mineral desde rajo abierto a explotación subterránea. El tratamiento de los minerales se continuará efectuando en las instalaciones. Se plantea que la vida útil de este proyecto es 50

años y se estima su desarrollo gradual con inicio de producción a partir del año 2018. Se extraerán en promedio 340 mil toneladas por año.

Consta de una etapa de construcción donde se trasladarán diariamente trabajadores hacia y desde la futura mina, en cuyo turno peak alcanzará a 1.200 personas (año 2018), de las cuales 1.180 serán de contratistas y 20 de personal propio de Codelco Norte.

En la etapa de operación, el número máximo de trabajadores alcanzará a 1.350 (turno peak año 2029), de los cuales 890 serán de contratistas y 460 propios de Codelco Norte.

Para el traslado del personal se utilizarán buses con capacidad de 40 pasajeros.

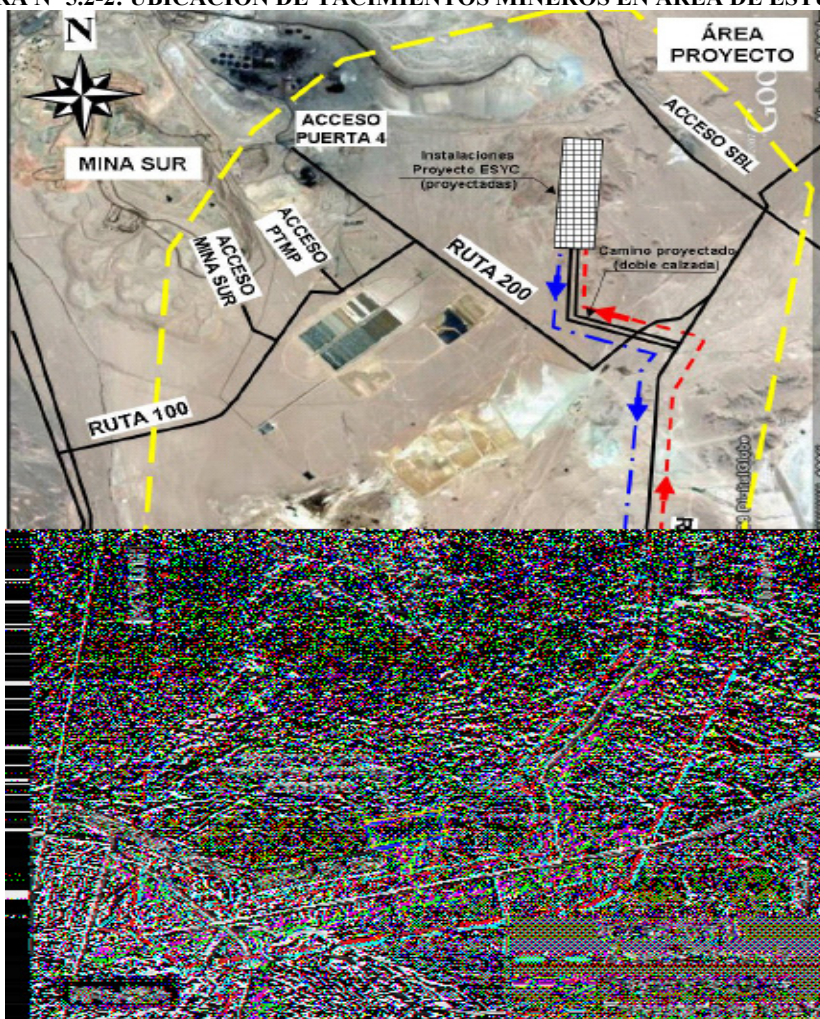
Los camiones a utilizar para el transporte de materiales e insumos serán del tipo remolques o semi-remolques, con capacidad máxima para 30 toneladas de carga.

El etapamiento previsto para el proyecto es el siguiente

- Año 2011: Año 1 de la etapa de Construcción del Proyecto
- Año 2014: Año siguiente al cierre de Mina Sur
- Año 2018: Año Peak dotacional y de término de la etapa de Construcción del Proyecto.
- Año 2020: Año 1 de la etapa de Operación del Proyecto
- Año 2029: Año Peak dotacional de la etapa de Operación del Proyecto.

Tal como se presenta en la figura siguiente las vías de acceso al Proyecto serán la Ruta 21 CH y la Ruta 50 hasta la Ruta 200, donde el Proyecto contempla la construcción de una vía privada, de doble calzada y de aproximadamente 1.360 m de longitud, que permitirá conectar directamente la Ruta 50 con la Ruta 200 un poco al Norte del acceso al Tranque Talabre (aprox. km 9 de la Ruta 50).

FIGURA N° 5.2-2: UBICACIÓN DE YACIMIENTOS MINEROS EN AREA DE ESTUDIO



Del análisis de los proyectos anteriores se desprende que los desarrollos mineros que pudieran incidir en la ruta de camiones de RT a TGN de Mejillones corresponden a El Tesoro, Esperanza, Spence, Sierra Gorda y Subterránea Chuquicamata; por ser usuarios de las Rutas 25 y Ruta 21.

5.3 Proyectos Viales de la Situación Base

Como parte de este punto se presenta la vialidad que se incorporará como parte de la Situación Base. Esta vialidad corresponde a la que se tiene plena certeza que estará construida y operativa en los años de corte o análisis definidos para el estudio de impacto vial.

5.3.1 Obras de Infraestructura MOP Autopista de Antofagasta

El Ministerio de Obras Públicas a través de la Coordinación de Concesiones desarrolló la concesión de las Autopistas de la Región de Antofagasta. La red de la región se encuentra conformada por 3 polos: el corredor Antofagasta - Mejillones que se conectan a través de la Ruta 1 y su interconexión con el núcleo minero de la comuna de Calama por las rutas B-400 y R5 en el caso de Mejillones y R-26 y R5 en el caso de Antofagasta, tal como se observa en la figura 5.3-1.

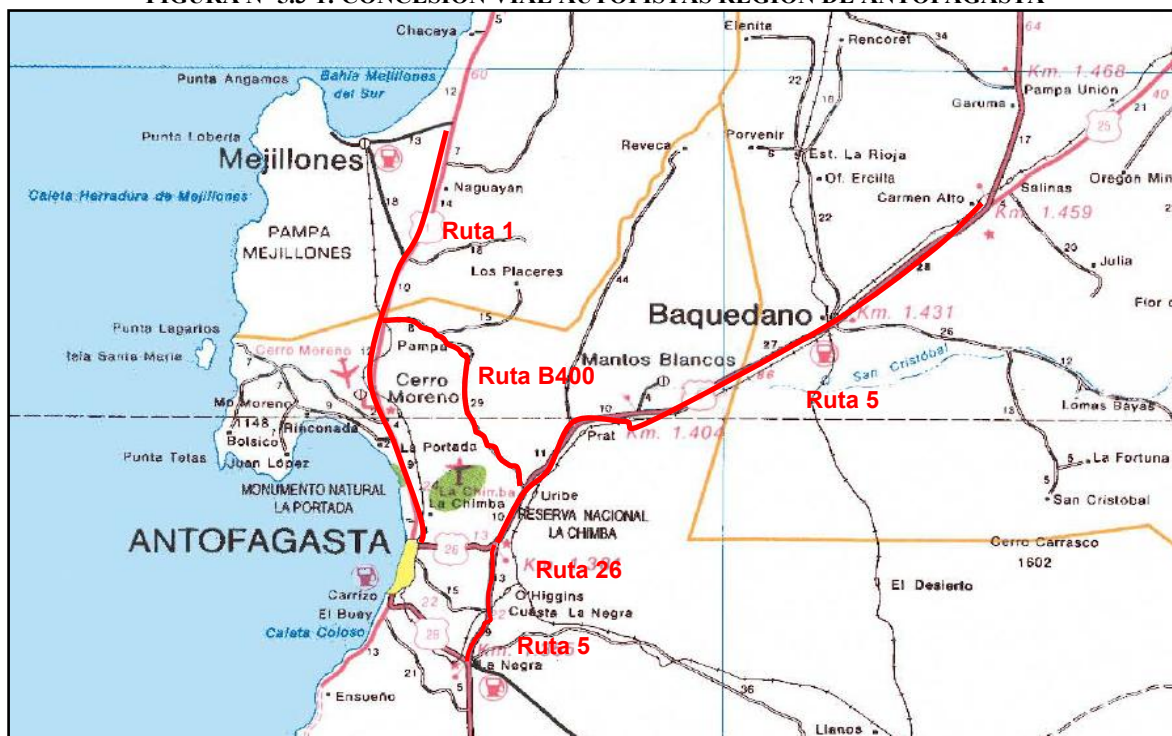
Las vías de la red vial corresponden a las rutas que permiten las conexiones desde Calama, Mejillones y las mineras al sur oriente de Antofagasta, con el Puerto de la misma ciudad y el Aeropuerto principalmente, siendo las que se presentan en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 5.3-1: VIAS Y AUTOPISTAS REGION DE ANTOFAGASTA

Ruta	Tramo		Long. Total (Km)	Perfil tipo	Tipo pavimento
	Desde	Hasta			
1	La Chimba	Límite urbano	5.25	Semi Urbano	Asfalto
	Límite urbano	Acceso Sur a Mejillones	29.0	Rural	Asfalto
	Acceso Sur a Mejillones	Acceso Norte a Mejillones	21.0	Rural	Asfalto
26	Ruta 5	Límite urbano	12.1	Rural	Asfalto
B-400	Ruta 1	Ruta 5	36.4	Rural	Bischufita
5	Nudo Uribe	Carmen Alto	82.5	Rural	Asfalto
5	Ruta 28	Nudo Uribe	20,8	Rural	Asfalto
TOTAL			207.037		

Fuente: MOP 2010

FIGURA N° 5.3-1: CONCESION VIAL AUTOPISTAS REGION DE ANTOFAGASTA



El cuadro siguiente presenta las soluciones o estándares generales adoptados para las distintas vías.

CUADRO N° 5.3-2: PRINCIPALES OBRAS A CONSIDERAR POR RUTA

Ruta	Tramo		Long. Total (Km)	Veloc. Proyecto (Km/h)	Perfil tipo	Solución de Anteproyecto
	Desde	Hasta				
1	La Chimba	Límite urbano	5.25	80 – 100	Urbano	Ampliación a doble calzada + Calles de servicio + Pasarelas (4)
	Límite urbano	Acceso Sur a Mejillones	29.0	100 - 120	Rural	Ampliación a doble calzada + Enlaces (3) + P.S. Ffcc. (3)+ Peaje Troncal + Area Servicios
	Acceso Sur a Mejillones	Acceso Norte a Mejillones	21.0	100	Rural	Rehabilitación calzada existente + Intersecciones a nivel
26	Ruta 5	Límite urbano	12.1	80	Rural	Rehabilitación calzada existente + Pistas lentas + Peaje Troncal
B-400	Ruta 1	Ruta 5	36.4	80	Rural	Pavimentación calzada simple en 23 Km + Variante en Calzada Simple 13.5 Km+ Enlaces (1) + P.S. Ffcc. (1) + Intersecciones a Nivel
5	Nudo Uribe	Carmen Alto	82.5	100 - 120	Rural	Ampliación a doble calzada + Enlaces (3) + P.S. FFCC (4) + Solución en Baquedano
5	Ruta 28	Nudo Uribe	20.7	100	Rural	Rehabilitación calzada existente + Intersecciones a nivel
Totales			207,04			

Fuente: MOP 2010

Las vías licitadas presentan distintos estándares de acuerdo a su capacidad y nivel de servicio, las cuales se presentan a continuación:

- **Ruta 1, entre La Chimba y Acceso Sur a Mejillones**

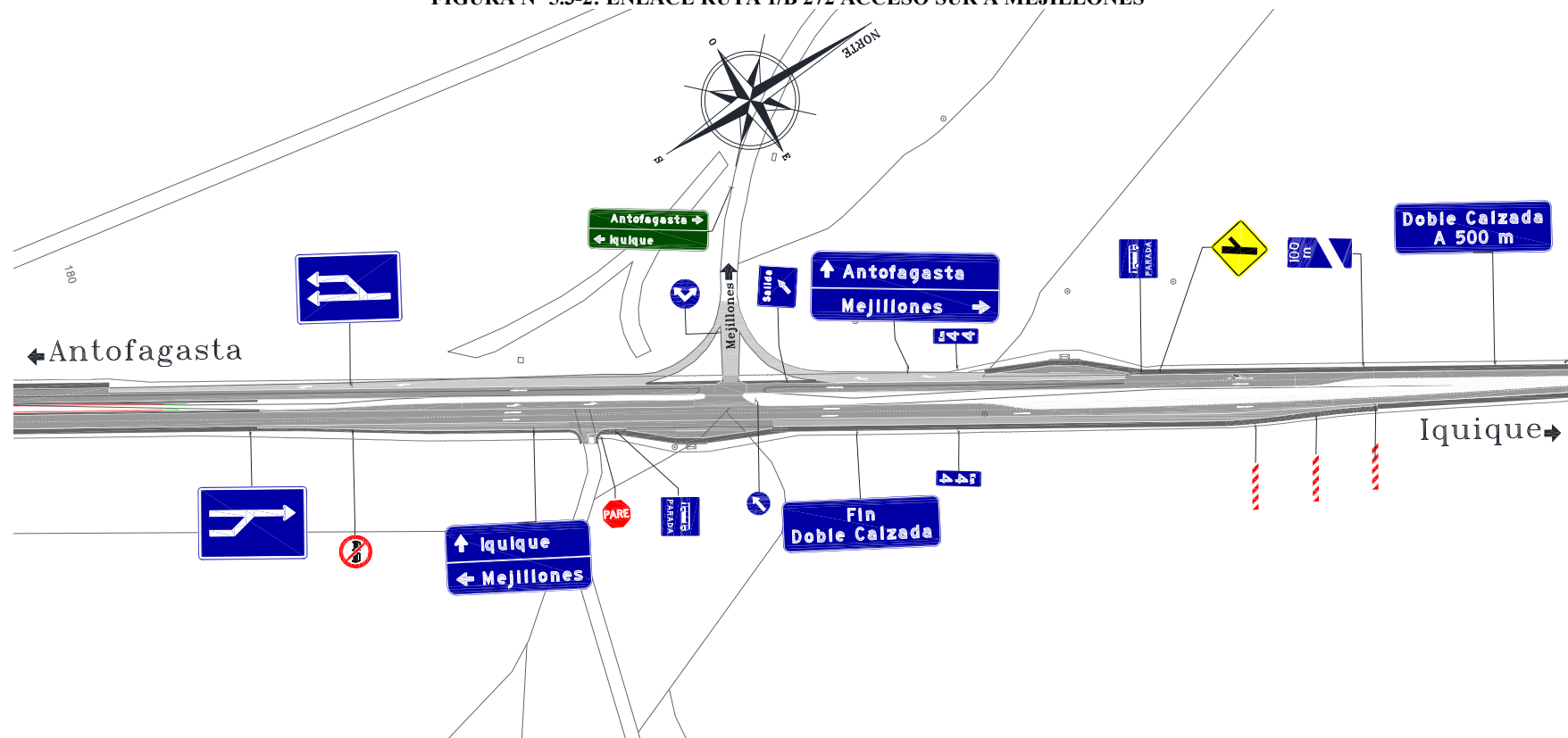
- Reposición de la calzada existente y ampliación a segunda calzada con pavimentación asfáltica en calzadas y bermas, en el tramo La Chimba - Acceso sur a Mejillones, con una longitud de 34 kilómetros.
- El perfil tipo de la Ruta queda constituido por una doble calzada de 7 m de ancho cada una, con bermas exteriores de 2,5 m e interiores de 1 m. Las calzadas se encontrarían separadas por una mediana de 6 m de ancho. Se adoptaría una velocidad de diseño de 80 Km/hr para la zona urbana y de 120 Km/hr con restricciones a 100 Km/hr para la zona rural.
- Construcción de 3 intersecciones desniveladas ubicadas en Acceso a La Portada, Acceso al Aeropuerto Cerro Moreno y Cruce con Ruta B400, las que además de permitir cruces a desnivel, resolverían los retornos y pasos peatonales.
- Construcción de 10.5 Km de calles de servicio pavimentadas ubicadas entre La Chimba y el Acceso a la Portada, en aquellos sectores con mayor grado de desarrollo de actividades.
- Construcción de 5 Pasarelas Peatonales ubicadas entre La Chimba y el Acceso al Aeropuerto, ubicadas en los sectores de mayor concentración de peatones.
- Construcción de 3 cruces a desnivel con el FFCC, los mismos que hoy se cruzan a nivel.

- Mejoramiento integral del sistema de señalización y seguridad vial.
- Mejoramiento del sistema de drenaje y saneamiento de las obras viales.
- **Ruta 1, entre Acceso Sur a Mejillones y Acceso Norte a Mejillones**
 - Reposición de la calzada existente con recapado asfáltico en calzadas y bermas nuevas. Longitud 21 Km.
 - El perfil tipo de la Ruta queda constituido por una calzada de 7 m de ancho, con bermas de 2 m. Se adopta una velocidad de diseño de 100 Km/hr.
 - Construcción de 2 intersecciones a nivel ubicadas en el acceso sur a Mejillones y en el acceso norte a Mejillones.
 - Mejoramiento integral del sistema de señalización y seguridad vial.
 - Mejoramiento del sistema de drenaje y saneamiento de las obras viales.
- **Ruta 5, entre Uribe y Carmen Alto**
 - Reposición de la calzada existente y ampliación a segunda calzada con pavimentación asfáltica en calzadas y bermas. Longitud 82.5 Km.
 - El perfil tipo de la Ruta queda constituido por una doble calzada de 7 m de ancho cada una, con bermas exteriores de 2,5 m e interiores de 1 m. Las calzadas se emplazan separadas por una mediana de 6 m de ancho. Se adopta una velocidad de diseño de 120 Km/hr con restricciones a 100 Km/hr.
 - Construcción de 2 intersecciones desniveladas ubicadas en Sector Cruce con Ruta B400 (Estación Prat) y Cruce en Carmen Alto, las que permitirían cruces a desnivel.
 - Construcción de 2 cruces a desnivel con el FFCC, los mismos que hoy se cruzan a nivel.
 - Solución Especial en la localidad de Baquedano, con sus respectivos cruces desnivelados con FFCC, de acuerdo a los documentos del Anteproyecto.
 - Mejoramiento integral del sistema de señalización y seguridad.
 - Mejoramiento del sistema de drenaje y saneamiento de las obras viales.
- **Ruta B-400 modificada, entre Ruta 1 y Ruta 5**
 - Pavimentación en asfalto de una carretera bidireccional de 2 pistas y con longitud total de 36 Km (sumando el tramo de 23 Km sobre la senda existente más una variante que conecte más al norte la ruta con Ruta 5).
 - El Perfil Tipo de la Ruta queda constituido por una calzada de 7 m de ancho con bermas exteriores de 2,0 m. Se adopta una velocidad de diseño de 80 Km/hr.
 - Repavimentación de Km 0,000 a Km 9,147 de camino existente entre Ruta 5 e intersección con tramo en variante de nueva Ruta B-400, según proyecto “Estudio de Ingeniería Mejoramiento Ruta B-400, sector Uribe - Mejillones, II Región. 2003”, desarrollado por la Dirección de Vialidad y la Consultora INGELOG.
 - Construcción de 3 intersecciones a nivel ubicadas en la intersección oriente con la variante, acceso a Subestación eléctrica y acceso Mina Rayrock.
 - Mejoramiento integral del sistema de señalización y seguridad vial.

- Mejoramiento del sistema de drenaje y saneamiento de las obras viales.
- **Ruta 26, entre Ruta 5 y Av. Circunvalación**
 - Reposición de la calzada existente con recapado asfáltico en calzadas y terceras pistas, ensanche de bermas. Longitud 12 Km.
 - El Perfil Tipo de la Ruta queda constituido por una calzada de 7 m de ancho con bermas exteriores de 2,0 m.
 - Complementación de las obras aluvionales.
 - Mejoramiento integral del sistema de señalización y seguridad vial.
 - Rehabilitación del sistema de drenaje y saneamiento de las obras viales.
- **Ruta 5, entre Ruta 28 y Nudo Uribe**
 - Reposición de la calzada existente con reconstrucción en concreto asfáltico, ensanche de bermas. Longitud 20,7 Km.
 - El Perfil Tipo de la Ruta queda constituido por una calzada de 7 m de ancho con bermas exteriores de 2,0 m.
 - De este tramo sólo se presentan estimaciones preliminares de obras. No se presentan Ingenierías Básicas.
 - Mejoramiento integral del sistema de señalización y seguridad.
 - Rehabilitación del sistema de drenaje y saneamiento de las obras viales.

Los enlaces y estructuras proyectadas para Ruta 1 y 5 se muestran en las figuras siguientes.

FIGURA N° 5.3-2: ENLACE RUTA 1/B 272 ACCESO SUR A MEJILLONES



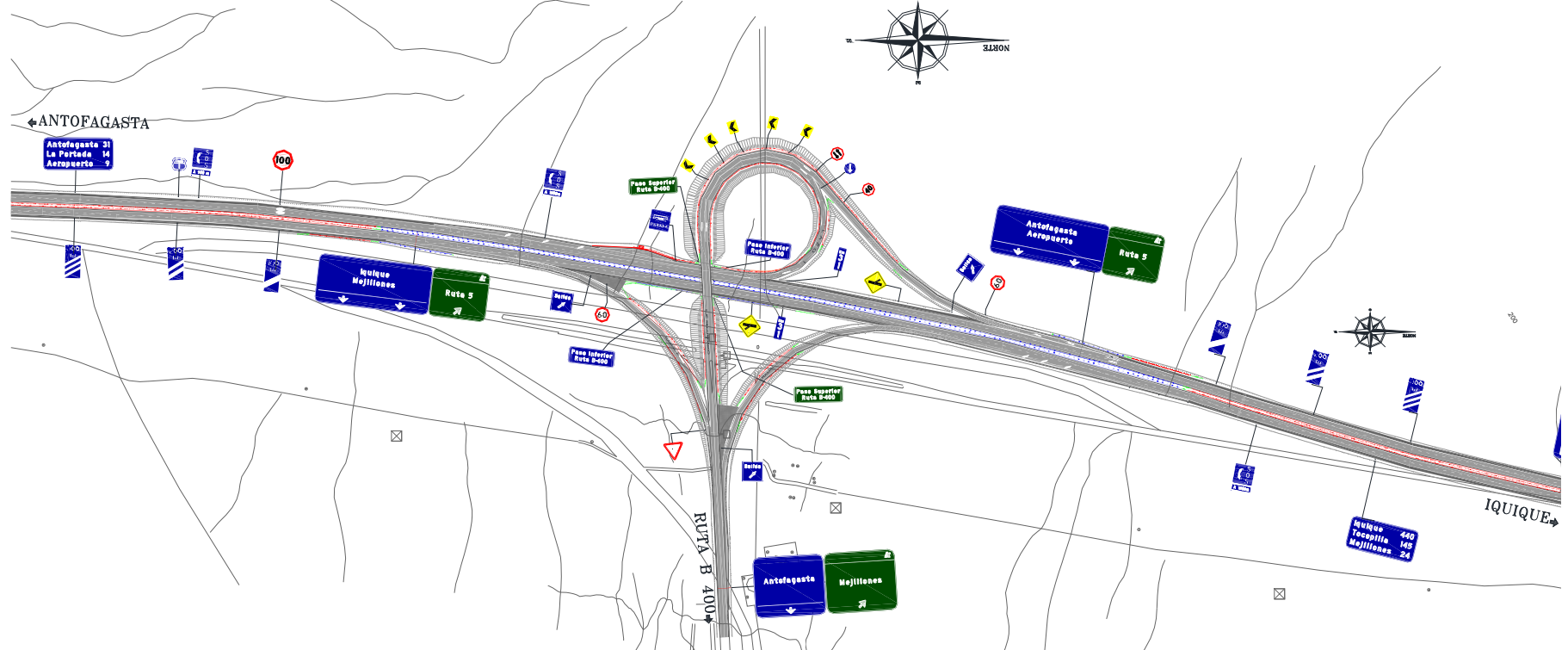
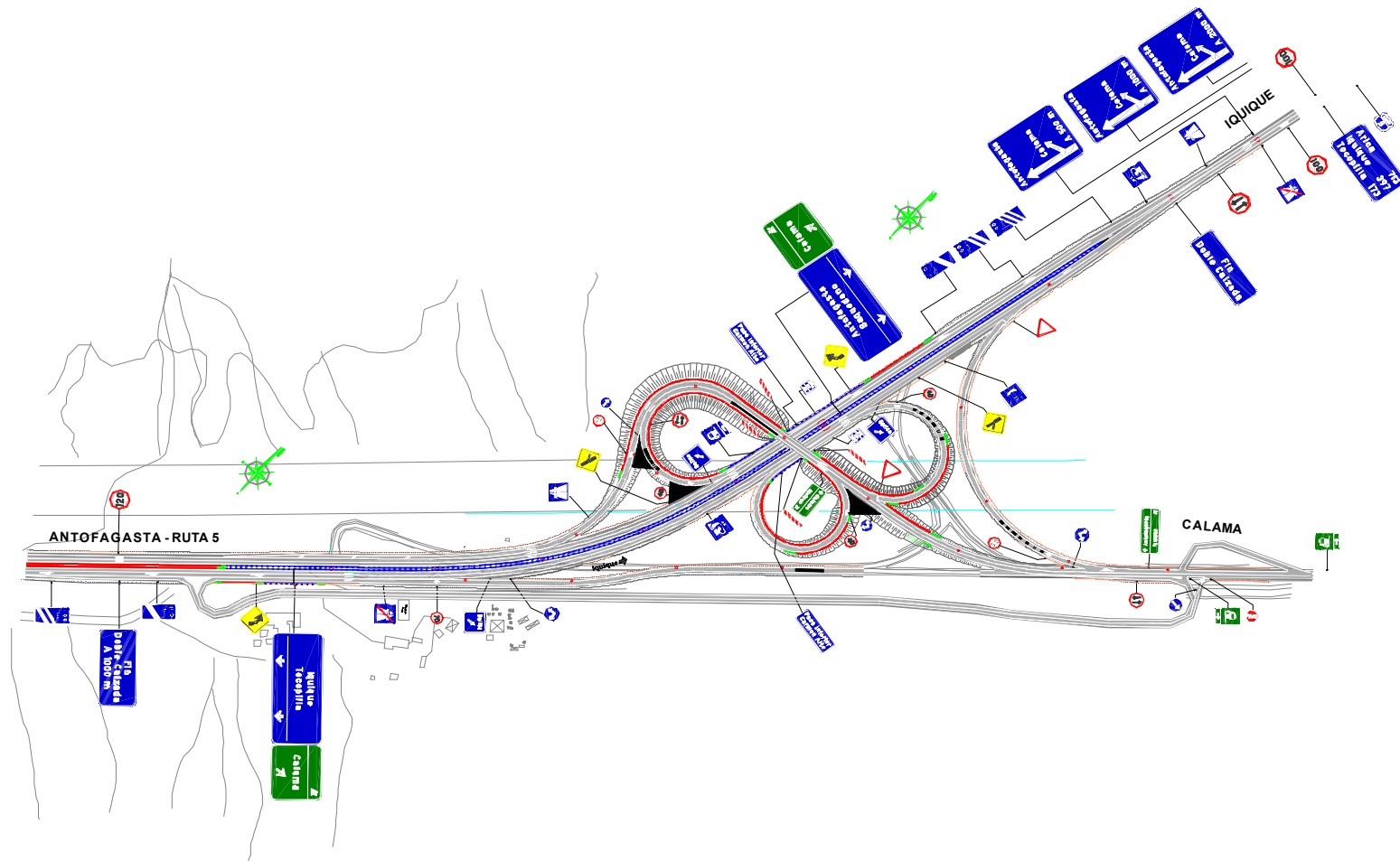


FIGURA N° 5.3-4: ENLACE RUTA 5 – RUTA 25



This technical drawing illustrates a complex highway interchange in Chile, featuring a multi-level design with several roundabouts and overpasses. The drawing includes various traffic signs, lane markings, and labels for directions such as 'ANTOFAGASTA', 'CALAMA', and 'RUTA B - 400'. It also features a green star symbol and a north arrow.

**FIGURA N° 5.3-6: RUTA 5 BY PASS BAQUEDANO
PLANTA GENERAL**

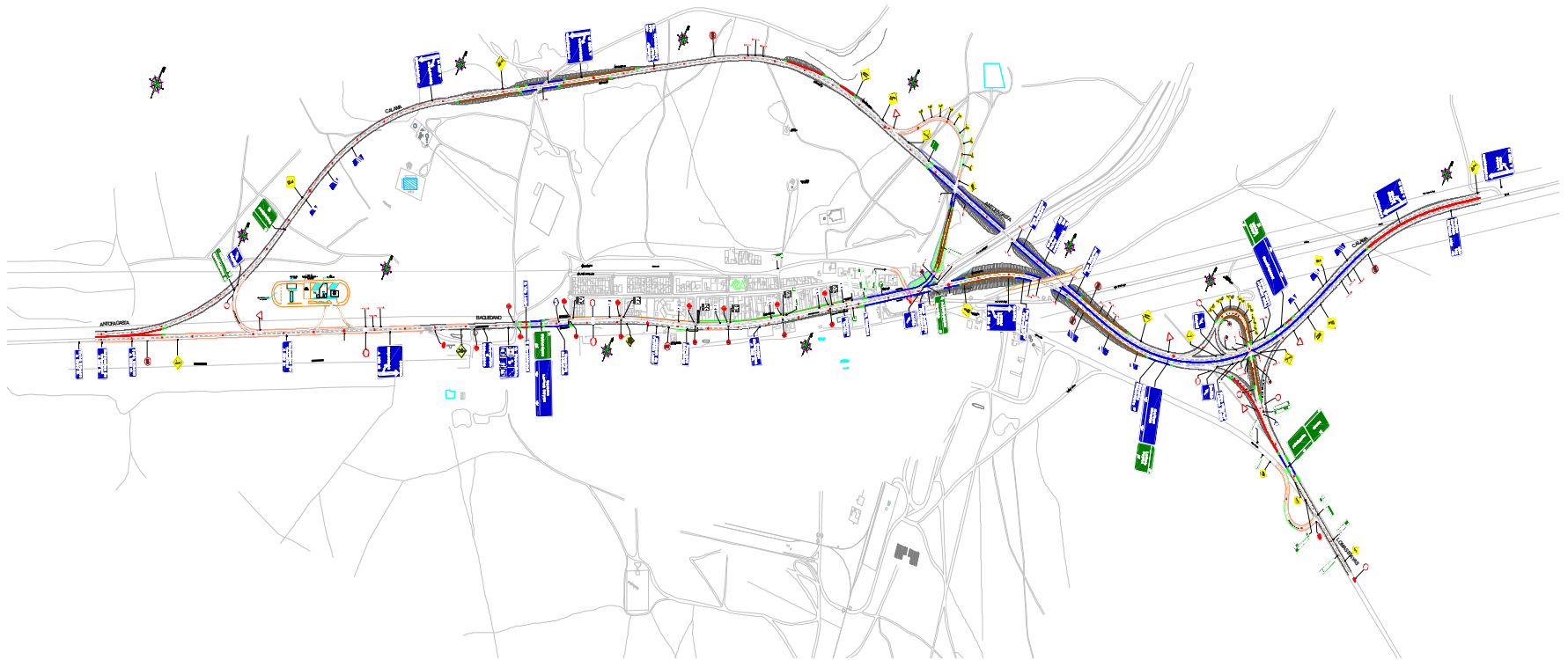
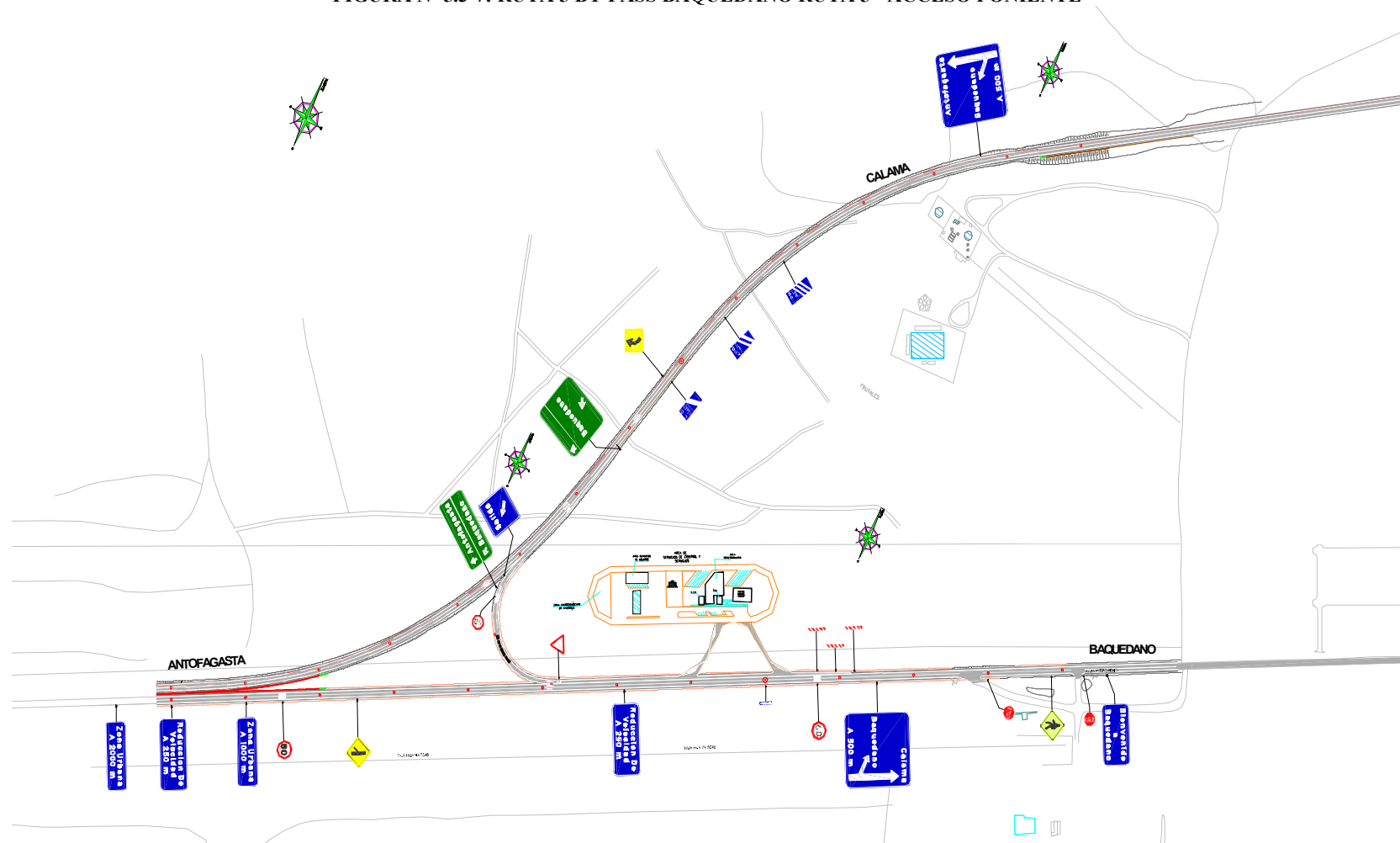


FIGURA N° 5.3-7: RUTA 5 BY PASS BAQUEDANO RUTA 5 - ACCESO PONIENTE

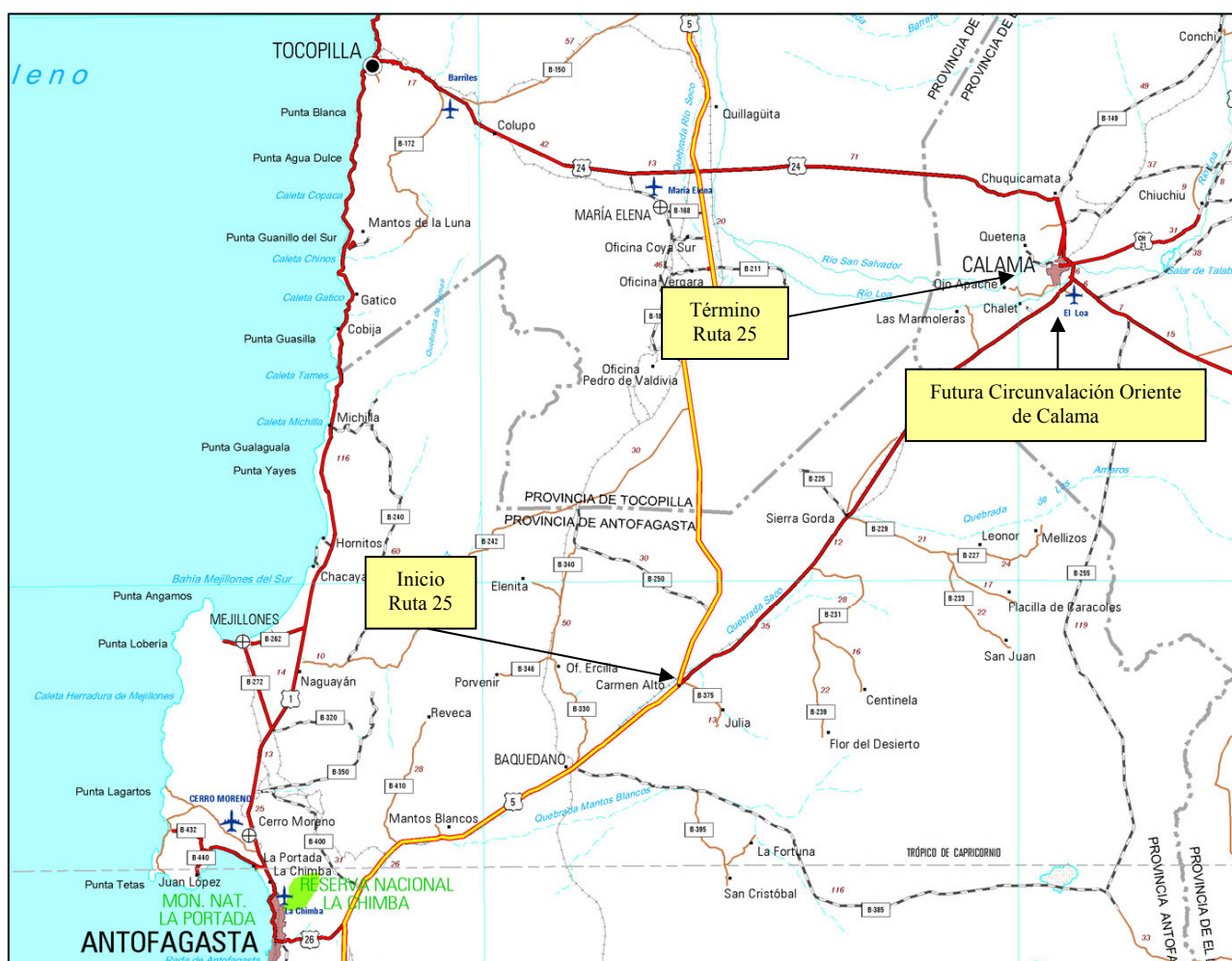


5.3.2 Obras de Infraestructura Concesión Vial MOP Rutas del Loa

El Ministerio de Obras Publicas a través de la Coordinación de Concesiones desarrollará próximamente la licitación de la Concesión Vial Rutas del Loa. El anteproyecto referencial contempla un diseño de ingeniería que incorpora el mejoramiento de la calzada existente y ampliación a segunda calzada en la Ruta 25, así como un nuevo trazado para la construcción de la Circunvalación Oriente de Calama.

En la figura siguiente se presentan los caminos que conformarán la futura Concesión en estudio.

FIGURA N° 5.3-9: CONCESION VIAL RUTAS DEL LOA



CUADRO N° 5.3-3: CONCESION VIAL RUTAS DEL LOA

Ruta	Sector Inicio	Sector Final	Longitud km
25	Carmen Alto (Ruta 5)	Acceso Sur Calama	111,0
Circunvalación Oriente Calama	Ruta 25	Ruta 24	25,4
		Total :	136,4

Fuente: MOP 2011

En la actualidad solo se tiene certeza de la primera etapa del proyecto la cual se considera como Situación Base para efectos de este estudio.

En el cuadro siguiente se resumen los principales mejoramientos que se anteproyectan para la Ruta 25 desde Carmen Alto hasta el acceso sur a la ciudad de Calama.

CUADRO N° 5.3-4: PRINCIPALES MEJORAMIENTOS EN RUTA 25

Rehabilitación Calzada Existente	Ampliación Doble Calzada	Calzadas Nuevas	Enlaces	Estructuras
72,5 km	72,5 km	4,3 km (Bypass Sierra Gorda, doble calzada) + 34,2 km (sectores en que se construye doble calzada por mejoramientos en planta y/o alzado donde se abandona la calzada existente)	- Acceso Sur Sierra Gorda - Acceso Norte Sierra Gorda - Sector industrial Calama - Acceso Sur Calama	- PS Ruta B-229 - PS El Tesoro - PS FFCC Sierra Gorda - PS FFCC Los Arrieros - Ampliación PS FFCC Los Arrieros existente - PS FFCC Cochrane - Ampliación PS FFCC Cochrane existente - Pasarela Industrias - PS FFCC Aeropuerto - Pasarela Aeropuerto
72,5 km	72,5 km	38,5 km	4	10

Fuente: MOP 2011

Los enlaces y estructuras proyectadas para Ruta 25 se muestran en el cuadro y las figuras siguientes.

CUADRO N° 5.3-5: ENLACES PROYECTADOS

Ruta	Dm	Intersección o Hito	Tipo de Enlace	Tipo de Estructura
Ruta 25	44.500	Acceso Sur a Sierra Gorda	Trompeta	Paso Superior Doble Calzada
	48.600	Acceso Norte a Sierra Gorda	Trompeta	
	109.600	Sector Industrial Calama	Diamante	
	111.700	Acceso Sur a Calama	Trompeta	Paso Inferior Doble Calzada

Fuente: MOP 2011

FIGURA N° 5.3-10: PROYECTO RUTA 25/CIRCUNVALACION ACTUAL

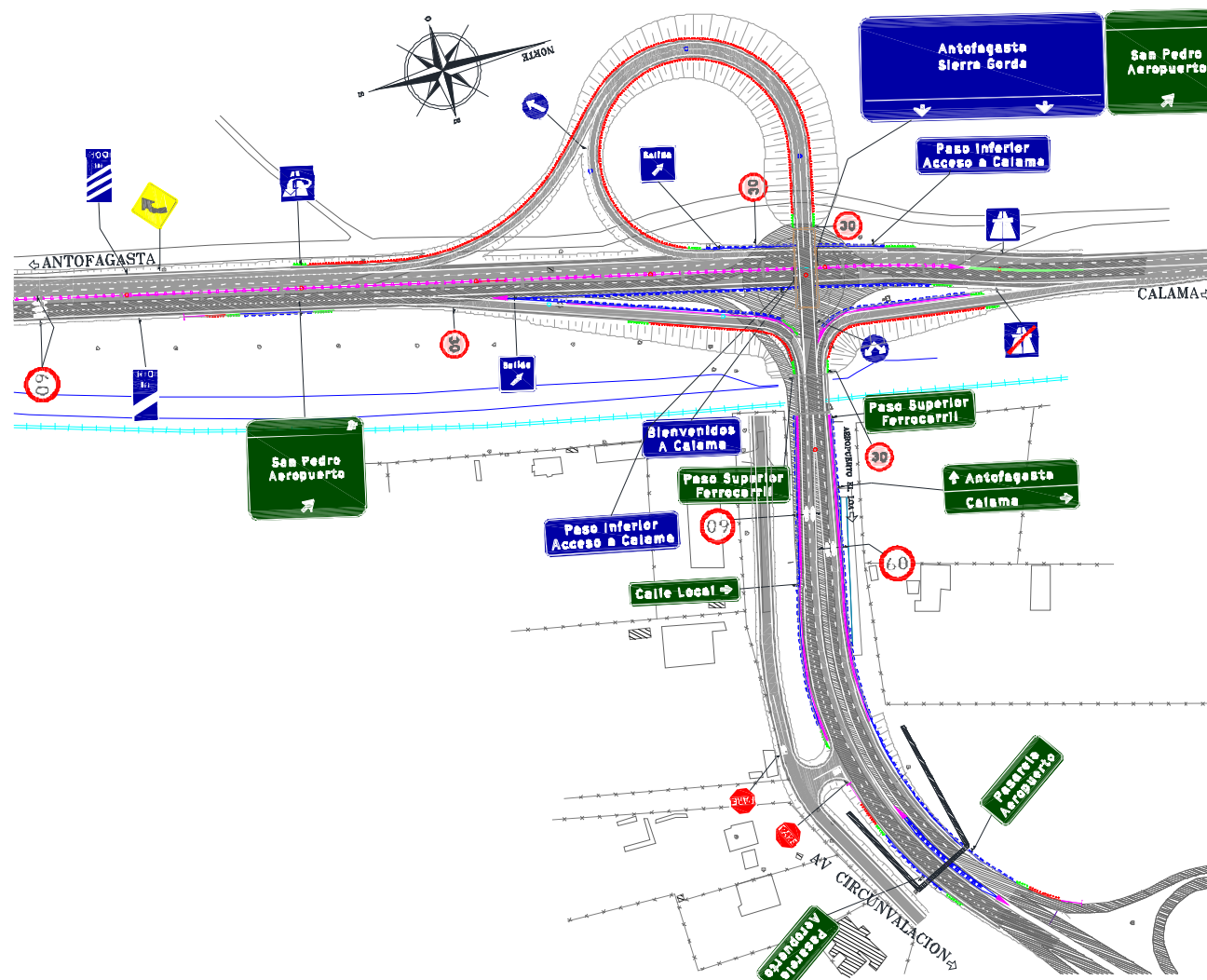


FIGURA N° 5.3-11: BYPASS SIERRA GORDA

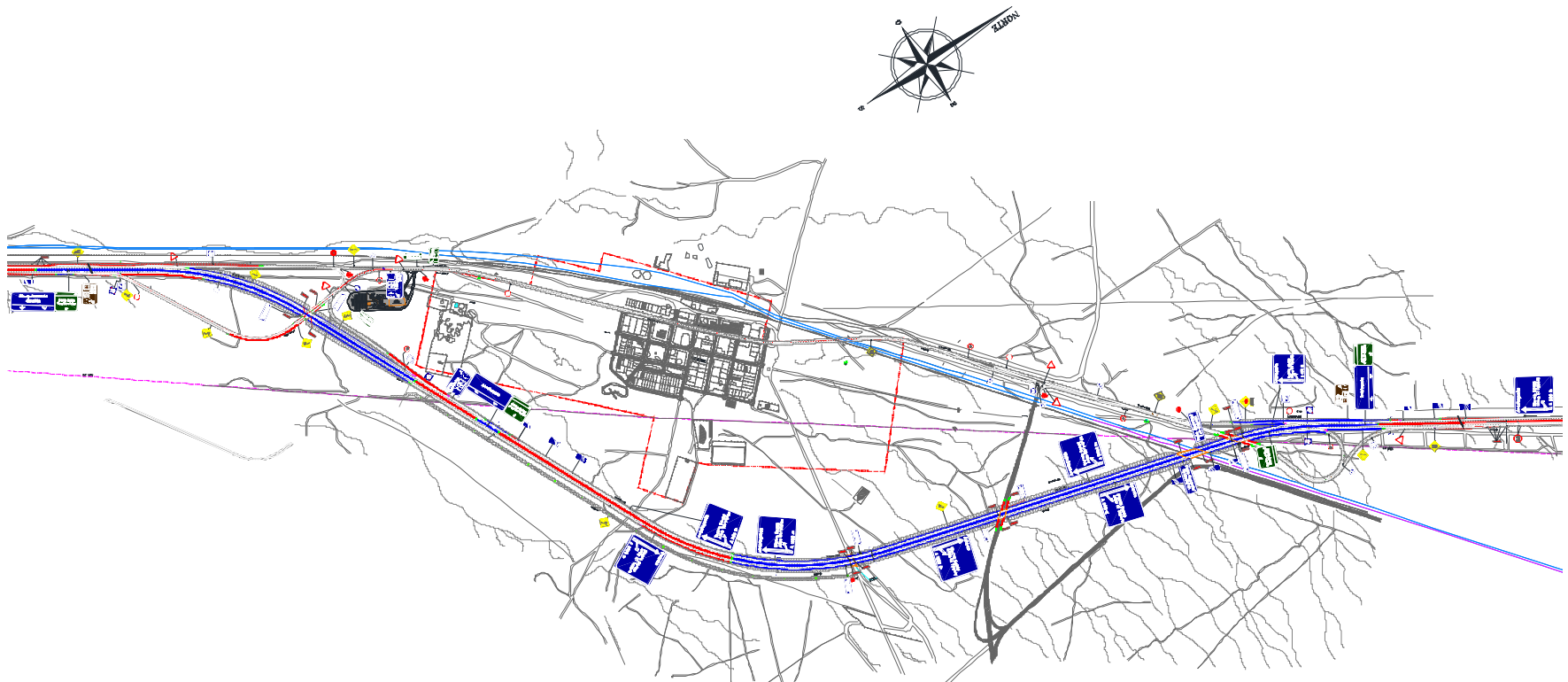


FIGURA N° 5.3-12: BYPASS SIERRA GORDA ACCESO ORIENTE

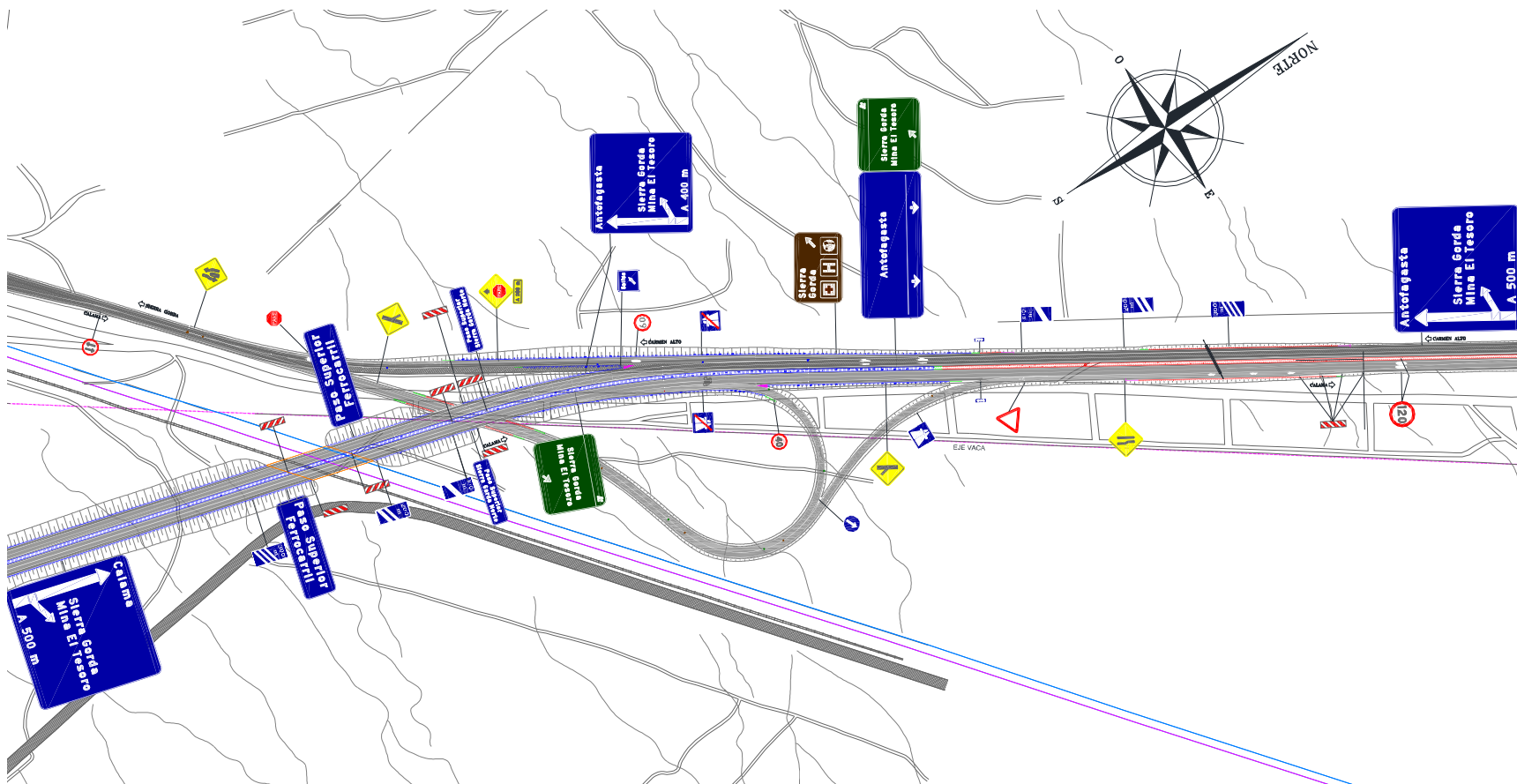
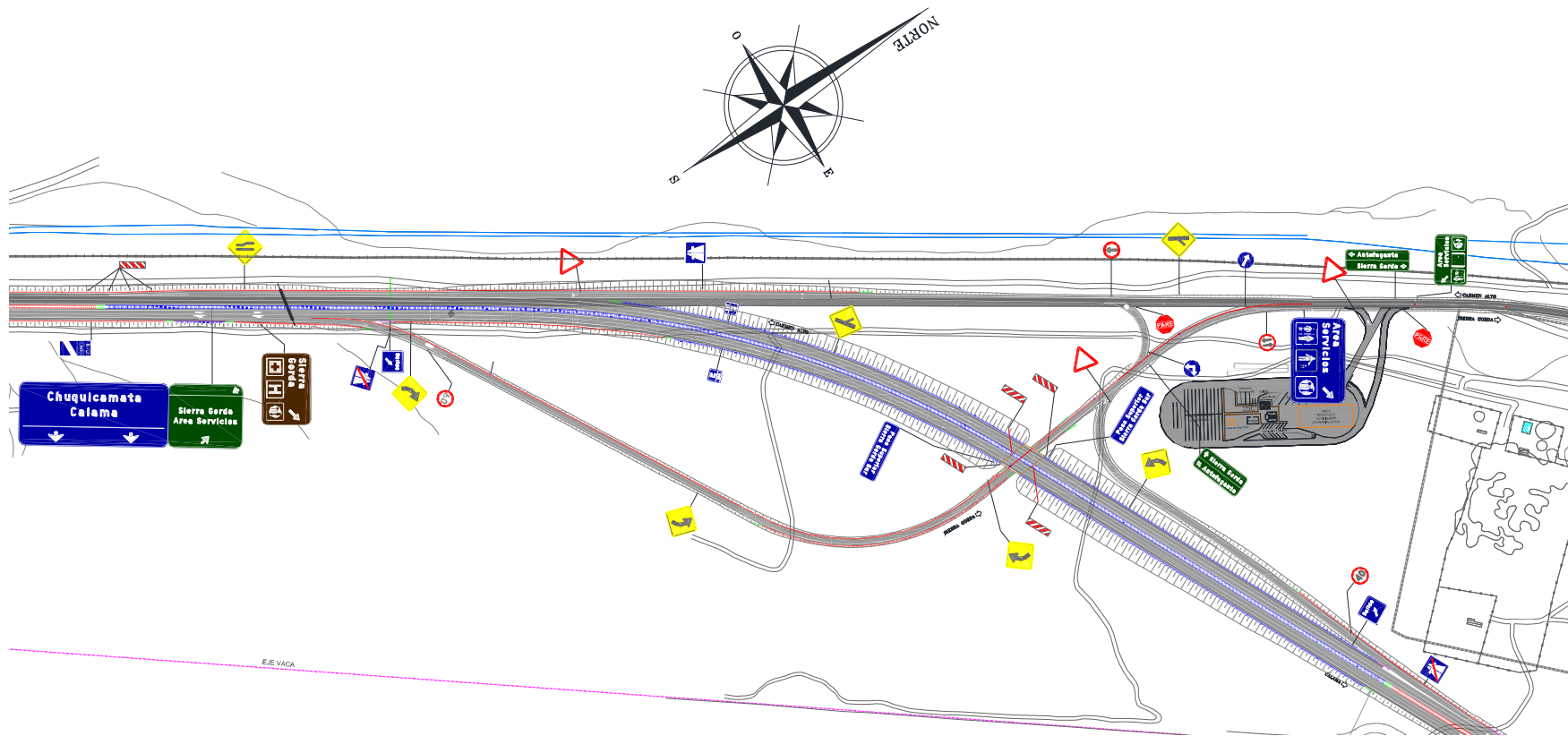


FIGURA N° 5.3-13: BYPASS SIERRA GORDA ACCESO PONIENTE



5.3.2.1 Trazado Circunvalación Oriente

El trazado de la Circunvalación Oriente atravesará el gasoducto que corre al costado derecho en el sector posterior al río Loa y aparece al costado poniente de la Ruta 50, tal como indican las figuras siguientes.

FIGURA N° 5.3-14: UBICACIÓN FUTURA CIRCUNVALACIÓN ORIENTE DE CALAMA

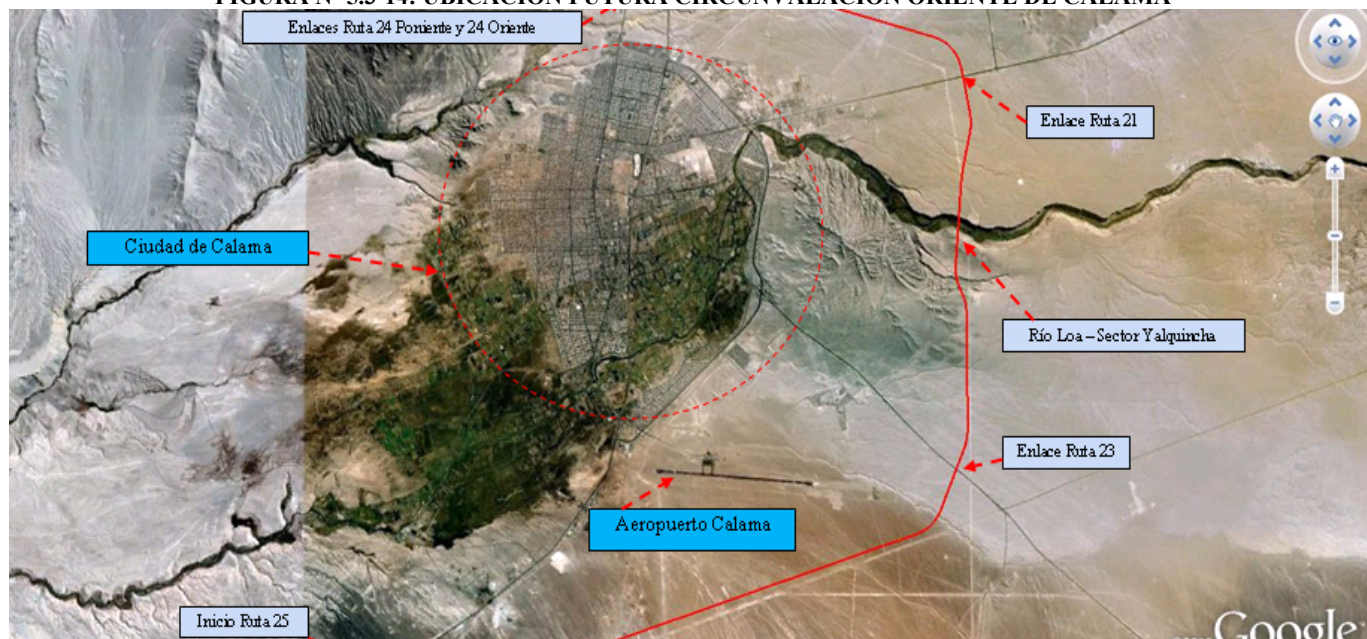
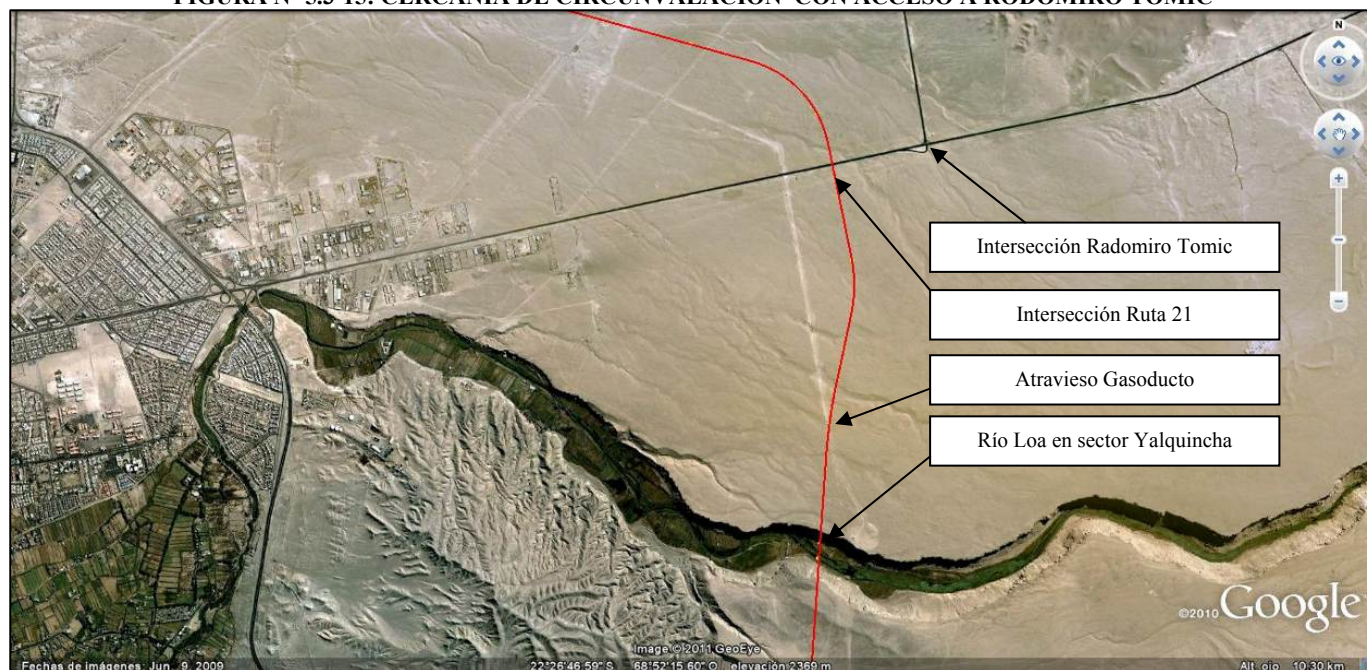


FIGURA N° 5.3-15: CERCANÍA DE CIRCUNVALACION CON ACCESO A RODOMIRO TOMIC



Son parte de este proyecto además la ampliación de la ruta 21, entre el eje central de la Circunvalación Oriente y el acceso a Radomiro Tomic, tal como se muestra en la figura siguiente.

De esta se aprecia que el anteproyecto considera un enlace completo que contiene cuatro ramales directos que permiten los siguientes movimientos

- Circunvalación Oriente a Ruta 21, desde el sur al oriente.
- Ruta 21 a Circunvalación Oriente, desde el oriente al norte
- Circunvalación Oriente a Ruta 21, desde el norte a poniente.
- Ruta 21 a Circunvalación Oriente, desde el poniente al sur.

Además considera 4 lazos para permitir los virajes izquierda.

- Circunvalación Oriente a Ruta 21, desde el sur al poniente.
- Ruta 21 a Circunvalación Oriente, desde el oriente al sur
- Circunvalación Oriente a Ruta 21, desde el norte a oriente.
- Ruta 21 a Circunvalación Oriente, desde el poniente al norte.

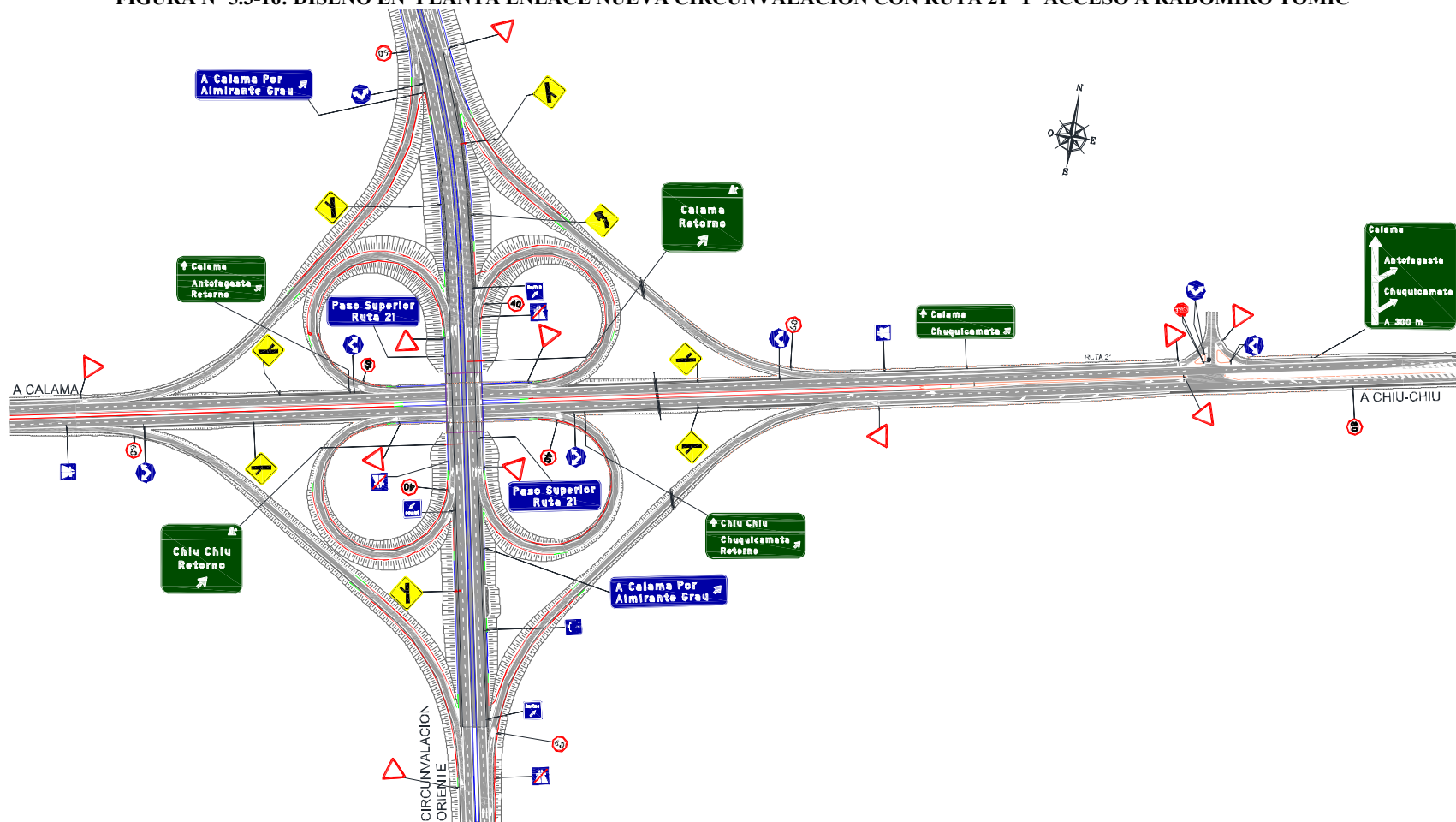
Para la Ruta 21, el anteproyecto referencial del MOP considera la ampliación de la calzada actual desde un perfil de calzada simple de una pista por sentido, a uno de calzada doble.

El perfil de esta ruta considera dos pistas por sentido de 3,5 m. de ancho, separada por una mediana central de 6,0 m., valor que disminuye a 0,60 en el sector de la pista de viraje para acceder a la ruta de Radomiro Tomic.

Los 6,0 m. consideran 1,0 m. de berma a cada lado más 0,5 m. de ancho de SAP, sobre ancho de plataforma.

En los extremos de la plataforma se ha considerado una berma de 2,5 m. más 1,0 m. de SAP.

FIGURA N° 5.3-16: DISEÑO EN PLANTA ENLACE NUEVA CIRCUNVALACION CON RUTA 21 Y ACCESO A RADOMIRO TOMIC



5.3.2.2 Acceso a Mina Radomiro Tomic

Para acceder a la ruta de acceso a RT, el proyecto de la Unidad de Concesiones MOP propone una pista de viraje izquierda de espera central con la siguientes dimensiones, curva de transición $L_c = 85$ m y longitud de espera central $L_d = 75$ m y $l_e = 60$ m.

Este dispositivo tiene el inconveniente que se encuentra ubicado a solo 43 m. al oriente del ramal de acceso a la ruta 21, lo que provocaría un importante entrecruzamiento de vehículos.

FIGURA N° 5.3-17: DISEÑO EN PLANTA, PISTA DE ESPERA CENTRAL

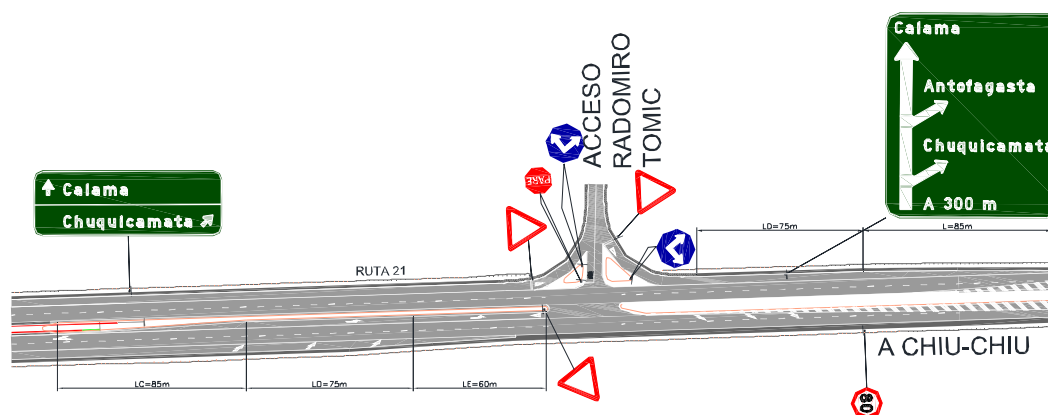
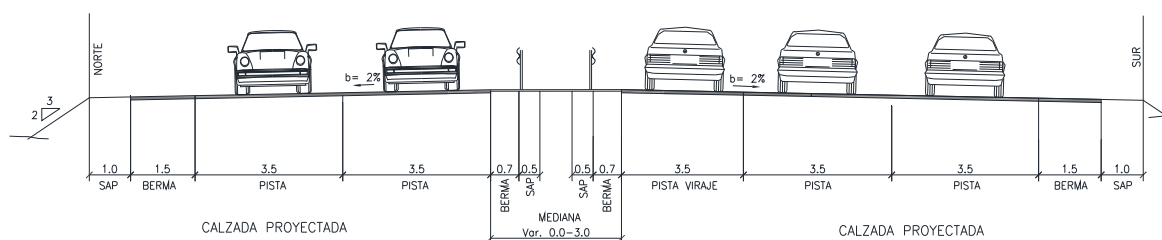


FIGURA N° 5.3-18: PERFIL TIPO RUTA 21



5.3.3 Nudo vial SERVIU Alcalde José Lira -Ruta 25 Balmaceda

En el sector del acceso Sur a Calama, se dispone actualmente también de un proyecto SERVIU conocido como “Mejoramiento Eje Balmaceda, Calama”.

Este nudo corresponde a parte del proyecto de ingeniería, que está en construcción y une por el sur la ruta 25 con Av. Circunvalación en el sector Norte, con cuatro pistas, 2.6 kilómetros.

En esta primera etapa las obras comprenden el mejoramiento y obras de construcción de la avenida Balmaceda desde la calle Ecuador hasta la ruta 25. El proyecto contempla una faja vial de 26 metros de ancho total, con un perfil de doble calzada de siete metros de ancho

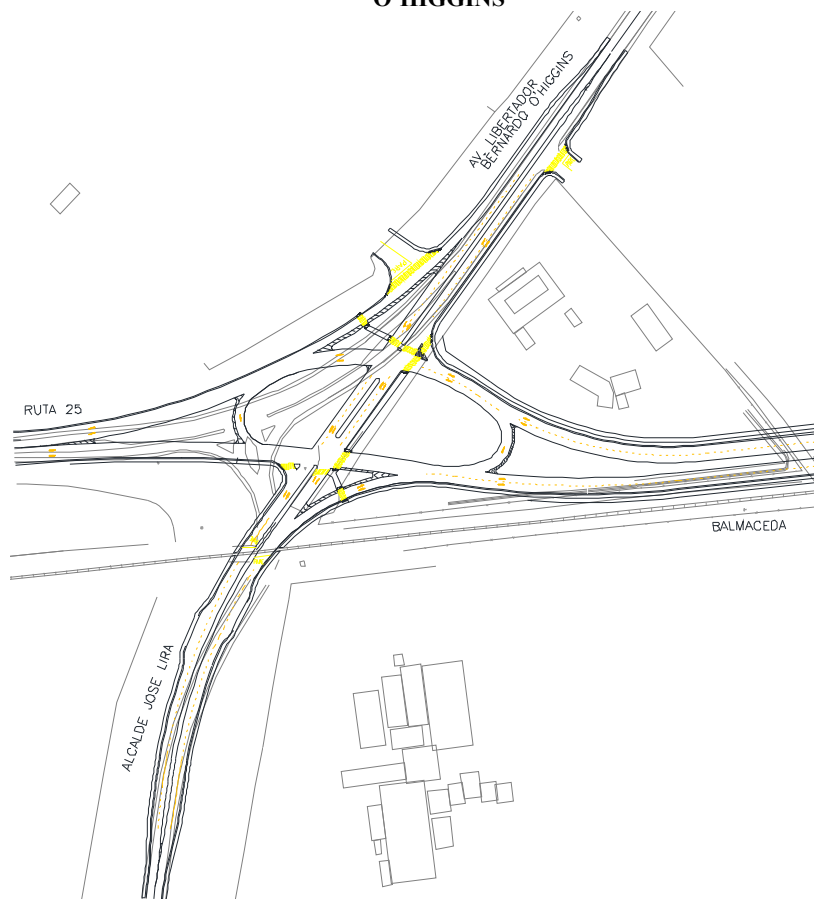
cada una, y cuatro metros variables en el bandejón central y la construcción de un puente de cuatro pistas sobre el caudal del río Loa.

La solución propuesta del nudo vial, pretende dar una continuidad al eje Ruta 25-Balmaceda, perdiendo relevancia la conectividad de la ruta 25 con Av. Libertador Bernardo O'Higgins y viceversa

Para permitir estos últimos movimientos el diseño propone generar una mediana central amplia en el eje Ruta 25- Balmaceda de 40 m. de ancho tal forma de facilitar los virajes izquierda, hacia Av. Libertador Bernardo O'Higgins y Alcalde José Lira.

Para permitir los virajes izquierda desde Av. Libertad Bernardo O'Higgins y Alcalde José Lira, se proponen retornos aprovechando las medianas centrales. En la figura que se presenta a continuación es posible visualizar el nudo vial propuesto

FIGURA N° 5.3-19: NUDO VIAL SERVIU RUTA 25- BALMACEDA – LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS



5.4 Proyección de Demanda Situación Base

5.4.1 Formulaciones de Modelos Utilizadas

Para simular el impacto en los años de corte se requiere conocer las proyecciones de los flujos vehiculares que intervienen en cada intersección crítica a nivel de tipos de vehículos y movimientos que realizan cada uno de ellos.

Para esto se recurre a modelos de series de tiempo de tipo exponencial, de la forma:

$$Y_t = A_o \cdot PIB_t^{\alpha_0}$$

Donde:

Y_t = Flujo vehicular año t en TMDA
 PIB_t = Producto Interno Bruto Regional año t
 α_0 = Elasticidad

Estos modelos se caracterizan por ser de elasticidad constante α_0 y en general se han mostrado satisfactorios para el estudio de este tipo de series. La principal dificultad que presenta este tipo de modelos es no cumplir con el supuesto de ruido blanco para los residuos. Cuando ello ocurre se dice que el modelo presenta problemas de correlación serial.

Se dispone de diversas alternativas para tratar con el problema de correlación serial, el que se detecta en la mayoría de los casos mediante la prueba de Durbin Watson. Un procedimiento que, en la mayoría de los casos, resuelve el problema de correlación serial, consiste en la estimación del modelo mediante el procedimiento de Cochrane Orcutt. Cuando ello no resuelve el problema se ha estimado un modelo auto regresivo de la forma:

$$Y_t = A_o \cdot PIB_t^{\alpha_0} \cdot Y_{t-1}^{\alpha_1}$$

Donde la elasticidad viene determinada por $\alpha_0/(1-\alpha_1)$.

No existe en la vialidad de la II Región, Plazas de Peajes que provea información continua e histórica de tránsito. Por tal razón, y a objeto de construir una serie histórica con la cual analizar modelos de series de tiempo, se recabó información de las estaciones de conteos continuos de tránsito que instala el MOP en sus principales autopistas.

Específicamente se trabajó con la información de la Estación La Uribe (Código MOP: 02.III.3), localizada en el km. 1.378,5 de la Ruta 5 cercano al acceso norte a Antofagasta. Si bien el MOP posee otras estaciones en el sector, éstas se encuentran discontinuas en el

tiempo, no ofreciendo por tanto información histórica de tránsito en la red de análisis. Con la información de la Estación La Uribe, se pudo construir una serie del año 1998 al 2010.

Dicha información fue complementada con información de conteos del Plan Nacional de Censos, que corresponde a conteos manuales en 3 días laborales de años pares que realiza sistemáticamente el MOP en toda su vialidad. Específicamente se trabajó con los antecedentes del PNC 005-01-1, también localizado en la Ruta 5 en el sector La Uribe, para los años 1990 a 1996. De esa forma se construyó la serie de 21 años (1990 a 2010) de transitos históricos en la Ruta 5, desagregado por tipo de vehículos que se presenta en el cuadro siguiente.

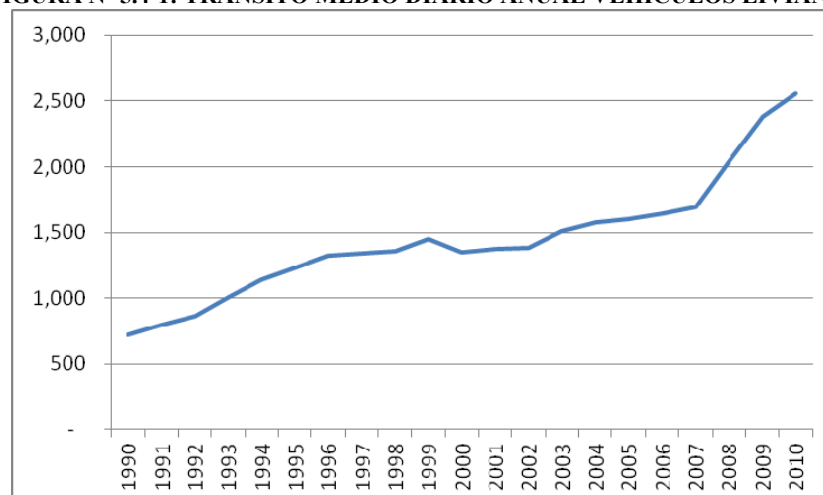
CUADRO N° 5.4-1: SERIE HISTÓRICA DE TRÁNSITO EN RUTA 5 SECTOR LA URIBE

Fuente	Año	Veh. Liviano	Cam. 2 ejes	Buses	Camiones Pesados	TMDA
PNC 005-01-1 La Uribe	1990	723	359	310	401	1,794
Media año anterior y posterior	1991	794	310	279	414	1,797
PNC 005-01-1 La Uribe	1992	865	260	247	428	1,801
Media año anterior y posterior	1993	1,003	282	242	440	1,968
PNC 005-01-1 La Uribe	1994	1,142	304	237	453	2,135
Media año anterior y posterior	1995	1,232	341	234	495	2,302
PNC 005-01-1 La Uribe	1996	1,321	379	230	538	2,468
Media año anterior y posterior	1997	1,338	420	230	561	2,550
Contador 02.III.3 La Uribe	1998	1,355	461	230	584	2,631
Contador 02.III.3 La Uribe	1999	1,451	464	239	558	2,712
Contador 02.III.3 La Uribe	2000	1,352	431	231	613	2,627
Contador 02.III.3 La Uribe	2001	1,379	317	235	686	2,617
Contador 02.III.3 La Uribe	2002	1,387	355	267	698	2,707
Contador 02.III.3 La Uribe	2003	1,507	343	246	688	2,784
Contador 02.III.3 La Uribe	2004	1,573	344	319	676	2,913
Contador 02.III.3 La Uribe	2005	1,602	388	320	741	3,051
Contador 02.III.3 La Uribe	2006	1,640	479	337	748	3,204
Contador 02.III.3 La Uribe	2007	1,697	499	347	764	3,307
Media año anterior y posterior	2008	2,038	528	386	866	3,818
Contador 02.III.3 La Uribe	2009	2,379	557	425	968	4,329
Contador 02.III.3 La Uribe	2010	2,558	600	439	1,116	4,712
Tasa Media 2010/1990		6.5%	2.6%	1.8%	5.3%	4.9%
Tasa Media 2010/1998		5.4%	2.2%	5.5%	5.5%	5.0%

Fuente: Información de Conteos Continuos y PNC en página www.vialidad.cl.

• Modelos de Vehículos Livianos

El siguiente gráfico permite apreciar el comportamiento del flujo de vehículos livianos, donde se destaca el mayor crecimiento experimentado estos últimos años. Se aprecia también, que la tendencia de crecimiento presenta cambios de pendiente a lo largo del tiempo, años con crecimiento marginal e incluso decrecimiento en el año 2000. Esto último coincide con una caída del producto regional.

FIGURA N° 5.4-1: TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL VEHÍCULOS LIVIANOS

El siguiente cuadro presenta los resultados de estimar el modelo de proyección de vehículos livianos. Se observa un excelente ajuste a los datos, el estadígrafo F indica que el modelo en su conjunto es significativo. Lo mismo indica el estadígrafo t. Sin embargo, estos indicadores pudieran estar sesgados por presentar problemas de correlación serial. La que se identifica por el valor del estadígrafo D-W.

CUADRO N° 5.4-2: MODELO VEHÍCULOS LIVIANOS

Dependent Variable: LOG(VEHLIV)				
Method: Least Squares				
Date: 05/13/12 Time: 07:31				
Sample: 1990 2010				
Included observations: 21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-5.060308	1.365471	-3.705905	0.0015
LOG(PIB)	0.841182	0.093450	9.001382	0.0000
R-squared	0.810047	Mean dependent var		7.227612
Adjusted R-squared	0.800050	S.D. dependent var		0.319821
S.E. of regression	0.143010	Akaike info criterion		-0.961407
Sum squared resid	0.388587	Schwarz criterion		-0.861929
Log likelihood	12.09477	F-statistic		81.02488
Durbin-Watson stat	0.352357	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: CIS 2012

Para resolver este problema se estimó el modelo bajo el procedimiento de Cochrane-Orcutt, no obteniéndose resultados satisfactorios. Lo anterior motivó la estimación de un modelo auto regresivo en la variable dependiente, cuyos resultados se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 5.4-3: MODELO VEHÍCULOS LIVIANOS (AR)

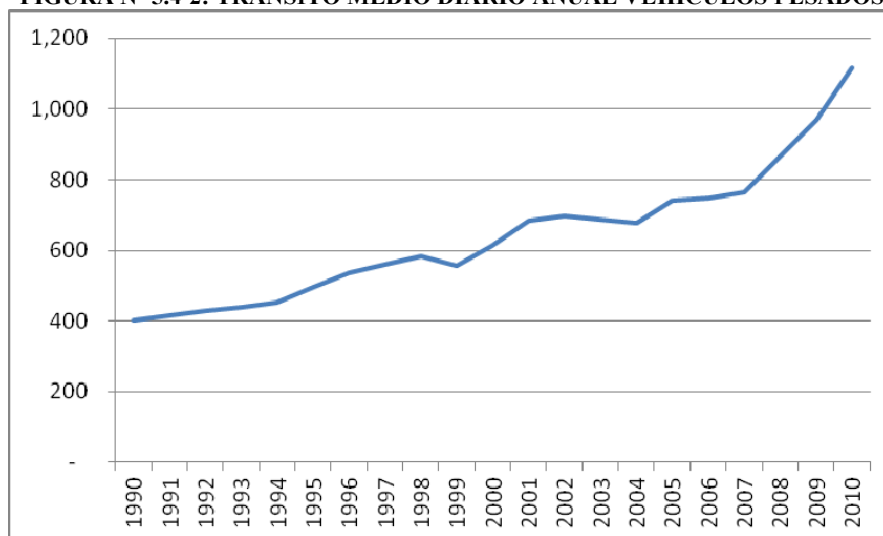
Dependent Variable: LOG(VEHLIV)				
Method: Least Squares				
Date: 05/13/12 Time: 07:59				
Sample (adjusted): 1990 2009				
Included observations: 20 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.523507	0.586205	-2.598931	0.0187
LOG(PIB)	0.216022	0.070983	3.043306	0.0073
LOG(VEHLIV(1))	0.766998	0.083283	9.209563	0.0000
R-squared	0.972728	Mean dependent var		7.196651
Adjusted R-squared	0.969520	S.D. dependent var		0.294075
S.E. of regresión	0.051342	Akaike info criterion		-2.963151
Sum squared resid	0.044811	Schwarz criterion		-2.813791
Log likelihood	32.63151	F-statistic		303.1747
Durbin-Watson stat	1.456943	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: CIS 2012

En este caso, al incluir la variable dependiente rezagada, la prueba de Durbin Watson deja de ser válida y puede utilizarse la prueba de Durbin H. El indicador D-H toma el valor de 1,31, menor a 1,96, descartándose la presencia de correlación serial. Los otros indicadores R², F y t son más que satisfactorios, por lo que el modelo puede utilizarse para el cálculo de la elasticidad. Se obtiene un valor de la elasticidad de 0,93.

- **Modelos de Vehículos Pesados**

El gráfico muestra la tendencia al crecimiento del flujo de vehículos pesados, mostrando cambios de pendientes que corresponden a cambios en la tasa de crecimiento del flujo de vehículos pesados. También puede observarse leves decrecimientos en los años 1999 y 2003.

FIGURA N° 5.4-2: TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL VEHÍCULOS PESADOS

CUADRO N° 5.4-4: MODELO VEHÍCULOS PESADOS

Dependent Variable: LOG(REMYSEM)				
Method: Least Squares				
Date: 05/13/12 Time: 09:00				
Sample: 1990 2010				
Included observations: 21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.690097	1.103974	-4.248377	0.0004
LOG(PIB)	0.760716	0.075554	10.06852	0.0000
R-squared	0.842160	Mean dependent var		6.422378
Adjusted R-squared	0.833853	S.D. dependent var		0.283659
S.E. of regresión	0.115623	Akaike info criterion		-1.386574
Sum squared resid	0.254004	Schwarz criterion		-1.287096
Log likelihood	16.55903	F-statistic		101.3751
Durbin-Watson stat	0.362167	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: CIS 2012

El modelo estimado presenta buenos indicadores t, F y R^2 , no obstante existe evidencia de correlación serial. Se estimó el modelo bajo el procedimiento de Cochrane Orcutt, obteniéndose un coeficiente no significativo para la elasticidad, por lo que fue necesario estimar el modelo auto regresivo en la variable dependiente.

El indicador de Durbin-H alcanzó un valor de 0,06, por lo que se descarta la presencia de correlación serial. Por otra parte los indicadores estadísticos del modelo son satisfactorios, por lo que puede obtenerse la elasticidad del flujo de vehículos pesados al PIB regional. Se estimó una elasticidad de 0,66.

CUADRO N° 5.4-5: MODELO VEHÍCULOS PESADOS (AR)

Dependent Variable: LOG(REMYSEM)				
Method: Least Squares				
Date: 05/13/12 Time: 09:11				
Sample (adjusted): 1990 2009				
Included observations: 20 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.125540	0.480774	-2.341100	0.0317
LOG(PIB)	0.220390	0.060269	3.656769	0.0020
LOG(REMYSEM(1))	0.667695	0.075414	8.853672	0.0000
R-squared	0.981124	Mean dependent var		6.392618
Adjusted R-squared	0.978903	S.D. dependent var		0.255184
S.E. of regresión	0.037065	Akaike info criterion		-3.614814
Sum squared resid	0.023355	Schwarz criterion		-3.465454
Log likelihood	39.14814	F-statistic		441.8027
Durbin-Watson stat	1.972290	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: CIS 2012

Para el caso de los buses y los camiones de 2 ejes los datos disponibles del cuadro 5.4-1 presentan comportamientos un tanto erráticos que inciden en modelos con bajos indicadores y poco confiables. En estas circunstancias la proyección puede realizarse en

base a una tasa de crecimiento obtenida en los últimos años, o bien como porcentaje del crecimiento de los vehículos livianos.

5.4.2 Escenario de Crecimiento del PIB

Para utilizar los modelos anteriores se requiere conocer las proyecciones de la tasa de crecimiento del PIB nacional, para lo cual se considera el desempeño pasado de la economía como también las expectativas de crecimiento futuro.

Los gráficos siguientes presentan la evolución del PIB del año 1986 al 2011, donde se observan los períodos de contracción económica de fines de la década del 90 y del año 2009. En la serie de 25 años contemplada, la economía ha crecido a una tasa del 5,4% anual, la cual se podría considerar como una tasa de largo plazo. La tasa media de crecimiento de los últimos 25 años, oculta fuertes variaciones a lo largo de este período, como se observa en el gráfico siguiente donde se aprecian tasas negativas y tasas positivas sobre el 10%. Sin embargo, en la última década –con excepción del año 2009-, se produjo una fuerte estabilidad del PIB entorno al 4.5% de crecimiento anual.

FIGURA N° 5.4-3: EVOLUCIÓN HISTÓRICA PIB NACIONAL (MMS 2003)

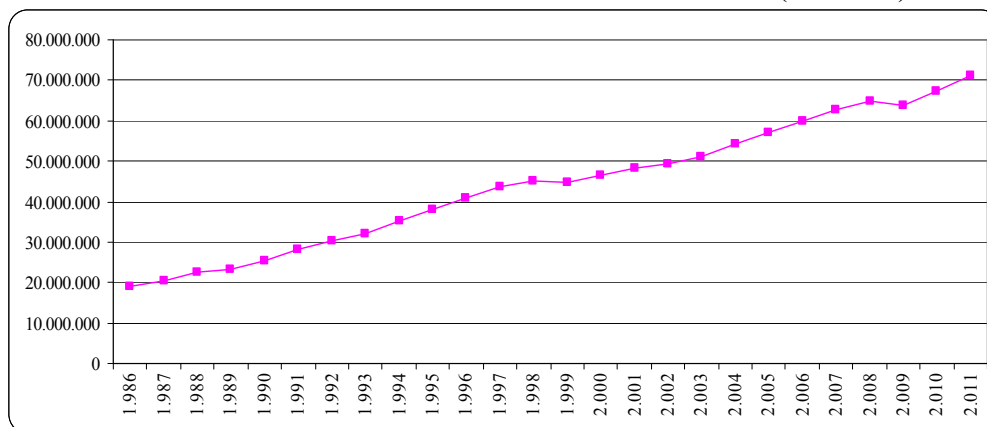
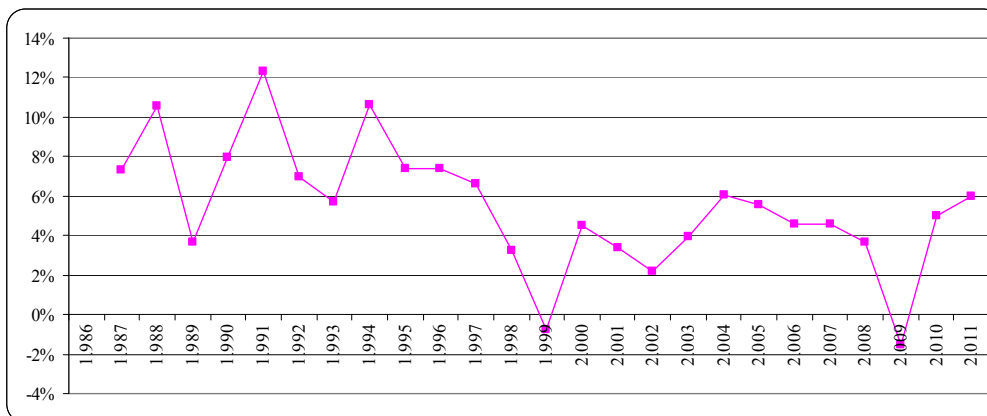


FIGURA N° 5.4-4: TASA DE VARIACIÓN ANUAL DEL PIB NACIONAL



A pesar de las fuertes variaciones en la tasa de crecimiento, que se puede observar en el gráfico anterior, en el último período se aprecia como tasa tendencial un valor entre 4% y 5% anual, lo que puede observarse de mejor forma en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 5.4-6: VARIACIÓN DEL PIB NACIONAL

Tramo de Años	Tasa Anual	Período	Tasa Anual
1960-1965	3,8%	1986-1990	7,4%
1965-1970	4,7%	1990-1995	8,6%
1970-1975	-2,2%	1995-2000	4,2%
1975-1980	7,5%	2000-2005	4,2%
1980-1986	1,4%	2005-2011	3,7%

Fuente: Banco Central.

Como antecedentes del crecimiento económico previsto para el País, se recabaron de distintas fuente predicciones para el PIB de Chile que se muestran en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 5.4-7: ESTIMACIONES DEL PIB DE CHILE AÑOS 2012 A 2014

Fuente	Fecha	Año	Estimación
Banco Central de Chile	May-12	2012	4% a 5%
Fondo Monetario Internacional (FMI)	18-Abr-12	2012	4,3%
Fondo Monetario Internacional (FMI)	18-Abr-12	2013	4,5%
JPMorgan	Feb-12	2012	4,5%
Encuesta Expectativas Económicas (*)	Abr-12	2012	4,6%
Encuesta Expectativas Económicas (*)	Abr-12	2013	5,0%
Encuesta Expectativas Económicas (*)	Abr-12	2014	5,0%
Banco Mundial	Ene-12	2012	4,1%
Banco Mundial	Ene-12	2013	4,4%

Nota: Encuesta Expectativas Económicas (www.bcentral.cl, "Estadísticas Económicas", bajo "Estadísticas en Excel")

Tal como se muestra en el cuadro anterior, todas las predicciones son del muy corto plazo, vale decir con estimaciones para el PIB del año en curso, como también para el año 2012. La única excepción hasta ahora encontrada en el WEB, corresponde a la publicación Encuesta de Expectativas Económicas que realiza el Banco Central, donde se entrega una estimación para el año 2014.

En este contexto, puede plantearse que un escenario probable para la economía debiera considerar un crecimiento semejante al observado en los últimos 10 años y previstos por los especialistas para el corto plazo, de modo que para los próximos 7 años puede considerarse un crecimiento del 4.5%. De esa fecha en adelante se puede adoptar la tasa de crecimiento de un 4,0%.

CUADRO N° 5.4-8: TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO DEL PIB NACIONAL POR AÑOS DE CORTE

Años de Corte	Crecimiento
2012 – 2019	4,5%
2019 – 2029	4,0%

Fuente: Elaboración Propia.

Junto con considerar estas tasas de crecimiento del PIB nacional se hace necesario postular tasas de crecimiento para la II Región, ya que en definitiva será en función del desempeño económico regional que se explicarán los flujos de transporte. Para ello se analiza la relación histórica entre el crecimiento del PIB nacional y el PIB regional, lo que se presenta en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 5.4-9: PIB NACIONAL Y REGIONAL (MMS2003)

Año	País	%	II Región	%
1990	25.202.166	8%	1.465.010	2%
1991	28.296.493	12%	1.658.611	13%
1992	30.273.361	7%	1.686.526	2%
1993	32.001.401	6%	1.750.848	4%
1994	35.402.374	11%	1.918.745	10%
1995	38.026.931	7%	2.031.411	6%
1996	40.837.856	7%	2.496.529	23%
1997	43.535.435	7%	2.798.991	12%
1998	44.942.009	3%	3.147.370	12%
1999	44.600.068	-1%	3.091.148	-2%
2000	46.602.200	4,5%	3.035.998	-2%
2001	48.175.975	3,4%	3.485.559	15%
2002	49.228.193	2,2%	3.362.429	-4%
2003	51.156.415	3,9%	3.611.890	7%
2004	54.246.819	6,0%	3.761.863	4%
2005	57.262.645	5,6%	3.828.905	2%
2006	59.890.971	4,6%	3.894.854	2%
2007	62.646.126	4,6%	4.026.283	3%
2008	64.954.930	3,7%	3.983.992	-1%
2009	63.963.490	-2%	3.911.377	-2%
2010	67.167.124	5,0%	4.074.800	4%
2011	71.189.244	6,0%	S/I	S/I
Var. 1990-2010	5,0%		5,2%	

Fuente: Banco Central

Mientras en las últimas 2 décadas el país creció a un promedio anual de 5,0%, en la II Región se creció a tasas levemente superiores; lo anterior, se puede explicar por la actividad minera que se ha visto favorecida por los altos precios alcanzados por el metal rojo.

De modo de constatar de manera cuantitativa los sectores económicos relevantes en el PIB regional el cuadro siguiente presentan el PIB por rama de actividad económica. Se observa que el sector minero explica sobre el 66% del PIB de la región, seguido de muy lejos de las otras actividades, de entre las cuales se destaca el sector de la construcción por su impacto en las demandas por transporte de carga.

CUADRO N° 5.4-10: PIB POR SECTOR ECONÓMICO, II REGIÓN (MMS2008)

Sector	2008	%	2009	%	2010	%
Agropecuaria-silvícola	4.343	0%	4.749	0%	4.326	0%
Pesca	12.946	0%	9.187	0%	14.854	0%
Minería	6.732.805	67%	6.677.185	68%	6.706.929	66%
Industria Manufacturera	438.852	4%	453.687	5%	443.269	4%
Electricidad, Gas y Agua	256.759	3%	192.517	2%	217.627	2%
Construcción	916.614	9%	849.529	9%	1.027.117	10%
Comercio, Rest. y Hoteles	316.333	3%	303.403	3%	336.615	3%
Ttes. y Comunicaciones	480.241	5%	464.290	5%	481.710	5%
Serv. Financieros y Empresariales	210.519	2%	219.211	2%	228.453	2%
Propiedad de Vivienda	182.249	2%	189.617	2%	194.784	2%
Servicios Personales (2)	341.398	3%	346.175	4%	372.598	4%
Administración Pública	114.195	1%	123.851	1%	127.133	1%
Producto Interno Bruto	10.007.255	100%	9.833.402	100%	10.172.823	100%

Fuente: Banco Central

En consecuencia es posible esperar que el crecimiento económico de la zona norte del país sea superior al promedio nacional, ya que el sector minero seguirá expandiéndose fuertemente en esta zona apoyado por los altos precios del cobre que en el corto plazo tiene impacto directo sobre la pequeña y mediana minería, en tanto en el largo plazo puede actuar adelantando la cartera de inversiones del sector.

El cuadro siguiente reporta las tasas de crecimiento consideradas para la II Región, donde se ha supuesto un crecimiento de un 5% por sobre el promedio nacional en cada uno de los cortes temporales bajo las condiciones de un escenario tendencial.

**CUADRO N° 5.4-11: TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO DEL PIB
NACIONAL Y REGIONAL POR PERÍODO**

PIB	Años de Corte	Crecimiento
Nacional	2012 – 2019	4,5%
	2019 – 2029	4,0%
Regional	2012 – 2019	4,7%
	2019 – 2029	4,2%

Fuente: Elaboración Propia.

5.4.3 Proyecciones Vehiculares por tipos de vehículos

Aplicando las elasticidades por tipo de producto sobre los escenarios de crecimiento del PIB anteriores se llega a las estimaciones de crecimiento por tipo de vehículos y corte temporal.

Para los vehículos livianos se consideró la elasticidad resultante del modelo econométrico, vale decir de 0.93. Para los buses, dado que no se logró confiabilidad en los modelos de series de tiempo calibrados, se supuso el mismo crecimiento del obtenido para vehículos livianos. Esto último debido a que también de la serie del Contador de la Uribe se obtuvo un crecimiento parejo de vehículo livianos y buses; en efecto, en el período de funcionamiento del Contador (1998 – 2010), los vehículos livianos crecieron en promedio en un 5.4%, mientras que los buses lo hicieron en un 5.5% anual.

En lo que respecta a los camiones pesados, si bien se logró confiabilidad estadística del modelo calibrado, la elasticidad obtenida de 0.66 genera tasas de crecimiento anuales inferiores al 3%; valores muy bajos considerando los crecimientos entorno al 5.4% en los últimos 12 y 20 años en el sector de La Uribe. Por lo anterior, para los camiones pesados se prefirió trabajar con las mismas tasas de vehículos livianos, toda vez que en el período 1998 – 2010 del Contador La Uribe las tasas resultaron prácticamente las mismas a las obtenidas para vehículos livianos (ver Cuadro 5.4-1).

Por último para camiones simples, se supuso un 40% del crecimiento de los camiones pesados, fracción que también resulta de comparar los crecimientos del Contador de La Uribe en el período 1998 a 2010.

De esa forma, las tasas de crecimiento de flujos interurbanos utilizadas por tipo de vehículos son las que se presentan en el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 5.4-12: TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO DE VIAJES INTERURBANOS
POR TIPO DE VEHÍCULOS**

Años de Corte	PIB Regional	Vehículos Livianos	Buses	Camión Simple	Camión Pesado
2012 – 2019	4.7%	4.4%	4.4%	1.7%	4.4%
2019 – 2029	4.2%	3.9%	3.9%	1.6%	3.9%

Fuente: Elaboración Propia.

En algunos puntos críticos ubicados en la periferia inmediata de la ciudad de Calama existen también una componente importante de flujos de vehículos urbanos los cuales, de acuerdo al modelo estratégico que simula el sistema de transporte urbano de la ciudad de Calama vigente en Sectra debieran crecer de acuerdo a lo se que indica en el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 5.4-13: TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO DE VIAJES URBANOS
POR TIPO DE VEHÍCULOS**

Años de Corte	Vehículos Livianos	Taxicoletivos	Buses Urbanos
2012 – 2019	6.5%	3.5%	2.5%
2019 – 2029	6.0%	3.0%	2.0%

Fuente: STU ciudad de Calama Sectra Norte 2010

5.4.4 Proyecciones Vehiculares de Situación Base

Los cuadros siguientes presentan los flujos horarios por periodo de simulación, actuales y proyectados por movimientos y año de corte para la Situación Base, de cada uno de los puntos críticos que se someten a simulación como parte de este estudio de impacto vial.

- **PC N°2 Ruta 50/Ruta 21**

**CUADRO N° 5.4-14: FLUJOS HORARIOS ACTUALES 2012 SITUACION BASE
PC N°2 RUTA 50/RUTA 21**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehículo*	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	12	20	21	41	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	56	0	2	18	76	313
	Buses	64	0	0	6	18	98
	Camiones Simples	0	0	0	4	2	6
	Camiones + de 2 Ejes	3	0	0	0	39	29
18:30 a 19:30	Veh Livianos	217	0	0	116	31	64
	Buses	114	0	0	36	24	98
	Camiones Simples	6	0	0	6	0	8
	Camiones + de 2 Ejes	118	0	0	20	0	16

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia.

En este punto de control se aplican solo las tasas interurbanas del cuadro 5.4-12 para proyectar los flujos actuales, por estar alejado de la ciudad de Calama, obteniéndose las proyecciones que se presentan en los cuadros siguientes.

**CUADRO N° 5.4-15: FLUJOS HORARIOS PROYECTADOS 2019 SITUACION BASE
PC N°2 RUTA 50/RUTA 21**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehículo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	12	20	21	41	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	76	0	3	24	103	423
	Buses	87	0	0	8	24	132
	Camiones Simples	0	0	0	5	2	7
	Camiones + de 2 Ejes	4	0	0	0	52	39
18:30 a 19:30	Veh Livianos	293	0	0	157	42	87
	Buses	154	0	0	49	32	132
	Camiones Simples	7	0	0	7	0	9
	Camiones + de 2 Ejes	160	0	0	27	0	21

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 5.4-16: FLUJOS HORARIOS PROYECTADOS 2029 SITUACION BASE
PC N°2 RUTA 50/RUTA 21**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehículo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	12	20	21	41	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	111	0	4	36	151	620
	Buses	127	0	0	12	36	194
	Camiones Simples	0	0	0	5	3	8
	Camiones + de 2 Ejes	6	0	0	0	76	57
18:30 a 19:30	Veh Livianos	430	0	0	230	61	127
	Buses	226	0	0	71	48	194
	Camiones Simples	8	0	0	8	0	11
	Camiones + de 2 Ejes	234	0	0	39	0	32

Fuente: Elaboración Propia.

• **PC N°5 Ruta 25/Avda Circunvalación**

**CUADRO N° 5.4-17: FLUJOS HORARIOS ACTUALES 2012 SITUACION BASE
PC N°5 RUTA 25/AVDA CIRCUNVALACION**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehículo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		11	12	20	22	30	31
7:30 a 8:30	Veh Livianos	191	272	169	71	41	63
	Buses	20	12	50	0	6	18
	Camiones Simples	20	6	2	2	6	12
	Camiones + de 2 Ejes	20	8	0	22	87	24
18:30 a 19:30	Veh Livianos	79	155	211	44	101	153
	Buses	18	38	44	30	10	26
	Camiones Simples	6	2	0	0	12	10
	Camiones + de 2 Ejes	19	16	47	140	50	16

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque
Fuente: Elaboración Propia.

En este punto de control se aplican las tasas interurbanas del cuadro 5.4-12 y las tasas urbanas del cuadro 5.4-13 para proyectar los flujos actuales, por estar cercano a la ciudad de Calama.

Para cada movimiento en la primera fila cuadro siguiente se indica la proporción de la componente urbana utilizada respecto al flujo total, obteniéndose las proyecciones de flujos por movimiento requeridas.

**CUADRO N° 5.4-18: FLUJOS HORARIOS PROYECTADOS 2019 SITUACION BASE
PC N°5 RUTA 25/AVDA CIRCUNVALACION**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		11	12	20	22	30	31
	Proporción de Flujo Urbana	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3
7:30 a 8:30	Veh Livianos	270	395	246	99	57	89
	Buses	26	16	65	0	8	23
	Camiones Simples	23	7	2	2	7	14
	Camiones + de 2 Ejes	27	11	0	29	117	32
18:30 a 19:30	Veh Livianos	112	225	307	61	141	216
	Buses	23	50	57	39	13	34
	Camiones Simples	7	2	0	0	14	11
	Camiones + de 2 Ejes	26	21	63	189	68	21

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 5.4-19: FLUJOS HORARIOS PROYECTADOS 2029 SITUACION BASE
PC N°5 RUTA 25/AVDA CIRCUNVALACION**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		11	12	20	22	30	31
	Proporción de Flujo Urbana	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3
7:30 a 8:30	Veh Livianos	422	644	400	151	87	139
	Buses	36	21	87	0	11	33
	Camiones Simples	26	8	3	3	8	16
	Camiones + de 2 Ejes	40	15	0	43	172	48
18:30 a 19:30	Veh Livianos	174	367	499	94	215	338
	Buses	33	66	77	55	18	47
	Camiones Simples	8	3	0	0	16	13
	Camiones + de 2 Ejes	38	31	93	277	100	31

Fuente: Elaboración Propia.

• **PC N°3 Ruta 1/ Ruta B262 Acceso Norte a Mejillones**

**CUADRO N° 5.4-20: FLUJOS HORARIOS ACTUALES 2012 SITUACION BASE
PC N°3 RUTA 1/RUTA B262**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	11	31	32	40	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	22	42	52	21	5	23
	Buses	16	6	8	8	6	4
	Camiones Simples	2	4	8	2	0	2
	Camiones + de 2 Ejes	17	36	48	17	39	6
18:30 a 19:30	Veh Livianos	45	16	6	11	10	8
	Buses	26	20	0	2	0	0
	Camiones Simples	10	4	0	2	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	11	36	53	14	31	8

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque
Fuente: Elaboración Propia.

En este punto de control se aplican también solo las tasas interurbanas del cuadro 5.4-12 para proyectar los flujos actuales, por estar alejado de la ciudad de Mejillones, obteniéndose las proyecciones que se presentan en los cuadros siguientes.

**CUADRO N° 5.4-21: FLUJOS HORARIOS PROYECTADOS 2019 SITUACION BASE
PC N°3 RUTA 1/RUTA B262**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehículo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	11	31	32	40	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	30	57	70	29	7	31
	Buses	22	8	11	11	8	5
	Camiones Simples	2	5	9	2	0	2
	Camiones + de 2 Ejes	23	49	64	22	53	8
18:30 a 19:30	Veh Livianos	61	22	8	15	14	11
	Buses	35	27	0	3	0	0
	Camiones Simples	11	5	0	2	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	15	49	72	19	41	11

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 5.4-22: FLUJOS HORARIOS PROYECTADOS 2029 SITUACION BASE
PC N°3 RUTA 1/RUTA B262**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehículo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	11	31	32	40	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	44	83	103	42	10	45
	Buses	32	12	16	16	12	7
	Camiones Simples	3	5	11	3	0	3
	Camiones + de 2 Ejes	33	72	95	33	78	11
18:30 a 19:30	Veh Livianos	89	32	12	22	20	16
	Buses	52	40	0	4	0	0
	Camiones Simples	13	5	0	3	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	22	72	105	28	60	17

Fuente: Elaboración Propia.

6. TAREA 4: OBTENCION DE DEMANDA DE VIAJES DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO

Como parte de este capítulo se determina la demanda de viajes horaria de camiones proyectada por año de corte en los periodos identificados de análisis por alternativa a analizar impacto

6.1 Selección de movimientos afectados de los puntos críticos

Tal como se indicó en el punto 5.1.2 anterior de las definiciones fundamentales del estudio, la simulación del impacto vial se producirá considerando el año en el cual se presentará la producción máxima de concentrado de cobre. Esto, se prevé que se logrará para el año 2019, demandándose el máximo número de viajes de camiones con un total de 137 veh-ida/día ó 6 veh-ida/hora (18 Veq/hr)².

También se realiza una simulación considerando los 10 años posteriores, es decir el año 2029 en el cual la producción bajará, demandándose en este caso un número de viajes de camiones de 105 veh-ida/día ó 4 veh-ida/hora (12 veq/hr).

Para efectos de incorporar la demanda del proyecto se debe considerar que existe un ruteo de ida desde la mina RT al TGN de Mejillones con camiones cargados con concentrado y un ruteo de vuelta por las mismas vías con camiones vacíos.

La existencia de la mina RT provoca también un aumento de vehículos livianos que se recogen como parte del crecimiento del flujo proyectado para la situación base.

En el cuadro siguiente se presentan los distintos movimientos afectados por el flujo de camiones de la mina RT, tanto en el ruteo de ida como de vuelta, en los tres puntos críticos de simulación.

CUADRO N° 6.1-1: MOVIMIENTOS AFECTADOS DE PUNTOS CRITICOS POR RUTEOS DE CAMIONES DE RT

Punto de Control	Movimiento afectado ruteo de ida RT - TGN	Movimiento afectado ruteo de vuelta TGN - RT
PC N°2 Ruta 50/Ruta 21	10	42
PCN°5 Ruta 25/Avda Circunvalacion	22	30
PC N°3 Ruta 1/Ruta B262	32	40

Fuente: Elaboración Propia.

² Se utiliza el factor de equivalencia 3.0 (veq/veh) para un camión pesado.

6.2 Proyección de demanda de flujos del proyecto

Considerando los movimientos identificados a impactar de cada punto crítico, los cuadros siguientes presentan los flujos proyectados para cada año de corte, por tipo de vehículo y por movimientos para la Situación con Proyecto en cada uno de los puntos críticos que se someten a simulación como parte de este estudio de impacto vial.

- **PC N°2 Ruta 50/Ruta 21**

**CUADRO N° 6.2-1: FLUJOS PROYECTADOS 2019 SITUACION CON PROYECTO
PC N°2 RUTA 50/RUTA 21**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	12	20	21	41	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	76	0	3	24	103	423
	Buses	87	0	0	8	24	132
	Camiones Simples	0	0	0	5	2	7
	Camiones + de 2 Ejes	22	0	0	0	52	57
18:30 a 19:30	Veh Livianos	293	0	0	157	42	87
	Buses	154	0	0	49	32	132
	Camiones Simples	7	0	0	7	0	9
	Camiones + de 2 Ejes	178	0	0	27	0	39

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque
Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 6.2-2: FLUJOS PROYECTADOS 2029 SITUACION CON PROYECTO
PC N°2 RUTA 50/RUTA 21**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	12	20	21	41	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	111	0	4	36	151	620
	Buses	127	0	0	12	36	194
	Camiones Simples	0	0	0	5	3	8
	Camiones + de 2 Ejes	18	0	0	0	76	69
18:30 a 19:30	Veh Livianos	430	0	0	230	61	127
	Buses	226	0	0	71	48	194
	Camiones Simples	8	0	0	8	0	11
	Camiones + de 2 Ejes	246	0	0	39	0	44

Fuente: Elaboración Propia.

- PC N°5 Ruta 25/Avda. Circunvalación

**CUADRO N° 6.2-3: FLUJOS PROYECTADOS 2019 SITUACION CON PROYECTO
PC N°5 RUTA 25/AVDA CIRCUNVALACION**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		11	12	20	22	30	31
	Proporción de Flujo Urbana	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3
7:30 a 8:30	Veh Livianos	270	395	246	99	57	89
	Buses	26	16	65	0	8	23
	Camiones Simples	23	7	2	2	7	14
	Camiones + de 2 Ejes	27	11	0	47	135	32
18:30 a 19:30	Veh Livianos	112	225	307	61	141	216
	Buses	23	50	57	39	13	34
	Camiones Simples	7	2	0	0	14	11
	Camiones + de 2 Ejes	26	21	63	207	86	21

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque
Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 6.2-4: FLUJOS PROYECTADOS 2029 SITUACION CON PROYECTO
PC N°5 RUTA 25/AVDA CIRCUNVALACION**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		11	12	20	22	30	31
	Proporción de Flujo Urbana	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3
7:30 a 8:30	Veh Livianos	422	644	400	151	87	139
	Buses	36	21	87	0	11	33
	Camiones Simples	26	8	3	3	8	16
	Camiones + de 2 Ejes	40	15	0	55	184	48
18:30 a 19:30	Veh Livianos	174	367	499	94	215	338
	Buses	33	66	77	55	18	47
	Camiones Simples	8	3	0	0	16	13
	Camiones + de 2 Ejes	38	31	93	289	112	31

Fuente: Elaboración Propia.

- PC N°3 Ruta 1/ Ruta B262 Acceso Norte a Mejillones

**CUADRO N° 6.2-5: FLUJOS PROYECTADOS 2019 SITUACION CON PROYECTO
PC N°3 RUTA 1/RUTA B262**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo*	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	11	31	32	40	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	30	57	70	29	7	31
	Buses	22	8	11	11	8	5
	Camiones Simples	2	5	9	2	0	2
	Camiones + de 2 Ejes	23	49	64	40	71	8
18:30 a 19:30	Veh Livianos	61	22	8	15	14	11
	Buses	35	27	0	3	0	0
	Camiones Simples	11	5	0	2	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	15	49	72	37	59	11

* Veh. Livianos incluye también taxis colectivos, motos y bicicletas; Buses incluye de pasajeros e institucionales; Camiones Simples incluye solo de 2 ejes; Camiones + 2 ejes incluye resto de camiones con y sin remolque

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 6.2-6: FLUJOS PROYECTADOS 2029 SITUACION CON PROYECTO
PC N°3 RUTA 1/RUTA B262**

Hora de Modelación Por Periodo	Tipo de Vehiculo	Flujo por Movimientos (veq/hr)					
		10	11	31	32	40	42
7:30 a 8:30	Veh Livianos	44	83	103	42	10	45
	Buses	32	12	16	16	12	7
	Camiones Simples	3	5	11	3	0	3
	Camiones + de 2 Ejes	33	72	95	45	90	11
18:30 a 19:30	Veh Livianos	89	32	12	22	20	16
	Buses	52	40	0	4	0	0
	Camiones Simples	13	5	0	3	0	0
	Camiones + de 2 Ejes	22	72	105	40	72	17

Fuente: Elaboración Propia.

7. TAREA 5: SIMULACIÓN IMPACTO VIAL EN ÁREA DE INFLUENCIA

7.1 Metodología Utilizada

Para simular los puntos críticos definidos se utiliza el modelo SIDRA que corresponde a un modelo de tráfico para simular cruces o intersecciones de vías aisladas ya sea semaforizadas o reguladas con señales de prioridad. Se consideran como aisladas, aquellas intersecciones distantes a más de 300 m. de otra intersección. Dada la ruta escogida propuesta para los camiones de RT, se da esta condición, existiendo solo intersecciones reguladas con señales de prioridad, por lo que este modelo es técnicamente utilizable.

Para su utilización el modelo requiere de una fase previa denominada calibración de la situación actual, siendo la variable medida "máxima extensión de la cola" por pista la que se utiliza en este proceso. La variable medida "cola excedente" se procesa mediante la relación 3.1.3-1 del "Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana", Sectra, 1988, para obtener una estimación del grado de saturación, el cual se compara con el predicho por el modelo.

Las simulaciones con SIDRA se realizaron para los períodos críticos obtenidos de la periodización definida previamente, modelándose las siguientes intersecciones críticas:

- PC2: Ruta 21 / Ruta 50, entrada a Mina RT
- PC5: Circunvalación Oriente / Ruta 25
- PC3: Ruta 1 / Ruta B262, Acceso Norte a Mejillones

Se simuló en cada punto crítico la Situación Actual y para los años de años de corte 2019 y 2029 lo siguiente: la Situación Base que corresponde a la situación de oferta y demanda futura sin la inclusión de camiones de RT; la Situación con Proyecto, que incluye sobre la base anterior los camiones de RT operando; y la Situación con Proyecto Mejorada que incluye además las mitigaciones requeridas por el nuevo flujo de camiones de RT.

Esta última situación solo es necesaria de requerirse medidas de mitigación en el punto de control.

7.2 Preparación de información para la simulación SIDRA

Nomenclatura de Archivos:

Los archivos *.ALL, *.DAT y *.LIS contienen toda la información referente al ingreso de datos y los archivos *.LIS y *.OUT, contienen las salidas de las corridas SIDRA

La nomenclatura utilizada para los archivos fue la siguiente:

ssxxyyzz.*

donde:

ss: Situación Base(sb), Proyecto (sp), Mitigaciones (sm)

xx: Punto de control

yy: Corte Temporal 2019 o 2029

zz: Período Punta Mañana (PM) o Punta Tarde (PT)

Es importante destacar que en el punto de control 5, se modelaron las situaciones. base y proyecto tal como están funcionando en la actualidad, es decir como rotonda y como una solución desnivelada, en este último caso las situaciones base se llaman “ba” y las situaciones con proyecto “cp”. Esto último con el objeto de saber cual es el comportamiento considerando una situación en la que no se mantenga la actual rotonda.

7.3 Simulación SIDRA Situación Actual

A continuación se presenta una serie de cuadros en los que se resumen los principales resultados del modelación de la situación actual en cada punto crítico tales como: la capacidad vial, el grado de saturación, la demora promedio, la tasa de parada y el largo de cola vehicular promedio a nivel de accesos y movimientos.

**CUADRO N° 7.3-1: SIMULACION SIDRA PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN ACTUAL 2012, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur*	Directo	446	1253	0.356	6.80	0.53	4.20
Oriente	Directo	28	1800	0.016	10.60	1.00	0.00
	Derecha	2	546	0.004	12.80	0.62	0.00
Norte	Izquierda	1	1425	0.001	9.50	0.62	0.00
	Derecha	123	1598	0.077	8.40	0.59	0.40
Poniente	Directo	135	1800	0.075	10.60	1.00	0.00

* corresponde al movimiento 42 entrada a RT por Ruta 50 (ver figura 4.2-1 anterior)

Fuente: Salida Sidra (Sa0212pm.out)

**CUADRO N° 7.3-2: SIMULACION SIDRA PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN ACTUAL 2012, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur*	Directo	186	1008	0.185	9.00	0.57	1.90
Oriente	Directo	178	1800	0.099	10.60	1.00	0.00
	Derecha	1	1714	0.001	8.30	0.62	0.00
Norte	Izquierda	1	1340	0.001	9.70	0.61	0.00
	Derecha	455	1800	0.253	8.30	0.62	7.60
Poniente	Directo	55	1800	0.031	10.60	1.00	0.00

* corresponde al movimiento 42 entrada a RT por Ruta 50 (ver figura 4.2-1 anterior)

Fuente: Salida Sidra (Sa0212pt.out)

**CUADRO N° 7.3-3: SIMULACION SIDRA PC 5 RUTA 50/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN ACTUAL 2012, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	257	1154	0.223	6.00	1.04	1.50
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	316	1658	0.191	7.80	1.04	1.20
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	549	1790	0.307	8.50	1.03	2.20

Fuente: Salida Sidra (ba0512pm.Out)

**CUADRO N° 7.3-4: PC 5: SIMULACION SIDRA PC 5 RUTA 50/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN ACTUAL 2012, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	378	1356	0.279	5.30	0.92	2.00
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	516	1483	0.348	9.10	1.16	2.60
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	333	1317	0.253	9.90	1.16	1.80

Fuente: Salida Sidra (ba0512pt.Out)

**CUADRO N° 7.3-5: SIMULACION SIDRA PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN ACTUAL 2012, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	164	4457	0.037	2.70	0.18	0.20
Norte, Ruta 1	Directo	88	3600	0.024	0.00	0.00	0.00
	Derecha	57	1800	0.032	8.30	0.62	1.00
Poniente, Ruta B262	Directo	35	649	0.054	14.60	0.85	0.30
	Derecha	50	1800	0.028	8.30	0.62	0.80

Fuente: Salida Sidra (Sa0312pm.Out)

**CUADRO N° 7.3-6: SIMULACION SIDRA PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN ACTUAL 2012, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	88	3941	0.022	3.10	0.21	0.10
Norte, Ruta 1	Directo	76	3600	0.021	0.00	0.00	0.00
	Derecha	92	1800	0.051	8.30	0.62	1.50
Poniente, Ruta B262	Directo	16	730	0.022	13.50	0.82	0.10
	Derecha	41	1800	0.023	8.30	0.62	0.70

Fuente: Salida Sidra (Sa0312pt.Out)

Se observa de los cuadros anteriores que la única intersección de los puntos críticos que presenta actualmente altos grados de congestión corresponde al punto de control N°2 ruta 21/Ruta 50 y en particular el movimiento de acceso a la Ruta 50.

7.4 Simulación SIDRA Años de Corte

7.4.1 Metodología para determinar las medidas de mitigación

En primer lugar se describe el procedimiento para determinar los arcos que necesitan de obras de mitigación.

Las medidas de mitigación por año de corte serán determinadas a partir del análisis de capacidad de reserva según lo recomendado por la actual metodología de EISTU (MTT, 2005)³.

El análisis se centra en calcular la capacidad de reserva para cada arco de la red en la situación base, para posteriormente comparar con los flujos asignados en la situación con proyecto.

Para cada movimiento, pista o línea de detención (LD) se calcula la capacidad de reserva, la cual se define en este caso, como el flujo vehicular (veq/hr) equivalente a la diferencia entre el 90% de la capacidad y el flujo obtenido en la simulación del Escenario Base.

De esta forma, si q_o y Q_o son el flujo y la capacidad en el Escenario Base, respectivamente, entonces la capacidad de reserva Q_r está dada por la siguiente expresión:

$$Q_r = \begin{cases} 0,9Q_o - q_o & q_o < 0,9Q_o \\ 0 & q_o \geq 0,9Q_o \end{cases}$$

Se entenderá que el proyecto no genera impacto y que, por lo tanto, no se requieren medidas de mitigación, si para todos los movimientos, pistas o LD del área de influencia se cumplen las siguientes condiciones:

- El incremento del flujo entre el Escenario con Proyecto y el Escenario Base es inferior a un 20 % de la capacidad de reserva;
- El grado de saturación en el Escenario con Proyecto se mantiene en el nivel del Escenario Base si la capacidad de reserva es nula;

Por el contrario, si alguna de estas condiciones no se cumple, se dirá que el proyecto genera un impacto al Sistema de Transporte Urbano, el cual deberá ser mitigado a través de obras de infraestructura o de operación.

³ Metodología para Estudios de Impactos sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU). Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 2005.

7.4.2 Simulación PC N°2 Ruta 50/Ruta 21 acceso a RT

Se presentan los resultados de la simulación de cada periodo, punta mañana y punta tarde, para los años de corte 2019 y 2029, tanto para la Situación Base y la Situación con Proyecto. Dado que en esta intersección si se requieren obras de mitigación, se presenta también la simulación de la Situación con Proyecto Mejorada que incluye las obras de mitigación propuestas en el Cap. 8 siguiente.

• Año 2019

**CUADRO N° 7.4-1: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN BASE 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Ruta 50	Directo	601	333	1.805	1545.00	8.20	398.10	0
Oriente, Ruta 21 O-P	Directo	37	1800	0.021	10.60	1.00	0.00	1587
	Derecha	3	382	0.008	16.50	0.71	0.00	341
Norte, Ruta 50	Izquierda	1	1358	0.001	9.70	0.61	0.00	1221
	Derecha	167	1586	0.105	8.40	0.59	0.60	1277
Poniente P-O	Directo	181	1800	0.101	10.60	1.00	0.00	1457

Fuente: Salida Sidra (Sb0219pm.out)

**CUADRO N° 7.4-2: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN BASE 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	249	200	1,245	673,40	4,12	104,10	0
Oriente	Directo	240	1800	0,133	10,60	1,00	0,00	1404
	Derecha	1	740	0,001	10,50	0,55	0,00	665
Norte	Izquierda	1	1246	0,001	10,00	0,61	0,00	1121
	Derecha	614	1323	0,464	9,80	0,68	3,80	638
Poniente	Directo	74	1800	0,041	10,60	1,00	0,00	1553

Fuente: Salida Sidra (Sb0219pt.out)

**CUADRO N° 7.4-3: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN CON PROYECTO 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	619	333	1,859	1640,00	8,42	420,00	0	18	Si
Oriente	Directo	37	1800	0,021	10,60	1,00	0,00	1587	0	No
	Derecha	3	368	0,008	16,90	972,00	0,00	329	0	No
Norte	Izquierda	1	1358	0,001	9,70	0,61	0,00	1221	0	No
	Derecha	185	1586	0,117	8,40	0,59	0,70	1261	18	No
Poniente	Directo	181	1800	0,101	10,60	1,00	0,00	1457	0	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0219pm.out)

**CUADRO N° 7.4-4: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN CON PROYECTO 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	267	200	1,335	812,20	4,56	125,10	0	18	Si
Oriente	Directo	240	1800	0,133	10,60	1,00	0,00	1404	0	No
	Derecha	1	718	0,001	10,70	0,55	0,00	645	0	No
Norte	Izquierda	1	1246	0,001	10,00	0,61	0,00	1121	0	No
	Derecha	632	1323	0,478	9,90	0,68	4,10	622	18	No
Poniente	Directo	74	1800	0,041	10,60	1,00	0,00	1553	0	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0229pt.out)

De los cuadros anteriores se observa que el nudo existente en su acceso sur si requiere medidas de mitigación para el año 2019 en ambos periodos, existiendo en ese acceso un grado de saturación muy por sobre la norma.

El cuadro siguiente presenta los resultados obtenidos de la simulación considerando las medidas de mitigación que se proponen para el cruce.

**CUADRO N° 7.4-5: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN MITIGACIÓN 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur	Directo	619	1800	0.344	0.00	0.00	0.00
Oriente	Derecha	1	1714	0.001	8.30	0.62	0.00
	Directo	37	1800	0.021	0.00	0.00	0.00
Norte	Derecha	3	1800	0.002	8.30	0.62	0.10
	Derecha	1	1800	0.001	0.00	0.00	0.00
	Directo	185	1800	0.103	8.30	0.62	3.10
Poniente	Directo	181	1800	0.101	0.00	0.00	0.00

Fuente: Salida Sidra (SM0219pm.out)

**CUADRO N° 7.4-6: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN MITIGACIÓN 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur	Directo	267	1800	0.148	0.00	0.00	0.00
	Derecha	1	1714	0.001	8.30	0.62	0.00
Oriente	Directo	240	1800	0.133	0.00	0.00	0.00
	Derecha	1	1800	0.001	8.30	0.62	0.00
Norte	Derecha	1	1800	0.001	0.00	0.00	0.00
	Directo	632	1800	0.351	8.30	0.62	10.50
Poniente	Directo	74	1800	0.041	0.00	0.00	0.00

Fuente: Salida Sidra (SM0219pt.out)

De los dos últimos cuadros se observa que la medida de mitigación propuesta no produce colas de vehículos al año 2019.

- Año 2029**

**CUADRO N° 7.4-7: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN BASE 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	879	194	4,531	6436,00	9,44	921,30	0
Oriente	Directo	53	1800	0,029	10,60	1,00	0,00	1572
	Derecha	4	137	0,020	27,00	0,90	0,10	120
Norte	Izquierda	1	1241	0,001	10,00	0,61	0,00	1116
	Derecha	244	1565	0,156	8,50	0,58	0,90	1189
Poniente	Directo	266	1800	0,148	10,60	1,00	0,00	1381

Fuente: Salida Sidra (Sb0229pm.out)

**CUADRO N° 7.4-8: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN BASE 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	364	120	3,033	3834,00	5,19	348,50	0
Oriente	Directo	348	1800	0,193	10,60	1,00	0,00	1307
	Derecha	1	607	0,002	11,90	0,58	0,00	545
Norte	Izquierda	1	1093	0,001	10,50	0,61	0,00	983
	Derecha	848	1190	0,755	13,90	1,04	13,30	308
Poniente	Directo	109	1800	0,061	10,60	1,00	0,00	1522

Fuente: Salida Sidra (Sp0229pt.out)

**CUADRO N° 7.4-9: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN CON PROYECTO 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	891	194	4,593	6546,00	9,47	937,00	0	12	Si
Oriente	Directo	53	1800	0,029	10,60	1,00	0,00	1572	0	No
	Derecha	4	190	0,021	27,70	0,91	0,10	167	0	No
Norte	Izquierda	1	1241	0,001	10,00	0,61	0,00	1116	0	No
	Derecha	256	1565	0,164	8,50	0,58	1,00	1178	12	No
Poniente	Directo	266	1800	0,148	10,60	1,00	0,00	1381	0	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0229pm.out)

**CUADRO N° 7.4-10: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN CON PROYECTO 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	376	120	3,133	4012,00	5,25	364,00	0	12	Si
Oriente	Directo	348	1800	0,193	10,60	1,00	0,00	1307	0	No
	Derecha	1	594	0,002	12,10	0,58	0,00	534	0	No
Norte	Izquierda	1	1093	0,001	10,50	0,61	0,00	983	0	No
	Derecha	910	1190	0,765	14,10	1,05	13,90	252	62	No
Poniente	Directo	109	1800	0,061	10,60	1,00	0,00	1522	0	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0229pt.out)

De los cuadros anteriores se observa que el nudo existente en su acceso sur si requiere medidas de mitigación para el año 2029 en ambos periodos, existiendo en ese acceso un grado de saturación muy por sobre la norma.

El cuadro siguiente presenta los resultados obtenidos de la simulación considerando las medidas de mitigación que se proponen para el cruce.

**CUADRO N° 7.4-11: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN MITIGACIÓN 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur	Directo	891	1800	0.495	0.00	0.00	0.00
	Derecha	1	1714	0.001	8.30	0.62	0.00
Oriente	Directo	53	1800	0.029	0.00	0.00	0.00
	Derecha	4	1800	0.002	8.30	0.62	0.10
Norte	Derecha	1	1800	0.001	0.00	0.00	0.00
	Directo	256	1800	0.142	8.30	0.62	4.30
Poniente	Directo	266	1800	0.148	0.00	0.00	0.00

Fuente: Salida Sidra (SM0229pm.out)

**CUADRO N° 7.4-12: PC 2 RUTA 21/RUTA 50
SITUACIÓN MITIGACIÓN 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)
Sur	Directo	376	1800	0.209	0.00	0.00	0.00
	Derecha	1	1714	0.001	8.30	0.62	0.00
Oriente	Directo	348	1800	0.193	0.00	0.00	0.00
	Derecha	1	1800	0.001	8.30	0.62	0.00
Norte	Derecha	1	1800	0.001	0.00	0.00	0.00
	Directo	910	1800	0.506	8.30	0.62	15.20
Poniente	Directo	109	1800	0.061	0.00	0.00	0.00

Fuente: Salida Sidra (SM0229pt.out)

De los dos últimos cuadros se observa que la medida de mitigación propuesta no produce colas de vehículos al año 2029.

7.4.3 Simulación de Casos de cruce Ruta 25/Circunvalación acceso Sur a Calama

En este punto se simularon dos condiciones para la situación base futura sobre la cual se mide el impacto vial: **Con y Sin** la presencia de la solución que propone el proyecto de concesiones del MOP Autopista del Loa para la rotonda actualmente existe.

A continuación se presentan los resultados de la simulación de cada periodo, punta mañana y punta tarde, para los años de corte 2019 y 2029, para las dos condiciones supuestas de la Situación Base, simulándose por lo tanto también una condición de Situación con Proyecto para cada base.

La razón de estas dos simulaciones futuras de la rotonda actual que accede a Calama obedece a que en la actualidad el proyecto todavía no es licitado oficialmente para su

construcción por la unidad de Concesiones del MOP, situación diferente del acceso a Mejillones donde las obras de la concesión se encuentran en plena construcción.

a. Caso 1 Simulación Situación Base: Considerando Geometría Actual del cruce (Rotonda Existente)

• **Año 2019**

**CUADRO N° 7.4-13: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN BASE ROTONDA ACTUAL 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	347	1025	0.339	7.10	1.22	2.50	576
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	443	1595	0.278	7.90	1.07	1.90	993
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	775	1717	0.451	8.80	1.06	3.70	770

Fuente: Salida Sidra (Ba0519pm.out)

**CUADRO N° 7.4-14: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN BASE ROTONDA ACTUAL 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	518	1230	0.421	6.00	1.06	3.30	589
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	716	1358	0.527	9.70	1.26	4.60	506
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	466	1221	0.382	10.60	1.24	2.90	633

Fuente: Salida Sidra (Ba0519pt.out)

**CUADRO N° 7.4-15: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN CON PROYECTO ROTONDA ACTUAL 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	365	1025	0.356	7.20	1.23	2.70	558	18	No
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	461	1618	0.285	8.10	1.08	2.00	995	18	No
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	775	1684	0.460	8.90	1.07	3.80	741	0	No

Fuente: Salida Sidra (cp0519pm)

**CUADRO N° 7.4-16: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN CON PROYECTO ROTONDA ACTUAL 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	536	1236	0.434	6.10	1.06	3.40	576	18	No
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	734	1367	0.537	9.90	1.27	4.70	496	18	No
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	466	1184	0.392	10.70	1.26	3.00	600	0	No

Fuente: Salida Sidra (cp0519pt)

- **Año 2029**

**CUADRO N° 7.4-17: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN BASE ROTONDA ACTUAL 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	514	762	0.675	15.10	2.00	8.10	172
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	687	1453	0.473	8.50	1.16	3.80	621
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	1212	1581	0.767	10.00	1.16	10.00	211

Fuente: Salida Sidra (Ba0529pm.out)

**CUADRO N° 7.4-18: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN BASE ROTONDA ACTUAL 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	778	1011	0.770	12.50	1.83	11.60	132
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	1095	1121	0.977	42.80	3.65	45.20	0
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	720	1024	0.703	14.60	1.68	8.40	202

Fuente: Salida Sidra (Ba0529pt.out)

**CUADRO N° 7.4-19: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN CON PROYECTO ROTONDA ACTUAL 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	526	758	0.694	15.70	2.05	8.60	156	12	No
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	699	1461	0.478	8.60	1.16	3.80	616	12	No
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	1212	1560	0.777	10.20	1.20	10.40	192	0	No

Fuente: Salida Sidra (cp05129pm)

**CUADRO N° 7.4-20: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN
SITUACIÓN CON PROYECTO ROTONDA ACTUAL 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Circunvalación	Directo-Derecha	790	1011	0.781	13.00	1.86	12.10	120	12	No
Oriente, Ruta 25	Izquierda-Derecha	1107	1123	0.986	48.60	3.99	50.50	0	12	No
Norte, Circunvalación	Izquierda-Directo	720	1006	0.716	15.20	1.73	8.80	185	0	No

Fuente: Salida Sidra (cp0529pt)

De los cuadros 7.4-15 y 7.4-16 para el año 2019 se aprecia claramente que la capacidad vial del nudo mejorado que realiza actualmente la concesión MOP de la Ruta 25 en el acceso sur a Calama es capaz de soportar la demanda de flujo vehicular con la presencia de los camiones de RT, no requiriéndose ningún tipo de mitigación adicional.

De los cuadros 7.4-19 y 7.4-20 para el año 2029 se aprecia que solo para el periodo punta tarde el movimiento Oriente Ruta 25 no tiene capacidad de reserva, presentándose una saturación de 0.986 de la capacidad de ese movimiento. Los otros dos movimientos no presentan ningún problema de saturación en ningún periodo del día para ese año, existiendo un delta flujo que aportan los camiones de RT bastante inferior a la capacidad de reserva existente en aquellos movimientos.

Considerando lo anterior, y que para el año 2019 no existe tampoco ningún problema en ningún movimiento ni periodo del día, es posible descartar una medida de mitigación, dado que se trata de un problema local de un movimiento particular, no generalizado a toda la intersección ni durante todo el día y para un año en un horizonte muy lejano 2029, que difícilmente la situación base mantenga las mismas condiciones geométricas actuales.

Luego, es perfectamente posible esperar que un mejoramiento menor de la capacidad del movimiento requerido para el año 2029 lo desarrolle la Dirección de Vialidad MOP o SERVIU, en la eventualidad que Concesiones MOP no concrete su proyecto de la Ruta 25, supuesto considerado para este caso de simulación.

b. Caso 2 Simulación Situación Base: Considerando Nueva Geometría del cruce (Cruce Desnivelado MOP)

• **Año 2019**

**CUADRO N° 7.4-21: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN BASE 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	158	3600	0.044	0.00	0.00	0.00	3098
	Derecha	189	1800	0.105	8.30	0.62	3.90	1450
Oriente	Directo	429	1800	0.238	0.00	0.00	0.00	1234
	Derecha	313	1800	0.174	8.30	0.62	7.10	1338
Norte	Directo	346	3600	0.096	0.00	0.00	0.00	2929
Poniente	Directo	429	1800	0.238	0.00	0.00	0.00	1234
	Derecha	130	1800	0.072	8.30	0.62	4.80	1503

Fuente: Salida Sidra (Ba0519pm.out)

**CUADRO N° 7.4-22: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN BASE 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	282	3600	0.078	0.00	0.00	0.00	2986
	Derecha	236	1800	0.131	8.30	0.62	3.90	1408
Oriente	Directo	298	1800	0.166	0.00	0.00	0.00	1352
	Derecha	427	1800	0.237	8.30	0.62	7.10	1236
Norte	Directo	168	3600	0.047	0.00	0.00	0.00	3089
Poniente	Directo	298	1800	0.166	0.00	0.00	0.00	1352
	Derecha	289	1800	0.161	8.30	0.62	4.80	1360

Fuente: Salida Sidra (Ba0519pt.out)

**CUADRO N° 7.4-23: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN CON PROYECTO 2019, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	158	3600	0.044	0.00	0.00	0.00	3098	0	No
	Derecha	207	1800	0.115	8.30	0.62	3.50	1434	18	No
Oriente	Directo	429	1800	0.238	0.00	0.00	0.00	1234	0	No
	Derecha	313	1800	0.174	8.30	0.62	5.20	1338	0	No
Norte	Directo	346	3600	0.096	0.00	0.00	0.00	2929	0	No
Poniente	Directo	429	1800	0.238	0.00	0.00	0.00	1234	0	No
	Derecha	148	1800	0.082	8.30	0.62	2.50	1487	18	No

Fuente: Salida Sidra (cp0519pm)

**CUADRO N° 7.4-24: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN CON PROYECTO 2019, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	282	3600	0.078	0.00	0.00	0.00	2986	0	No
	Derecha	254	1800	0.141	8.30	0.62	4.20	1391	18	No
Oriente	Directo	307	1800	0.171	0.00	0.00	0.00	1344	9	No
	Derecha	427	1800	0.237	8.30	0.62	7.10	1236	0	No
Norte	Directo	168	3600	0.047	0.00	0.00	0.00	3089	0	No
Poniente	Directo	295	1800	0.166	0.00	0.00	0.00	1355	-3	No
	Derecha	307	1800	0.171	8.30	0.62	5.10	1344	18	No

Fuente: Salida Sidra (cp0519pt)

• **Año 2029**

**CUADRO N° 7.4-25: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN BASE 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	236	3600	0.066	0.00	0.00	0.00	3028
	Derecha	278	1800	0.154	8.30	0.62	4.60	1370
Oriente	Directo	688	1800	0.382	0.00	0.00	0.00	1001
	Derecha	490	1800	0.272	8.30	0.62	8.20	1179
Norte	Directo	524	3600	0.146	0.00	0.00	0.00	2768
Poniente	Directo	688	1800	0.382	0.00	0.00	0.00	1001
	Derecha	197	1800	0.108	8.30	0.62	3.30	1443

Fuente: Salida Sidra (Ba0529pm.out)

**CUADRO N° 7.4-26: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN BASE 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur	Directo	429	3600	0.119	0.00	0.00	0.00	2854
	Derecha	349	1800	0.194	8.30	0.62	5.80	1225
Oriente	Directo	467	1800	0.259	0.00	0.00	0.00	1200
	Derecha	669	1800	0.372	8.30	0.62	11.20	1018
Norte	Directo	253	3600	0.070	0.00	0.00	0.00	3012
Poniente	Directo	467	1800	0.259	0.00	0.00	0.00	1200
	Derecha	426	1800	0.237	8.30	0.62	7.10	1237

Fuente: Salida Sidra (Ba0529pt.out)

**CUADRO N° 7.4-27: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN CON PROYECTO 2029, PM**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	236	3600	0.066	0.00	0.00	0.00	3028	0	No
	Derecha	290	1800	0.161	8.30	0.62	4.80	1359	12	No
Oriente	Directo	688	1800	0.382	0.00	0.00	0.00	1001	0	No
	Derecha	490	1800	0.272	8.30	0.62	8.20	1179	0	No
Norte	Directo	524	3600	0.146	0.00	0.00	0.00	2768	0	No
Poniente	Directo	688	1800	0.382	0.00	0.00	0.00	1001	0	No
	Derecha	209	1800	0.116	8.30	0.62	3.50	1432	12	No

Fuente: Salida Sidra (cp0529pm)

**CUADRO N° 7.4-28: PC 5 RUTA 25/CIRCUNVALACIÓN CRUCE DESNIVELADO
SITUACIÓN CON PROYECTO 2029, PT**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur	Directo	429	3600	0.119	0.00	0.00	0.00	2811	0	No
	Derecha	361	1800	0.201	8.30	0.62	6.00	1259	12	No
Oriente	Directo	467	1800	0.259	0.00	0.00	0.00	1153	0	No
	Derecha	669	1800	0.372	8.30	0.62	11.20	951	0	No
Norte	Directo	253	3600	0.070	0.00	0.00	0.00	2987	0	No
Poniente	Directo	467	1800	0.259	0.00	0.00	0.00	1153	0	No
	Derecha	438	1800	0.243	8.30	0.62	7.30	1182	12	No

Fuente: Salida Sidra (cp0529pt)

De los cuadros 7.4-23 y 7.4-24 para el año 2019 y 7.4-27 y 7.4-28 para el año 2029 se aprecia claramente que la capacidad vial del nudo desnivelado de la concesión MOP de la ruta 25 en el acceso sur a Calama es capaz de soportar sin ningún problema la demanda de flujo vehicular con la presencia de los camiones de RT, no requiriéndose ningún tipo de mitigación adicional.

7.4.4 Simulación PC N°3 Ruta 1/B262 Acceso Norte a Mejillones

Se presentan los resultados de la simulación de cada periodo, punta mañana y punta tarde, para los años de corte 2019 y 2029, tanto para la Situación Base y la Situación con Proyecto. Dado que en esta intersección no se requieren obras de mitigación no se presenta la simulación de la Situación con Proyecto Mejorada.

- Año 2019**

**CUADRO N° 7.4-29: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN BASE PM 2019**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	218	4410	0.049	2.80	0.19	0.20	3751
Norte, Ruta 1	Directo	119	3600	0.033	0.00	0.00	0.00	3121
	Derecha	77	1800	0.043	8.30	0.62	1.30	1543
Poniente, Ruta B262	Directo	46	552	0.083	16.10	0.89	0.50	450.8
	Derecha	68	1800	0.038	8.30	0.62	1.10	1552

Fuente: Salida Sidra SB0319PM OUT)

**CUADRO N° 7.4-30: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN BASE, PT 2019**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	119	3927	0.030	3.20	0.21	0.20	3415
Norte, Ruta 1	Directo	103	3600	0.029	0.00	0.00	0.00	3137
	Derecha	122	1800	0.068	8.30	0.62	2.00	1498
Poniente, Ruta B262	Directo	22	646	0.034	14.50	0.83	0.20	559
	Derecha	55	1800	0.031	8.30	0.62	0.90	1565

Fuente: Salida Sidra (Sb0319pt.out)

**CUADRO N° 7.4-31: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN CON PROYECTO, PM 2019**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	236	3729	0.063	3.30	0.22	0.30	3120	18	No
Norte, Ruta 1	Directo	119	3600	0.033	0.00	0.00	0.00	3121	0	No
	Derecha	77	1800	0.043	8.30	0.62	1.30	1543	0	No
Poniente, Ruta B262	Izquierda	46	353	0.086	16.40	0.90	0.50	272	0	No
	Derecha	86	1800	0.048	8.30	0.62	1.40	1534	18	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0319pm.out)

**CUADRO N° 7.4-32: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN CON PROYECTO, PT 2019**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	137	3096	0.044	4.00	0.27	0.20	2649	18	No
Norte, Ruta 1	Directo	103	3600	0.029	0.00	0.00	0.00	3137	0	No
	Derecha	122	1800	0.068	8.30	0.62	2.00	1498	0	No
Poniente, Ruta B262	Izquierda	22	627	0.035	14.80	0.84	0.20	542	0	No
	Derecha	73	1800	0.041	8.30	0.62	1.20	1547	18	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0319pt.out)

- Año 2029**

**CUADRO N° 7.4-33: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN BASE, PM 2029**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	319	4356	0.073	2.90	0.20	0.40	3601
Norte, Ruta 1	Directo	172	3600	0.048	0.00	0.00	0.00	3068
	Derecha	112	1800	0.062	8.30	0.62	1.90	1508
Poniente, Ruta B262	Directo	66	409	0.161	19.70	0.98	0.90	302
	Derecha	100	1800	0.056	8.30	0.62	1.70	1520

Fuente: Salida Sidra SB0329PM OUT)

**CUADRO N° 7.4-34: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN BASE, PT 2029**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	174	3780	0.046	3.30	0.22	0.20	3228
Norte, Ruta 1	Directo	149	3600	0.041	0.00	0.00	0.00	3091
	Derecha	176	1800	0.098	8.30	0.62	2.90	1444
Poniente, Ruta B262	Directo	33	519	0.064	16.60	0.89	0.40	434
	Derecha	80	1800	0.044	8.30	0.62	1.30	1540

Fuente: Salida Sidra (Sb0329pt.out)

**CUADRO N° 7.4-35: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN CON PROYECTO, PM 2029**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	331	4008	0.083	3.20	0.21	0.40	3276	12	No
Norte, Ruta 1	Directo	172	3600	0.048	0.00	0.00	0.00	3068	0	No
	Derecha	112	1800	0.062	8.30	0.62	1.90	1508	0	No
Poniente, Ruta B262	Izquierda	66	400	0.165	2.00	0.99	0.90	294	0	No
	Derecha	112	1800	0.062	8.30	0.62	1.90	1508	12	No

Fuente: Salida Sidra (Sp0329pm.out)

**CUADRO N° 7.4-36: PC 3 RUTA 1/RUTA B262
SITUACIÓN CON PROYECTO, PT 2029**

Acceso	Movimiento	Flujo (veq/hr)	Capacidad (veq/hr)	Grado Saturacion	Demora (seg.)	Tasa Parada (#par./veh)	Cola (veh)	Capacidad Reserva Qr (veh/hr)	Delta Flujo	Mitigación
Sur, Ruta 1	Izquierda-Directo	186	3338	0.056	3.70	0.25	0.30	2818	12	No
Norte, Ruta 1	Directo	149	3600	0.041	0.00	0.00	0.00	3091	0	No
	Derecha	176	1800	0.098	8.30	0.62	2.90	1444	0	No
Poniente, Ruta B262	Izquierda	33	508	0.065	16.80	0.89	0.40	424	0	No
	Derecha	92	1800	0.051	8.30	0.62	1.50	1528	12	No

Fuente: Salida Sidra (Sa0329pt.out)

De los cuadros 7.4-29 y 7.4-32 para el año 2019 y 7.4-33 y 7.4-36 para el año 2029 se aprecia claramente que la capacidad vial del nudo existente es capaz de soportar sin ningún

problema la demanda de flujo vehicular con la presencia de los camiones de RT, no requiriéndose ningún tipo de mitigación adicional.

7.5 Microsimulación con AIMSUNG

En este punto se presentan los análisis de microsimulación realizados para los puntos críticos: PC N°2: Ruta 21/Ruta 50 Acceso a la mina RT y PC N°3 Ruta 1/RB262 Acceso Norte a Mejillones.

La incorporación de técnicas de microsimulación permiten representar en detalle la operación vehículo a vehículo en una intersección en particular o de una red de intersecciones, incorporando la interacción propia entre los vehículos (e.g. adelantamientos, bloqueos de pistas, virajes conflictivos) e incluyendo el detalle geométrico del proyecto modelado (curvas, pendientes, desniveles, vías exclusivas, etc.). Una representación adecuada de estos fenómenos es fundamental para análisis detallados, los que permiten además, interactuar con las etapas del diseño del proyecto.

En esta tarea se uso el modelo AIMSUNG en su versión 6.0.4 como una herramienta de microsimulación de tráfico, que complementa los resultados provenientes del modelo de tráfico SIDRA.

Los resultados de las estimaciones de flujo para las situaciones analizadas fueron aplicados directamente al modelo AIMSUNG, en términos de sus flujos vehiculares, topología de la red considerando números de pista, radios de giro, preferencias, anchos de pista, que fueron obtenidos directamente desde una planta hecha en Autocad a través de los layers más destacados.

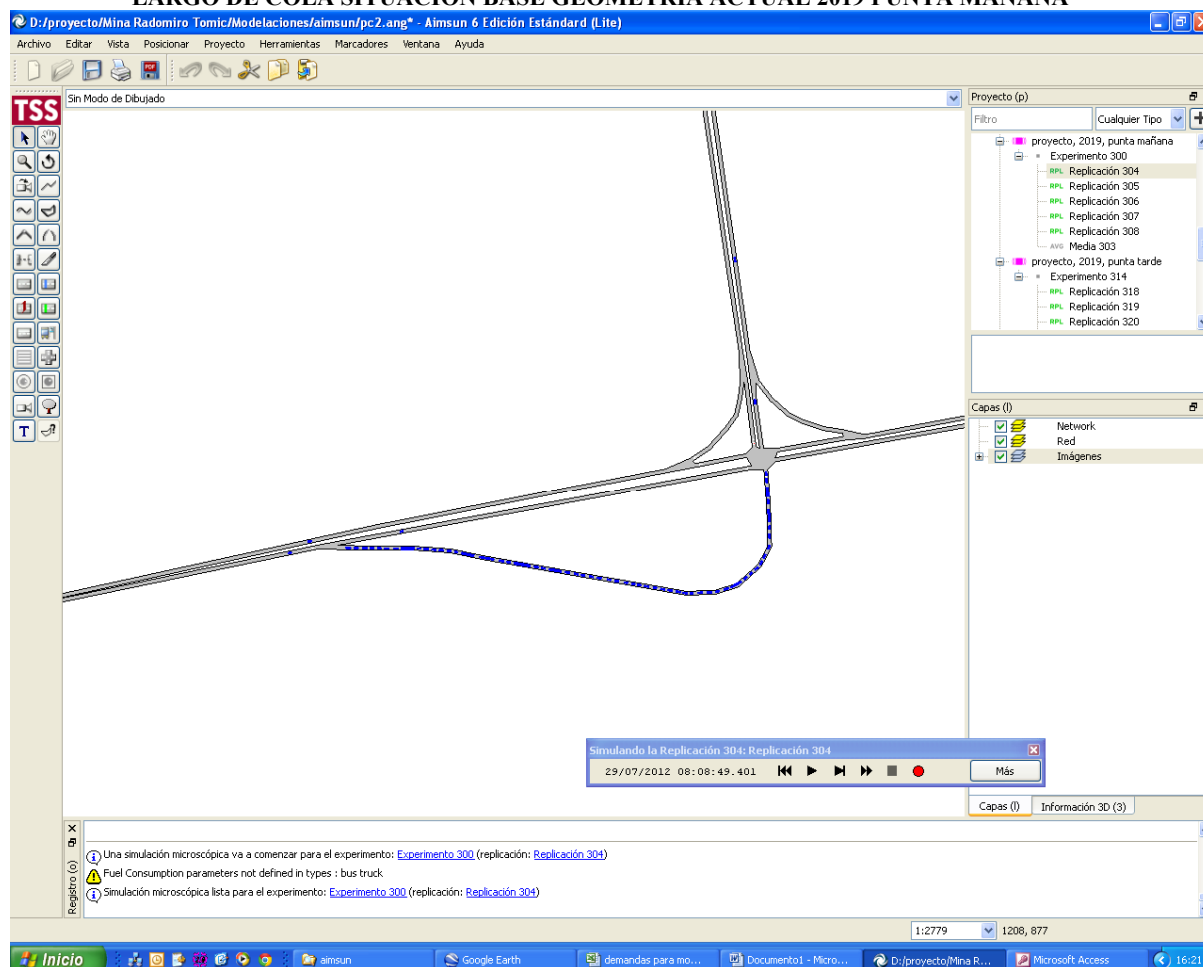
7.5.1 Microsimulación PC N°2 Ruta 50/Ruta 21 Acceso a RT

Las figuras siguientes presentan unas vistas de las corridas de AIMSUNG realizadas para el año 2019 en el cruce Ruta 21/Ruta 50, para cada periodo de modelación.

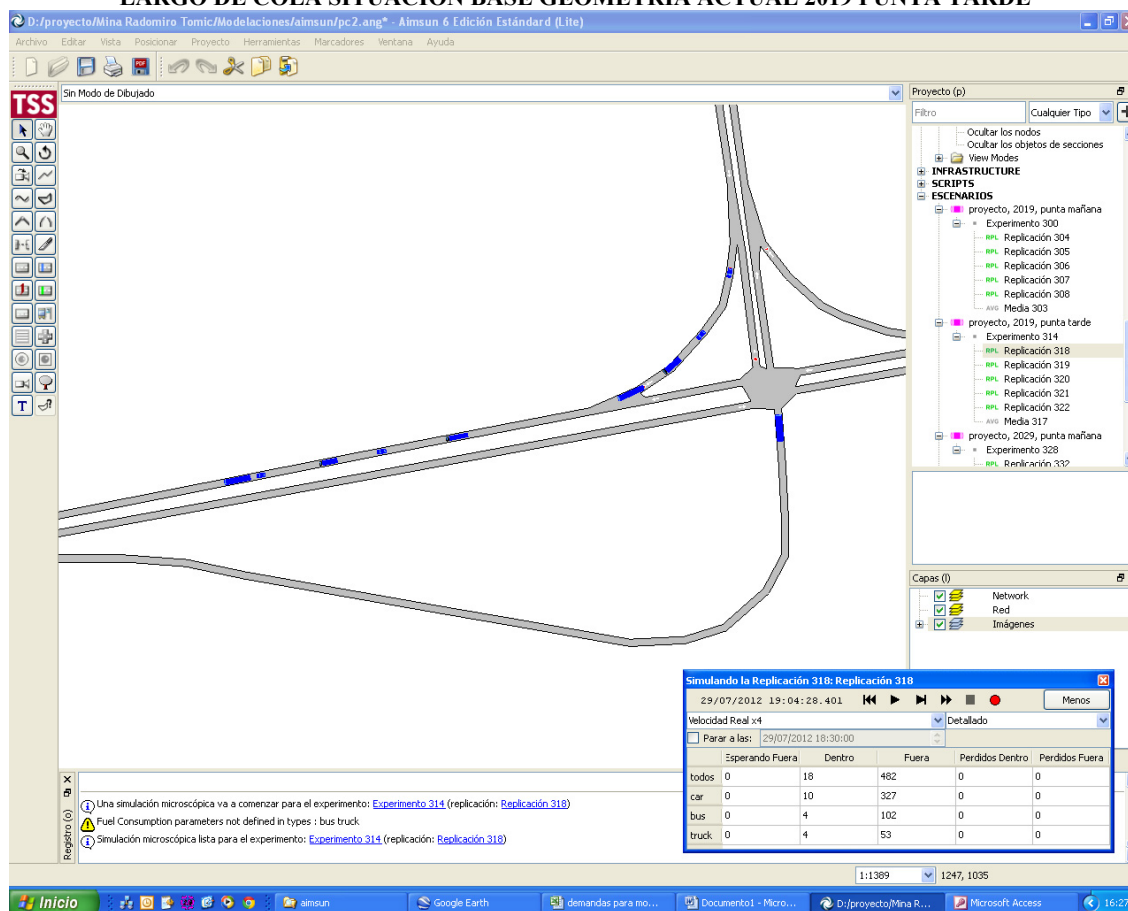
Se presentan las corridas de la Situación Base sin incorporar cambios en la geometría actual y la situación con proyecto mejorado o de mitigación, incorporando las medidas de mitigación propuestas y el flujo de camiones de RT operando.

En este reporte se entregan los principales resultados estadísticos del modelo (e.g. flujos, tiempos de viaje y largos de cola.).

**FIGURA N° 7.5-1: RUTA 21 / RUTA 50, ACCESO A MINA RADOMIRO TOMIC
LARGO DE COLA SITUACION BASE GEOMETRÍA ACTUAL 2019 PUNTA MAÑANA**



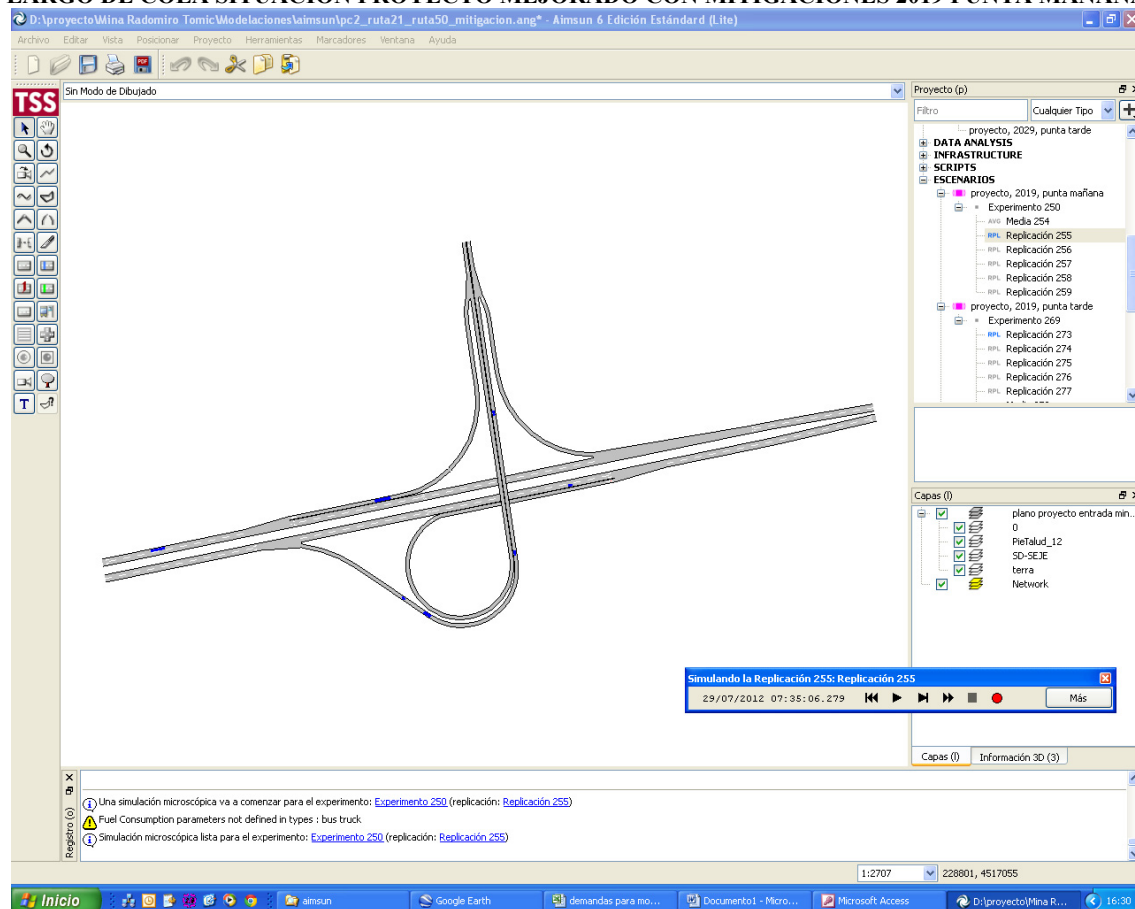
**FIGURA N° 7.5-2: RUTA 21 / RUTA 50, ACCESO A MINA RADOMIRO TOMIC
LARGO DE COLA SITUACION BASE GEOMETRÍA ACTUAL 2019 PUNTA TARDE**



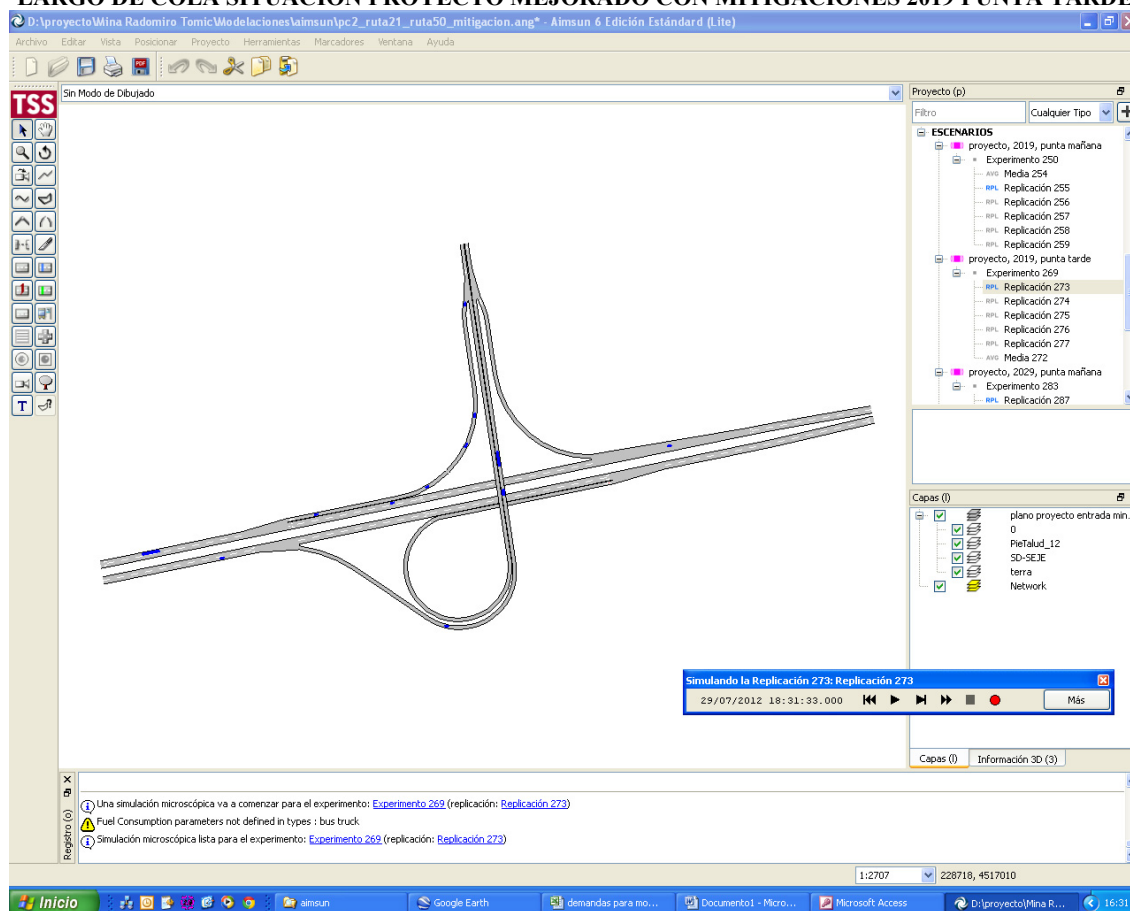
De las figuras 7.5-1 y 7.5-2 se desprende la gran cola vehicular que se forma en el acceso a la Ruta 50 en la punta mañana, copando completamente el lazo de viraje a nivel, la cual se disipa en la punta tarde, siendo en este período más relevantes los movimientos de los vehículos que salen de la Ruta 50 hacia Calama, los cuales en todo caso no forman colas relevantes.

A continuación se presentan las colas vehiculares visualizadas con AIMSUNG en ambos periodos para la situación de proyecto mejorada con las medidas de mitigación incorporadas en el cruce.

**FIGURA N° 7.5-3: RUTA 21 / RUTA 50, ACCESO A MINA RADOMIRO TOMIC
LARGO DE COLA SITUACION PROYECTO MEJORADO CON MITIGACIONES 2019 PUNTA MAÑANA**



**FIGURA N° 7.5-4: RUTA 21 / RUTA 50, ACCESO A MINA RADOMIRO TOMIC
LARGO DE COLA SITUACION PROYECTO MEJORADO CON MITIGACIONES 2019 PUNTA TARDE**



De las figuras 7.5-3 y 7.5-4 se desprende la efectividad la medida de mitigación propuesta de cruzar la ruta 21 a desnivel de sur a norte para acceder a la ruta 50, no observándose colas vehiculares en ninguno de los dos periodos.

7.5.2 Microsimulación PC N°3 Ruta 1/B262 acceso Norte a Mejillones

Se modeló este cruce con el modelo de microsimulación AIMSUN, utilizando la geometría existente en la actualidad para el cruce.

Las figuras siguientes presentan los resultados para el corte temporal 2019 y 2029 para ambos periodos considerados.

De estas figuras se puede apreciar que no se producen conflictos en la intersección diseñada a nivel con señal de prioridad, en particular para los flujos provenientes desde el Sur por Ruta N° 1 y que se dirigen hacia Mejillones.

FIGURA N° 7.5-5: RUTA N° 1 / RUTA B262, ACC. NORTE A MEJILLONES, PC 03 2019, PUNTA MAÑANA, LARGO DE COLA

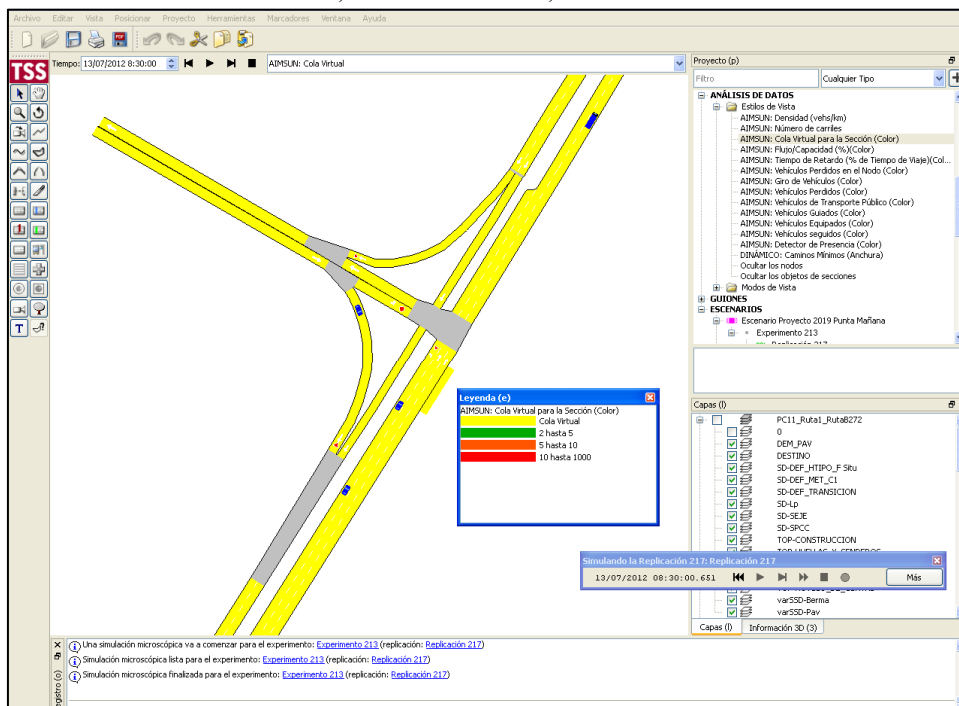
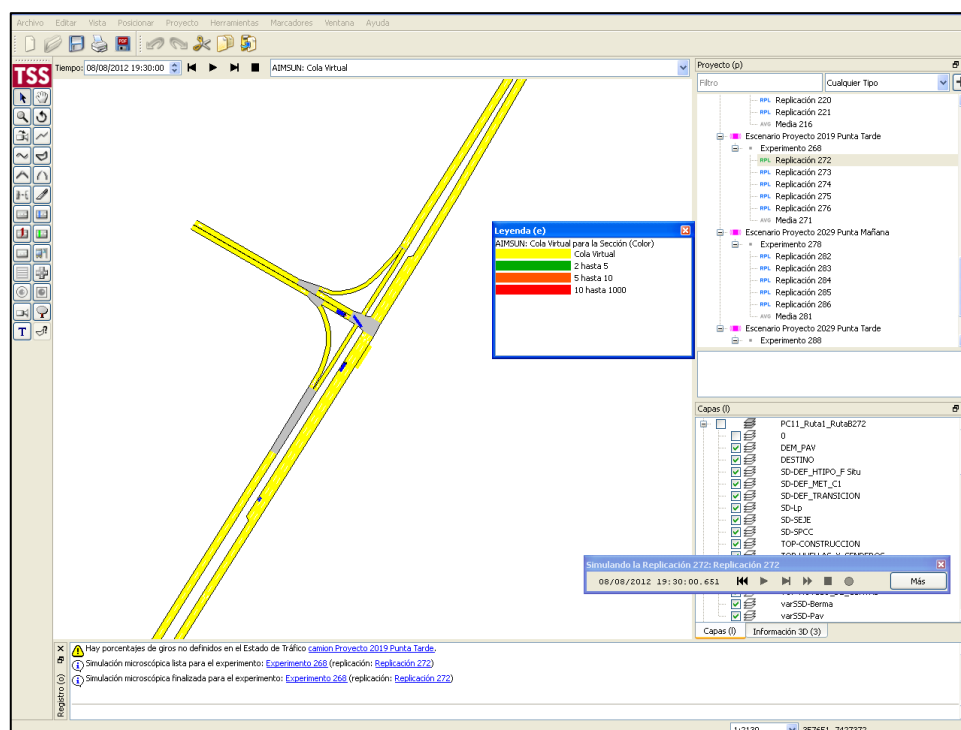


FIGURA N° 7.5-6: RUTA N° 1 / RUTA B262, ACC. NORTE A MEJILLONES, PC 03 2019, PUNTA MAÑANA, LARGO DE COLA



7.6 Conclusiones de la Simulación

Las simulaciones realizadas si bien han utilizado técnicas para estudios EISTU del tipo urbanos, son perfectamente aplicables a las intersecciones críticas dado que aunque tienen por ubicación características más interurbanas al estar alejadas de centros poblados, sus usuarios son vehículos que realizan viajes habituales diarios en los periodos punta mañana y punta tarde características muy similares a los comportamientos urbanos.

Los resultados alcanzados de las modelaciones SIDRA y AIMSUNG, realizadas indican que se requieren medidas de mitigación en el acceso de la Ruta 21/Ruta 50 a RT. La obra propuesta consiste en un desnivel del cruce con un paso superior del movimiento vehicular que accede desde Calama a la Ruta 50, permaneciendo el resto de los movimientos a nivel con aumentos de capacidad de las pistas de viraje.

En el segundo punto crítico: Ruta 25/Avda Circunvalación (Acceso Sur a Calama) se simularon con SIDRA dos condiciones para la rotonda existente en la actualidad: con y sin la presencia de la solución que propone el proyecto de concesiones del MOP Autopista del Loa. En ambas condiciones se demuestra que la capacidad vial del nudo es capaz de soportar la demanda de flujo vehicular total 2019 y 2029 con la presencia de los camiones de RT.

En el tercer punto crítico simulado: Ruta 1/B262 (Acceso Norte a Mejillones), los resultados de las simulaciones realizadas con la geometría actual del cruce y las proyecciones de demanda previstas indican que no se requieren medidas de mitigación adicionales, manteniéndose la solución existente a nivel.

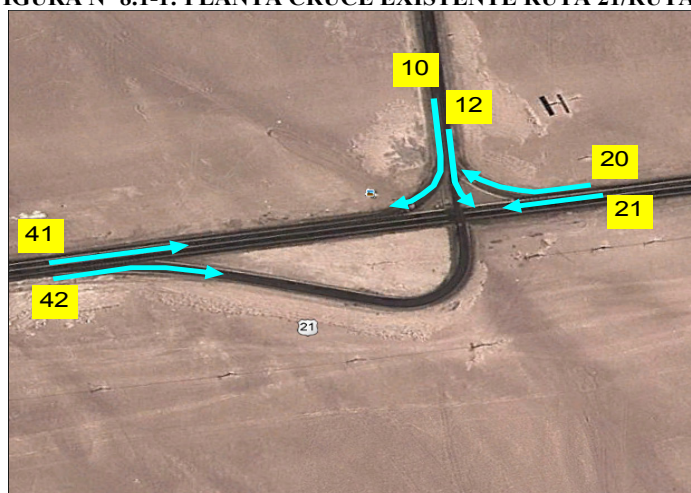
8. TAREA 6: MEDIDAS DE MITIGACION

8.1 Acceso Radomiro Tomic Ruta 21/Ruta 50

8.1.1 Situación Existente

Actualmente el perfil de la Ruta 21 es una calzada simple de 7 m. de ancho con una pista por sentido. La operación de conexión a la Ruta 50 para acceder a la Mina Radomiro Tomic (RT) se hace a través de un diseño a nivel denominado tipo trompeta.

FIGURA N° 8.1-1: PLANTA CRUCE EXISTENTE RUTA 21/RUTA 50



Para acceder desde de la ciudad de Calama, los vehículos que circulan a través de la ruta 21 de poniente a oriente, acceden al ramal semidirecto del nudo vial a nivel de tal forma de cruzar la ruta 21 de manera perpendicular.

El cruce actualmente se encuentra regulado con señal de prioridad Pare, por lo tanto los vehículos no cruzan la ruta, hasta asegurarse que la maniobra permita un atravesio seguro.

De las mediciones efectuadas se detectó un alto flujo de vehículos livianos y buses que doblan de poniente hacia RT (ver movimiento 42 en el cuadro 6.2.1) el cual se ve obstaculizado por el alto flujo vehicular que circula directo de Calama a Chiu Chiu y que es el que provoca las colas vehiculares (ver movimiento 41 del cuadro 6.2.1).

De las mediciones de terreno se detectaron hasta 19 vehículos en cola, con esperas sobre los 10 minutos, con la intención de acceder a RT, provocando que incluso estuviera por momentos obstruida la ruta 21.

Desde el sector de Chiu Chiu la maniobra se efectúa a través de la ruta 21 circulando de oriente a poniente, posteriormente se accede al ramal directo, de tal forma conectar con la ruta de acceso a RT.

El cruce actualmente se encuentra regulado con señal de prioridad Ceda el Paso, para los vehículos que circulan por el ramal.

Hacia la ciudad de Calama, los vehículos que provienen de RT circulando de norte a sur, acceden al ramal directo. El cruce actualmente se encuentra regulado con señal de prioridad Ceda el Paso, para los vehículos que circulan por el ramal.

Hacia el sector de Chiu – Chiu, proveniente de RT, la maniobra de los vehículos es enfrentar perpendicularmente a la Ruta 21, este acceso no tiene prioridad y se encuentra regulado con la señal Pare.

Dado que esta maniobra corresponde a un viraje izquierda, es el último movimiento que debe efectuarse, ya que debe permitir que pasen tanto los vehículos directos que circulan por la Ruta 21, tanto oriente – poniente y viceversa, como los vehículos que accedieron al ramal semidirecto y se dirigen a RT.

8.1.2 Prediseño Propuesto Paso Superior Ruta 21/Ruta 50

Con los antecedentes recogidos se desarrolló un prediseño en planta, para la intersección de la ruta 21 con la Ruta 50, acceso a mina Radomiro Tomic, el que considera en este caso la ampliación de la ruta 21 a doble calzada.

El acceso se resuelve a través de un enlace desnivelado de tres ramas, denominado tipo trompeta, tal como se muestra en la figura siguiente.

La velocidad de proyecto de la Ruta 21, quedó definida en 80 km/hr y la velocidad de proyecto de los lazos y ramales directos semidirectos en 40 km/hr, de acuerdo al cuadro siguiente.

CUADRO N° 8.1-1: VELOCIDAD DE PROYECTOS MINIMAS EN RAMALES DE ENLACES

Vp Carretera de Destino km/h		Directos Import. entre Autopistas			Directos					Semidirectos					Lazos	
		80	100	120	40	60	80	100	120	40	60	80	100	120	40-80	100-120
Vp Carretera de Origen km/h	40	-	-	-	-	30	30	35	40	-	30	30	35	40	25	30
	60	-	-	-	30	35	40	45	50	30	35	40	45	45	30	35
	80	60	65	70	45	50	55	60	60	40	45	50	50			35
	100	70	80			70						60				40
	120	80	90	100		80						70				50

Fuente: Tabla 504.203(2).A Manual de Carreteras MOP, Vol 3.

Para la definición de los anchos de las calzadas se consideró lo propuesto en el cuadro siguiente

CUADRO N° 8.1-2: ANCHO DE PAVIMENTO Y BERMAS EN RAMALES

R (m) (Radio Interior)		Anchos de Pavimentos en Ramales, en m para:								
		Caso I			Caso II			Caso III		
		1 pista 1 sentido sin adelantar			1 pista 1 sentido con adelantar			2 pistas 1 ó 2 sentidos		
		Características del Tránsito								
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
15		5,40	5,40	7,00	7,00	7,50	8,70	9,30	10,50	12,60
25		4,70	5,00	5,70	6,30	7,00	8,00	8,70	9,80	11,00
30		4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,50	8,40	9,30	10,50
50		4,20	4,80	5,00	5,70	6,30	7,20	8,00	9,00	9,90
75		4,00	4,70	4,80	5,60	6,20	6,80	8,00	8,60	9,20
100		4,00	4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,80	8,40	9,00
125		4,00	4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,80	8,40	8,70
150		3,80	4,50	4,50	5,40	6,00	6,60	7,80	8,40	8,70
>200		3,50	4,50	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,00	8,00
Modificación de Anchos (m) por Efecto de Bermas ^{m)} y Soleras										
Bermas sin revestir		Sin modificación			Sin modificación			Sin modificación		
Solera Montable		Sin modificación			Sin modificación			Sin modificación		
Solera elevada	Un lado	Añadir 0,30			Sin modificación			Añadir 0,30		
	Dos lados	Añadir 0,50			Añadir 0,30			Añadir 0,50		
Berma revestida a uno o ambos lados		En condiciones B y C ancho en recta puede reducirse a 3,50 m si ancho de berma es 1,20 m o más			Deducir ancho de las bermas. Ancho mínimo como Caso I			Deducir 0,60 donde la berma sea de 1,20 m como mínimo		

Fuente: Tabla 3.404.306(2)A Manual de Carreteras MOP. Vol. 3.

- El ancho de la calzada del ramal semidirecto es variable desde los 7,0 m es de 10.70 m. de ancho.
- El ancho de la calzada del lazo es de 5,5 m.
- El ancho de las calzadas de los ramales directos es de 5,0 m.

Para la definición de los radios de los ramales se consideró lo propuesto en la tabla 3.504.203(3). A radios mínimos absolutos, con peraltes máximos. $R_{min} = 40$ m.

CUADRO N° 8.1-3: RADIOS MINIMOS ABSOLUTOS CON PERALTES MAXIMOS EN RAMALES DE ENLACE

V _p Ramal (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
t _{max} %	31,0	28,0	25,0	23,0	21,0	19,0	18,0	17,0	16,0	14,9	12,2	11,4	10,5
p _{max} %	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R _{min} adoptado	15	20	30	40	55	75	90	120	140	170	250	330	425

Fuente: Tabla 3.504.203(3)A Manual de Carreteras MOP. Vol. 3.

Se han proyectado pistas auxiliares para cambios de velocidad para mejorar la accesibilidad a los ramales y carreteras, el ancho de estas pistas es de 3,5 m.

En general los parámetros de diseño en planta cumplen con las recomendaciones del Manual de carretera Vol 3 , capítulo 3.5 Enlaces

Para la definición en alzado, que es parte de un futuro anteproyecto de ingeniería, debe cumplir con lo expuesto en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 8.1-4: PARAMETROS MINIMOS ABSOLUTOS PARA EL PROYECTO EN ELEVACION DE RAMALES

V _p (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
Distancia (m) De Visibilidad de Parada	20	25	31	38	44	52	60	70	80	90	115	145	175
K _v (m) convexo*	300	300	300	400	525	700	900	1200	1500	1800	3000	4700	6850
K _c (m) cóncavo	300	400	450	500	800	1000	1200	1400	1600	1900	2600	3400	4200
L (m) Mínimo*	15	20	20	22	25	28	32	35	40	50	60	80	100
Inclinaciones Máximas de rasante (%)	± 8,0	± 8,0	± 8,0	± 7,0	± 7,0	± 7,0	± 6,5	± 6,0	± 6,0	± 5,5	± 5,0	± 4,5	± 4,0

Fuente: Tabla 3.504.3 A Manual de Carreteras MOP. Vol. 3.

Desde el punto de vista operacional, los movimientos permitidos quedan de la siguiente forma:

- Calama- Radomiro Tomic, a través del ramal semidirecto y posterior paso superior
- Radomiro Tomic- Calama a través del ramal directo
- Radomiro Tomic – Chiu Chiu, a través del paso superior sobre la ruta 21 y posterior lazo.
- Chiu Chiu- Radomiro Tomic a través del ramal directo.

La figura 8.1-2 presenta una imagen de la solución propuesta en la que se puede apreciar los terraplenes proyectados para construir el lazo semidirecto. En el puente se ha considerado pasillos peatonales a ambos costado de 1,5 m.

También es posible apreciar la señalética y la demarcación proyectada, la que cumple con las recomendaciones del Manual de Carreteras Vol 6.

Tal como se aprecia la señalética informativa es de color azul debido a que la velocidad de proyecto para la ruta 21 es de 80 km/hrs menor a los 100 Km/hrs.

En la figura 8.1-3 se aprecia el perfil de doble calzada de la Ruta 21, en el es posible ver que cada pista es de 3,5 m. de ancho separada por una mediana central, la que cuenta con defensas camineras.

A cada lado de las calzadas se ha proyectado una berma de 1,5 m. de ancho y un sobre ancho plataforma de 1,0 m.

De acuerdo a los antecedentes recogidos del proyecto referencial la estructura de pavimento es de asfalto.

En las figuras 8.1-4 a 8.1-7 se aprecian distintos perfiles del nuevo cruce prediseñado como medida de mitigación.

FIGURA N° 8.1-2: PREDISEÑO DE ACCESO RUTA 21 – RADOMIRO TOMIC

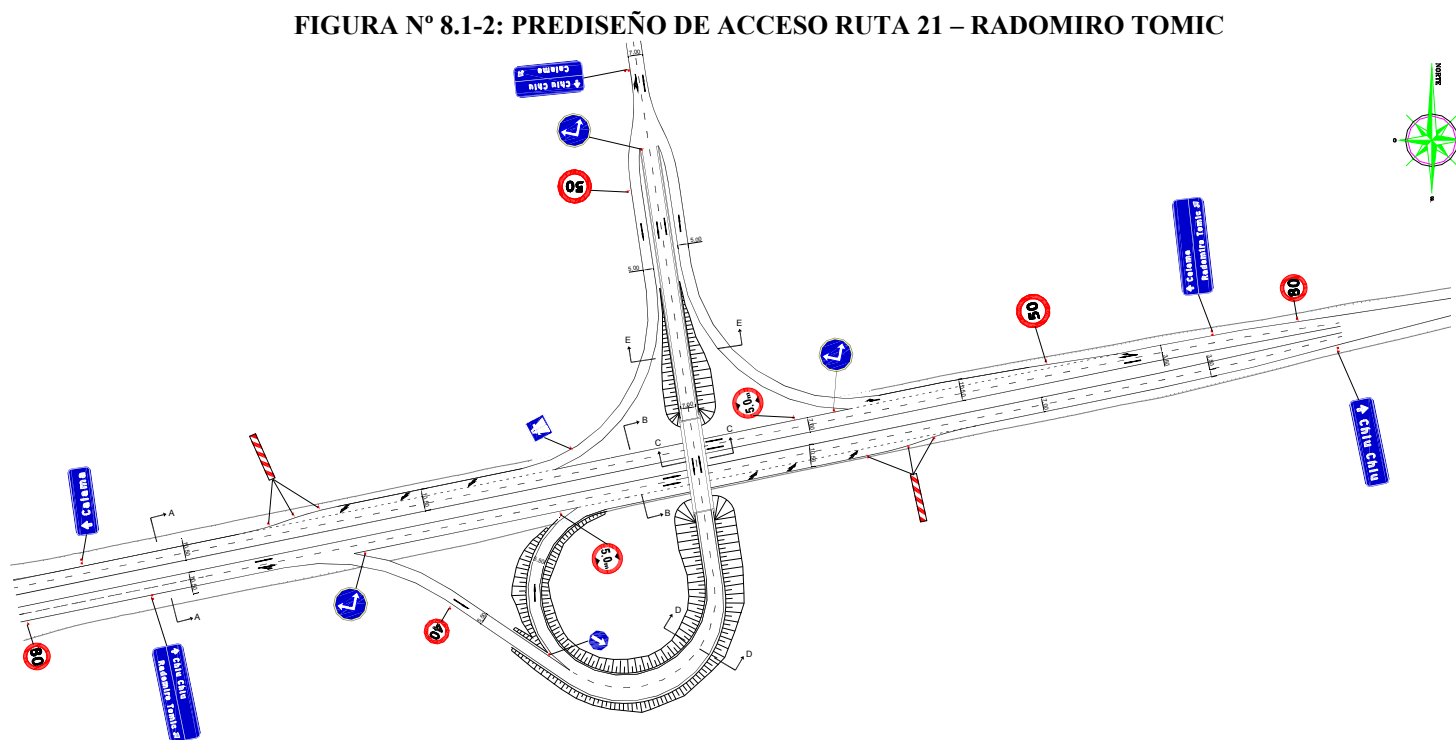


FIGURA N° 8.1-3: PERFIL RUTA 21

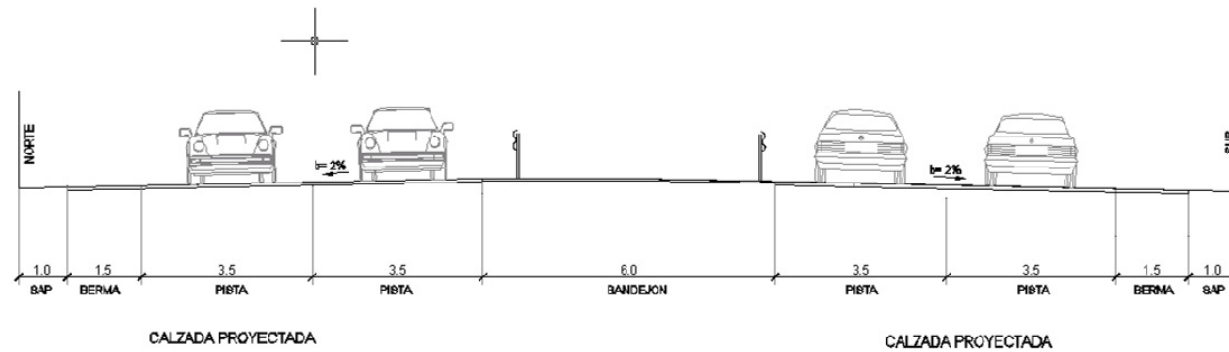


FIGURA N° 8.1-4: PERFIL PUENTE

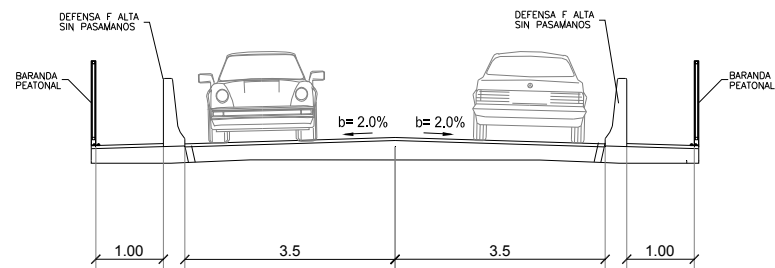
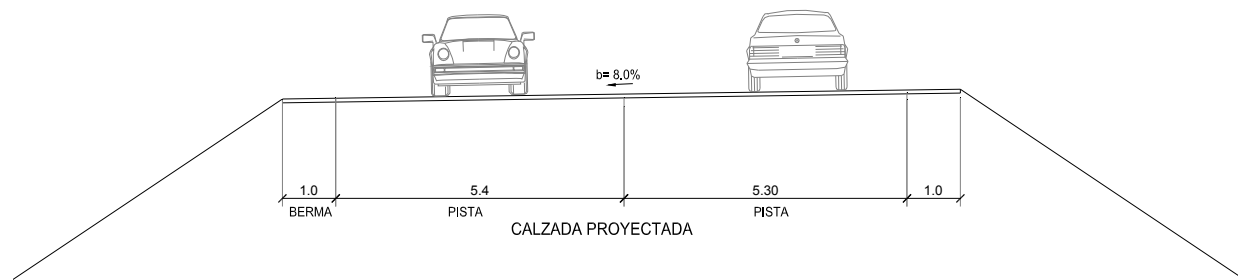


Diagrama de la sección transversal de la calzada proyectada y existente. El diagrama muestra una calzada con una sección transversal que incluye una zona de estacionamiento (PISTA) de 7.00 metros de ancho, una zona de carril (CARRIL) de 4.00 metros de ancho, y una zona de estacionamiento (PISTA) de 7.00 metros de ancho. La calzada proyectada se muestra con una zona de estacionamiento (PISTA) de 7.00 metros de ancho, una zona de carril (CARRIL) de 4.00 metros de ancho, y una zona de estacionamiento (PISTA) de 7.00 metros de ancho. La calzada existente se muestra con una zona de estacionamiento (PISTA) de 7.00 metros de ancho, una zona de carril (CARRIL) de 4.00 metros de ancho, y una zona de estacionamiento (PISTA) de 7.00 metros de ancho.

Diagrama de una calzada proyectada con una curva de transición. La calzada tiene una anchura total de 5.00 m en los extremos y una anchura de 7.00 m en la parte superior. La curva de transición tiene una longitud de 3.50 m y una anchura de 2.00 m. La calzada tiene una anchura total de 5.00 m en los extremos y una anchura de 7.00 m en la parte superior. La curva de transición tiene una longitud de 3.50 m y una anchura de 2.00 m.

FIGURA N° 8.1-7: PERFIL TIPO TERRAPLEN RAMAL SEMIDIRECTO

8.2 Cruce Ruta 25/Avda. Circunvalación Acceso Sur a Calama

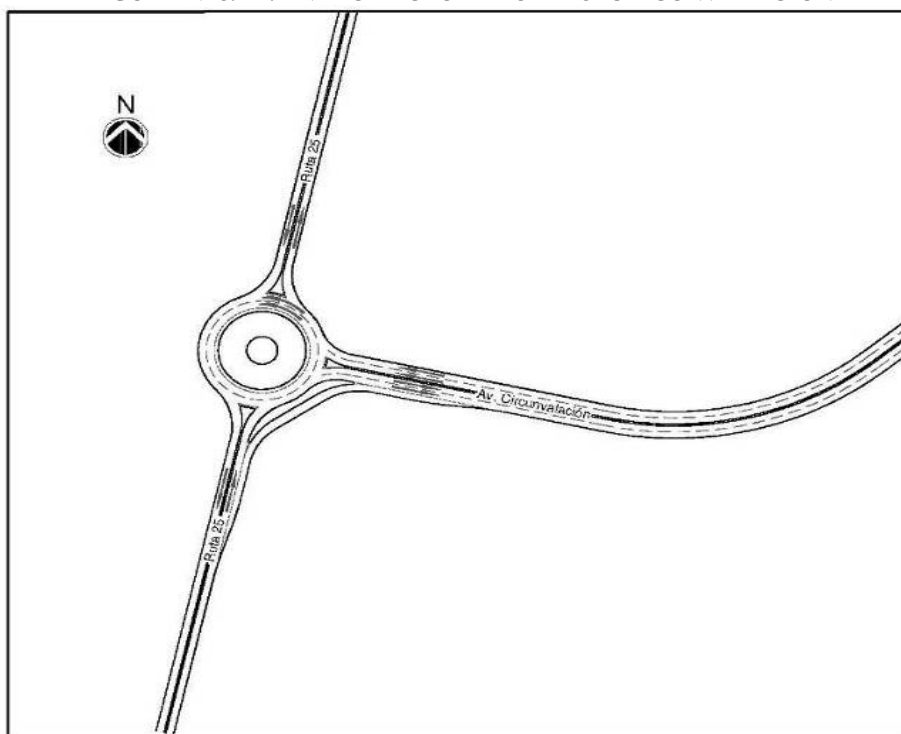
8.2.1 Caso proyecto Concesiones MOP no Habilitado

En este punto se presenta la configuración geométrica actual del cruce Ruta 25/Avda Circunvalación adoptada como uno de los casos de situación base para los años de corte del estudio.

Tal como lo indica la figura siguiente, se trata de una rotonda circular con isla central y está ubicada en la entrada Sur de Calama. Posee tres ramas: rama Norte Ruta 25, rama Sur Ruta 25 y rama Av. Circunvalación. Permite conectar flujos de la Ruta 25 con la Av. Circunvalación.

Dados los resultados alcanzados de la simulación presentados en el capítulo anterior, ésta geometría es suficiente para soportar la demanda de camiones prevista por el proyecto RT, **no requiriéndose medidas de mitigación adicionales.**

FIGURA N° 8.2-1: ENLACE ACTUAL RUTA 25- CIRCUNVALACIÓN



8.2.2 Caso Proyecto Concesiones MOP Habilitado

En este punto se presenta la configuración geométrica del cruce Ruta 25/Avda Circunvalación adoptada como situación base para los años de corte del estudio, proveniente del proyecto previsto por la unidad de concesiones MOP conocido como Autopista del Loa, el cual se ha hecho referencia en los capítulos precedentes de este documento.

Dados los resultados alcanzados de la simulación presentados en el capítulo anterior, ésta geometría también es suficiente para soportar la demanda de camiones prevista por el proyecto RT, **no requiriéndose medidas de mitigación adicionales.**

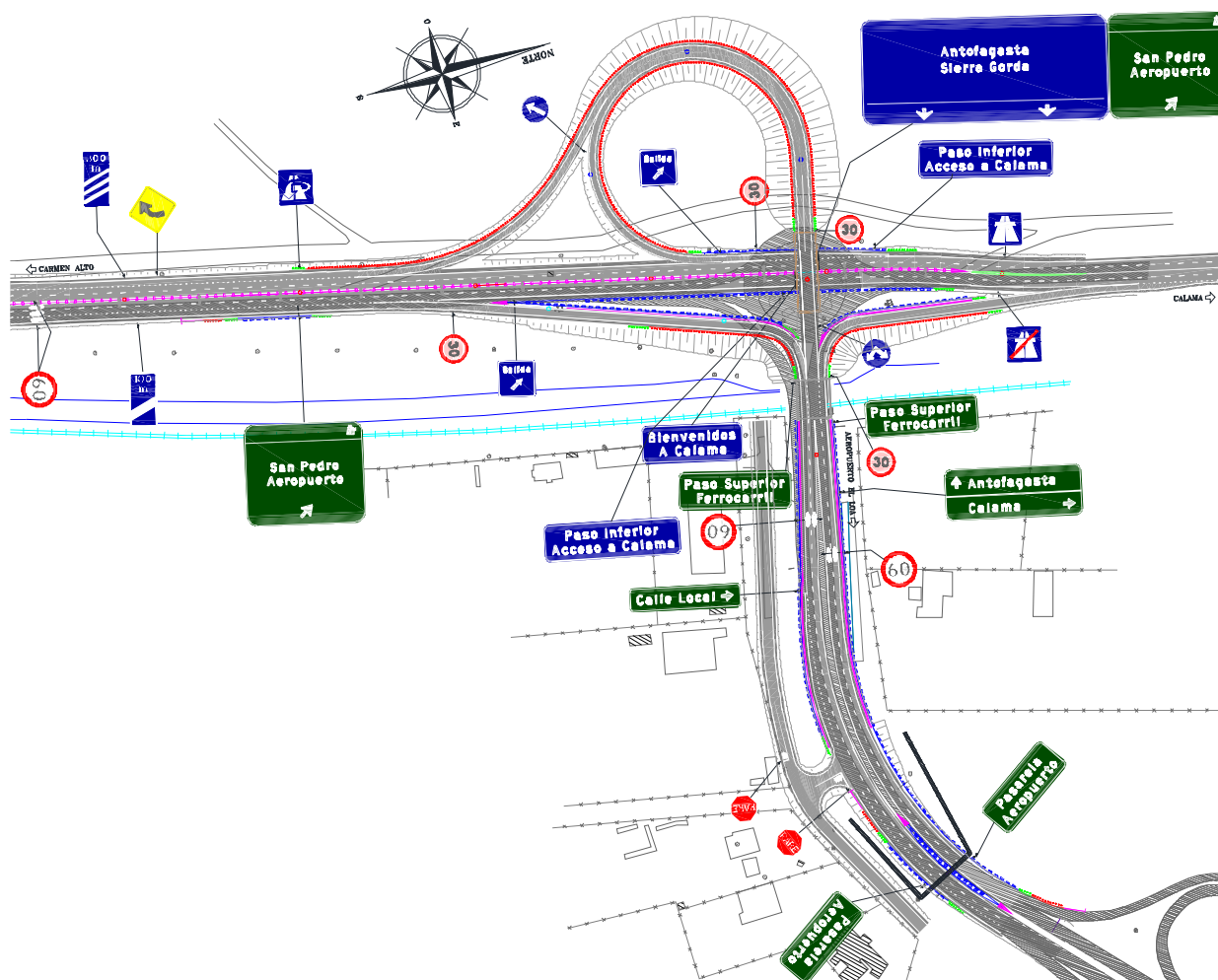
A continuación se presentan las características del proyecto MOP que se propone actualmente para el cruce.

Este enlace tiene como objetivo dar una solución integral al acceso sur de la ciudad de Calama a través de un diseño de un enlace tres ramas tipo trompeta, de la forma:

- Ramales directos Calzada oriente Ruta 25- calzada Sur Av. Circunvalación.
- Ramales directos Calzada norte Av. Circunvalación- calzada oriente Ruta 25
- Ramal semidirectos . Calzada norte Av. Circunvalación- calzada poniente Ruta 25 Sur
- Lazo Calzada poniente Ruta 25 -Calzada norte Av. Circunvalación-

El diseño corresponde a un paso superior sobre la Ruta 25, con una estructura de puente y terraplenes de acceso.

FIGURA N° 8.2-2: ENLACE PREVISTO MOP RUTA 25- CIRCUNVALACIÓN



8.3 Cruce Ruta 1/B262 Acceso Norte a Mejillones.

En este punto se presenta la configuración geométrica del cruce Ruta 1/B262 conocido como acceso Norte a mejillones adoptada como situación base para los años de corte del estudio, proveniente del catastro de la situación actual.

Tal como lo indica la figura siguiente, corresponde a una intersección en forma de “T” a nivel con islas de separación. Permite la conexión de los flujos provenientes de la Ruta 1 con el Camino B-262 hacia el Nor-Poniente.

La Ruta 1 posee pistas de aceleración y deceleración en ambos sentidos para permitir que todos los movimientos para conectar al Camino B-262 se realicen con fluidez y con mayor seguridad.

Dados los resultados alcanzados de la simulación presentados en el capítulo anterior, ésta geometría es suficiente para soportar la demanda de camiones prevista por el proyecto RT, **no requiriéndose medidas de mitigación adicionales.**

A continuación se muestra las condiciones actuales del acceso Norte a Mejillones consideradas como para la situación base de este estudio de impacto vial.

FIGURA N° 8.3-1: ACCESO NORTE A MEJILLONES

