República de Chile
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
SECTRA

# “MEJORAMIENTO EJE FERMÍN VIVACETA, ENTRE INDEPENDENCIA Y SANTA MARÍA”



Informe final

Límite
INGENIERIA PARA EL DESARROLLO

SECTRA
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Gobierno de Chile

ARISTO
consultores

Santiago, Marzo de 2014

**SECTRA**
www.sectra.cl

# Contenido

**Introducción ..... vii**

**1 Recopilación de antecedentes y revisión metodológica ..... 1**

1.1 Antecedentes normativos ..... 1

1.1.1 Plan regulador metropolitano de Santiago ..... 1
1.1.2 Plan regulador comunal de Conchalí ..... 3
1.1.3 Plan regulador comunal de Independencia ..... 8
1.1.4 Jerarquía vial según red vial básica y OGUC ..... 11

1.2 Antecedentes de proyectos viales ..... 15

1.2.1 "Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la Región Metropolitana" ..... 16
1.2.2 Estudios de impactos sobre el sistema de transporte urbano (EISTU) ..... 20
1.2.3 Programa Santiago centro oriente (Concesiones MOP) ..... 20
1.2.4 Estudio "Habilitación Corredor de Transporte Público Eje Recoleta Sur Transantiago" ..... 21
1.2.5 Habilitación corredor de transporte público, Independencia ..... 22
1.2.6 Proyecto Línea 3 del Metro ..... 22
1.2.7 Estudio "Análisis de la conectividad de ciclovías del Gran Santiago" ..... 24
1.2.8 Corredor Av. Dorsal entre Diagonal José María Caro y El Salto ..... 26
1.2.9 Estudio "Diseño del proyecto construcción Ruta Patrimonial sector Vivaceta comuna de Conchalí" ..... 27
1.2.10 Proyectos de pavimentación y accesos ..... 31
1.2.11 Plano catastro proyectos ..... 32

1.3 Catastro de transporte público ..... 34

1.3.1 Servicios de buses urbanos (Transantiago) ..... 34
1.3.2 Servicios de taxis colectivos urbanos ..... 44
1.3.3 Servicios de buses Rurales e Interurbanos ..... 47
1.3.4 Antecedentes de paraderos ..... 48

1.4 Catastro de rutas de camiones ..... 49

1.4.1 Camiones simples ..... 50
1.4.2 Camiones articulados ..... 52
1.4.3 Normativa de circulación de camiones en vías urbanas ..... 53

1.5 Catastro operacional del área de estudio ..... 54

1.5.1 Definición del área de estudio ..... 54
1.5.2 Catastro operacional de intersecciones ..... 56
1.5.3 Catastro vial eje Vivaceta ..... 63

1.6 Antecedentes modelación de transporte ..... 85

1.6.1 Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM ..... 85
1.6.2 Análisis y Modelación del Período Punta Tarde en ESTRAUS ..... 91
1.6.3 Antecedentes modelo estratégico ESTRAUS ..... 92

1.7 Revisión metodológica ..... 92
1.7.1 Definición del área de estudio ..... 92
1.7.2 Periodización ..... 93
1.7.3 Definición de redes de modelación ..... 94
1.7.4 Matrices a priori ..... 94
1.7.5 Otros aspectos de la metodología ..... 95
**2 Mediciones de tránsito ..... 96**
2.1 Aspectos generales ..... 96
2.1.1 Metodología y mediciones a desarrollar ..... 96
2.1.2 Períodos de medición ..... 97
2.1.3 Plan de mediciones ..... 97
2.2 Mediciones periódicas de flujo vehicular ..... 98
2.2.1 Puntos de medición, fechas y tipos de vehículos ..... 98
2.2.2 Reporte de resultados ..... 101
2.3 Mediciones de demora ..... 123
2.3.1 Metodología ..... 123
2.3.2 Puntos de medición ..... 123
2.3.3 Resultados ..... 124
2.4 Mediciones de tiempo de viaje ..... 125
2.4.1 Ejes medidos ..... 125
2.4.2 Método de medición ..... 126
2.4.3 Tiempos de viaje y demoras ..... 128
2.4.4 Velocidades por eje ..... 132
2.5 Mediciones de demanda y tiempos de operación de paraderos ..... 134
2.5.1 Puntos de medición ..... 134
2.5.2 Resultados ..... 138
2.6 Mediciones de tasas de ocupación ..... 141
2.6.1 Puntos de control medidos ..... 141
2.6.2 Resultados ..... 143
2.7 Mediciones de longitud de cola ..... 144
2.7.1 Puntos de medición ..... 144
2.7.2 Resultados ..... 145
**3 Modelo de situación actual ..... 147**
3.1 Topografía ..... 147
3.1.1 General ..... 147
3.1.2 Sistema de Transporte de Coordenadas (STC) ..... 147
3.1.3 Levantamiento ..... 148
3.1.4 Vinculación de Coordenadas Al Sistema WGS 84 ..... 150
3.1.5 Coordenadas ..... 152
3.1.6 Poligonal N°1 ..... 154
3.1.7 Poligonal Nº2 ..... 156
3.1.8 Cierre de Nivelación ..... 157

2.1.9 Unificación de topografías - Sector Independencia ..... 158
3.1.9 Certificados ..... 160
3.2 Monografías de servicios ..... 162
3.2.1 Aguas Andinas S.A. ..... 162
3.2.2 Chilectra ..... 163
3.2.3 Claro S.A. ..... 163
3.2.4 Entel ..... 163
3.2.5 Metrogas S.A. ..... 164
3.2.6 Movistar ..... 164
3.2.7 VTR S.A. ..... 165
3.2.8 Síntesis de antecedentes recibidos ..... 165
3.2.9 Entrega de información de servicios ..... 166
3.3 Catastro de pavimentos ..... 166
3.3.1 Introducción ..... 166
3.3.2 Diagnóstico de los pavimentos ..... 167
3.3.3 Índice de serviciabilidad de los pavimentos ..... 178
3.4 Catastro de drenaje de Aguas Lluvias ..... 178
3.4.1 General ..... 178
3.4.2 Análisis específico de drenaje ..... 179
3.5 Mecánica de suelos ..... 181
3.5.1 Metodología de exploraciones ..... 181
3.5.2 Resultados de Exploración y Ensayos de Laboratorio ..... 181
**4 Calibración de redes de modelación ..... 185**
4.1 Definiciones básicas ..... 185
4.1.1 Área de modelación ..... 185
4.1.2 Red de modelación ..... 186
4.1.3 Zonificación ..... 189
4.1.4 Generación de matrices a priori ..... 190
4.2 Calibración red de asignación ..... 190
4.2.1 Calibración rutas fijas ..... 191
4.2.2 Calibración de redes y matrices OD ..... 218
**5 Definición de la situación base ..... 264**
5.1 General ..... 264
5.2 Proyectos incluidos en la situación base ..... 264
5.3 Proyección de la demanda ..... 266
5.3.1 Proyección de matrices de transporte privado ..... 266
5.3.2 Proyección frecuencias de transporte público ..... 268
5.3.3 Proyección flujos de transporte de carga ..... 271
5.4 Simulación de la situación base ..... 271
5.4.1 Metodología ..... 271
5.4.2 Definición de las redes semaforizadas ..... 273

5.4.3 Resultados de costos de operación ... 276
**6 Diagnóstico del eje Fermín Vivaceta ... 280**
6.1 Diagnóstico de infraestructura ... 280
6.1.1 Normas vs realidad ... 281
6.1.2 Análisis por tramos del eje Vivaceta ... 282
6.1.3 Infraestructura de absorción de aguas lluvia ... 318
6.1.4 Planos temáticos ... 318
6.2 Diagnóstico de transporte ... 319
6.2.1 Análisis general ... 319
6.2.2 Análisis de accidentabilidad ... 320
6.2.3 Análisis operacional ... 326
**7 Análisis de alternativas preliminares ... 345**
7.1 Diseño geométrico de alternativas preliminares ... 345
7.1.1 Alternativa 1 ... 346
7.1.2 Alternativa 2 ... 352
7.1.3 Alternativa 3 ... 357
7.1.4 Alternativa 4 ... 362
7.2 Diseño de pavimentos de alternativas preliminares ... 362
7.2.1 Aspectos generales ... 363
7.2.2 Pavimento asfáltico ... 363
7.2.3 Pavimento de hormigón ... 365
7.3 Expropiaciones ... 368
7.3.1 Caracterización general de los predios afectos a expropiación ... 368
7.3.2 Uso de suelo según PRC ... 371
7.3.3 Valor de tasación ... 373
7.4 Costos de inversión ... 377
**8 Evaluación social alternativas ... 382**
8.1 Simulación de alternativas preliminares ... 382
8.1.1 Metodología ... 382
8.1.2 Resultados de costos de operación ... 383
8.2 Evaluación social alternativas preliminares ... 393
8.2.1 Costos de inversión social ... 393
8.2.2 Determinación de beneficios ... 395
8.2.3 Indicadores de rentabilidad social ... 399
8.2.4 Selección de alternativa a desarrollar a nivel de anteproyecto ... 408
**9 Anteproyecto vial de la alternativa seleccionada ... 409**
9.1 Diseño geométrico ... 409
9.1.1 General ... 409
9.1.2 Anteproyecto de la alternativa seleccionada ... 410
9.1.3 Diseño de ciclobanda ... 410
9.1.4 Perfiles tipo en la comuna de Independencia ... 415

9.1.5 Intersecciones relevantes en la comuna de Independencia ..... 416
9.1.6 Perfiles tipo en la comuna de Conchalí ..... 420
9.1.7 Intersecciones relevantes en la comuna de Conchalí ..... 420
9.1.8 Diseño operativo ..... 422
9.2 Diseño de pavimentos ..... 427
9.2.1 Aspectos generales ..... 427
9.2.2 Pavimento asfáltico ..... 427
9.2.3 Pavimento de hormigón ..... 433
9.2.4 Pavimento para ciclovía o ciclobanda ..... 438
9.2.5 Pavimento vereda peatonal ..... 439
9.2.6 Pavimento accesos vehiculares ..... 439
9.3 Anteproyecto de modificación de servicios ..... 440
9.3.1 Modificación servicios de agua potable ..... 440
9.3.2 Modificación servicios de alcantarillado de aguas servidas ..... 442
9.3.3 Modificación servicios eléctricos y corrientes débiles ..... 444
9.4 Anteproyecto de aguas lluvia ..... 444
9.4.1 Introducción ..... 444
9.4.2 Hidrología ..... 445
9.4.3 Determinación de las curvas IDF ..... 448
9.4.4 Drenaje de la plataforma ..... 450
9.4.5 Colectores de aguas lluvia ..... 458
9.5 Anteproyecto de paisajismo ..... 467
9.5.1 Introducción ..... 467
9.5.2 Solución paisajística propuesta ..... 467
9.5.3 Árboles y arbustos ..... 469
9.5.4 Gravillas y maicillo ..... 476
9.6 Expropiaciones ..... 477
9.6.1 Áreas afectas a expropiación ..... 477
9.6.2 Fichas de lotes afectos a expropiación ..... 479
9.6.3 Estimación de costos de propiedades ..... 480
9.7 Costos de inversión ..... 482
**10 Ciclovía en la calzada vs en la acera ..... 486**
10.1 Introducción ..... 486
10.2 Análisis normativo ..... 486
10.3 Análisis de accidentes ..... 487
10.4 Tendencias internacionales y movimientos sociales nacionales ..... 492
**11 Modelación del anteproyecto ..... 495**
11.1 Modelación SATURN ..... 495
11.1.1 Metodología ..... 495
11.1.2 Resultados de costos de operación ..... 497
11.2 Microsimulación ..... 504

11.2.1 Modelación ..... 504
11.2.2 Simulación punta mañana ..... 508
11.2.3 Simulación punta tarde ..... 512

**12 Evaluación social del anteproyecto ..... 517**

12.1 Costos de inversión social y valor residual ..... 517

12.2 Determinación de beneficios ..... 517

12.2.1 Factores de expansión ..... 517
12.2.2 Proyección de beneficios ..... 518
12.2.3 Beneficios anuales provenientes del tránsito ..... 519

12.3 Indicadores de rentabilidad social ..... 519

12.4 Análisis de sensibilidad ..... 520

Anexo Digital

# Introducción

Este documento constituye el Informe Final del estudio “Mejoramiento eje Fermín Vivaceta, entre Independencia y Santa María”, contratado por la Subsecretaría de Transportes, a través de su Programa de Vialidad y Transporte Urbano: SECTRA al consorcio ARISTO–LÍMITE.

El eje Fermín Vivaceta se desarrolla a través de las comunas de Independencia (en el sector al sur de Av. 14 de la Fama - Cañete) y Conchalí (al norte de Av. 14 de la Fama – Cañete). Tiene una extensión aproximada de 5,3 km y posee una calzada simple bidireccional al sur de Av. Dorsal y unidireccional (norte – sur) al norte de ese eje.

La finalidad del estudio es el desarrollo de un anteproyecto vial en el mencionado sector del eje, de la cual se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Recopilación de información de infraestructura y operación del eje Fermín Vivaceta.
- Diagnóstico del funcionamiento de la operación del eje Fermín Vivaceta.
- Identificación y desarrollo de alternativas preliminares para el eje Fermín Vivaceta.
- Desarrollo del anteproyecto para el eje Fermín Vivaceta.
- Evaluación social del anteproyecto para el eje Fermín Vivaceta.

El contenido de este informe incluye la compilación de todas las tareas e informes del estudio, que llevaron al cumplimiento de todos los objetivos planteados por las bases de licitación del estudio.

# 1 Recopilación de antecedentes y revisión metodológica

La recopilación de antecedentes tiene como uno de sus objetivos identificar aquellos que imponen restricciones o establecen requisitos a las propuestas de mejoramiento del eje Fermín Vivaceta. También incluye la observación y recopilación en terreno de las características físicas y operativas del área de estudio.

Por último, en esta tarea se revisa en detalle la metodología incluida en esta propuesta, teniendo a la vista la recopilación de información efectuada y un análisis preliminar que realizan los profesionales del equipo consultor. La idea es discutir y acordar con el Director del Estudio las modificaciones que permitan alcanzar de mejor forma los objetivos planteados para el estudio.

A continuación se describen las distintas actividades involucradas en esta tarea.

## 1.1 Antecedentes normativos

En esta actividad se recopilan los antecedentes relevantes para el estudio contenidos en los instrumentos de planificación urbana aplicables, ellos son:

- Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)
- Planes Regulares Comunales (PRC) de las comunas de Independencia y Conchalí.
- Definición de red vial básica de la ciudad de Santiago (DTO 83/1985 y Res. Ex. 347/1987, ambos del MTT).
- Modificaciones, planes seccionales y otros.

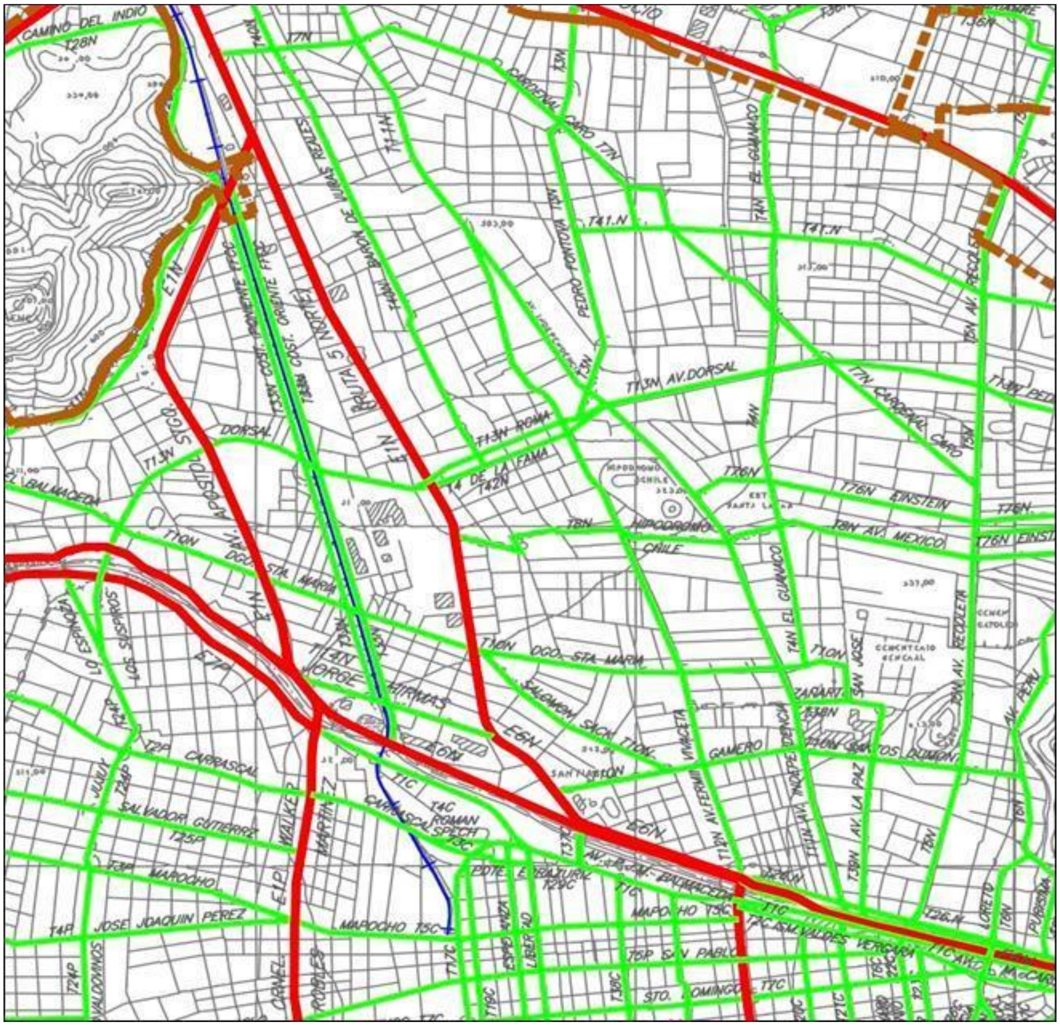
Esta información se obtuvo tanto desde la página del Observatorio Urbano del MINVU como de las Municipalidades respectivas y del MTT. Dentro del análisis se detalla hitos tales como: ancho de faja disponible, en el PMRS y en los respectivos PRC, usos de suelo, restricciones de perfil tales como: monumentos nacionales, recinto del Hipódromo Chile, grandes instalaciones industriales (molino La Estampa), entre otros; y restricciones operativas definidas según su clasificación en la red vial básica de Santiago.

### 1.1.1 Plan regulador metropolitano de Santiago

El plan regulador metropolitano de Santiago (PRMS) es el instrumento de planificación territorial de más alta jerarquía vigente en la región Metropolitana. La mayor jerarquía del PRMS significa que sus disposiciones prevalecen por sobre las de los planes reguladores comunales. Por esta razón es relevante identificar qué características le asigna el PRMS al eje Vivaceta.

La siguiente figura muestra la localización de las vías expresas (en color rojo) y troncales (en color verde) en torno del eje Vivaceta. El resto de las vías (color gris) son de menor jerarquía (colectora, servicio y local) y deben ser definidas en los planes reguladores comunales.

Figura 1-1 Eje Vivaceta y vías del entorno definidas en el PRMS



Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago, Seremi MINVU

El artículo 7.1.1.2 Vialidad troncal de la ordenanza del PRMS señala las vías troncales corresponden "…a las vías cuyas características físicas y operativas se clasifican como vías troncales en conformidad a lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y su diseño deberá atenerse a lo indicado en el Manual de Vialidad Urbana, Vol. III REDEVU". En el caso particular del eje Vivaceta se establece lo siguiente.

Cuadro 1-1 Características del eje Vivaceta según el PRMS

| Código | Nombre y tramo | Ancho mín. L.O (m) |
|---|---|---|
| T12N | Avenida Fermín Vivaceta | |
| | Av. Independencia – Av. Hipódromo Chile | 35 |
| | Av. Hipódromo Chile – Carretera PanamericanaNorte/Ruta 5/Av. Presidente E. Frei M. | 40 |

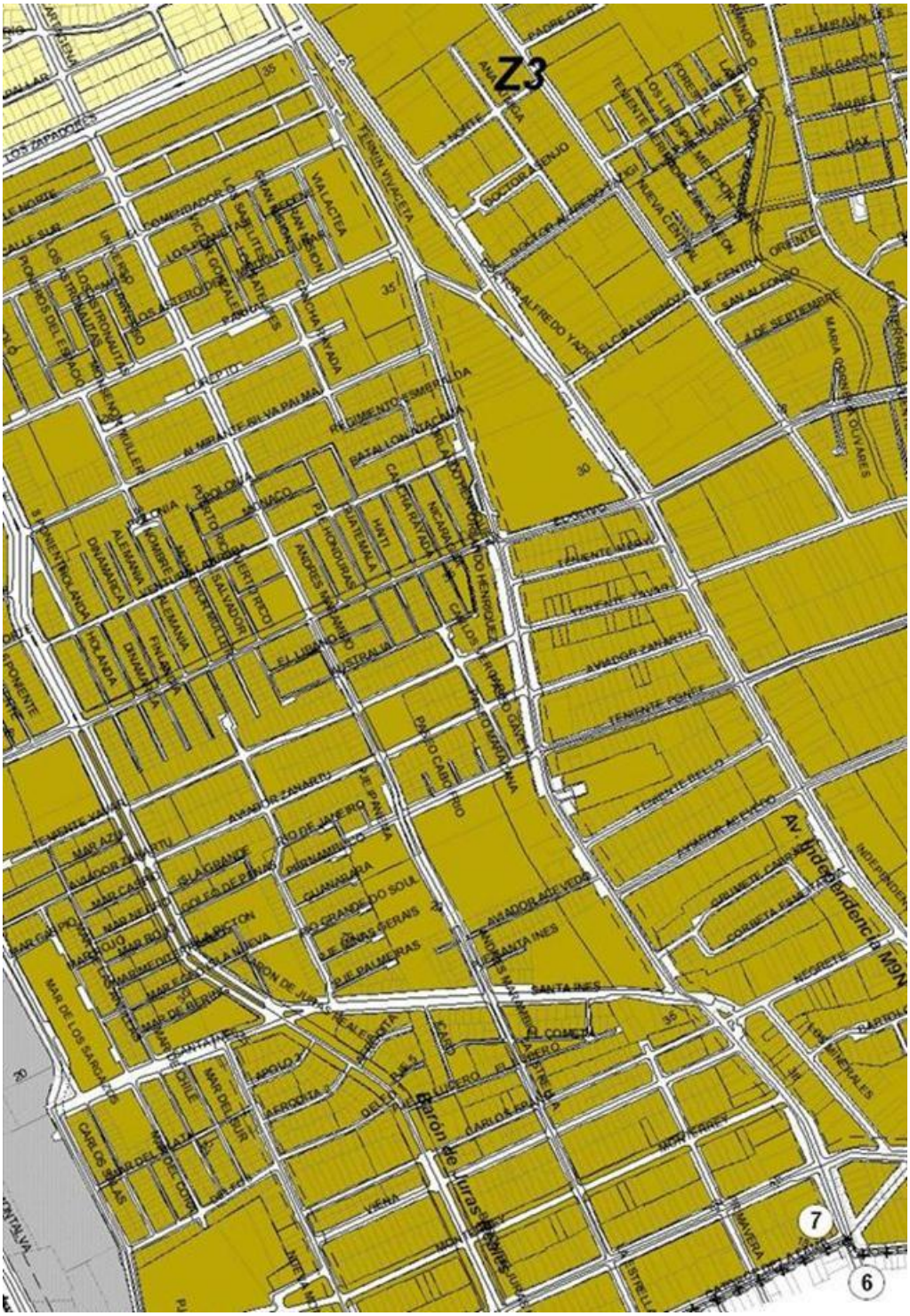
Fuente: Ordenanza del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, Seremi MINVU

Se aprecia entonces que el eje en estudio posee dos tramos, separados por la Av. Hipódromo Chile, uno cuya mayor parte se encuentra en la comuna de Conchalí y otro íntegramente en la comuna de Independencia. La diferencia entre ambos es el ancho mínimo entre líneas oficiales. Como se muestra más adelante, esos anchos son compatibles con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

### 1.1.2 Plan regulador comunal de Conchalí

El plan regulador vigente en Conchalí data del año 1983. La Figura 1-2 muestra con línea segmentada la faja definida en el PRC, a lo largo del eje Vivaceta. El ancho entre líneas oficiales se establece en 35 m, tal como lo indica el PRMS (ver 1.1.1).

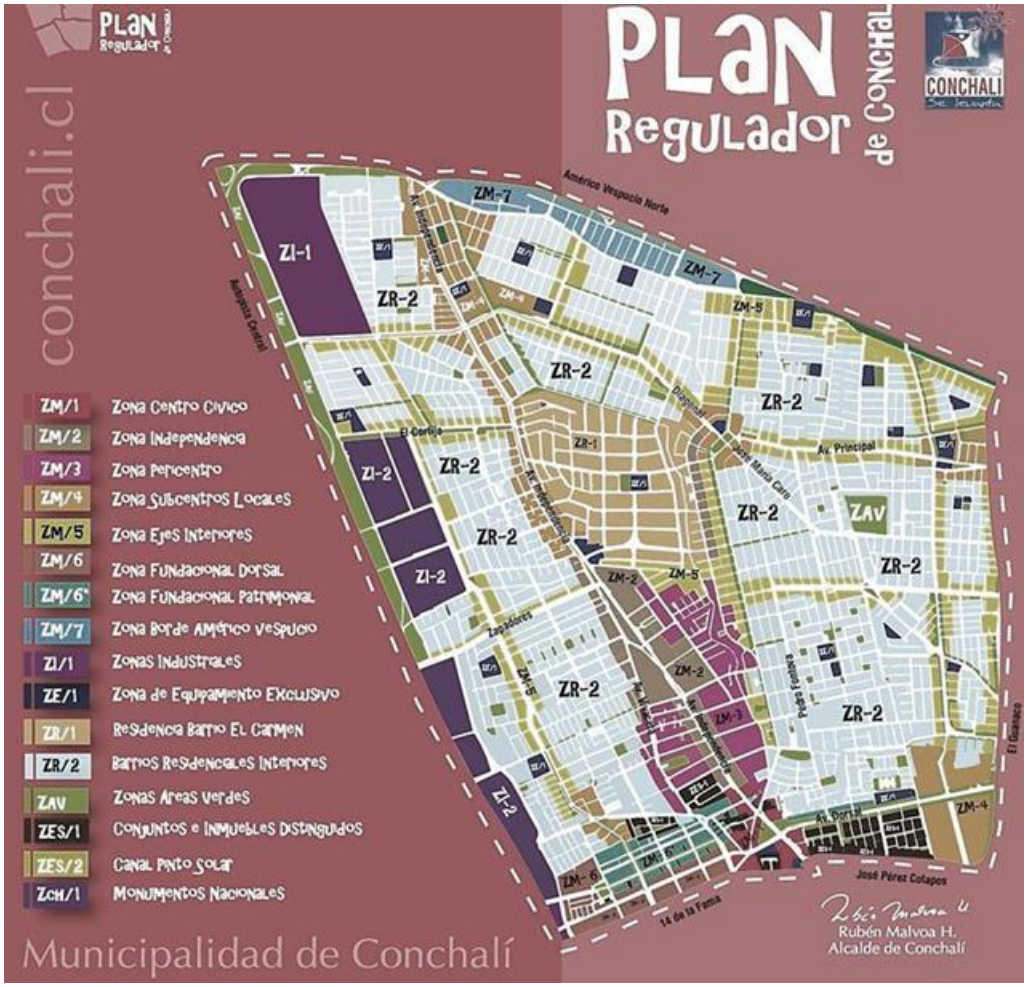
Figura 1-2 Área de expropiación definidas en el PRC de Conchalí




Fuente: Plan Regulador de Conchalí

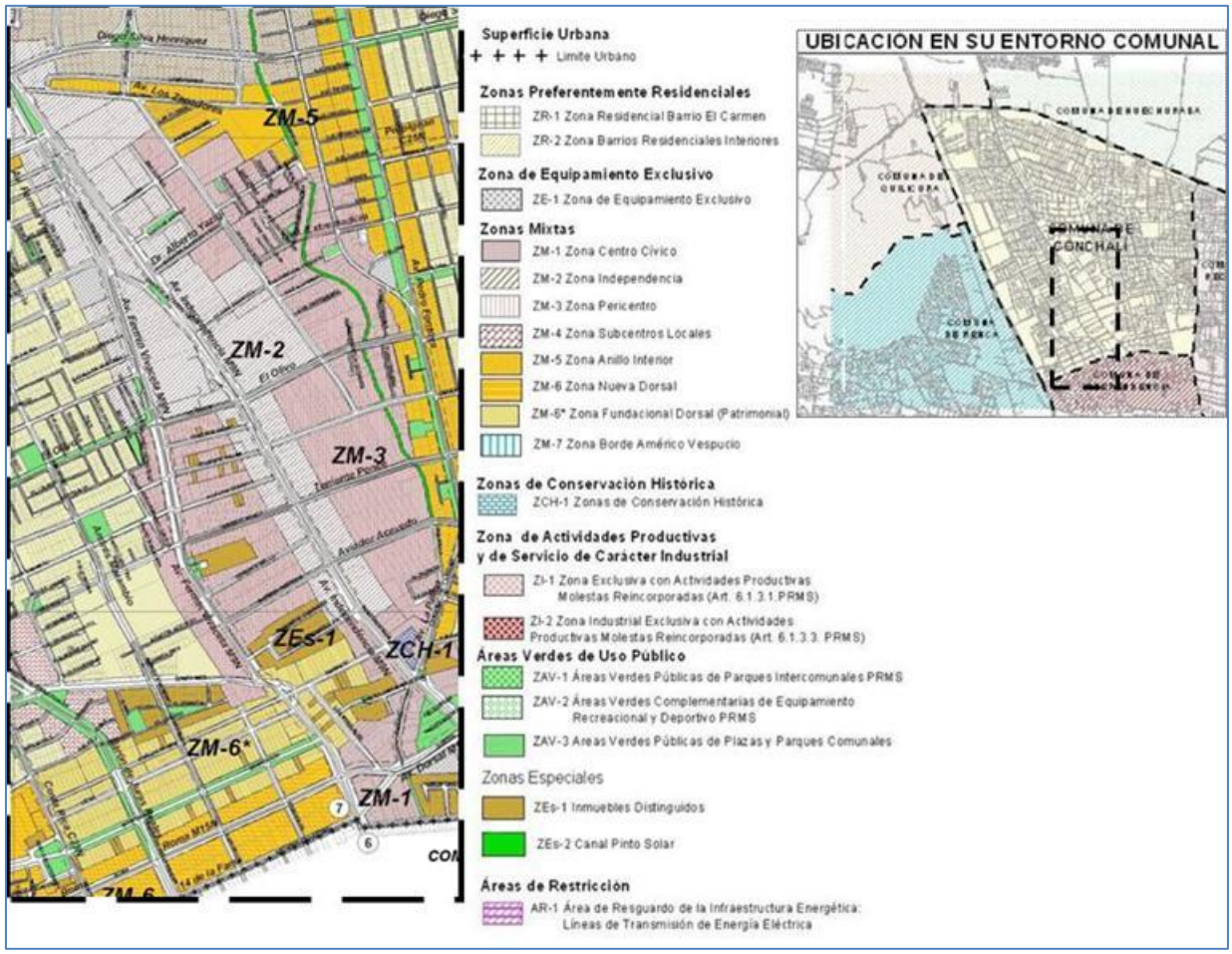
De acuerdo con la información disponible está avanzada la tramitación del nuevo PRC. El nuevo PRC mantiene el ancho entre L.O. del eje Vivaceta, pero introduce una nueva zonificación de usos de suelo, como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 1-3 Zonificación propuesta en la actualización del PRC de Conchalí




Fuente: www.plataformaurbana.cl

Figura 1-4 Detalle PRC de Conchalí en zona eje Vivaceta




Fuente: Municipalidad de Conchalí

En el contexto del presente estudio es importante observar que nuevo PRC define las zonas ZM/6* “Zona Fundacional Patrimonial” y ZM/6 “Fundacional Dorsal”, las cuales a su vez dan sentido al proyecto “Construcción ruta patrimonial sector Vivaceta”, cuyo estudio de diseño de ingeniería fue adjudicado por el SERVIU Metropolitano el 31 de julio recién pasado, un resumen del estudio, se presenta en el punto 1.2 de este informe.

También se observa la definición del sector Centro Cívico (ZM-1) y Zona Inmuebles Distinguidos (ZEs-1), que también apoyan la consolidación de una Identidad Patrimonial, que dan sustento al proyecto Rutas Patrimoniales de Conchalí.

De acuerdo con lo expresado por el municipio, es prioridad la consolidación de espacios públicos patrimoniales por lo que se debe considerar como un insumo primordial el proyecto que se desarrolla a través de SERVIU, de Ruta Patrimonial Fermín Vivaceta. En el marco de las Rutas Patrimoniales de Conchalí.

Dicho proyecto busca consolidar el carácter patrimonial del espacio público a través de la recuperación de la masa vegetal, construcción de ciclovías, el carácter peatonal del espacio público marcado por ritmos detenciones que favorezcan dicho perfil.

En sentido de la consolidación del carácter de barrio y los espacios públicos asociados este municipio considera fundamental la aplicación del PRMS y sus indicaciones en relación a la Av. Vivaceta, de acuerdo a los criterios antes mencionados, de consolidación patrimonial.

Sin perjuicio de la existencia de planificación expresada a través del PRMS donde se fija el perfil de Av. Vivaceta de 35 mts., se hace presente la intención del municipio de desarrollar instancias equilibradas y concordantes de desarrollo urbano del sector, es por esto que respalda y promueve el desarrollo del sector con carácter patrimonial y del espacio público existente y también la consolidación del barrio bajo los parámetros mencionados (PRMS). Sin embargo, al no tener certeza del tiempo de aplicación de las indicaciones establecidas por el PRMS, se establecen parámetros y sugerencias de diseño que buscan coordinar un desarrollo urbano que considera el patrimonio del espacio público Conchalino como parte de la identidad comunal, con los lineamientos de planificación establecidos por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago.

Dentro de las posibilidades o alternativas de intervención del espacio público patrimonial, categoría en la que se clasifica el sector mencionado, el municipio de Conchalí hace las siguientes recomendaciones:

- Adaptar la aplicación de la planificación del PRMS al carácter patrimonial del sector y su espacio público.

- Se pretende consolidar un sector en que puedan convivir distintos modos de transportes, (automóviles, transporte público, peatón, bicicleta etc.) a una velocidad moderada. Junto con generar un lugar de esparcimiento en un entorno patrimonial, áreas verdes, juegos infantiles, ciclo-rutas etc., todo ello asociado a los intereses municipales y los proyectos que allí se ejecutaran.

- Extender la franja de 35 mts. de perfil de calle Vivaceta desde la línea de edificación oriente hacia el poniente, por encontrarse las manzanas predios y conjuntos armónicos de conservación, principalmente en el lado oriente de la Av. Vivaceta. Esto es entre las Avenidas Independencia y Vivaceta.

- Se debe considerar las intenciones municipales de mantener el carácter peatonal. Se buscara consolidar el uso del espacio público con las actividades cotidianas arraigadas, y que la ejecución del PRMS reconozca y tome las medidas del caso para, por ejemplo reducciones de velocidad, aumento de los puntos de cruces peatonales para dar continuidad transversal generando conexiones de transito peatonal, generando y consolidando relaciones espaciales y perceptuales entre el sector oriente y poniente.

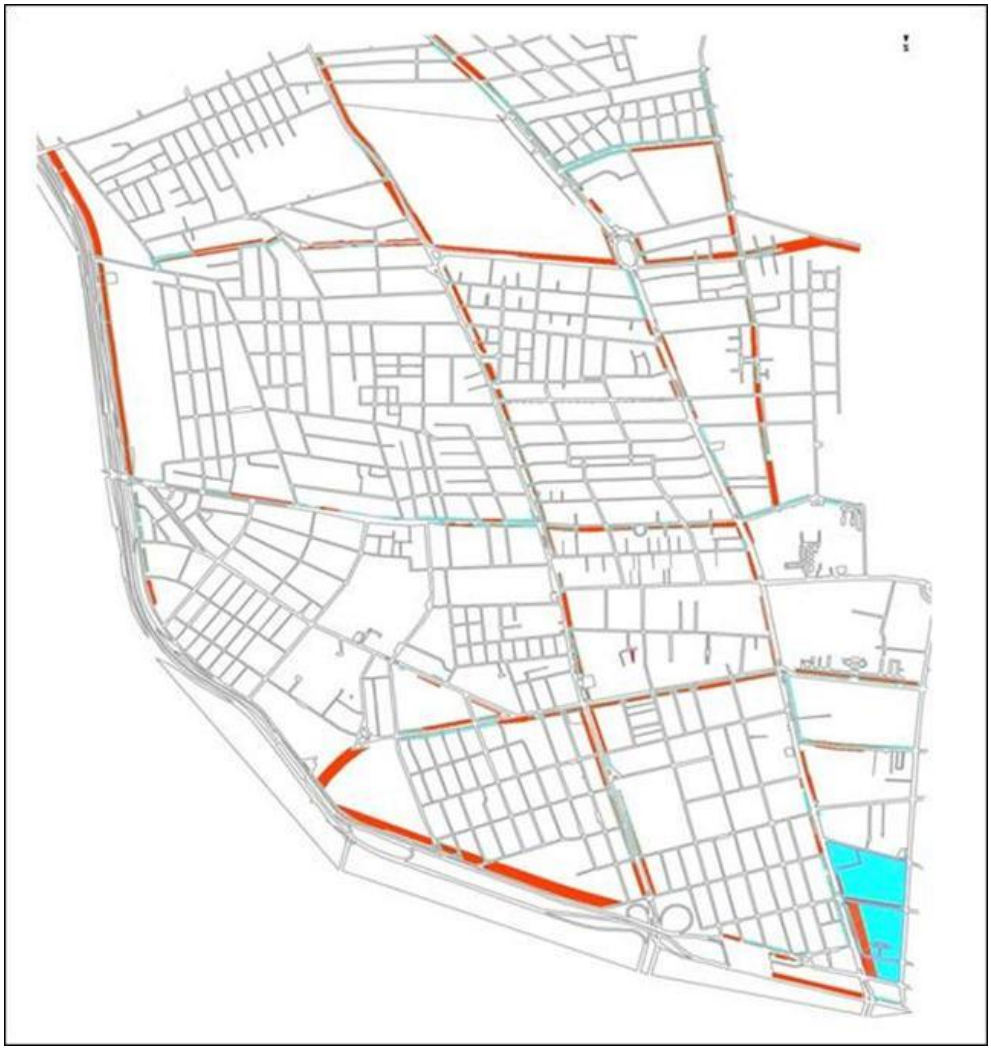
Por último, dada la antigüedad del área en estudio se buscó identificar los inmuebles de conservación histórica de la comuna que pudiesen significar restricciones a las intervenciones que se propongan. Según la información disponible en el sitio web www.patrimoniourbano.cl, no existen inmuebles de este tipo en la comuna.

### 1.1.3 Plan regulador comunal de Independencia

El plan regulador vigente en la comuna de Independencia desde 1981 es de la antigua comuna de Santiago. De acuerdo con la información disponible no existen actualizaciones aprobadas en el entorno del eje Vivaceta.

Con respecto a las características del eje Vivaceta la siguiente figura muestra en color rojo las áreas de expropiación definidas en el PRC. Se observa que a lo largo del eje se establecen expropiaciones en ambos costados de Vivaceta o solamente en el oriente.

Figura 1-5 Áreas de expropiación definidas en el PRC de Independencia

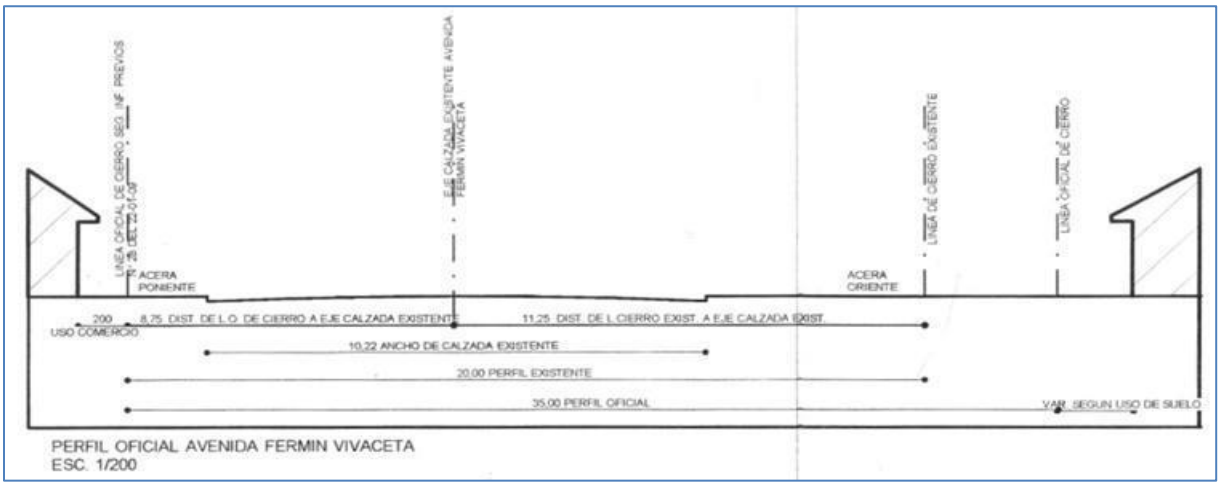


Fuente: Municipalidad de Independencia

Las áreas consideran anchos entre líneas oficiales de 35 o 40 m según si se ubican al norte o sur de la calle Hipódromo Chile, tal como lo indica el PRMS (ver 1.1.1).

A través del sitio web PavelWeb del SERVIU RM se obtuvo el perfil oficial del eje Vivaceta entre Isidora Errázuriz y Las Enredaderas. El perfil en ese tramo se muestra en la siguiente figura.

Figura 1-6 Perfil oficial Av. Vivaceta entre Isidora Errázuriz y Las Enredaderas, Independencia




Fuente: http://www.serviurm.cl/PavelWeb/ proyecto Nº31619

Se observa que el perfil existente es de 20 m, con una calzada de poco más de 10 m, pero el PRC considera ampliarlo a 35 m. Esto requiere expropiar una faja, principalmente en el costado oriente del eje, salvo un pequeño tramo en el sector del Hipódromo Chile (que es consistente con la Figura 1-5). Ese ancho de faja es compatible con la jerarquía troncal de la OGUC.

El tramo con mayor restricción de ancho, en el entorno del recinto del Hipódromo Chile, está afecto a expropiación en ambos costados. La figura siguiente muestra ese tramo.

Figura 1-7 Angostamiento del eje Vivaceta en el sector del Hipódromo Chile

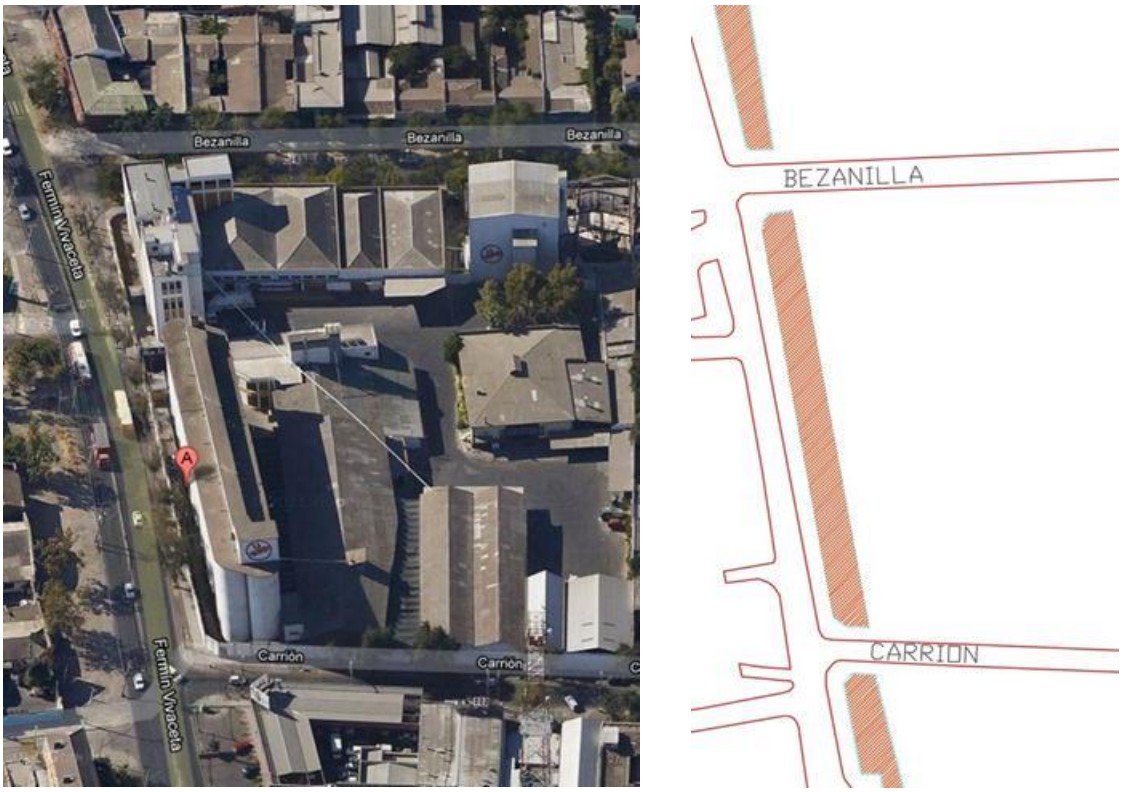



Fuente: Elaboración propia

Otra restricción importante a un eventual ensanche del eje es el molino La Estampa. Según el PRC el terreno de esa industria está afecto a expropiación en una faja de 10 m desde la línea de cierro, pero, en principio, eso requiere demoler parte importante del edificio, con lo cual se dificulta su concreción.

La siguiente figura muestra la ubicación de esa instalación industrial y la faja afecta a expropiación.

Figura 1-8 Ubicación del molino La Estampa y área de expropiación




Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la información disponible en el sitio web del municipio, se inició en 2011 la tramitación de la actualización del PRC. Información reciente indica que podría entrar en vigencia hacia finales del año 2014.

Por último, dada la antigüedad de las edificaciones del área en estudio se buscó identificar los inmuebles o zonas de conservación histórica de la comuna que pudiesen significar restricciones a las intervenciones que se propongan. Según la información disponible en el sitio web www.patrimoniourbano.cl, existen los siguientes inmuebles de conservación en la comuna:

- Edificio Cité Av. Independencia N°s 200 al 248.
- Edificio Renta Av. Independencia N°s 250 al 298.
- Iglesia de las Carmelitas Descalzas Av. Independencia / Gral. Borgoño.

Además, está declarada como zona de conservación histórica el área de calle Independencia, en ambos costados, entre General Borgoño y General de la Lastra.

Como se puede deducir, ninguno de los inmuebles o la zona de conservación histórica se ubica sobre el eje Vivaceta.

### 1.1.4 Jerarquía vial según red vial básica y OGUC

Existen dos definiciones de jerarquía vial en la normativa vigente. Una es la establecida por el MTT en la red vial básica y la otra por el MINVU a través de los planes reguladores y la OGUC.

Es importante mencionar que la normativa del MTT y la OGUC con respecto a las características operativas de las vías son similares aunque existen diferencias, como se describe a continuación.

Según la Res. Ex. 347/1987 del MTT, la Av. Fermín Vivaceta es una vía troncal y, por lo tanto, de acuerdo con el DTO 83/1985 del MTT, debe tener las siguientes características operativas:

- En una vía troncal el cruce de peatones tendrá prioridad en las intersecciones semaforizadas que expresamente contemplen el derecho a vía pertinente y donde existan facilidades peatonales explícitas. En cualquier otro lugar de la vía el cruce peatonal estará prohibido.
- La velocidad máxima de los vehículos deberá fijarse entre 50 y 80 km/h.
- El tránsito vehicular no estará afecto a interrupciones. Se exceptúa de lo anterior solamente las detenciones obligadas en los cruces semaforizados y en las facilidades peatonales explícitas.
- Los cruces semaforizados deberán contar con equipos de control y sistemas de operación tales que permitan programar los semáforos y coordinar las redes relevantes en términos de minimizar la probabilidad de detención y las demoras a las personas.
- En este tipo de vías los esquemas de gestión deben tender a dar prioridad a los sistemas de transporte público en aquellos casos en que un estudio técnico así lo justifique.
- En las vías que tengan una pista por sentido sólo se autorizará el funcionamiento de nuevos paraderos de locomoción colectiva cuando estén ubicados fuera de la pista de circulación.
- La distancia entre paraderos contiguos no deberá ser inferior a 400 metros.

- Los vehículos provenientes de una vía local tendrán acceso restringido. Igual restricción operará para los desplazamientos inversos.

- No podrán circular vehículos de tracción animal o humana, en días hábiles. Sin perjuicio de lo anterior, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones podrá autorizar la circulación de bicicletas cuando exista ciclovía.

- Sólo se permitirá el estacionamiento de vehículos en áreas especialmente destinadas a dicho fin y físicamente segregadas en la calzada.

- Sólo se permitirá la instalación de ferias en áreas segregadas de la calzada a través de dispositivos de separación y en las que tengan cabida las instalaciones propias de la feria, los vehículos surtidores y los vehículos de la clientela.

- Además de las restricciones señaladas en el párrafo anterior, sólo se permitirá la instalación de ferias en días festivos y siempre que se demuestre que el tránsito de vehículos acusa una significativa disminución con respecto a los días hábiles.

- Se permitirá las faenas de recolección de desechos en días hábiles de 20:00 a 7:30 horas, sábados desde las 14:00 horas y domingos.

- Se podrán efectuar faenas de carga y descarga entre las 21:00 y las 7:00 horas, sábados de 14:00 horas adelante y domingos, en los sitios y horas señalizados en cada caso.

Por otro lado, según la OGUC las características físicas y operativas de una vía troncal son las siguientes:

- Su rol principal es establecer la conexión entre las diferentes zonas urbanas de una intercomuna.

- Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 6 km. Velocidad de diseño entre 50 y 80 km/h.

- Tiene alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, mayor a 2.000 vehículos/hora, considerando ambos sentidos.

- Flujo predominante de locomoción colectiva y automóviles. Restricción para vehículos de tracción animal y humana.

- Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas, las cuales siempre son preferenciales. Sus cruces a nivel con otras vías troncales deben ser controlados.

- Los cruces, paraderos de locomoción colectiva, servicios anexos y otros elementos singulares, preferentemente deben estar distanciados a más de 500 m entre sí.
- Presenta una segregación funcional parcial con su entorno. Servicios anexos sólo con accesos normalizados.
- Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada.
- La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 30 m.
- El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m.
- Puede estar conformada por un sólo cauce, bidireccional, con o sin mediana, o bien, puede constituirse un Sistema Troncal conformado por un par de vías con distinto sentido de tránsito, en que cada una de ellas cumpla los siguientes requisitos mínimos:
    - Distancia entre líneas oficiales no inferior a 20 m.
    - Ancho de calzada pavimentada no inferior a 7 m.
    - Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 3,5 m de ancho mínimo, en su condición más desfavorable.
    - En el caso de existir ciclovías, ellas deben ser ciclopistas.

Es claro que varios de los requisitos anteriores no se verifican en la actualidad. Uno de los más relevantes es que la calzada vehicular no cumple el ancho mínimo (14 m). Otra condición que no se cumple es referida a los cruces peatonales, los cuales no siempre cuentan con facilidades explícitas. Estas situaciones se explican probablemente porque la Av. Vivaceta se construyó antes de su designación como vía troncal. Esto tiene gran importancia para los mejoramientos que se propongan como parte del estudio, porque ellos deben respetar la normativa de la red vial básica y de la OGUC.

Figura 1-9: Plano resumen antecedentes normativos

## 1.2 Antecedentes de proyectos viales

Esta tarea considera recopilar y analizar los antecedentes de todos los proyectos en vías de ser ejecutados, tanto públicos como privados que afecten las condiciones actuales de operación de la red vial dentro del área de estudio. Para recopilar estos antecedentes se utilizaron las siguientes fuentes:

- MINVU y SERVIU: proyectos de pavimentación a través del sitio web PavelWeb.
- SEREMITT: estudios de impacto sobre el sistema de transporte urbano (EISTU), aprobados y en desarrollo.
- MOP a través de Vialidad y Unidad de Concesiones: modificaciones de la condición operacional de la Ruta 5 Norte y Costanera Norte y sus respectivas calles locales.
- Subsecretaría de transportes: iniciativas impulsadas por esa institución que tengan impacto en el área de estudio.
- Municipios: iniciativas municipales (con fondos propios por ejemplo) de mejoramiento de la seguridad de tránsito, señalización y demarcación, etc.

Los proyectos a ser considerados en este catastro son definidos en conjunto con la Contraparte Técnica, en el momento que el desarrollo del estudio lo amerite. Parte de la información a recopilar se realiza a través de la plataforma “Gobierno Transparente”, que el Consultor ha utilizado en otros estudios y que resulta muy eficiente. En general, se espera obtener información sobre:

- Mecánica de suelos.
- Proyectos de pavimentaciones.
- Proyectos de seguridad vial.
- Proyectos de semaforización.
- Monografías de servicios y pavimentos.
- Antecedentes hidrológicos.

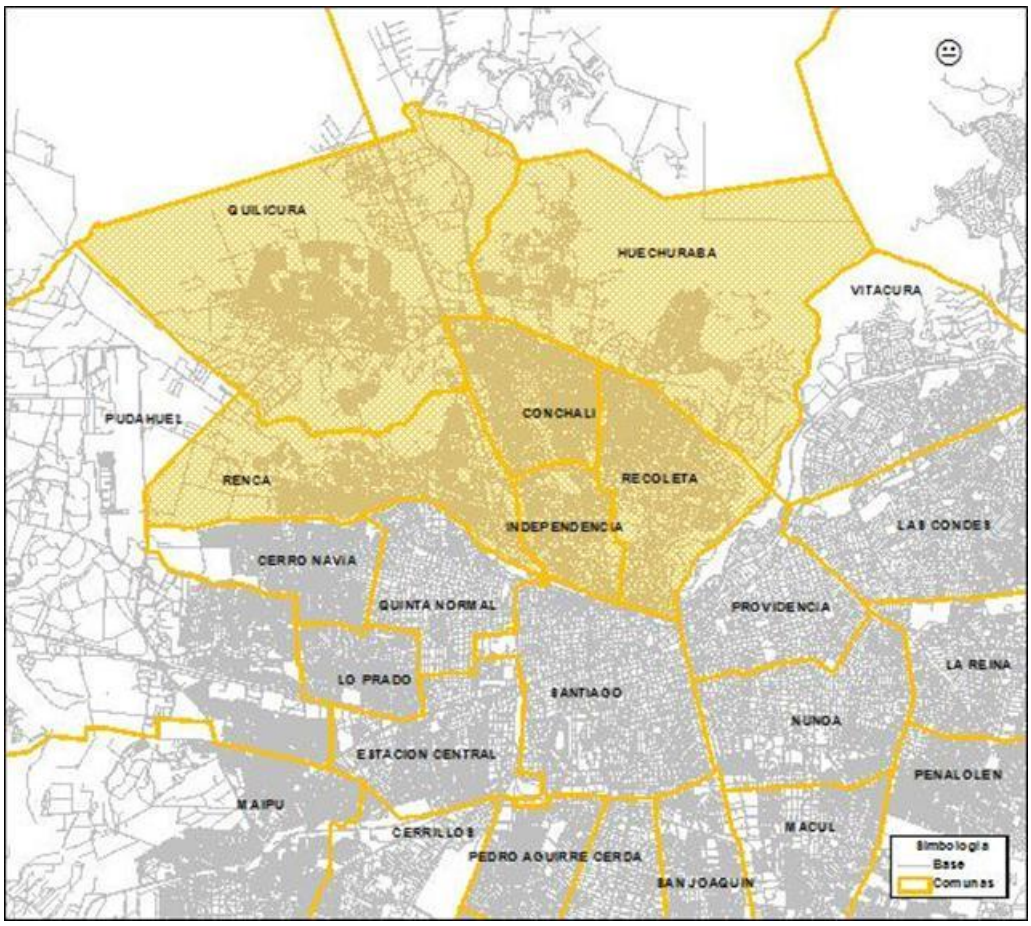
La descripción general de los proyectos viales en el área de estudio es entregada a continuación y representada en una lámina en donde se destaca con diferente simbología el nivel de desarrollo de los proyectos (prediseños, anteproyecto, diseño de ingeniería, construcción) y años de ejecución de las obras si procede.

### 1.2.1 "Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la Región Metropolitana"

a) General

El objetivo del estudio consistió en proponer una cartera de proyectos a nivel de anteproyecto avanzado, en todas las comunas del sector nor poniente de Santiago, como muestra la figura siguiente.

Figura 1-10: Área de estudio Conexiones viales sector norte RM




Fuente: Estudio análisis conexiones viales sector norte RM, Sectra 2010

Dentro del análisis se incluyeron las comunas de Conchalí e Independencia. Sin embargo, el estudio dio preferencia a las conexiones oriente – poniente del área de análisis, como se observa de los anteproyectos desarrollados que se muestran en el cuadro siguiente, dentro de los cuales no se consideró el eje Vivaceta.

Cuadro 1-2: Anteproyectos desarrollados por el estudio

| DESIGNACIÓN | EJE | COMUNA |
|---|---|---|
| P1 | Arturo Prat | Renca |
| P2 | San Martín | Quilicura |
| P3 | Par Filómena Garate – Ramón Rosales | Quilicura |
| P8 | Salomón Sack - Gamero | Independencia |
| P10 | Par El Salto – Las Torres | Recoleta |
| P12 | Pedro Fontova | Huechuraba |

Fuente: Elaboración propia, basado en el estudio Conexiones Viales sector Norte RM, Sectra 2010

Se observa que solo el proyecto P8 se encuentra dentro del área de análisis del presente estudio.

b) Descripción del proyecto P8: Salomón Sack - Gamero

Este proyecto tiene una longitud de 3,5 km y se desarrolla en la comuna de Independencia. Se compone de 3 tramos:

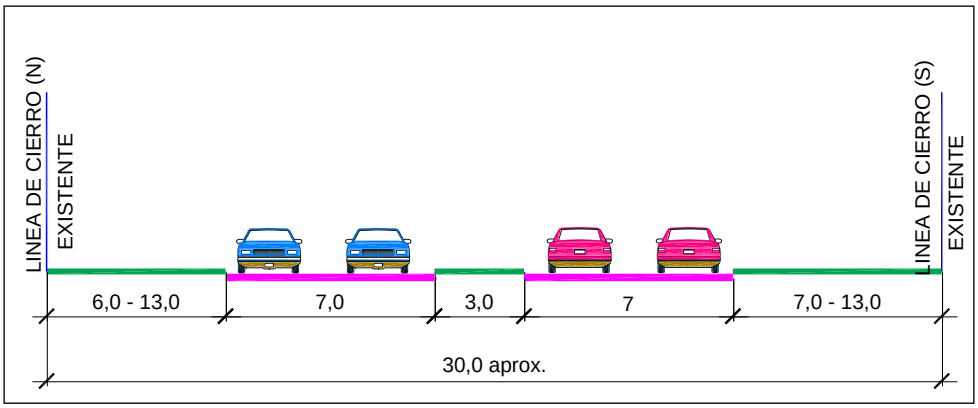
- Tramo 1: Salomón Sack entre Domingo Santa María y Gamero (1,5 km)
- Tramo 2: Gamero entre Salomón Sack y Escanilla (0,8 km) que incluye Vivaceta
- Tramo 3: Par vial Gamero-Retiro entre Escanilla e Independencia y Escanilla entre Gamero y Retiro (1,2 km).

Los últimos 350m de Gamero, entre General Concha e Independencia, no son desarrollados a nivel de anteproyecto.

Connsidera el aumento de la capacidad vial del eje Salomón Sack-Gamero y el mejoramiento de su conectividad oriente-poniente, a través de la apertura de la calle Retiro y su conexión con Sergio Livingstone – Olivos.

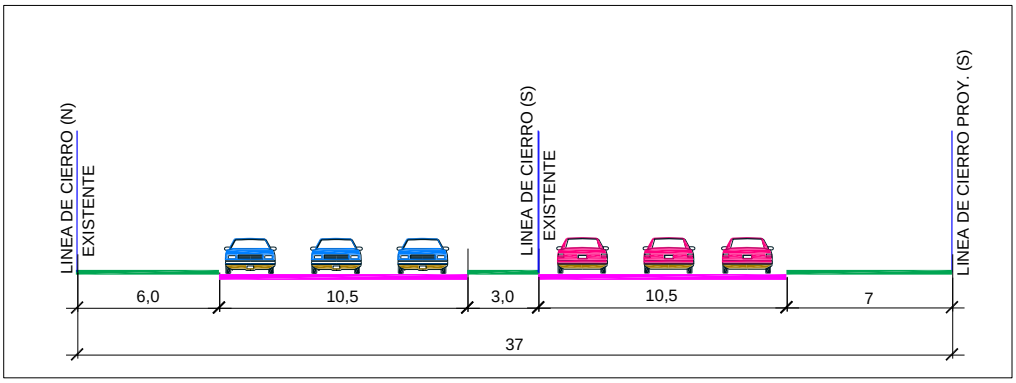
Para el eje Salomón Sack, entre Domingo Santa María y Gamero se proyecta un perfil de 2 calzadas de 2 pistas por sentido, con mediana de 3m, con pocas expropiaciones puntuales.

Figura 1-11: Perfil Tipo Salomón Sack, entre Domingo Santa María y Gamero



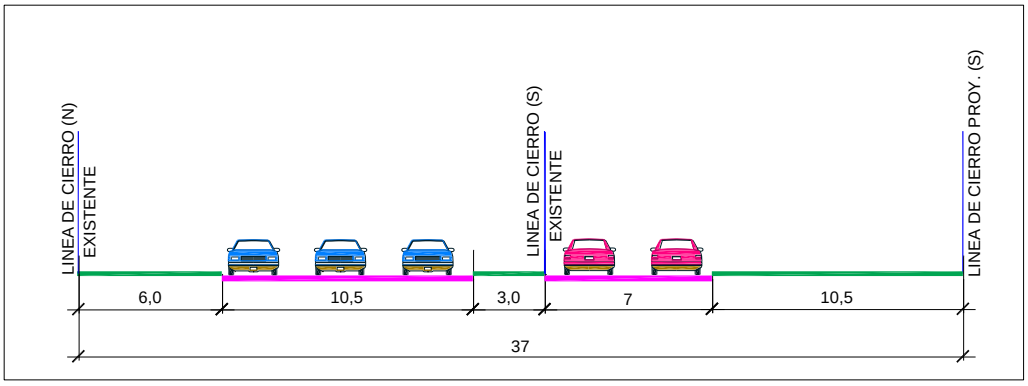

Fuente: Estudio Conexiones Norte

Figura 1-12: Perfil Tipo Gamero, entre Salomón Sack y Vivaceta



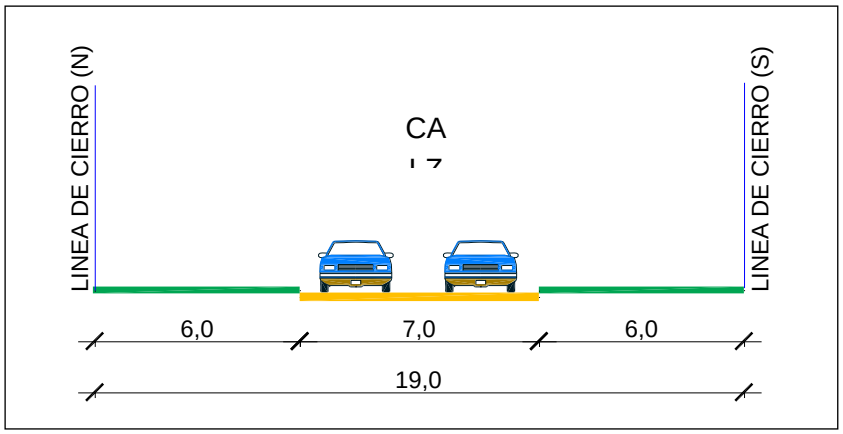

Fuente: Estudio Conexiones Norte

Figura 1-13: Perfil Tipo Gamero, entre Vivaceta y Escanilla



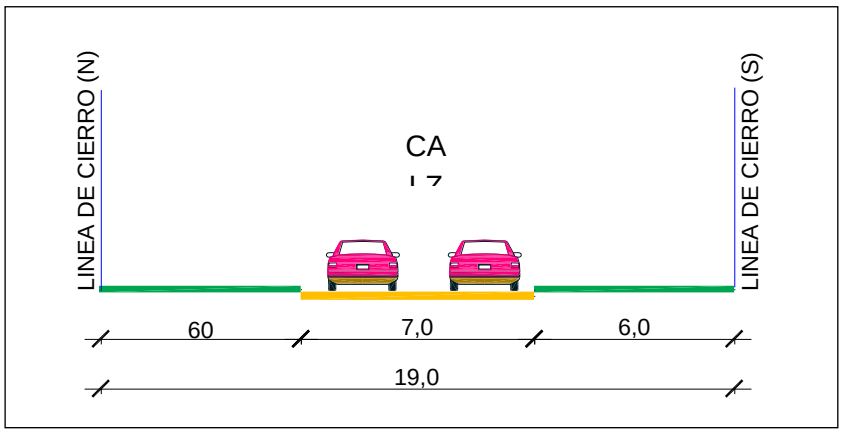

Fuente: Estudio Conexiones Norte

Figura 1-14: Perfil Tipo Gamero, entre Escanilla e Independencia



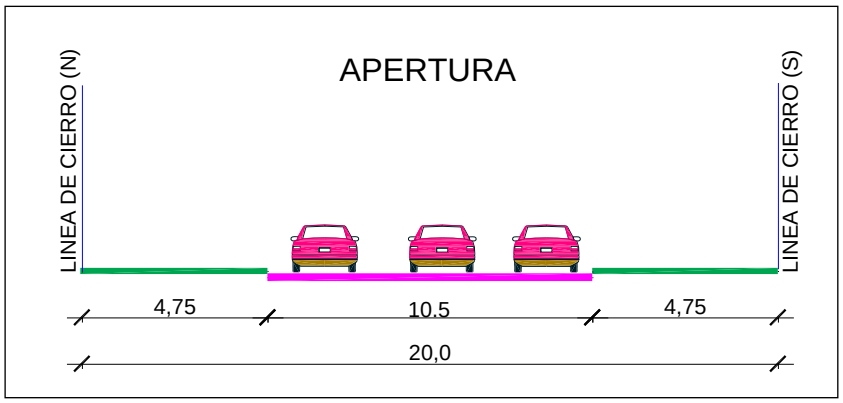

Fuente: Estudio Conexiones Norte

Figura 1-15: Perfil Tipo Escanilla, entre Gamero y Retiro




Fuente: Estudio Conexiones Norte

Figura 1-16: Perfil Tipo Retiro, entre López e Independencia (apertura)




Fuente: Estudio Conexiones Norte

c) Estudios de base de ingeniería realizados

Los antecedentes de estudios de base de ingeniería son los siguientes:

- Catastro operativo en toda el área de estudio.
- Catastro de pavimentos
- Catastro de servicios. Agua potable, alcantarillado y aguas servidas, drenaje, servicios secos (gas, eléctrico, poliductos)
- Mecánica de suelos. 19 calicatas de 1,50 m de profundidad, emplazadas uniformemente dentro del área de estudio de los proyectos localización, a 500m de distancia entre sí, aproximadamente. Especialmente importantes son las calicatas desarrolladas para el proyecto P8.
- Topografía en especial del eje Salomón Sack – Gamero (P8)

### 1.2.2 Estudios de impactos sobre el sistema de transporte urbano (EISTU)

Como parte de la recopilación de antecedentes, el Consultor solicitó a la SEREMITT RM información sobre estudios de esta índole, dentro del área de proyecto, presentados a la ventanilla única en los últimos tres años. La SEREMITT respondió que no hay estudios presentados o aprobados en el intervalo de tiempos solicitado, en el eje de proyecto o en sus cercanías.

### 1.2.3 Programa Santiago centro oriente (Concesiones MOP)

Dentro del programa de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, se licita durante el mes de Septiembre, la construcción del mejoramiento de la conexión entre la Autopista Costanera Norte y la Autopista Central. Las obras se iniciarían el año 2013.

El proyecto considera la construcción de un túnel que conecta de forma directa los flujos expresos de la Costanera Norte con Autopista Central, dando mayor fluidez a dichos flujos en dirección Oriente – Sur hacia el centro de Santiago

Figura 1-17: Nueva Conexión Costanera norte – Autopista Central







Fuente: Concesiones MOP

### 1.2.4 Estudio "Habilitación Corredor de Transporte Público Eje Recoleta Sur Transantiago"

El proyecto actualmente en ejecución por Transantiago, considera la habilitación de un corredor de buses en el eje Recoleta y se desarrolla a nivel de ingeniería de detalle en su etapa final. Los estudios de base de ingeniería se hicieron en la Orden de Trabajo Nº1 (año 2011). Si bien el proyecto no se encuentra dentro del área de estudio, el eje Recoleta es el límite oriente del área de modelación (en red buffer). Además, algunos datos pueden ser relevantes como por ejemplo la mecánica de suelos.

### 1.2.5 Habilitación corredor de transporte público, Independencia

Transantiago llamó a Licitación (mes de Julio de 2012) el estudio Habilitación Corredor de transporte Público, Independencia, entre Américo Vespucio por el norte y Av. Santa María por el sur, abarcando las comunas de Conchalí e Independencia.

El objetivo del estudio es proyectar, a nivel de ingeniería de detalle, un corredor central segregado de transporte público en el eje. El estudio está dividió en tres etapas. La etapa final es el proyecto de ingeniería del corredor. Un resumen de las etapas se presenta a continuación.

Cuadro 1-3: Etapas estudio Habilitación corredor de transporte público, Independencia

| ETAPA | NOMBRE | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|
| A | Ingeniería básica y pre-diseños | • Estudios de base de ingeniería (topografía, mecánica de suelos, catastros de pavimentos, servicios, anteproyecto de expropiaciones<br>• Estudios de transporte: mediciones, calibración de modelos, definición de situación base<br>• pre-diseños |
| B | Anteproyecto | • Proyecto vial. demarcación y señalización, pavimentos.<br>• Proyectos complementarios: estructuras, servicios, expropiaciones, paisajismo, semaforización<br>• Cubicaciones y presupuestos<br>• Evaluación preliminar |
| C | Proyecto definitivo y evaluación social | • Diseño definitivo a nivel de ingeniería de detalle, incluye el proyecto vial, los proyectos complementarios y sus aprobaciones.<br>• Cubicaciones, presupuestos, especificaciones técnicas.<br>• Modelación y evaluación final. |

Fuente: Elaboración propia, basado en bases de licitación

En principio, los antecedentes de este proyecto eran importantes y necesarios para el presente estudio, teniendo la intención de establecer una adecuada coordinación entre ambos estudios durante su desarrollo, sin embargo, en definitiva se descartó considerarlo parte de la situación base, por no tratarse de un proyecto decidido y pronto a implementarse.

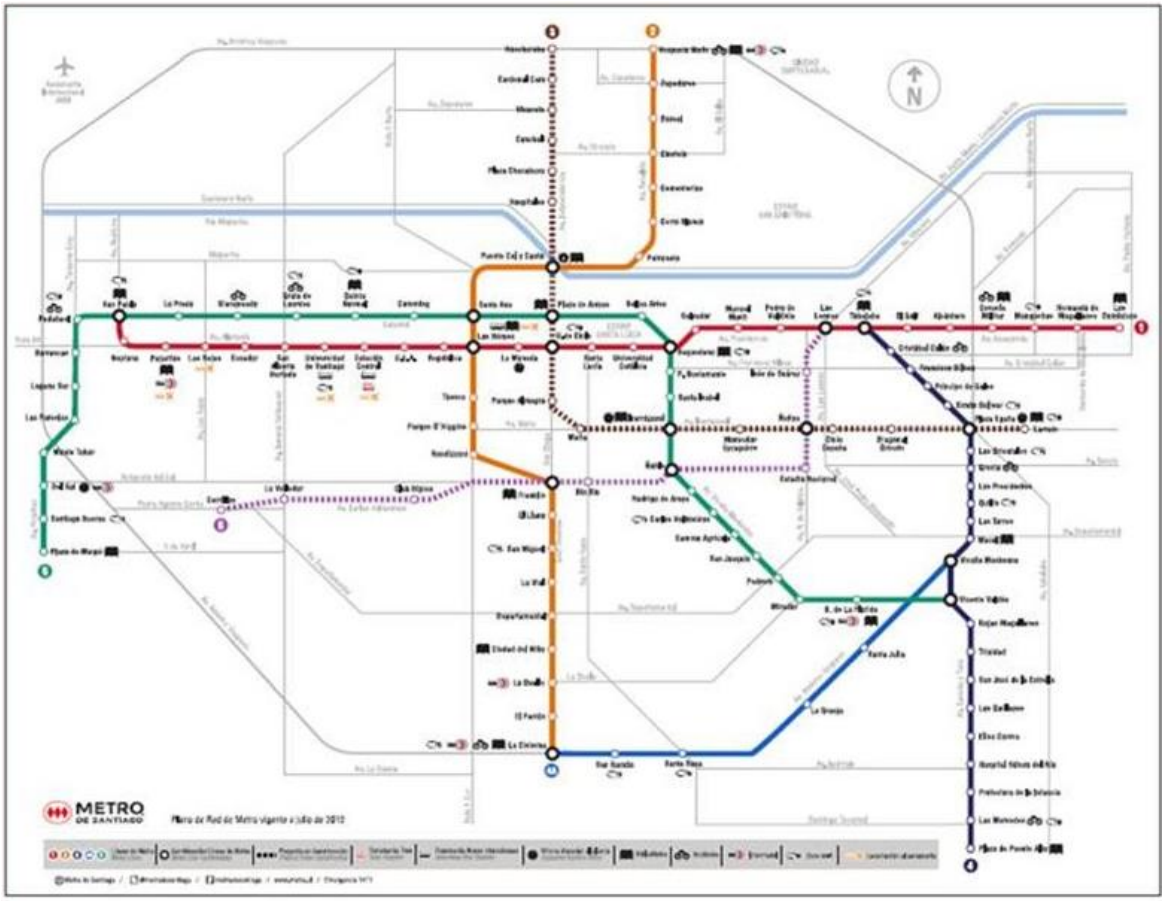
### 1.2.6 Proyecto Línea 3 del Metro

El trazado de la nueva Línea 3 del Metro permitirá conectar la comuna de Huechuraba con el corazón del centro de la capital, Plaza de Armas, en sólo 17 minutos. La nueva línea tendrá una extensión de 22 Km con 18 estaciones. Su trazado conectará las

comunas de Independencia, Conchalí y Huechuraba. También se proyecta conectarla hacia el sur oriente, siguiendo por Avenida Matta, Irarrázaval, Tobalaba hasta llegar más allá de la Plaza Egaña.

Desde el punto de vista de la oferta vial, la Línea 3 no afecta las propuestas factibles de desarrollar sobre el eje Vivaceta, sin embargo desde el punto de vista de la demanda, esta línea podría modificar la partición modal dentro del área de análisis. Es por esta razón que se incorporó a los antecedentes de proyectos viales.

Figura 1-18: Trazado línea 3 del Metro




Fuente: Metro de Santiago

Figura 1-19: Trazado de Línea 3 por el eje Independencia




Fuente: Metro de Santiago

### 1.2.7 Estudio "Análisis de la conectividad de ciclovías del Gran Santiago"

El estudio, realizado por la Subsecretaría de Transportes, tuvo por objetivo mejorar la operación del sistema de transporte en bicicleta del Gran Santiago mediante el desarrollo de una propuesta de red de facilidades para ciclistas.

Como parte de esta red de ciclovías se incluye el eje Vivaceta, aunque no existe en la actualidad un proyecto desarrollado para esta vía. Por ello, en el marco del presente estudio, se deberá tener debida cuenta del proyecto de ciclovía para la propuesta de alternativas para el eje. La figura siguiente muestra la propuesta de red de ciclovías tanto para el eje Vivaceta como para el resto del área de análisis.

Figura 1-20: Propuesta de red de ciclovías dentro del área de análisis




Simbología:

| | | |
|---|---|---|
| | Rojo: vías existentes | Verdes conectores |
| | Celeste vías prioritarias | Azul: vías secundarias |
| | Naranjas vías nuevas | Negras: conexiones faltantes |

Fuente: Estudio “Análisis de la conectividad de ciclovías del Gran Santiago”, MTT 2011

### 1.2.8 Corredor Av. Dorsal entre Diagonal José María Caro y El Salto

El estudio asociado al anteproyecto avanzado del eje Dorsal se denomina: “Análisis y Adecuación de Infraestructura Vial para Transantiago”, desarrollado por MIDEPLAN - SECTRA el año 2007.

El objetivo del estudio fue desarrollar anteproyectos avanzados en 3 ejes de la ciudad de Santiago, donde operan servicios de buses troncales y locales de Transantiago. Los ejes seleccionados fueron:

- Anillo Intermedio que corresponde al eje 14 de La Fama – Dorsal – Pedro Donoso
- Avda. Santa Rosa
- Avda. Departamental.

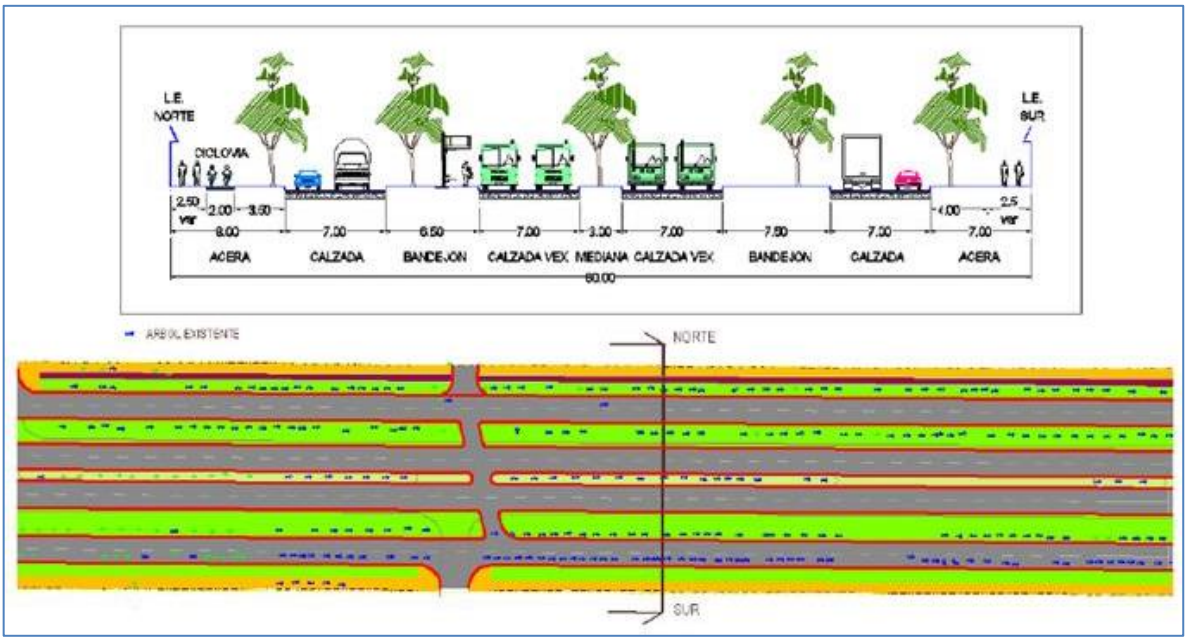
Los anteproyectos fueron desarrollados a nivel de ingeniería de detalle para el diseño geométrico y los proyectos complementarios a nivel de anteproyecto.

De los tres anteproyectos mencionados, solo el eje Dorsal se inserta dentro del área de análisis. El tramo 1, entre Bajos de Jiménez y D. José María Caro, se encuentra construido. El tramo 2, entre J. María Caro y Rinconada El Salto, aún no se ha ejecutado.

El estudio cuenta con levantamiento topográfico escala 1:500, estudio de mecánica de suelos y catastro de servicios.

El diseño geométrico considera un corredor central de transporte público bidireccional, segregado de las vías locales de transporte privado., del tipo que se muestra en la figura siguiente.

Figura 1-21: Perfil y planta tipo corredor Dorsal




Fuente: Análisis y Adecuación de Infraestructura Vial para Transantiago

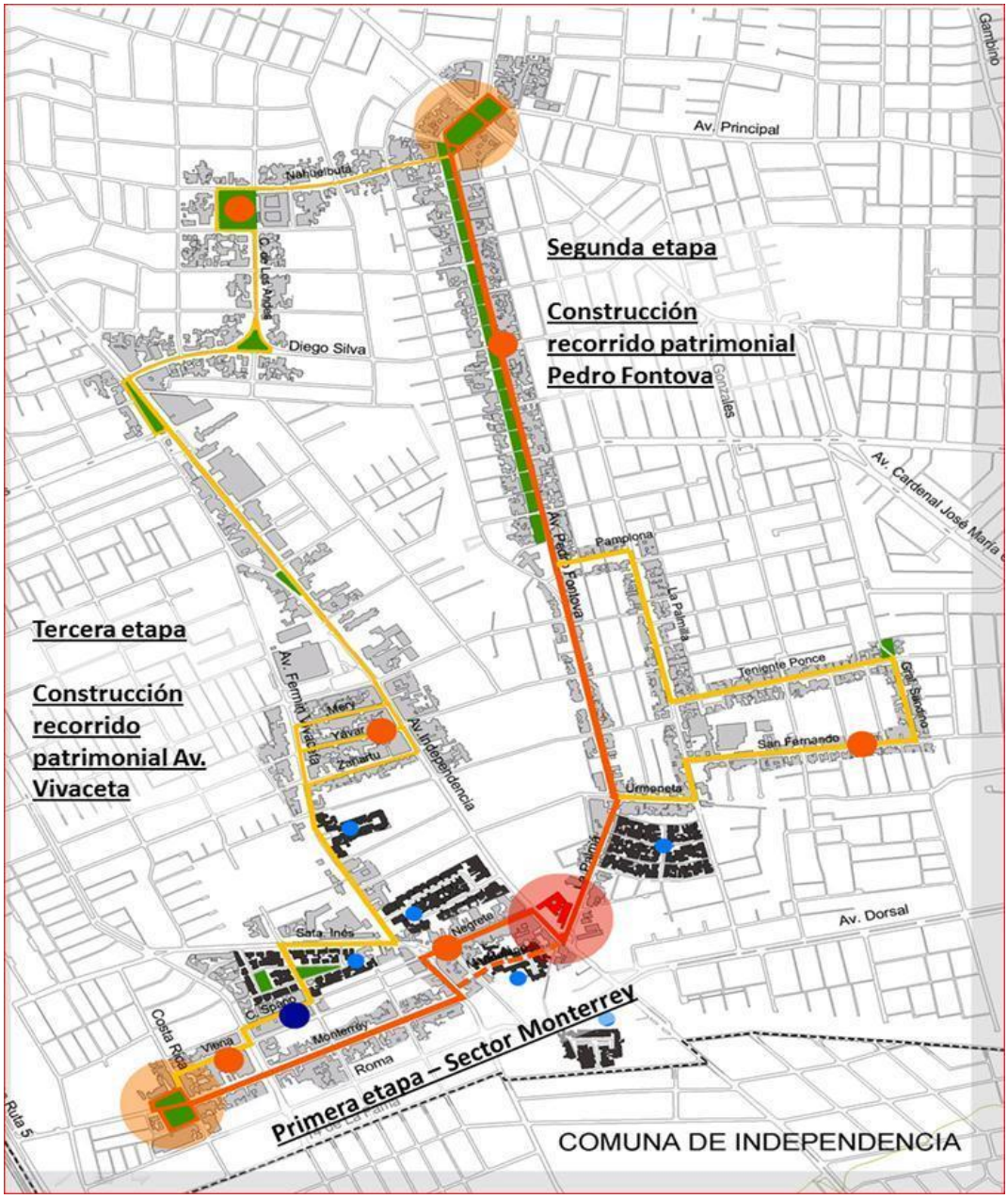
### 1.2.9 Estudio "Diseño del proyecto construcción Ruta Patrimonial sector Vivaceta comuna de Conchalí"

Con fecha 31 de julio de 2012, SERVIU Metropolitano ha adjudicado el desarrollo del estudio "Diseño del proyecto construcción Ruta Patrimonial sector Vivaceta comuna de Conchalí", cuyo proceso de compra (ID 48-84-LE12 de mercadopublico.cl) permite revisar una serie de antecedentes relevantes a tener en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

Dicho estudio se enmarca en la propuesta Rutas Patrimoniales de Conchalí, la cual "pretende promover y facilitar la interrelación de distintas unidades de territorio mediante la consolidación de una red de espacios públicos, ejes viales alternativos con otra velocidad y ritmos, generando así, espacios de sociabilización para la comunidad."

El proyecto del SERVIU considera como área de intervención la calle Av. Vivaceta (entre la calle Santa Inés y calle El Olivo) y las calles Teniente Mery, Teniente Yavar y Aviador Zañartu (entre Av. Vivaceta y Av. Independencia) y plantea como idea principal el "generar un paseo peatonal con distintos tipos de pausas, según el lugar; donde se llevarán a cabo diferentes actos de la ciudadanía recuperando y revitalizando el espacio público comunal". Este proyecto es complementario con otros dos que abordan otros ejes de la comuna de Conchalí, tal como se aprecia en la Figura 1-22.

Figura 1-22: Áreas de intervención recorridos patrimoniales de Conchalí




Fuente: Serviu (2011). Bases de licitación del estudio “Diseño del proyecto construcción Ruta Patrimonial sector Vivaceta comuna de Conchalí”, obtenidos en línea de http://www.mercadopublico.cl, ID 48-84-LE12.

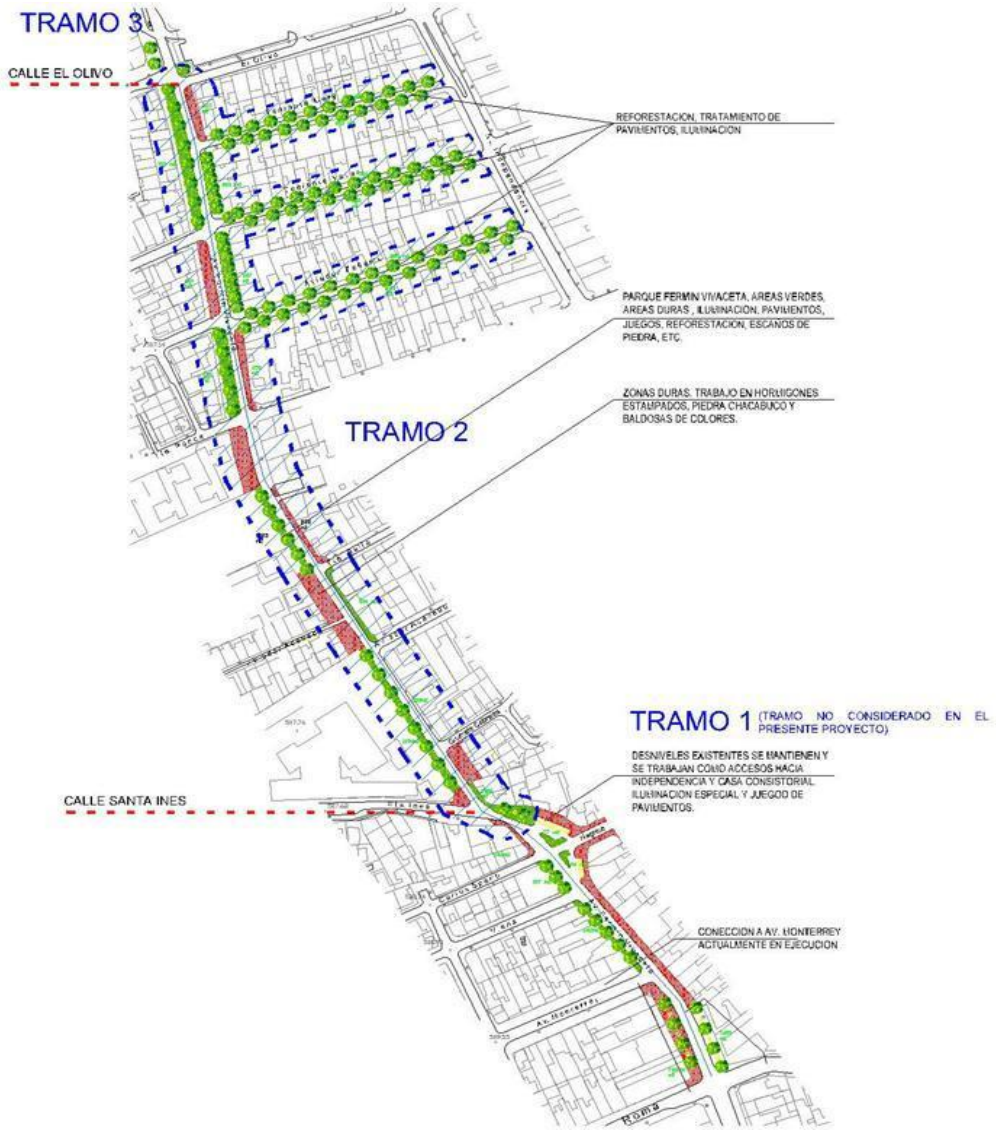
Cabe mencionar que este proyecto se centra en la circulación peatonal, no contemplando en principio cambios en la capacidad y/o gestión de las vías para vehículos motorizados.

De acuerdo al diagnóstico que entregan los términos de referencia del citado estudio, “el área tanto para la Avenida Vivaceta, como sus poblaciones adyacentes, que aún conservan el carácter de barrio, del Conchalí antiguo, presenta un deterioro considerable en cuanto a sus fachadas, sus veredas, sus árboles. Además han aparecido pequeñas industrias que han ido degradando el espacio público al traspasar sus actividades a la

calle alterando la imagen de bloque continuo, sin embargo la calidad espacial está ahí, se mantiene el carácter de barrio residencial pero existe la urgencia de parar el deterioro y revitalizar el barrio".

El proyecto a desarrollar, para el cual los términos de referencia solicitan tomar como base el Perfil del proyecto "Construcción Ruta Patrimonial Sector Vivaceta" realizado por la I. Municipalidad de Conchalí, contempla la reposición o remodelación de todo el espacio público considerado en el Tramo 2 y Tramo 3 de la Etapa 3: Ruta Patrimonial Vivaceta (ver Figura 1-23).

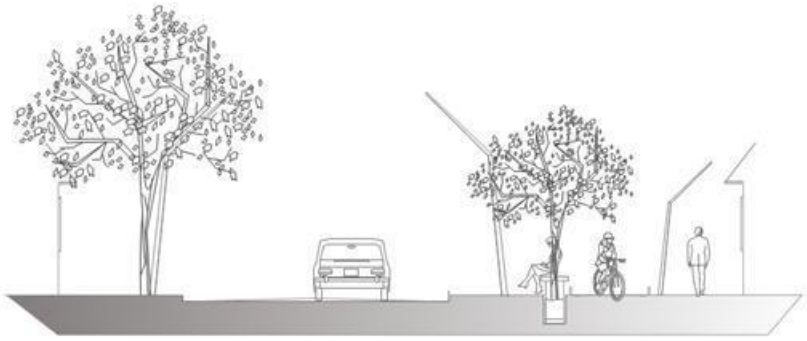
Figura 1-23: Tramos de la ruta patrimonial en el eje Vivaceta




Fuente: Serviu (2011)

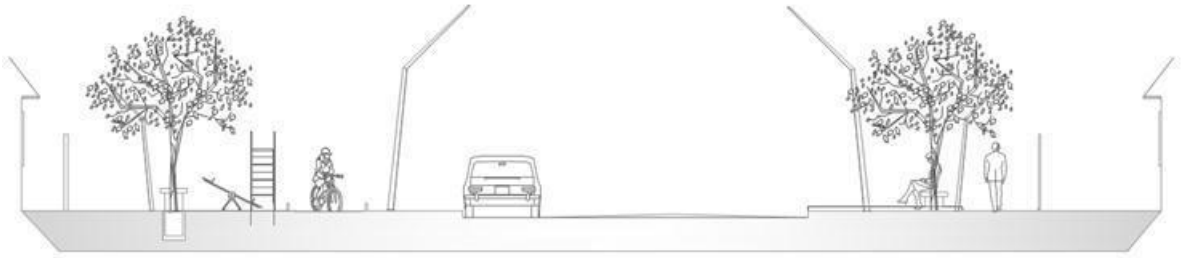
En las láminas siguientes, obtenidas de la propuesta de la empresa adjudicataria del proyecto, se puede apreciar los cortes en distintos sectores del proyecto.

Figura 1-24: Perfil tramo 3



Fuente: Serviu (2011)

Figura 1-25: Perfil tramo 1



Fuente: Serviu (2011)

Finalmente, de la propuesta adjudicada es posible extraer algunos elementos relevantes para el presente estudio:

- El proyecto se enfoca en consolidar una red de espacios para generar espacios de sociabilización para la comunidad, tales como paseos peatonales ricos en habitabilidad y *nuevos ejes viales con velocidades moderadas y ritmos pausados*

- Se busca facilitar el acceso peatonal, garantizando su uso y la reactivación de su entorno urbano, dándole una continuidad al recorrido peatonal y proyectando accesos directos desde la calle hasta las viviendas. Se potencia como un recorrido para darle fuerza al eje patrimonial existente

- Se contempla proyectar las aceras en su ancho máximo donde esto sea factible, manteniendo una calzada de 7 metros en todas sus calles para dar una mayor importancia a los espacios públicos y habilitando de esta forma las aceras para un fluido tránsito peatonal, ciclovías y vida al aire libre.

- Las ciclovías se proyectan en asfalto tratado para este uso especial y áreas verdes con un trabajo de arborización de orden especial dándole un trazado que contempla las entradas a las viviendas dejando que estas sigan siendo parte importante de este trayecto.

El estudio descrito se encuentra adjudicado recientemente y, evidentemente, no ha producido aún resultados más allá de las definiciones iniciales contenidas en las bases de licitación y oferta. El consultor estima que es de gran relevancia que, conforme ambos estudios avancen, se generen instancias de coordinación entre ambos que permitan converger hacia un diseño de proyecto que satisfaga los objetivos de ambos.

### 1.2.10 Proyectos de pavimentación y accesos

A través de la página pavelweb, del SERVIU Región Metropolitana, se recopiló información de proyectos de pavimentación recientes dentro del área de proyecto eje Vivaceta). La información obtenida, tiene que ver principalmente con proyectos de accesos de edificios residenciales, supermercados y centros comerciales de tamaño menor (Strip Center). Los proyectos encontrados entre 2008 y 2012 son los siguientes:

- Mejoramiento calle Coronel Álvarez entre Vivaceta y B. Jiménez (aprobado el 01-08-2012)
- Acceso a Supermercado Ekono, Av Vivaceta Nº1298 (aprobado el 29-09-2011)
- Acceso vehicular Strip Center, Vivaceta 217 (aprobado el 20-05-2010)
- Acceso Edificio Fermín Vivaceta, Vivaceta 2082 (aprobado el 05-12-2008)
- Acceso a Bodega Comercial Vivaceta, Independencia" proyecto Nº 28657, aprobado el 12/09/2008

### 1.2.11 Plano catastro proyectos

El cuadro a continuación presenta un resumen de los proyectos analizados y la figura siguiente muestra un plano en el que se sintetiza el catastro de proyectos viales y su localización geográfica.

Cuadro 1-4: Resumen antecedentes de proyectos viales

| Nº | PROYECTO | DESCRIPCIÓN | ETAPA DE DESARROLLO | ESTADO DE AVANCE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Conexione viales sector norte proyecto P8 Eje Salomón Sack - Gamero | Aumento de capacidad del eje y mejoramiento de la conectividad oriente - poniente | Anteproyecto | Terminado |
| 2 | Programa Santiago centro oriente (Concesiones MOP) | Construcción del mejoramiento de la conexión entre la Autopista Costanera Norte y la Autopista Central. . | Construcción | En ejecución |
| 3 | Habilitación corredor de transporte público, Recoleta sur | Habilitación del corredor eh el eje entre Santa María por el sur y Américo Vespucio por el norte | Ingeniería | En ejecución |
| 4 | Habilitación corredor de transporte público, Independencia | Habilitación Corredor de transporte Público, Independencia, entre Américo Vespucio por el norte y Av. F. Santa María por el sur, abarcando las comunas de Conchalí e Independencia | Ingeniería | En ejecución |
| 5 | Proyecto línea 3 del Metro | Construcción de Línea de metro que conectará A. Vespucio Norte con la Plaza de Armas y que se desarrollará bajo el eje Independencia. | Ingeniería | En ejecución |
| 6 | Análisis de la conectividad de ciclovía en el Gran Santiago | Uno de los proyectos propuestos contempla la construcción de una ciclovía a lo largo del eje Vivaceta. | Prefactibilidad | Terminado |
| 7 | Corredor eje Dorsal - Pedro Donoso Tramo 2 | Construcción de la continuación del corredor de Transporte público del anillo intermedio, entre D. J. M. Caro y El Salto | Anteproyecto avanzado | Terminado |
| 8 | Ruta Patrimonial sector Vivaceta, Comuna de Conchalí | Se desarrolla por ele eje Vivaceta entre la calle Santa Inés y calle El Olivo y las calles Teniente Mery, Teniente Yavar y Aviador Zañartu (entre Av. Vivaceta y Av. Independencia) | Prefactibilidad | En ejecución |

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-26: Catastro de proyectos viales en el área de influencia



## 1.3 Catastro de transporte público

### 1.3.1 Servicios de buses urbanos (Transantiago)

La información para este catastro se obtuvo de la página web de Transantiago (www.coordinaciontransantiago.cl) y corresponde al programa de operación vigente desde el día 01 de septiembre de 2012. En el caso de los archivos gráficos de trazados y el consolidado de paradas, estos corresponden al programa de operación vigente desde el 22 de Julio de 2012. En el DVD adjunto en el Anexo 1_01 se entrega la información en archivos geográficos route system (archivos RTS).

Basado en la información gráfica, se obtuvo que hay 162 servicios operando al interior del área de estudio (considera los sentidos ida y regreso separadamente). Para estos servicios se generan 97 variantes de recorrido debido al funcionamiento de ferias y vías reversibles en horarios punta y ciclovías en fines de semana.

En el cuadro siguiente se muestra el detalle por unidad de negocio:

Cuadro 1-5: Servicios por Unidad de Negocio

| UN | Sentido | Servicios |
|---|---|---|
| 1 | I | 7 |
| | R | 9 |
| 2 | I | 14 |
| | R | 14 |
| 3 | I | 10 |
| | R | 10 |
| 4 | I | 12 |
| | R | 12 |
| 5 | I | 8 |
| | R | 13 |
| 6 | I | 27 |
| | R | 26 |
| Total | | 162 |

Fuente: Transantiago

En los cuadros siguientes se entrega la información por cada unidad de negocio, de frecuencias en períodos punta mañana, fuera de punta y punta tarde de cada servicio que opera al interior del área de estudio. En Anexo 1_01 del DVD adjunto se entrega el detalle calle a calle de cada servicio y ubicación de cabezales.

Cuadro 1-6: Frecuencias por servicio y unidad de negocio

| UN | Servicio | Sentido | Frecuencias (bus/hr) | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PM | FP | PT | |
| 1 | 101 | I | 6,00 | 6,67 | 7,00 | |
| | 101 | R | 7,50 | 6,67 | 7,00 | |
| | 107 | I | 12,00 | 8,33 | 12,00 | |
| | 107 | R | 12,50 | 7,67 | 10,33 | |
| | 107c | I | 5,00 | 0,00 | 5,00 | |
| | 107c | R | 5,00 | 0,00 | 5,00 | |
| | 116 | R | 6,50 | 6,00 | 6,00 | |
| | 119 | I | 7,50 | 8,00 | 12,00 | |
| | 119 | R | 14,00 | 12,00 | 8,33 | |
| | 121 | I | 6,50 | 6,67 | 8,00 | |
| | 121 | R | 9,50 | 6,67 | 7,67 | |
| | 122 | R | 0,00 | 0,00 | 0,00 | Circuito cultural, funciona domingos y festivos |
| | 408 | I | 21,00 | 8,00 | 6,67 | Servicio traspasado a UN 1 (código 128 TS) |
| | 408 | R | 6,00 | 7,67 | 16,00 | |
| | 410 | I | 17,50 | 8,33 | 6,00 | Servicio traspasado a UN 1 (código 130 TS) |
| | 410 | R | 6,00 | 8,67 | 13,33 | |
| 2 | 201 | I | 25,00 | 13,00 | 18,00 | |
| | 201 | R | 25,00 | 13,00 | 18,00 | |
| | 201e | I | 18,00 | 9,33 | 12,00 | |
| | 201e | R | 19,00 | 9,33 | 12,00 | |
| | 202 | I | 12,00 | 12,33 | 12,00 | |
| | 202 | R | 12,00 | 12,33 | 12,00 | |
| | 202c | I | 11,00 | 0,00 | 13,00 | |
| | 202c | R | 11,00 | 0,00 | 13,00 | |
| | 203 | I | 20,00 | 14,00 | 19,00 | |
| | 203 | R | 20,00 | 14,00 | 19,00 | |
| | 203e | I | 12,50 | 0,00 | 11,00 | |
| | 203e | R | 12,50 | 0,00 | 11,00 | |
| | 206 | I | 6,00 | 7,67 | 7,33 | |
| | 206 | R | 9,00 | 7,67 | 6,33 | |
| | 206e | I | 6,50 | 0,00 | 6,33 | |
| | 206e | R | 8,50 | 0,00 | 5,33 | |
| | 207 | I | 7,50 | 12,00 | 8,00 | |
| | 207 | R | 10,00 | 12,00 | 8,00 | |
| | 207e | I | 6,00 | 0,00 | 7,00 | |
| | 207e | R | 6,00 | 0,00 | 7,00 | |
| | 208 | I | 16,00 | 11,00 | 13,00 | |
| | 208 | R | 13,00 | 11,00 | 13,00 | |
| | 214e | I | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | 214e | R | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | 223 | I | 9,00 | 6,00 | 7,33 | |
| | 223 | R | 9,00 | 6,00 | 7,33 | |
| | 226 | I | 9,00 | 6,33 | 9,33 | |
| | 226 | R | 10,00 | 7,00 | 7,00 | |
| 3 | 301 | I | 26,50 | 18,00 | 23,67 | |
| | 301 | R | 26,50 | 18,00 | 19,33 | |
| | 303 | I | 16,50 | 12,33 | 12,33 | |
| | 303 | R | 12,50 | 12,00 | 13,67 | |

| UN | Servicio | Sentido | Frecuencias (bus/hr) | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PM | FP | PT | |
| | 303e | I | 12,50 | 0,00 | 10,00 | |
| | 303e | R | 9,50 | 0,00 | 12,33 | |
| | 307 | I | 16,50 | 10,00 | 12,33 | |
| | 307 | R | 13,50 | 10,00 | 14,67 | |
| | 307e | I | 12,00 | 0,00 | 11,67 | |
| | 307e | R | 11,50 | 0,00 | 12,00 | |
| | 308 | I | 17,00 | 10,00 | 13,00 | |
| | 308 | R | 12,00 | 10,00 | 15,00 | |
| | 312e | I | 7,50 | 0,00 | 0,00 | |
| | 312e | R | 0,00 | 0,00 | 6,67 | |
| | 313e | I | 6,00 | 0,00 | 5,67 | |
| | 313e | R | 4,00 | 0,00 | 6,00 | |
| | 314 | I | 13,50 | 8,00 | 9,00 | |
| | 314 | R | 10,50 | 7,00 | 10,33 | |
| | 315e | I | 16,00 | 8,00 | 10,00 | |
| | 315e | R | 9,00 | 8,00 | 13,00 | |
| 4 | 402 | I | 9,50 | 7,33 | 7,33 | |
| | 402 | R | 8,00 | 7,00 | 7,33 | |
| | 404 | I | 7,00 | 8,00 | 8,00 | |
| | 404 | R | 5,00 | 7,67 | 11,33 | |
| | 409 | I | 13,00 | 8,33 | 7,67 | |
| | 409 | R | 6,50 | 8,33 | 9,00 | |
| | 414e | I | 8,50 | 0,00 | 0,00 | |
| | 414e | R | 0,00 | 0,00 | 7,00 | |
| | 415e | I | 9,50 | 0,00 | 0,00 | |
| | 415e | R | 0,00 | 0,00 | 7,33 | |
| | 416e | I | 7,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | 416e | R | 0,00 | 0,00 | 6,33 | |
| | 417e | I | 9,50 | 0,00 | 0,00 | |
| | 417e | R | 0,00 | 0,00 | 6,00 | |
| | 425 | I | 15,00 | 11,00 | 14,00 | |
| | 425 | R | 15,00 | 11,00 | 14,33 | |
| | 425c | I | 15,00 | 0,00 | 11,33 | |
| | 425c | R | 11,00 | 0,00 | 15,00 | |
| | 429 | I | 7,00 | 7,67 | 6,00 | |
| | 429 | R | 7,00 | 7,67 | 6,00 | |
| | 429c | I | 6,00 | 0,00 | 5,00 | Modifica cabezal en Providencia-Las Condes, PO Sept 2012 |
| | 429c | R | 3,00 | 1,67 | 6,67 | |
| | 435 | I | 8,00 | 6,00 | 7,00 | |
| | 435 | R | 7,00 | 6,00 | 8,00 | |
| 5 | 502 | I | 17,00 | 10,00 | 10,00 | |
| | 502 | R | 11,00 | 10,00 | 12,33 | |
| | 502c | I | 5,50 | 0,00 | 0,00 | |
| | 502c | R | 0,00 | 0,00 | 6,67 | |
| | 503 | I | 18,50 | 8,00 | 10,67 | |
| | 503 | R | 14,50 | 8,00 | 11,00 | |
| | 503c | R | 0,00 | 0,00 | 6,67 | |
| | 503v | I | 6,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | 503v | R | 6,00 | 5,00 | 5,00 | |

| UN | Servicio | Sentido | Frecuencias (bus/hr) | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PM | FP | PT | |
| | 504 | I | 20,50 | 9,33 | 14,33 | |
| | 504 | R | 19,00 | 9,33 | 16,33 | |
| | 505 | R | 15,00 | 7,67 | 12,00 | |
| | 508 | R | 14,00 | 8,00 | 9,33 | |
| | 509 | I | 9,00 | 5,00 | 7,00 | |
| | 509 | R | 5,50 | 5,00 | 8,33 | |
| | 513 | R | 8,00 | 6,67 | 8,00 | |
| | 514 | R | 9,00 | 8,00 | 7,67 | |
| | J03 | I | 11,00 | 4,00 | 7,00 | |
| | J03 | R | 7,00 | 4,00 | 8,67 | |
| | J10 | I | 5,50 | 6,00 | 5,67 | |
| | J10 | R | 5,50 | 6,00 | 5,67 | |
| 6 | B01 | I | 8,00 | 5,33 | 7,67 | |
| | B01 | R | 8,00 | 5,33 | 7,67 | |
| | B02 | I | 6,00 | 6,00 | 6,00 | |
| | B02 | R | 6,00 | 6,00 | 6,00 | |
| | B03 | I | 11,00 | 9,00 | 9,00 | |
| | B03 | R | 10,00 | 8,00 | 12,00 | |
| | B04 | I | 7,00 | 5,00 | 6,00 | |
| | B04 | R | 6,00 | 5,00 | 6,67 | |
| | B04v | I | 4,50 | 4,00 | 4,00 | |
| | B04v | R | 4,50 | 4,00 | 4,00 | |
| | B05 | I | 6,00 | 6,00 | 5,67 | |
| | B05 | R | 6,50 | 6,00 | 5,67 | |
| | B06 | I | 6,00 | 6,00 | 6,00 | |
| | B06 | R | 6,00 | 6,00 | 6,00 | |
| | B07 | I | 5,50 | 5,00 | 6,00 | |
| | B08 | I | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B08 | R | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B10 | I | 5,00 | 5,00 | 5,67 | |
| | B10 | R | 5,50 | 5,00 | 5,67 | |
| | B11 | I | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B11 | R | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B12 | I | 10,00 | 6,67 | 7,00 | |
| | B12 | R | 10,00 | 6,67 | 6,00 | |
| | B13 | I | 5,00 | 5,00 | 6,00 | |
| | B13 | R | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B14 | I | 9,00 | 8,00 | 6,00 | |
| | B14 | R | 6,00 | 6,00 | 9,00 | |
| | B15 | I | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B15 | R | 5,00 | 5,00 | 5,00 | |
| | B16 | I | 8,50 | 7,00 | 8,00 | |
| | B16 | R | 9,50 | 8,00 | 8,00 | |
| | B17 | I | 6,00 | 5,33 | 5,00 | |
| | B17 | R | 6,00 | 5,33 | 5,00 | |
| | B18 | I | 6,00 | 6,00 | 6,00 | |
| | B18 | R | 6,00 | 6,00 | 6,00 | |
| | B19 | I | 6,50 | 4,67 | 6,00 | |
| | B19 | R | 6,00 | 4,67 | 6,00 | |

| UN | Servicio | Sentido | Frecuencias (bus/hr) | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PM | FP | PT | |
| | B20 | I | 8,50 | 6,00 | 6,00 | |
| | B20 | R | 7,00 | 6,00 | 7,00 | |
| | B21 | I | 5,50 | 5,33 | 6,00 | |
| | B21 | R | 5,50 | 4,67 | 6,00 | |
| | B22 | I | 5,00 | 4,00 | 5,00 | |
| | B22 | R | 6,50 | 4,00 | 5,33 | |
| | B23 | I | 4,00 | 4,00 | 5,00 | |
| | B23 | R | 4,00 | 4,00 | 5,00 | |
| | B24 | I | 5,00 | 4,67 | 5,00 | |
| | B24 | R | 5,00 | 4,67 | 5,00 | |
| | B25 | I | 5,00 | 4,00 | 4,67 | |
| | B25 | R | 5,00 | 4,00 | 4,67 | |
| | B26 | I | 4,00 | 4,00 | 5,00 | |
| | B26 | R | 4,00 | 4,00 | 5,00 | |
| | B27 | I | 5,00 | 4,67 | 5,00 | |
| | B27 | R | 5,00 | 4,67 | 5,00 | |

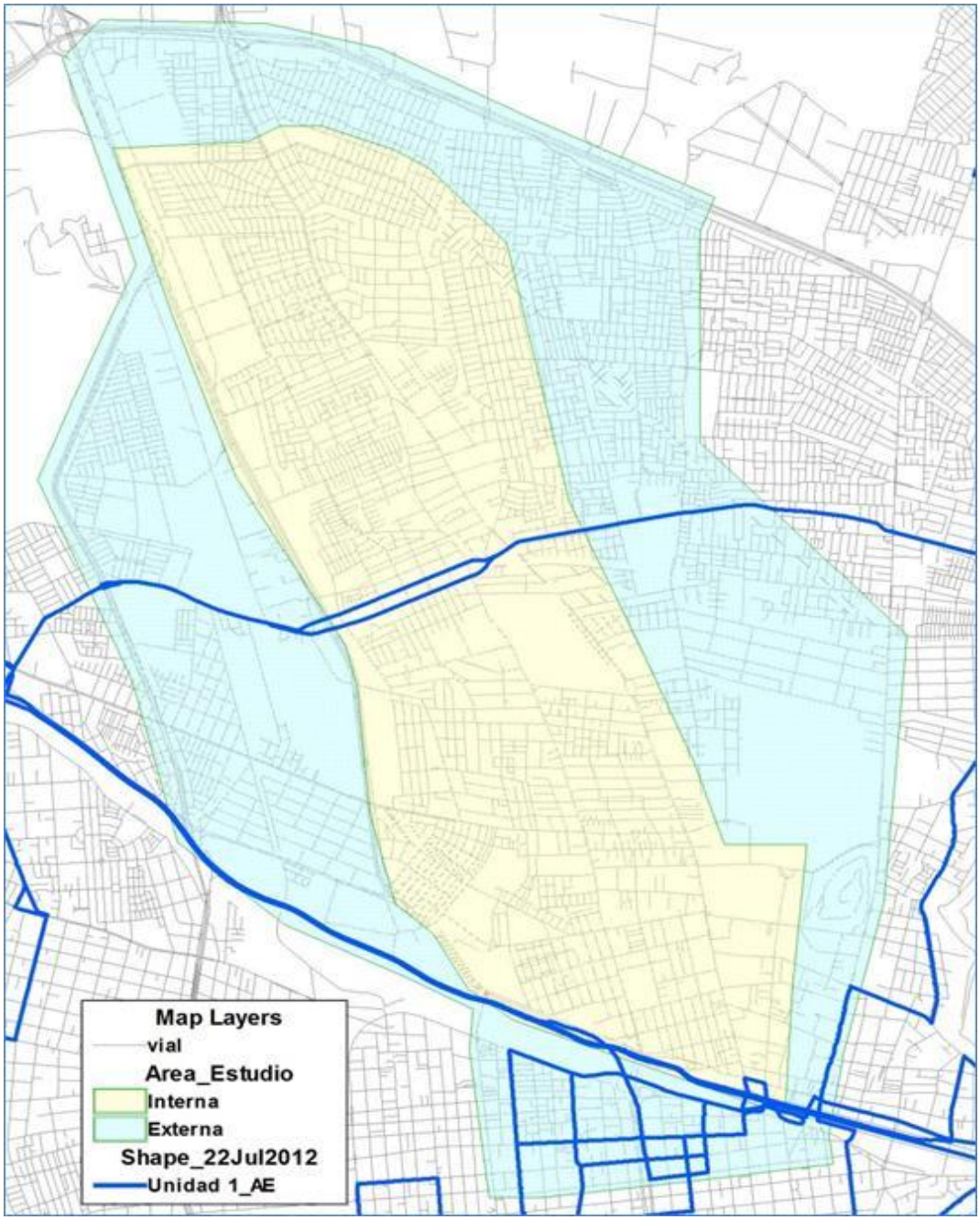
Fuente: Transantiago

En el cuadro anterior se observa que las unidades 1, 2, 3 y 4 corresponden exclusivamente a servicios troncales. La unidad 6 sólo opera servicios alimentadores (Zona B) y la unidad 5 tiene los servicios troncales 500 y alimentadores de la zona J (2 servicios en el área de estudio).

Se realizó un chequeo de los trazados observados en los archivos geográficos (RTS) y los trazados reportados en los Anexos 1 y 2 de Transantiago, verificando que no hay cambios en el Programa de Operación vigente que afecten a los servicios ubicados en el interior del área de estudio.

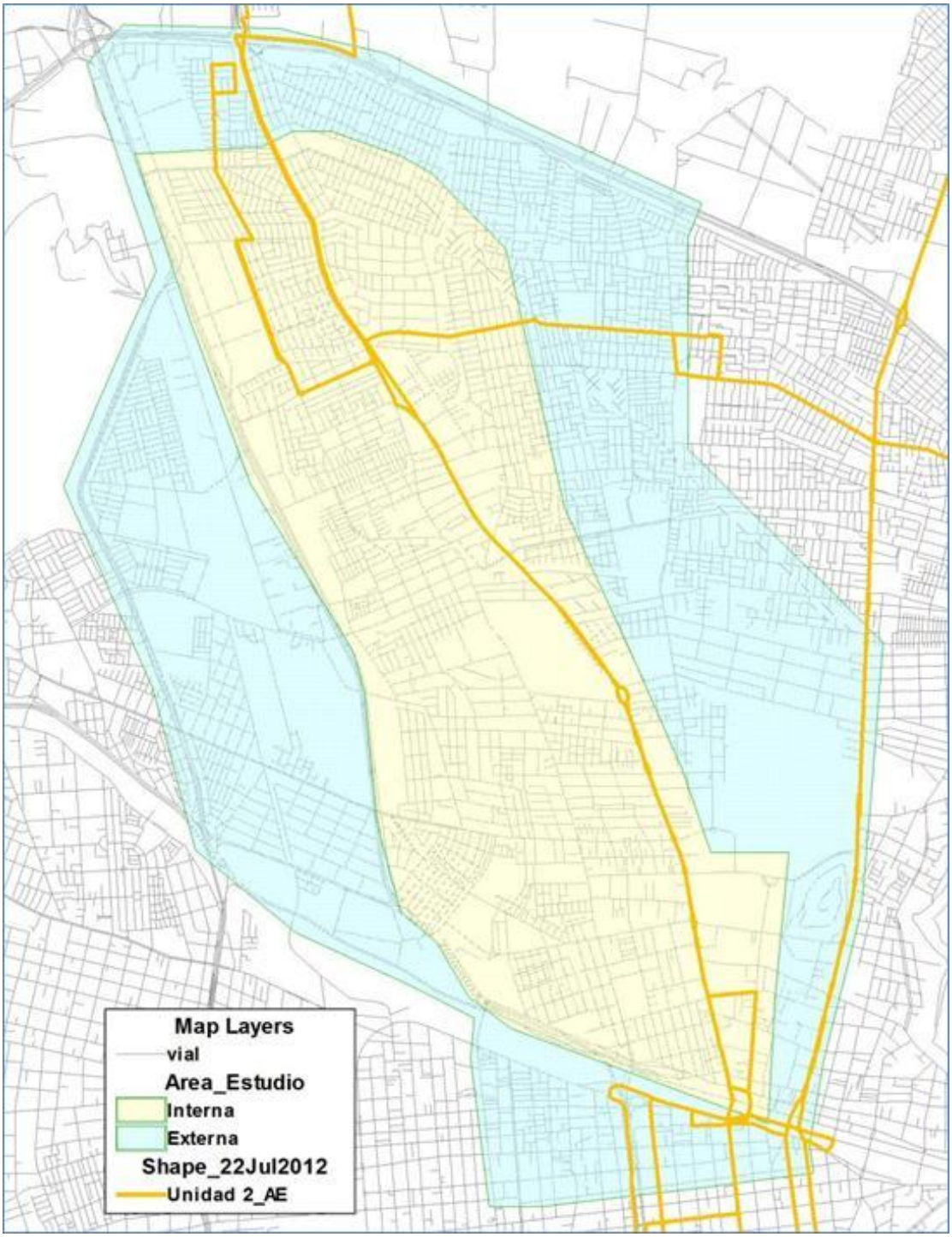
En las figuras siguientes se muestra la cobertura de los servicios en el área de estudio por Unidad de Negocio.

Figura 1-27: Cobertura Área de Estudio Unidad 1, Troncales



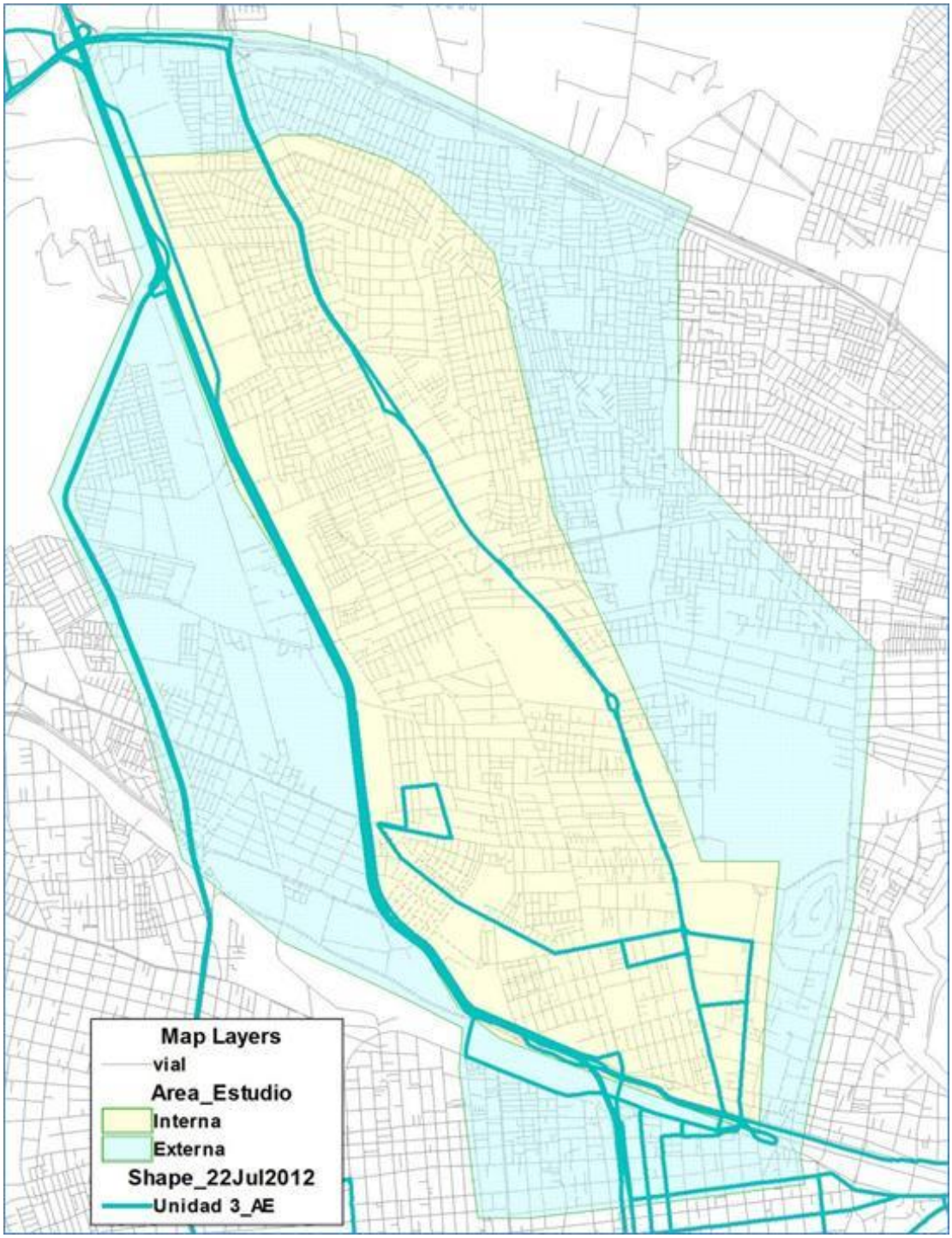

Fuente: Transantiago

Figura 1-28: Cobertura Área de Estudio Unidad 2, Troncales



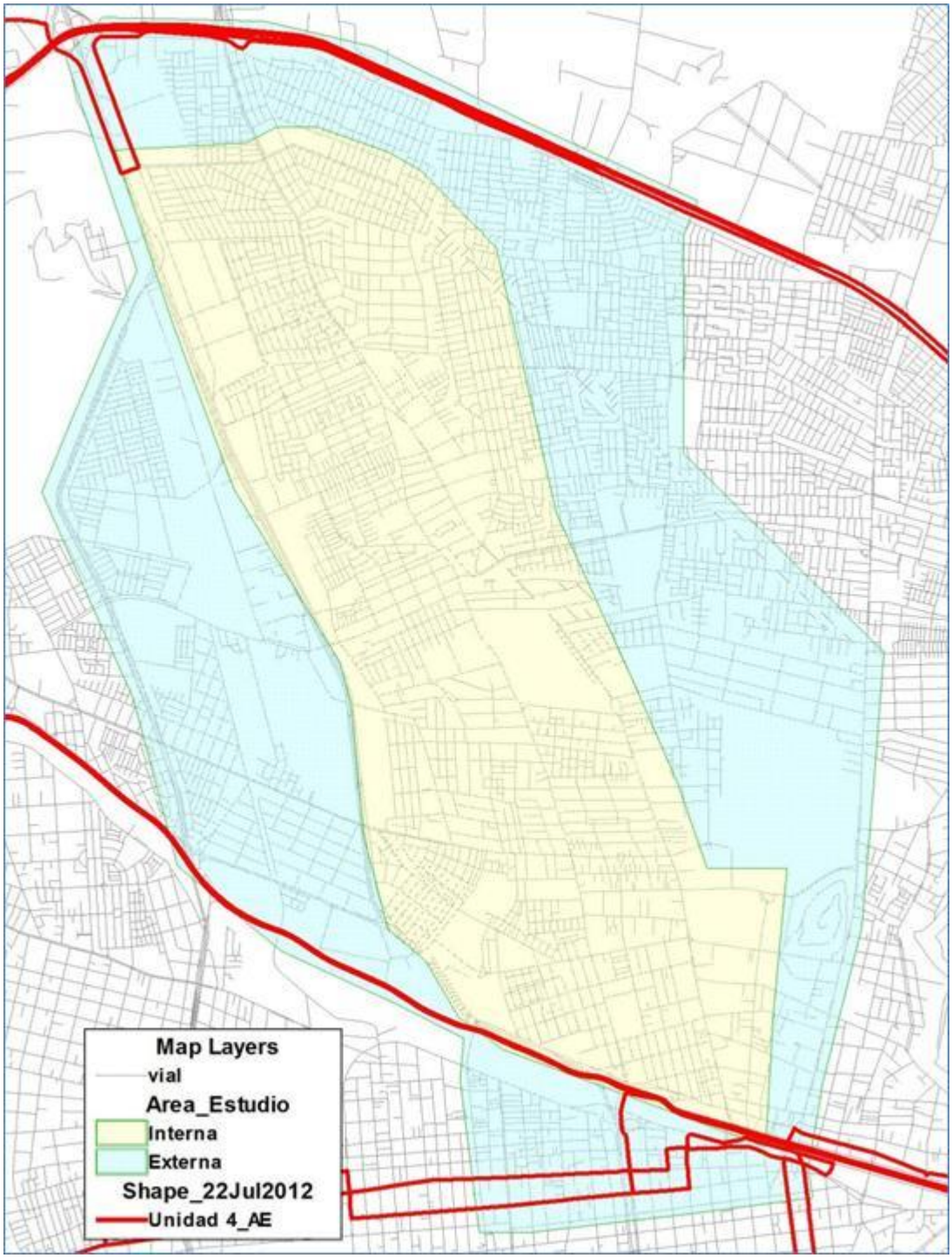

Fuente: Transantiago

Figura 1-29: Cobertura Área de Estudio Unidad 3, Troncales



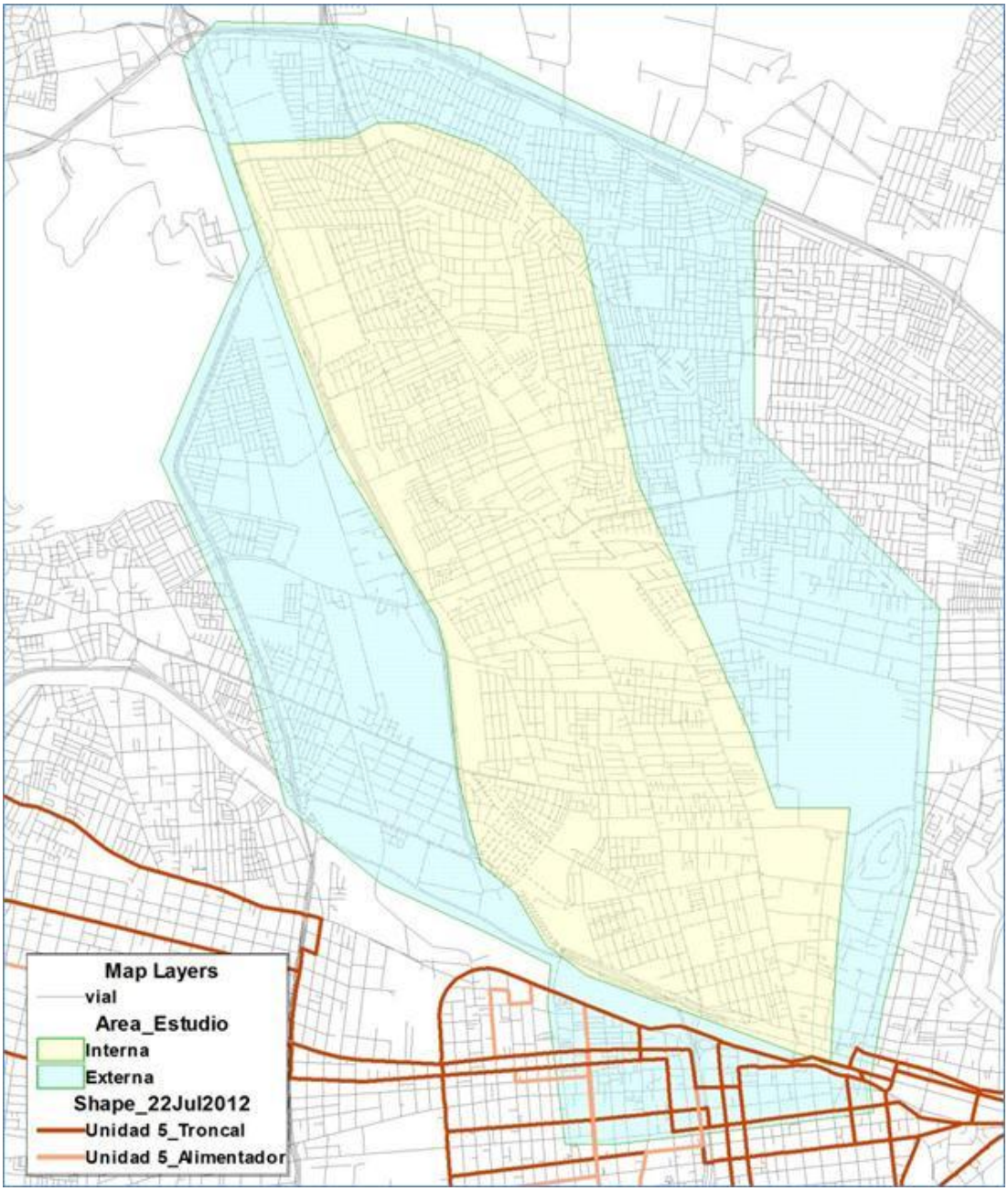

Fuente: Transantiago

Figura 1-30: Cobertura Área de Estudio Unidad 4, Troncales



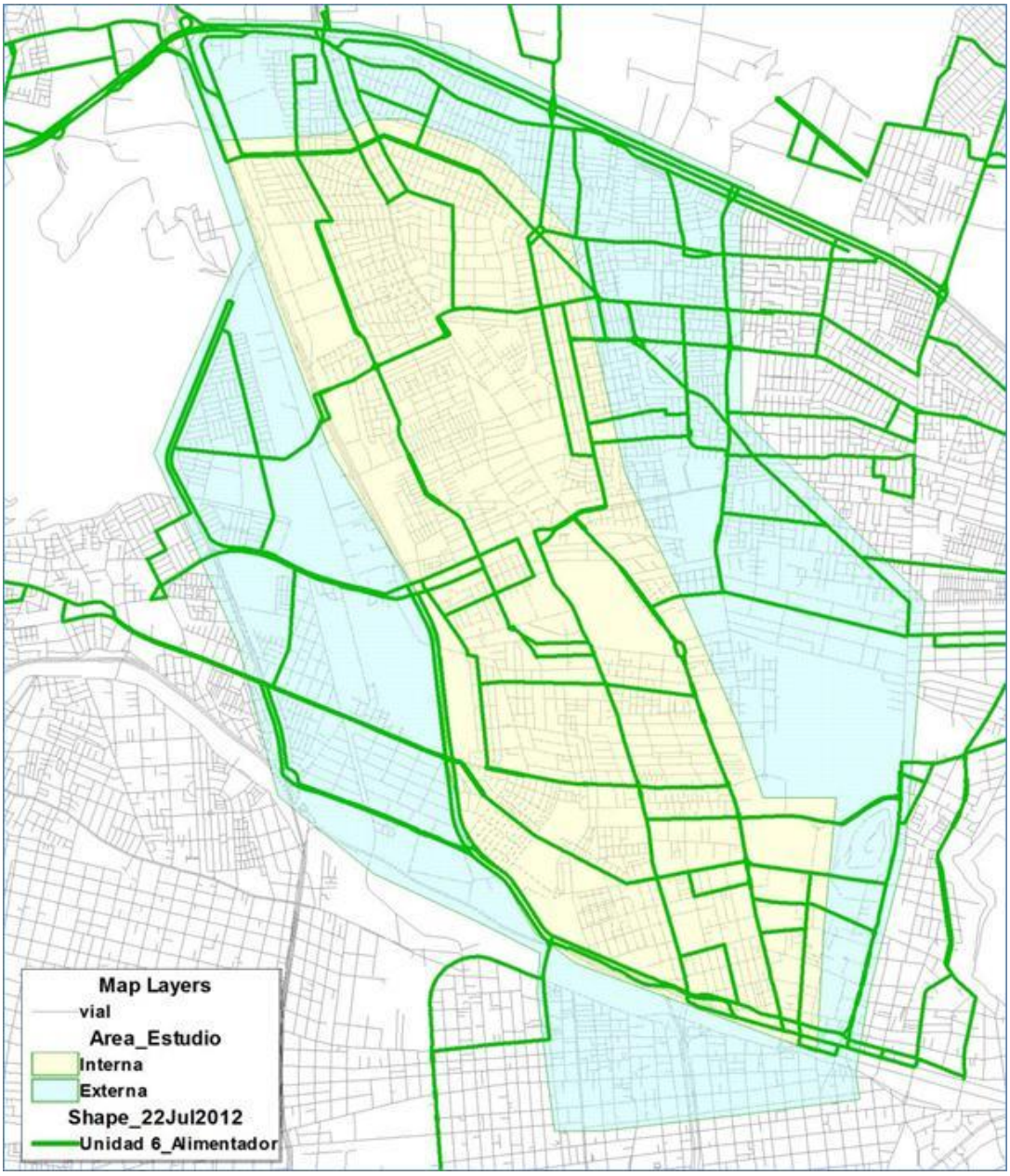

Fuente: Transantiago

Figura 1-31: Cobertura Área de Estudio Unidad 5, Troncal y alimentador




Fuente: Transantiago

Figura 1-32: Cobertura Área de Estudio Unidad 6, Alimentadores Zona B




Fuente: Transantiago

### 1.3.2 Servicios de taxis colectivos urbanos

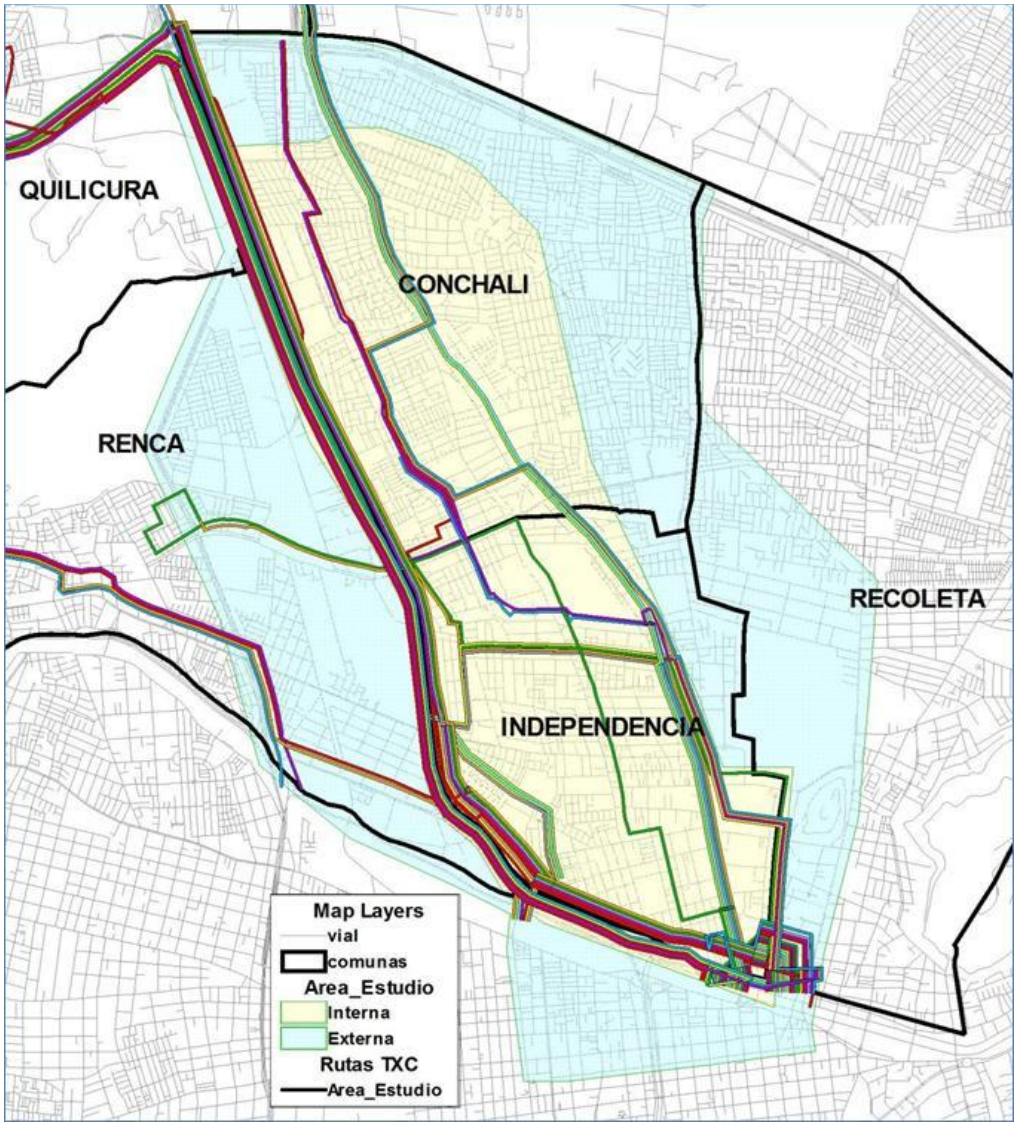
La información recopilada para estos servicios corresponde a la reportada en el estudio "Análisis conexiones viales Sector Norte de la RM", realizado por Suroeste Consultores Limitada en conjunto con Vía Apia Ingeniería, para SECTRA.

Esta información será actualizada una vez recibida la información solicitada a la SEREMITT RM respecto de la situación actual de los servicios de taxis colectivos.

Adicionalmente, las frecuencias de los servicios serán obtenidas en la etapa siguiente del estudio (Mediciones de tránsito).

El área de estudio está conformada por las comunas de Independencia y Conchalí, más parte de las comunas de Recoleta y Renca. A noviembre de 2008, había 26 servicios de taxis colectivos circulando al interior del área de estudio. En la figura siguiente se muestra la cobertura entregada por estos servicios en el área de estudio y en el cuadro a continuación se entrega el folio, empresa y parámetros de operación de cada uno de ellos.

Figura 1-33: Cobertura de taxis colectivos en área de estudio, noviembre 2008




Fuente: Estudio “Análisis conexiones viales sector norte de la RM”, Sectra 2010

Cuadro 1-7: Antecedentes taxis colectivos en área de estudio, noviembre 2008

| Folio | NOMBRE DE LA EMPRESA | PARAMETROS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Long km | Frec. buses/ h | Flota mín. | Flota máx. | Flota inscrita |
| 4017 | EMPRESA DE TRANSPORTES Y TURISMO LIMITADA TRANSTY LTDA | 56,16 | 11 | 31 | 35 | 35 |
| 4018 | EMPRESA DE TRANSPORTES COLECTIVOS AREA SUR LTDA. O COLECTIVOS AREA SUR LTDA. O C.A.S. LTDA. | 54,3 | 13 | 36 | 40 | 40 |
| 5004 | ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE TRANSPORTE SAN BERNARDO, SANTIAGO SOCIEDAD ANONIMA O ASETRACOL S.A. | 52,5 | 16 | 42 | 47 | 43 |
| 5015 | EMPRESA DE TRANSPORTES EL BOSQUE, MAPOCHO SOCIEDAD ANONIMA | 40,3 | 36 | 71 | 79 | 79 |
| 7004 | COMERCIAL COSTANERA RESBALON S.A. | 24,4 | 63 | 77 | 85 | 82 |
| 7005 | LICOBAR S.A. | 19 | 30 | 29 | 31 | 31 |
| 7006 | LICOBAR S.A. | 19 | 26 | 26 | 29 | 29 |
| 7013 | SOCIEDAD REMIS LTDA. | 38,6 | 6 | 12 | 14 | 14 |
| 8002 | TRANSPORTES QUILICURA MAPOCHO S.A. | 46,5 | 18 | 42 | 47 | 44 |
| 8003 | TRANSPORTES QUILICURA MAPOCHO S.A. | 46,5 | 18 | 42 | 47 | 45 |
| 8004 | EMPRECOR S.A. | 22 | 30 | 32 | 36 | 36 |
| 8006 | EDCLA S.A. | 21,3 | 29 | 31 | 35 | 35 |
| 8007 | TRANSPORTES NORTE CENTRO S.A. O TTES. NORCEN S.A. | 16,4 | 42 | 35 | 39 | 39 |
| 8008 | TRANSPORTES NORTE CENTRO S.A. O TTES. NORCEN S.A. | 32 | 21 | 34 | 38 | 27 |
| 8009 | CENTRAL DE SERVICIOS Y TRANSPORTE DE PASAJEROS RUTA AMARILLA S.A. | 14 | 52 | 36 | 40 | 40 |
| 8012 | EMPRESA DE TRANSPORTES JUAN ANTONIO RIOS S.A. | 15 | 58 | 44 | 49 | 49 |
| 8013 | TRANSPORTES RENCA CENTRO S.A | 23,3 | 88 | 102 | 113 | 111 |
| 8014 | TRANSPORTES RENCA CENTRO S.A | 14 | 65 | 45 | 50 | 50 |
| 8015 | SOCIEDAD DE TRANSPORTES DE PASAJEROS LINEA 284 S.A. BRISAS DEL NORTE S.A. | 11,8 | 45 | 27 | 30 | 30 |
| 8017 | EMPRESA DE TRANSPORTES "ESMERA LDA S.A." | 26 | 35 | 45 | 50 | 48 |
| 8018 | TAXIS COLECTIVOS COLINA LTDA. O "TAXIS COLINA LTDA." | 83,6 | 9 | 38 | 42 | 40 |
| 8019 | EMPRESA DE TRANSPORTES DE TAXIS COLECTIVOS YELLOW SERVICES LTDA. | 74,8 | 6 | 23 | 26 | 26 |
| 8020 | EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS CORAJE S.A. O "E.T.P. CORAJE S.A." | 72,9 | 5 | 19 | 21 | 20 |
| 8023 | EMPRESA DE TRANSPORTES DE TAXIS COLECTIVOS YELLOW SERVICES LTDA. | 74,8 | 6 | 23 | 26 | 26 |
| 8026 | E.T. UNION LAMPA LTDA. O "TRANSPORTE UNION LAMPA LTDA. | 70 | 5 | 16 | 18 | 14 |
| 8027 | LINEA DE COLECTIVOS BATUCO Y CIA. LTDA. | 94 | 5 | 23 | 26 | 26 |

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes del Estudio “Análisis conexiones viales Sector Norte de la RM”, Sectra 2010

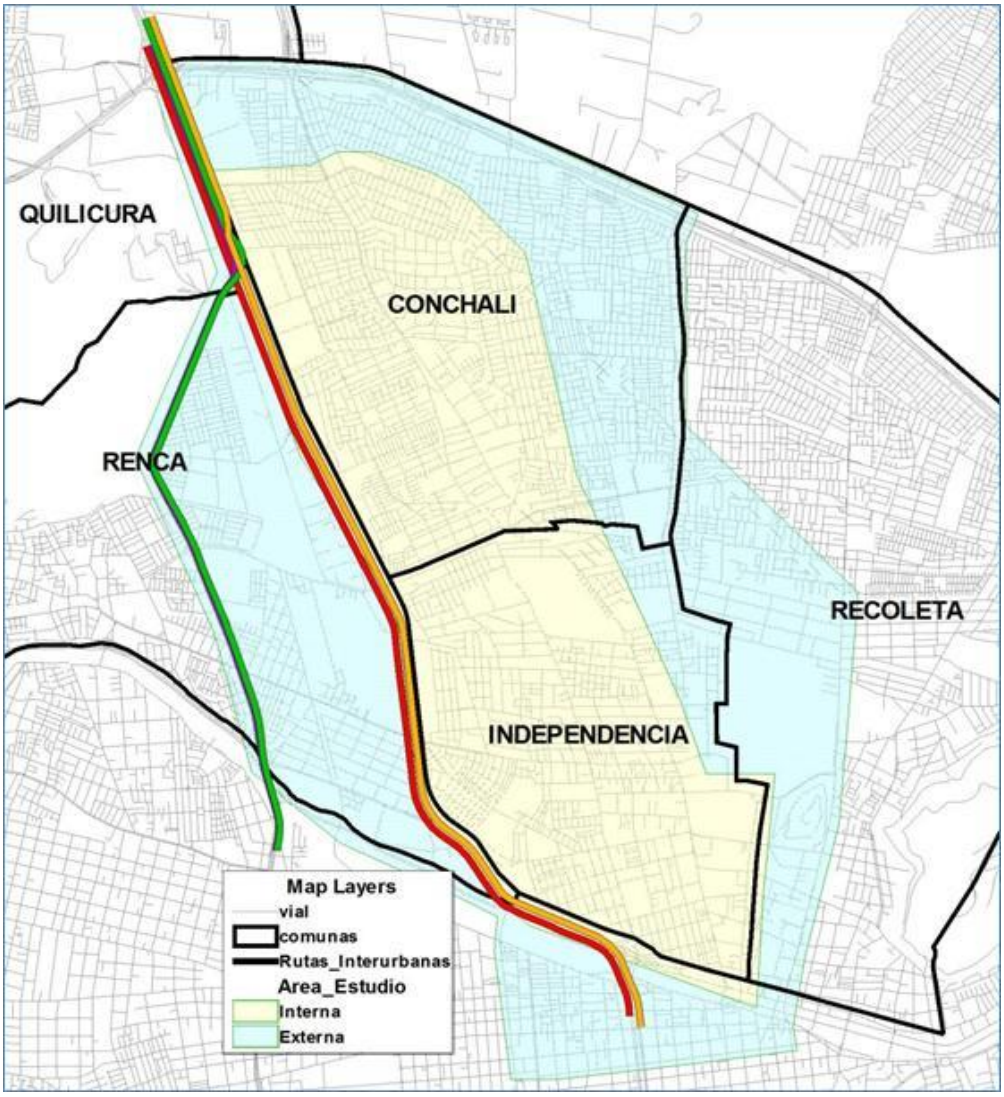
Con la información actualizada que entregará la SEREMITT, se realizará un chequeo de los servicios vigentes en esta zona y sus parámetros actuales.

### 1.3.3 Servicios de buses Rurales e Interurbanos

Del estudio “Análisis conexiones viales Sector Norte de la RM” y de observaciones en terreno se obtuvo que los servicios de buses interurbanos circulan por la Ruta 5 y General Velásquez (Autopista Central), en sentidos Sur-Norte y Norte Sur. La información de frecuencias de estos servicios se obtendrá de mediciones a realizar en la siguiente etapa del estudio.

Los trazados de estos servicios al interior del área de estudio se muestran en la figura siguiente.

Figura 1-34: Rutas de buses interurbanos en el área de estudio




Fuente: Estudio “Análisis conexiones viales Sector Norte de la RM”, Sectra 2010

Las frecuencias observadas (etapa de calibración) al año 2008, en el estudio de referencia, en los dos períodos modelados son:

- Ruta_1 General Velásquez S-N: Punta Mañana 37 buses/hora y Fuera de Punta 29 buses/hora
- Ruta_2 General Velásquez N-S: Punta Mañana 28 buses/hora y Fuera de Punta 34 buses/hora
- Ruta_3 Ruta 5 S-N: Punta Mañana y Fuera de Punta 6 buses/hora
- Ruta_4 Ruta 5 N-S: Punta Mañana 7 buses/hora y Fuera de Punta 4 buses/hora

La información de servicios rurales se solicitó a la SEREMITT RM y se está a la espera de dicha información. En el estudio de referencia no se incluyó este tipo de servicios.

### 1.3.4 Antecedentes de paraderos

En las comunas de Conchalí e Independencia hay 455 paradas formales para servicios de buses urbanos de Transantiago. En el eje Vivaceta se ubican 22 de ellas y son utilizados por los servicios alimentadores B04, B04v y B10. En el cuadro siguiente se muestra el listado de estas paradas indicando el código Transantiago, ubicación (nombre) y los servicios que allí se detienen.

Cuadro 1-8: Paradas Transantiago en eje Vivaceta

| Código paradero TS | Nombre Paradero | Servicio Usuario | Sentido Servicio |
|---|---|---|---|
| L-1-12-NS-11 | CNEL. ALVARADO / AV. VIVACETA | B10 | I |
| L-1-12-NS-15 | NUEVA DE MATTE / AV. VIVACETA | B04 | I |
| | | B04v | I |
| | | B10 | I |
| L-1-12-NS-25 | JULIET / AV. VIVACETA | B04 | I |
| | | B04v | I |
| | | B10 | I |
| L-1-12-NS-35 | PADRE LAS CASAS / AV. VIVACETA | B04 | I |
| | | B04v | I |
| | | B10 | I |
| L-1-12-NS-45 | D. SANTA MARÍA / AV. VIVACETA | B04 | I |
| | | B04v | I |
| | | B10 | I |
| L-1-12-NS-5 | REINA MARÍA / AV. VIVACETA | B10 | I |
| L-1-12-NS-55 | EL MOLINO / AV. VIVACETA | B04 | I |
| | | B10 | I |
| L-1-12-NS-56 | GAMERO / AV. VIVACETA | B04 | I |
| | | B10 | I |
| L-1-12-NS-65 | LOS ÁNGELES / AV. VIVACETA | B04 | I |
| L-1-12-NS-75 | RIVERA / AV. VIVACETA | B04 | I |

| Código paradero TS | Nombre Paradero | Servicio Usuario | Sentido Servicio |
|---|---|---|---|
| L-1-12-SN-10 | DAVID ARELLANO / AV. VIVACETA | B10 | R |
| L-1-12-SN-16 | CNEL. ALVARADO / AV. VIVACETA | B10 | R |
| L-1-12-SN-20 | NUEVA DE MATTE / AV. VIVACETA | B04 | R |
| | | B04v | R |
| | | B10 | R |
| L-1-12-SN-30 | FRANCIA / AV. VIVACETA | B04 | R |
| | | B04v | R |
| | | B10 | R |
| L-1-12-SN-4 | CAÑETE / AV. VIVACETA | B10 | R |
| L-1-12-SN-40 | CENTRAL / AV. VIVACETA | B04 | R |
| | | B04v | R |
| | | B10 | R |
| L-1-12-SN-5 | HIPÓDROMO CHILE / AV. VIVACETA | B04 | R |
| | | B04v | R |
| | | B10 | R |
| L-1-12-SN-50 | D. SANTA MARÍA / AV. VIVACETA | B04 | R |
| | | B04v | R |
| | | B10 | R |
| L-1-12-SN-57 | BEZANILLA / AV. VIVACETA | B04 | R |
| | | B04v | R |
| | | B10 | R |
| L-1-12-SN-60 | GAMERO / AV. VIVACETA | B04 | R |
| L-1-12-SN-70 | RETIRO / AV. VIVACETA | B04 | R |
| L-2-29-NS-10 | 14 DE LA FAMA / AV. VIVACETA | B10 | I |

Fuente: Transantiago

En el eje Vivaceta sólo circula un servicio de taxi colectivo (folio 8020, Ida), en sentido N-S entre 14 de La Fama y Gamero. No se observó paradas formales para este servicio. No hay paradas en el eje para servicios rurales ni interurbanos, ya que estos circulan por otras vías.

## 1.4 Catastro de rutas de camiones

Del estudio de referencia (Conexiones viales sector norte RM), se obtuvo algunos antecedentes de las rutas de camiones. Estas rutas fueron definidas en función de los conteos de flujo que se realizaron en el estudio, por lo que son referenciales y serán ajustadas con las mediciones a realizar en la etapa siguiente.

Se definió rutas para camiones simples y camiones de más de dos ejes, para los dos períodos de modelación considerados en el estudio referido.

### 1.4.1 Camiones simples

En el estudio de referencia se definió 303 rutas de camiones simples, que circulaban en las comunas de Recoleta, Independencia, Conchalí, Renca, Quilicura y Huechuraba. De estas rutas, hay 117 que operan al interior del área de estudio en punta mañana y 95 que lo hacen en fuera de punta. En el cuadro siguiente se muestra el listado de rutas definidas y la frecuencia estimada en la calibración realizada en el estudio de referencia al año 2008.

Cuadro 1-9: Rutas de Camiones simples y frecuencias año 2008

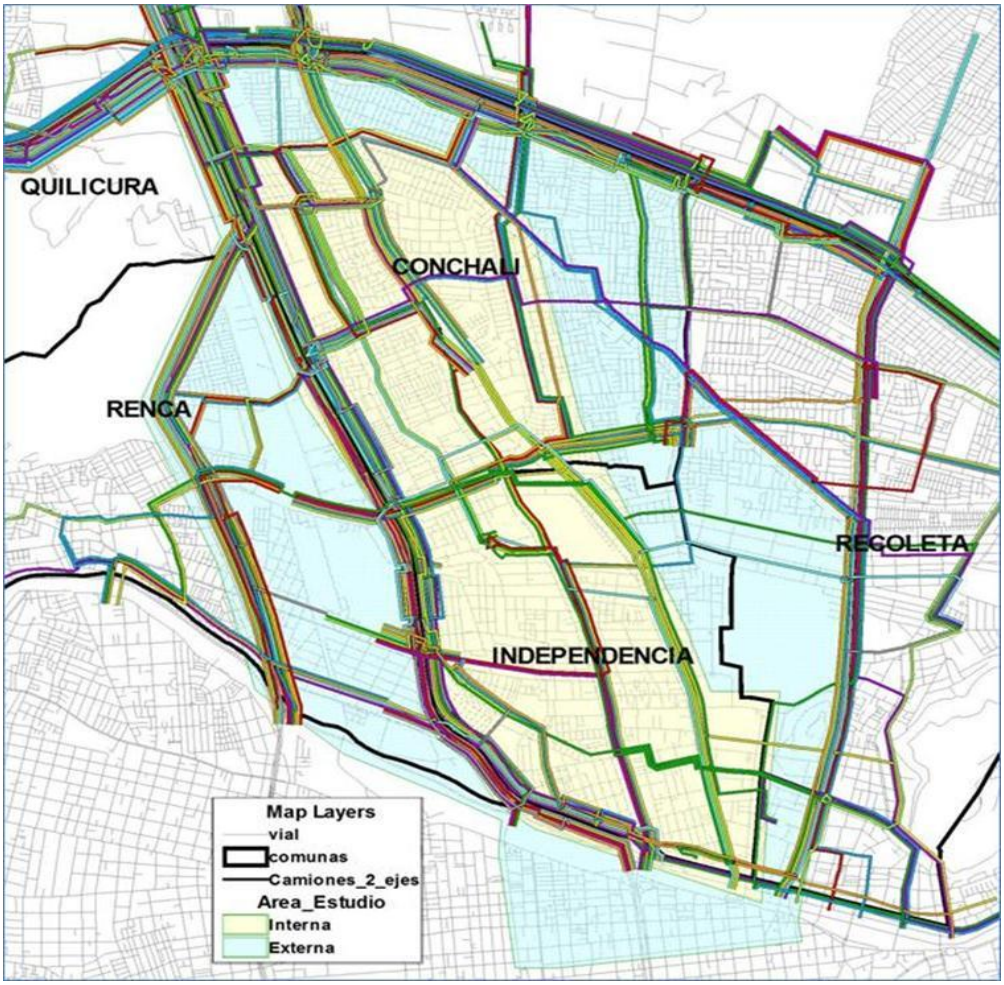
| N° | Frecuencia (cam/hr) | | N° | Frecuencia (cam/hr) | | N° | Frecuencia (cam/hr) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PM 2008 | FP 2008 | | PM 2008 | FP 2008 | | PM 2008 | FP 2008 |
| 5010 | 25 | 11 | 5102 | 11 | | 5180 | 10 | |
| 5014 | 12 | 9 | 5104 | 15 | | 5183 | 20 | 57 |
| 5015 | 6 | | 5106 | 5 | 10 | 5184 | 28 | |
| 5016 | 5 | 33 | 5108 | 5 | | 5185 | 12 | 16 |
| 5017 | 7 | 15 | 5109 | 5 | 13 | 5187 | 8 | 7 |
| 5027 | | 20 | 5112 | 9 | 58 | 5188 | | 14 |
| 5028 | 12 | | 5113 | | 91 | 5190 | 15 | 48 |
| 5038 | 18 | 15 | 5114 | | 27 | 5192 | 20 | |
| 5039 | 7 | | 5115 | 7 | 13 | 5194 | 10 | 36 |
| 5041 | 10 | 48 | 5116 | | 38 | 5196 | 21 | 27 |
| 5042 | 8 | 75 | 5117 | 5 | 5 | 5197 | 7 | 8 |
| 5052 | 17 | 18 | 5119 | 7 | | 5198 | 20 | 14 |
| 5056 | 17 | 19 | 5120 | 7 | 19 | 5199 | 15 | 11 |
| 5057 | 19 | 54 | 5121 | 14 | | 5201 | 8 | 13 |
| 5058 | 15 | | 5122 | 17 | 19 | 5202 | | 10 |
| 5059 | 6 | | 5123 | 14 | | 5203 | | 4 |
| 5060 | 21 | | 5125 | 8 | 10 | 5204 | 17 | 6 |
| 5062 | 14 | 18 | 5126 | 7 | 17 | 5214 | 10 | 6 |
| 5063 | | 14 | 5127 | 15 | 26 | 5216 | 8 | 5 |
| 5064 | 7 | | 5128 | 12 | 47 | 5217 | 9 | 5 |
| 5066 | 15 | | 5134 | | 9 | 5219 | 10 | 4 |
| 5069 | 15 | 16 | 5137 | 12 | 5 | 5220 | 7 | 28 |
| 5073 | 23 | 12 | 5138 | | 42 | 5221 | 14 | 5 |
| 5074 | 31 | | 5142 | 8 | | 5223 | 13 | 6 |
| 5075 | 51 | | 5146 | 7 | 15 | 5224 | | 5 |
| 5076 | 17 | | 5148 | | 17 | 5225 | | 4 |
| 5077 | | 31 | 5154 | 7 | 20 | 5227 | 11 | 8 |
| 5078 | 13 | | 5155 | 22 | 20 | 5229 | 4 | |
| 5079 | 15 | 12 | 5157 | 9 | 10 | 5230 | 7 | |
| 5080 | 29 | 54 | 5159 | 12 | | 5231 | 7 | 32 |
| 5081 | 16 | 25 | 5160 | 21 | 5 | 5233 | 6 | |
| 5082 | 11 | 20 | 5161 | 17 | 24 | 5234 | | 10 |
| 5083 | 7 | 34 | 5162 | 21 | 23 | 5237 | 24 | 32 |
| 5084 | 8 | 19 | 5163 | | 22 | 5238 | 29 | 10 |
| 5088 | 15 | 56 | 5164 | 10 | | 5241 | 4 | 25 |
| 5089 | 6 | 34 | 5165 | 17 | 24 | 5242 | 5 | 21 |

| N° | Frecuencia (cam/hr) PM 2008 | FP 2008 | N° | Frecuencia (cam/hr) PM 2008 | FP 2008 | N° | Frecuencia (cam/hr) PM 2008 | FP 2008 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5090 | 11 | 22 | 5166 | 11 | | 5243 | 14 | |
| 5091 | 9 | 5 | 5169 | 8 | | 5244 | 13 | |
| 5093 | 5 | | 5170 | 17 | 15 | 5245 | 16 | 15 |
| 5094 | 5 | | 5172 | 16 | | 5247 | 12 | 17 |
| 5095 | 15 | | 5175 | 5 | 43 | 5248 | 5 | 40 |
| 5097 | | 7 | 5176 | | 12 | 5249 | 5 | 15 |
| 5099 | 7 | | 5177 | 20 | | 5250 | 6 | 26 |
| 5100 | 8 | 48 | 5178 | 11 | | 5251 | 5 | 9 |
| 5101 | 12 | | 5179 | 22 | 12 | 5252 | 15 | |

Fuente: estudio “Conexiones viales sector norte, RM”, Sectra 2010

La cobertura de estas rutas en el área de estudio se aprecia en la figura siguiente:

Figura 1-35: Rutas de camiones 2 ejes, año 2008




Fuente: estudio “Conexiones viales sector norte RM”, Sectra 2010

De las rutas definidas para este modo, hay del orden de 10 que utilizan el eje Vivaceta en algún tramo de este. La mayoría de las rutas definidas utilizan los ejes General Velázquez y Ruta 5, pertenecientes a la Autopista Central.

### 1.4.2 Camiones articulados

En el estudio de referencia se definió 123 rutas de camiones articulados que circulaban en las comunas de Recoleta, Independencia, Conchalí, Renca, Quilicura y Huechuraba. De estas rutas, 61 operan al interior del área de estudio en punta mañana y 43 que lo hacen en fuera de punta. En el cuadro siguiente se muestra el listado de rutas definidas y la frecuencia estimada en la calibración realizada en el estudio de referencia al año 2008.

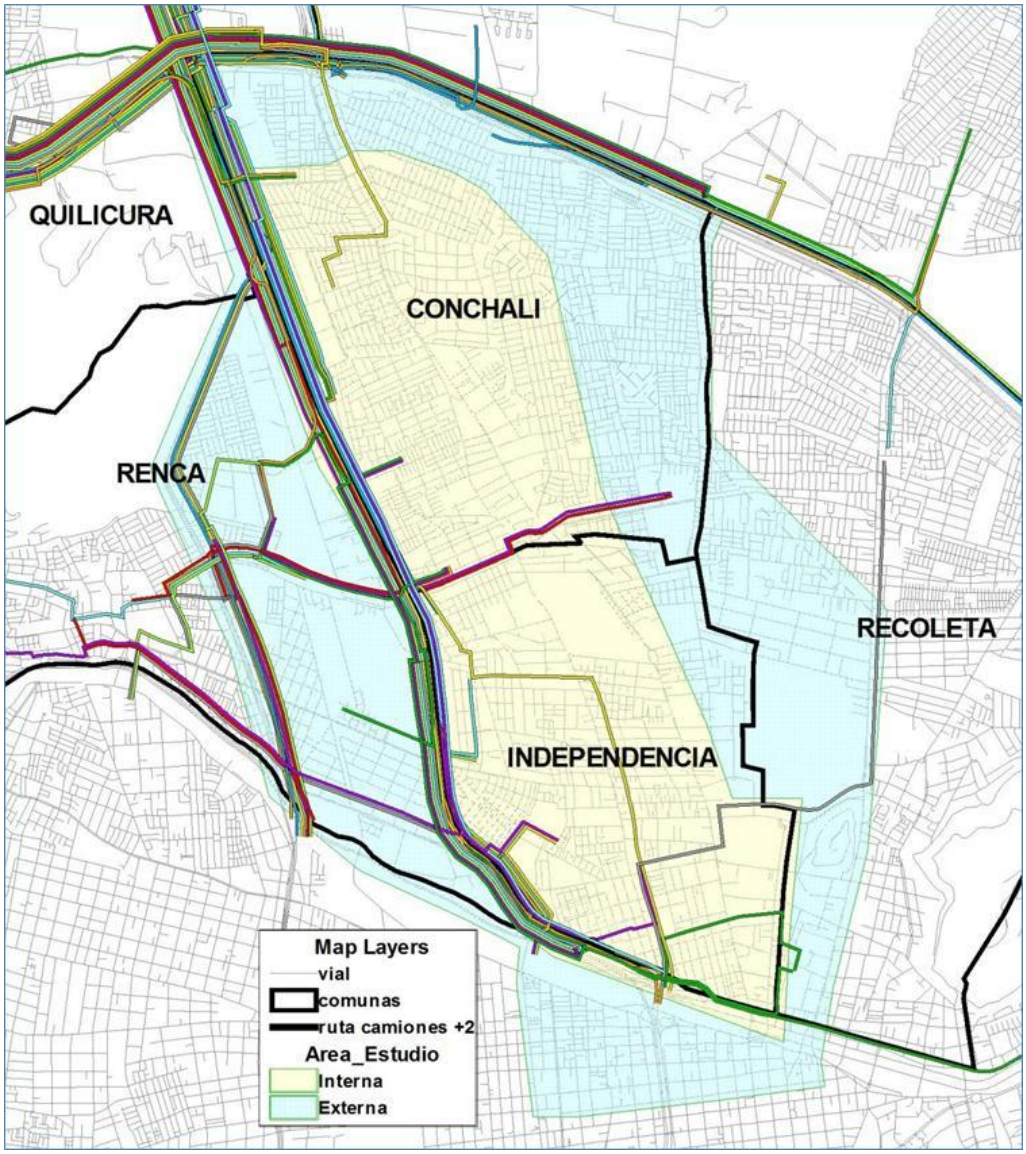
Cuadro 1-10: Rutas de camiones más de 2 ejes y frecuencias 2008

| N° | Frecuencia (cam/hr) | | N° | Frecuencia (cam/hr) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | PM 2008 | FP 2008 | | PM 2008 | FP 2008 |
| 6004 | 6 | 6 | 6139 | 8 | |
| 6005 | 5 | | 6140 | 6 | |
| 6006 | 6 | | 6141 | 17 | |
| 6007 | 18 | 6 | 6144 | 6 | |
| 6008 | 31 | 9 | 6145 | 14 | |
| 6009 | 20 | 6 | 6010 | 12 | 39 |
| 6014 | 9 | 3 | 6027 | 54 | 6 |
| 6018 | 5 | | 6062 | 21 | 3 |
| 6019 | 5 | | 6067 | 6 | 38 |
| 6022 | 16 | 6 | 6072 | 9 | 5 |
| 6023 | 7 | 5 | 6080 | 23 | 17 |
| 6028 | 5 | | 6096 | 23 | 21 |
| 6040 | 6 | 10 | 6097 | 7 | |
| 6074 | 5 | 64 | 6120 | 8 | 19 |
| 6077 | 14 | 17 | 6121 | 8 | 17 |
| 6088 | 22 | 45 | 6122 | 5 | 12 |
| 6092 | 15 | | 6123 | 12 | 21 |
| 6100 | 11 | 18 | 6124 | 7 | 13 |
| 6104 | 14 | 26 | 6125 | 39 | 9 |
| 6107 | 8 | 3 | 6126 | 6 | 39 |
| 6109 | 5 | 19 | 6127 | 6 | 17 |
| 6110 | 48 | 17 | 6128 | 11 | |
| 6111 | 7 | 20 | 6131 | 6 | 18 |
| 6112 | 7 | 13 | 6132 | 5 | 14 |
| 6113 | 23 | 12 | 6133 | 4 | 25 |
| 6114 | 11 | 11 | 6134 | 3 | 10 |
| 6115 | 12 | | 6135 | 2 | 17 |
| 6116 | 58 | 10 | 6137 | 2 | |
| 6117 | 4 | 9 | 6142 | 14 | |
| 6118 | 15 | 24 | 6143 | 6 | |
| 6136 | 7 | | | | |

Fuente: estudio “Conexiones viales sector norte, RM”, Sectra 2010

En la figura siguiente se muestra la cobertura de estas rutas en el área de estudio.

Figura 1-36: Rutas Camiones más de 2 ejes, año 2008




Fuente: estudio “Conexiones viales sector norte, RM”, Sectra 2010

De acuerdo con esta información, en el eje Vivaceta sólo hay tres rutas de camiones que circulan en el tramo desde Av. Santa María hasta Nueva de Matte.

### 1.4.3 Normativa de circulación de camiones en vías urbanas

El decreto 18 del año 2001, prohíbe la circulación de vehículos de carga en vías al interior del anillo Américo Vespucio, excluyendo las autopistas Av. Presidente Eduardo Frei Montalva (Ruta 5 Norte) y Av. Presidente Jorge Alessandri Rodríguez (Ruta 5 Sur) y el eje Av. Cerrillo – Av. General Velázquez – Av. Joaquín Walker Martínez – Av. Apóstol Santiago, en los siguientes horarios (Artículo 1):

- Camiones de más de dos ejes y/o peso bruto vehicular superior a 18.000 kilos: Lunes a Viernes: de 07:30 a 10:00 y de 18:00 a 20:30 horas.
- Camiones de peso bruto vehicular superior a 3.860 kilos de antigüedad superior a 12 años (al año 2006).

En los planes reguladores comunales y en el plan regulador metropolitano no se encontró información adicional.

El catastro de rutas de camiones se presenta en el Anexo 1_01 en archivos geográficos route system (archivos RTS).

## 1.5 Catastro operacional del área de estudio

### 1.5.1 Definición del área de estudio

Se entiende por área de estudio a aquella en que se prevé podrían alcanzar los impactos del proyecto analizado. Para efectos del presente catastro, se consideró el área delimitada por: el oriente, par Av. La Paz / Independencia, Av. Independencia, Av. La Palmilla y Diagonal José maría Caro; por el norte, Av. Cardenal José María Caro; por el poniente, caletera autopista central; y, por el sur, Av. Santa María.

En la figura siguiente se aprecia el área descrita:

Figura 1-37: Definición área de estudio




Fuente: Elaboración propia

### 1.5.2 Catastro operacional de intersecciones

Para el desarrollo de esta actividad se utilizó como base el catastro presentado en el estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM”. En dicho estudio se catastró todas las intersecciones ubicadas al interior del área de análisis y que pertenecen a la red de modelación inner.

Al interior del área de estudio definida para el análisis del eje Vivaceta, hay 348 nodos (inner y buffer), de los cuales 271 tienen un catastro operacional. Los nodos que no tienen catastro corresponden a nodos auxiliares de la red de modelación.

El trabajo en terreno consistió en revisar cada uno de estos 271 catastros y corregir aquellos que presentaran diferencias. En resumen, se corrigió 94 intersecciones, que en algunos casos sólo corresponde completar la información y no cambios significativos.

En DVD adjunto en el Anexo 1_02 se entrega en fichas individuales los catastros originales y los catastros modificados en virtud del trabajo de terreno. A continuación se presenta el listado de intersecciones catastradas.

Cuadro 1-11: Listado del catastro de intersecciones

| ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado | ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 141 | x | Diagonal José María Caro - Granada | | no | 3710 | x | Salomón Sack - Gamero | | d |
| 142 | x | Diagonal José María Caro - Ernesto Reid | | no | 3711 | x | Local S-N - Alcalde Germán Domínguez | | no |
| 143 | . | Independencia al norte Card. José María Caro (al norte nodo 1203) | 1203 | x | 3712 | x | Local S-N - Enrique Soro | | d |
| 144 | No | Independencia al norte Card. José María Caro (al norte nodo 1203) | 1203 | x | 3713 | x | Local S-N - Bulnes (Norte) | | |
| 401 | x | Diagonal José María Caro - Pedro Fontova (poniente) | | d | 3714 | x | Carlos Medina - Baldomero Flores | | d |
| 402 | x | Diagonal José María Caro - Pedro Fontova (norte) | | no | 3715 | x | Local S-N - Carlos Medina | | no |
| 403 | x | La Palmilla - Principal Ignacio Carrera Pinto - Nahuelbuta | | | 3721 | x | Conexión Local S-N con Autopista, altura Jorge Hirmas | | |
| 600 | x | Pedro Fontova - Nahuelbuta | | no | 3722 | x | Conexión Local S-N con Autopista, altura Jorge Hirmas | | |
| 601 | x | Diagonal José María Caro - Pedro Fontova (sur) | | d | 3723 | x | Local S-N - Enrique Soro | | d |
| 602 | x | Diagonal José María Caro - Pedro Fontova (oriente) | | | 3731 | x | Local N-S - Bulnes (Sur) | | |
| 604 | x | Diagonal José María Caro - La Palmilla | | d | 3732 | x | Conexión Local N-S con Autopista , al oriente de Bulnes | | d |
| 611 | x | Pedro Fontova - Diego Silva Henriquez | | no | 3733 | x | Conexión Local S-N - Jorge Hirmas (S-P) | | no |
| 612 | x | La Palmilla - Diego Silva Henriquez | | no | 3734 | x | Salida Autopista Central a Jorge Hirmas (S-P) | | no |
| 621 | x | Pedro Fontova - Los Zapadores (Perpignan) | | no | 3801 | x | San José - Profesor Zañartu | | |
| 622 | x | La Palmilla - Los Zapadores | | d | 3802 | x | Av. La Paz - Profesor Zañartu | | si |
| 631 | x | La Palmilla - Teniente Ponce (Norte) | | no | 3811 | x | Independencia - Santos Dumont (1) | | si |
| 632 | x | La Palmilla - Teniente Ponce | | no | 3812 | x | Av. La Paz - Santos Dumont | | no |

| ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado | ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (Sur) | | | | | | | |
| 633 | x | La Palmilla - San Fernando | | no | 3813 | x | Independencia - Gamero | | |
| 634 | x | La Palmilla - Aviador Acevedo | | no | 3814 | No | Independencia - Gamero | 3813 | x |
| 801 | x | La Palmilla - Dorsal | | si | 3815 | x | Independencia - Santos Dumont (2) | | no |
| 901 | x | Independencia - Los Zapadores (oriente) | | d | 3816 | No | Independencia - Santos Dumont | 3815 | x |
| 902 | No | Independencia al llegar a Zapadores (al lado nodo 901) | 901 | x | 3821 | x | Av. La Paz - Sergio Livingtone | | d |
| 904 | x | Vivaceta - Independencia (Catastro Nodo 910) | 910 | | 3831 | x | Av. La Paz - Echeverría | | d |
| 905 | x | Vivaceta - Independencia (Catastro Nodo 910) | 910 | | 3841 | x | Av. La Paz - Dávila Baeza | | no |
| 910 | x | Vivaceta - Independencia | | no | 3851 | x | Av. La Paz - Lastra | | no |
| 911 | x | Independencia - bifurcación Vivaceta | | no | 3861 | x | Av. La Paz - Artesanos | | d |
| 921 | x | Independencia - El Olivo | | no | 3862 | x | Av. La Paz - Av. Santa María | | si |
| 922 | x | Pedro Fontova - El Olivo | | no | 3901 | x | Escanilla - Gamero | | d |
| 931 | x | Independencia - Teniente Ponce | | d | 3902 | x | Independencia - Gamero | | no |
| 932 | x | Pedro Fontova - Teniente Ponce | | d | 3903 | x | Independencia - Santos Dumont (2) | | no |
| 933 | x | Pedro Fontova - Aviador Acevedo - La Palma | | d | 3906 | No | Independencia - Santos Dumont | 3903 | x |
| 934 | x | Independencia - Aviador Acevedo | | no | 3910 | x | Escanilla - Colón | | no |
| 941 | x | Independencia - Corbeta Esmeralda | | no | 3911 | x | Independencia - Colón | | no |
| 951 | x | Independencia - Negrete | | d | 3912 | x | Escanilla - Rivera | | d |
| 952 | x | Independencia - La Palma | | no | 3913 | No | Independencia - Colón | 3911 | x |
| 961 | x | Dorsal - Los Minerales - Papudo | | si | 3914 | No | Independencia - Colón | 3915 | x |
| 962 | x | Independencia - Dorsal | | | 3915 | x | Independencia - Colón | | no |
| 1011 | x | Tupungato - Diego Silva Henríquez | | no | 3921 | x | Independencia - Olivos | | no |
| 1103 | x | Diagonal José María Caro - Isabel Carrera | | | 3923 | No | Independencia - Olivos | 3921 | x |
| 1111 | x | La Coruña - Granada | | si | 3924 | No | Independencia - Olivos | 3926 | x |
| 1112 | x | Tupungato - La Coruña | | d | 3925 | No | Independencia - Olivos | 3926 | x |
| 1201 | x | Pdte. Frei Montalva - Diagonal José María Caro | | d | 3926 | x | Independencia - Olivos | | no |
| 1202 | x | Los Acacios - Julio Montt Salamanca - Diagonal José María Caro | | si | 3930 | x | Coronel Agustín López de Alcazar - Rivera | | no |
| 1203 | x | Independencia - Diagonal José María Caro (poniente) | | no | 3931 | x | Barnechea - Rivera | | no |
| 1204 | No | Independencia al sur de Card. José María Caro | 1208 | x | 3932 | x | Independencia - Rivera | | no |
| 1205 | No | Independencia al sur de Card. José María Caro | 1208 | x | 3933 | x | Independencia - Dávila Baeza | | no |
| 1208 | x | Independencia - Diagonal José María Caro (oriente) | | | 3934 | No | Independencia - Echeverría | 3932 | x |
| 1211 | x | Autopista Pdte. Edo. Frei Montalva - conexión Apóstol Santiago (P-N) | | no | 3935 | No | Independencia - Echeverría | 3932 | x |
| 1212 | x | Independencia - La Coruña | | no | 3936 | No | Independencia - Dávila Baeza | 3933 | x |
| 1213 | x | Los Acacios - El Cortijo | | no | 3937 | No | Independencia - Aníbal Pinto | 3943 | x |
| 1214 | No | Independencia - La Coruña | 1212 | x | 3938 | x | Independencia - Rivera | | |
| 1215 | No | Independencia - La Coruña | 1212 | x | 3940 | x | Escanilla - Aníbal Pinto | | no |
| 1216 | No | Independencia - El Cortijo | 1304 | x | 3941 | x | Vivaceta - Aníbal Pinto | | d |
| 1217 | No | Independencia - El Cortijo | 1304 | x | 3942 | x | Barnechea - Aníbal Pinto | | no |
| 1301 | x | Pdte. Frei Montalva - El Cortijo | | d | 3943 | x | Independencia - Aníbal Pinto | | no |
| 1302 | x | Barón de Juras Reales - El Cortijo | | d | 3944 | x | Barnechea - Lastra | | no |

| ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado | ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1303 | x | 7 de Noviembre - El Cortijo | | no | 3945 | x | Independencia - Lastra | | no |
| 1304 | x | Independencia - El Cortijo (poniente) | | no | 3946 | x | Coronel Agustín López de Alcazar - Lastra | | no |
| 1305 | No | Independencia - El Cortijo | 1308 | x | 3947 | x | Coronel Agustín López de Alcazar - Aníbal Pinto | | no |
| 1307 | No | Independencia - Quilicura | 1322 | x | 3948 | No | Independencia - Gral. De La Lastra | 3945 | x |
| 1308 | x | Independencia - El Cortijo (oriente) | | no | 3949 | No | Independencia - Gral. De La Lastra | 3945 | x |
| 1311 | x | Barón de Juras Reales - Jorge Moya | | no | 3950 | x | Coronel Agustín López de Alcazar - General Prieto | | no |
| 1312 | x | 7 de Noviembre - Jorge Moya | | no | 3951 | x | Vivaceta - Santa María | 3952 | d |
| 1321 | x | Barón de Juras Reales - El Trabajo | | d | 3952 | x | Vivaceta - Santa María | | d |
| 1322 | x | Independencia - Quilicura (poniente) | | no | 3953 | x | Pdte. Jorge Alessandri - Santa María | | |
| 1323 | No | Independencia - Quilicura | 1325 | x | 3954 | x | Pdte. Jorge Alessandri - Santa María | | |
| 1324 | No | Independencia - Juncal | 1333 | x | 3955 | x | Barnechea - General Prieto | | no |
| 1325 | x | Independencia - Quilicura (oriente) | | no | 3956 | x | General Prieto - Gral. Borgoño - Acceso Costanera Norte | | no |
| 1331 | x | Conexión local - Autopista Pdte. Edo. Frei Montalva S-N, altura Las Industrias | | no | 3957 | x | Independencia - Gral. Borgoño | | no |
| 1332 | No | Local S-N - Acceso Expresa, al sur Industrias | 1331 | x | 3958 | x | Barnechea - General Prieto | | no |
| 1333 | x | Independencia - Juncal - El Pino (poniente) | | d | 3959 | x | Coronel Agustín López de Alcazar - Av. Santa María | | d |
| 1334 | No | Independencia - Juncal | 1336 | x | 3960 | x | Independencia - Av. Santa María | | no |
| 1335 | No | Independencia - Esmeralda | 1342 | x | 3961 | x | Escanilla - General Prieto | | no |
| 1336 | x | Independencia - Juncal - El Pino (oriente) | | d | 3962 | No | Independencia - Gral. Borgoño | 3957 | x |
| 1341 | x | Conexión a local Pdte. Edo. Frei Montalva, al norte de Nueva 1 - Libertad | | si | 3963 | No | Independencia - Gral. Borgoño | 3957 | x |
| 1342 | x | Independencia - Esmeralda | | d | 3964 | x | Escanilla - General Prieto | | no |
| 1343 | x | Independencia - El Vergel | | no | 3965 | x | Acceso de Av. Santa María a Costanera Norte P-O, al oriente de Ruta 5 | | no |
| 1344 | x | Independencia - Diego Silva | | no | 4001 | x | Vivaceta - Colón | | d |
| 1345 | No | Independencia - Diego Silva | 1353 | x | 4011 | x | Local S-N - Comandante Canales | | no |
| 1346 | No | Independencia - Diego Silva | 1353 | x | 4012 | x | Vivaceta - Comandante Canales | | no |
| 1347 | No | Independencia - Peteroa | 1352 | x | 4021 | x | Vivaceta - Rivera | | d |
| 1348 | No | Independencia - Diego Silva | 1344 | x | 4031 | x | Local S-N - Aníbal Pinto | | no |
| 1349 | No | Independencia - Esmeralda | 1351 | x | 4041 | x | Conexión Local S-N Autopista Central , altura Comandante Canales | | no |
| 1350 | No | Independencia - Peteroa | 1343 | x | 4042 | x | Local S-N - Comandante Canales | | |
| 1351 | x | Independencia - Esmeralda | | | 4043 | x | Conexión salida Autopista Central con local S-N, entre Aníbal Pinto y Comandante Canales | | no |
| 1352 | x | Independencia - El Vergel | | no | 4044 | x | Conexión Autopista Central con salida a local S-N, entre Aníbal Pinto y Comandante Canales | | no |
| 1353 | x | Independencia - Diego Silva | | no | 4045 | x | Salida Autopista Central S-N a Santa María y conexión con Costanera Norte, entre Aníbal Pinto y Canales | | no |

| ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado | ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1501 | x | Local S-N Pdte. Edo. Frei Montalva - Monterrey | | d | 4046 | x | Salida Autopista Central S-N a Santa María y conexión con Costanera Norte, entre Aníbal Pinto y Canales | | no |
| 1502 | x | Costa Rica - Monterrey | | no | 4047 | x | Conexiones Autopista Central y Costanera Norte, entre Aníbal Pinto y Canales | | no |
| 1503 | x | Barón de Juras Reales - Monterrey | | d | 4048 | x | Conexiones Autopista Central y Costanera Norte, entre Aníbal Pinto y Canales | | |
| 1504 | x | Vivaceta - Monterrey | | d | 4049 | x | Conexión Autopista Central - Costanera Norte S-P | | no |
| 1512 | x | Costa Rica - Roma | | si | 4050 | x | Salida Autopista Central - Costanera Norte N-O | | no |
| 1513 | x | Barón de Juras Reales - Roma | | si | 4102 | x | Local S-N - 14 de La Fama | | si |
| 1514 | x | Vivaceta - Dorsal | | si | 4103 | x | Bajos de Jiménez - 14 de La Fama | | si |
| 1515 | x | Primavera - Roma | | si | 4104 | x | Costa Rica - 14 de La Fama | | si |
| 1601 | x | Local S-N Pdte. Edo. Frei Montalva - El Olivo | | no | 4105 | x | Las Araucarias - 14 de La Fama | | |
| 1602 | x | Barón de Juras Reales - El Olivo | | no | 4106 | x | Vivaceta - Cañete - 14 de La Fama | | si |
| 1611 | x | Barón de Juras Reales - Aviador Zañartu | | d | 4107 | x | Vivaceta - Cañete - 14 de La Fama | | |
| 1621 | x | Barón de Juras Reales - Isla Picton | | no | 4108 | x | Primavera - 14 de La Fama | | si |
| 1622 | x | Vivaceta - Teniente Ponce | | d | 4109 | x | Primavera - Reina María | | d |
| 1623 | x | Vivaceta - Aviador Acevedo | | d | 4110 | x | Las Araucarias - Reina María | | d |
| 1632 | x | Barón de Juras Reales - Santa Inés | | d | 4111 | x | Bajos de Jiménez - Reina María | | si |
| 1641 | x | Conexión local - Autopista Pdte. Edo. Frei Montalva S-N, al norte de Monterrey | | no | 4112 | x | Bajos de Jiménez - Roma | | si |
| 1642 | x | Salida desde local a Autopista, al norte de Monterrey | | no | 4113 | x | Vivaceta - David Arellano | | d |
| 1643 | x | Barón de Juras Reales - El Lucero | | d | 4202 | x | Local S-N - Bravo de Saravia | | d |
| 1644 | x | Barón de Juras Reales - Carlo Spano | | d | 4203 | x | Bajos de Jiménez - Bravo de Saravia | | d |
| 1645 | x | Vivaceta - Negrete | | d | 4211 | x | | | |
| 1701 | x | Conexión Local S-N a calle Libertad - Nueva 1 | | si | 4212 | x | | | |
| 1702 | x | Pdte. Edo. Frei Montalva - Nueva 1 | | si | 4213 | x | Nueva 1 - Nueva de Matte | | no |
| 1703 | x | Barón de Juras Reales - Nueva 1 | | no | 4221 | x | | | |
| 1704 | x | Conexión Local S-N a calle Libertad - Nueva 1 | | si | 4222 | x | Ingreso a Vía Expresa desde Vía Local | | |
| 1705 | x | Local S-N - Los Zapadores | | no | 4301 | x | Independencia - Francia | | d |
| 1706 | x | Pdte. Edo. Frei Montalva - Los Zapadores | | d | 4302 | No | Independencia - Francia | 4301 | x |
| 1707 | x | Barón de Juras Reales - Los Zapadores | | no | 4311 | x | Independencia - Dgo. Santa María | | no |
| 1711 | x | Local S-N - Puerto Montt | | d | 4313 | No | Independencia - Dgo. Santa María | 4311 | x |
| 1721 | x | Salida desde Autopista a calle local S-N, altura El Olivo | | no | 4314 | No | Independencia - Dgo. Santa María | 4311 | x |
| 1722 | x | Conexión salida Autopista con calle local, altura El Olivo | | no | 4315 | No | Independencia - Dgo. Santa María | 4521 | x |
| 1723 | x | Barón de Juras Reales - 6 Norte | | no | 4316 | No | Independencia - Dgo. Santa María | 4521 | x |
| 1801 | x | Independencia - Los Zapadores (poniente) | | d | 4321 | x | Independencia - Bezanilla | | no |
| 1802 | No | Independencia - Zapadores | 1801 | x | 4322 | No | Independencia - Zañartu | 4321 | x |

| ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado | ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1803 | No | Independencia - Zapadores | 1801 | x | 4323 | No | Independencia - Zañartu | 4321 | x |
| 1811 | x | Vivaceta - El Olivo | | d | 4326 | No | Independencia - Zañartu | 4531 | x |
| 3441 | x | Independencia - Nueva de Matte | | no | 4327 | No | Independencia - Zañartu | 4531 | x |
| 3442 | No | Independencia - Nueva de Matte | 3441 | x | 4330 | No | Independencia - Gamero | 3902 | x |
| 3443 | No | Independencia - Nueva de Matte | 3441 | x | 4331 | x | Vivaceta - Gamero | | d |
| 3444 | No | Independencia - Nueva de Matte | 3446 | x | 4332 | No | Independencia - Gamero | 3902 | x |
| 3445 | No | Independencia - Nueva de Matte | 3446 | x | 4401 | x | Moisés Ríos - Dgo. Santa María | | d |
| 3446 | x | Independencia - Nueva de Matte | | no | 4402 | x | Germán Domínguez - Dgo. Santa María | | d |
| 3501 | x | Las Araucarias - Luis Galdames - Coronel Alvarado | | si | 4403 | x | Enrique Soro - Dgo. Santa María | | d |
| 3502 | x | Las Araucarias - Luis Galdames - Coronel Alvarado | | si | 4404 | x | Soberanía - Dgo. Santa María | | d |
| 3503 | x | Isidoro Errázuriz - Coronel Alvarado | | d | 4405 | x | Vivaceta - Dgo. Santa María | | d |
| 3504 | x | Las Araucarias - Luis Galdames - Coronel Alvarado | | si | 4411 | x | Vivaceta - Bezanilla | | d |
| 3505 | x | Luis Galdames - Las Enredaderas | | d | 4501 | x | Independencia - Francia | | |
| 3506 | x | Vivaceta - Isidoro Errázuriz | | d | 4502 | No | Independencia - Francia | 4501 | x |
| 3507 | x | Luis Galdames - Las Enredaderas | | | 4521 | x | Independencia - Dgo. Santa María | | no |
| 3508 | x | Luis Galdames - Las Enredaderas | | | 4531 | x | Independencia - Bezanilla | | |
| 3511 | x | Vivaceta - Las Enredaderas | | si | 4812 | x | Local N-S - Diagonal José María Caro | | d |
| 3512 | x | Vivaceta - Hipódromo Chile | | | 4821 | x | Salida Autopista Central a Apóstol Santiago (N-P) | | no |
| 3513 | x | Vivaceta - Altamirano | | si | 4822 | x | Conexión Genral Velásquez - Autopista Central | | no |
| 3521 | x | Vivaceta - Nueva de Matte | | d | 4823 | x | Apóstol Santiago - Autopista (Ramal conexión P-S) | 4821 | no |
| 3531 | x | Vivaceta - Inglaterra | | d | 7802 | x | Local N-S - Dorsal | | si |
| 3601 | x | Independencia - Cañete | | no | 7803 | x | Local N-S - Bravo de Saravia | | no |
| 3602 | No | Independencia - Cañete | 3601 | x | 7811 | x | Conexión Local N-S a Autopista Central, al sur de Bravo de Saravia | | no |
| 3603 | No | Independencia - David Arellano | 3611 | x | 7812 | x | | | |
| 3604 | No | Independencia - David Arellano | 3611 | x | 7822 | x | | | |
| 3611 | x | Independencia - Recabarren | | no | 7823 | x | | | |
| 3612 | No | Independencia - David Arellano | 3616 | x | 7824 | x | Local N-S - Dgo. Santa María | | d |
| 3613 | No | Independencia - David Arellano | 3616 | x | 7842 | x | Local N-S - Jorge Hirmas (N-P) | | d |
| 3614 | No | Independencia - Einstein | 3621 | x | 7843 | x | Local N-S - Jorge Hirmas (P-S) | | d |
| 3615 | No | Independencia - Einstein | 3621 | x | 8103 | x | | | |
| 3616 | x | Independencia - Recabarren | | no | 8104 | x | | | |
| 3621 | x | Independencia - Einstein | | no | 8113 | x | Local N-S - Los Zapadores | | d |
| 3622 | No | Independencia - Einstein | 3625 | x | 8124 | x | Conexión Puerto Montt - Ramal salida local N-S (N-P) | | no |
| 3623 | No | Independencia - Einstein | 3625 | x | 8125 | x | Conexión Puerto Montt - Ramal salida local N-S (N-P) | | |
| 3624 | No | Independencia - Santa Laura | 3631 | x | 8126 | x | Conexión Puerto Montt - Ramal salida local N-S (N-P) | | |
| 3625 | x | Independencia - Einstein | | no | 8127 | x | Conexión Puerto Montt - Ramal salida local N-S (N-P) | | |

| ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado | ID | Catas-tro | Intersección | Nodo cercano | Modifi-cado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3631 | x | Independencia - Julio Martínez Pradanos | | no | 8131 | x | Conexión Local N-S a Autopista Central, al sur de Bravo de Saravia | | no |
| 3632 | x | Vivaceta - Hipódromo Chile | | d | 8132 | x | | | |
| 3633 | No | Independencia - Santa Laura | 3636 | x | 8141 | x | | | |
| 3634 | No | Independencia - Hipódromo Chile | 3641 | x | 8142 | x | | | |
| 3635 | No | Independencia - Hipódromo Chile | 3641 | x | 9501 | Buffer | Nodo Final red Costanera Norte | | x |
| 3636 | x | Independencia - Julio Martínez Pradanos | | no | 9502 | Buffer | Nodo Final red Costanera Norte | | x |
| 3641 | x | Independencia - Hipódromo Chile | | no | 9601 | Buffer | Nodo Final red eje Balmaceda - La Paz | | x |
| 3642 | x | Independencia - Hipódromo Chile | | | 9701 | Buffer | Nodo Final red Norte - Sur | | x |
| 3643 | No | Independencia - Hipódromo Chile | 3642 | x | 9702 | Buffer | Nodo Final red Norte - Sur | | x |
| 3644 | No | Independencia - Hipódromo Chile | 3642 | x | 9801 | Buffer | Nodo Final red eje Bandera - Independencia | | x |
| 3702 | x | Local S-N - Domingo Santa María | | d | 11301 | Buffer | Nodo Final conexión a Norte - Sur | | x |
| 3703 | x | Local S-N - Domingo Santa María | | d | 11401 | Buffer | Nodo Final conexión a Norte - Sur | | x |
| 3704 | x | Salomón Sack - Domingo Santa María | | no | 11501 | Buffer | Nodo Final conexión a Costanera Norte | | x |
| 3705 | x | Salomón Sack - Moisés Ríos | | d | 11601 | Buffer | Nodo Final red Costanera Norte | | x |
| 3706 | x | Salomón Sack - Alcalde Germán Domínguez | | d | 11701 | Buffer | Nodo Final red Costanera Norte | | x |
| 3707 | x | Salomón Sack - Enrique Soro | | d | 11702 | Buffer | Nodo Final conexión costanera - Borgoño | | x |
| 3708 | x | Salomón Sack - Soberanía | | d | 12101 | Buffer | Nodo Final conexión Bulnes - Norte Sur | | x |
| 3709 | x | Local S-N - Domingo Santa María | | d | 12401 | Buffer | Nodo Final conexión costanera - Sta. María | | x |

Fuente: Elaboración propia

Dentro del área de estudio existen varias redes semaforizadas. Las intersecciones que las conforman se entregan en el cuadro siguiente. Los diseños de fases, están descritos en el catastro operativo. En cuanto a las programaciones asociadas, fueron solicitadas a la UOCT.

Cuadro 1-12: Redes semaforizadas dentro del área de modelación

| RED | CÓDIGO | INTERSECCIÓN |
|---|---|---|
| 17 | J017111 | Independencia - Borgoño / Artesanos |
| 17 | J017121 | Av. La Paz - Artesanos |
| 17 | J017182 | Independencia - F. Santa María |
| 17 | J017192 | Puente Los Carros - Santa María |
| 17 | J017193 | Vega Chica - Artesanos |
| 17 | J017281 | Av. La Paz - F. Santa María |
| 17 | J017611 | Escanilla - Prieto |
| 17 | J017612 | Escanilla - Santa María |
| 43 | J043121 | Vivaceta - I. Errázuriz |
| 43 | J043131 | Vivaceta - Nueva de Matte |
| 43 | J043141 | Vivaceta - Inglaterra |
| 43 | J043151 | Vivaceta - D. Santa María |

| RED | CÓDIGO | INTERSECCIÓN |
|---|---|---|
| 43 | J043171 | Vivaceta - Gamero |
| 43 | J043181 | Vivaceta - Colón |
| 43 | J043191 | Vivacita - Rivera |
| 43 | J043192 | Vivaceta - Pinto |
| 44 | J044121 | G. Domínguez - Salomón Sack |
| 44 | J044131 | E. Soro - Salomón Sack |
| 44 | J044141 | Soberanía - Salomón sacó |
| 113 | J050121 | P. Fontova - Diego Silva |
| 113 | J113321 | P. Fontova - José María Caro |
| 113 | J113322 | Nahuelbuta - D. J. M. Caro |
| 207 | J007111 | Independencia - El Cortijo |
| 207 | J007121 | Independencia - Zapadores |
| 207 | J007122 | Vivaceta - Zapadores |
| 207 | J007131 | independencia - Diego Silva Henríquez |
| 207 | J007141 | independencia - El Olivo |
| 207 | J007151 | independencia - Teniente Ponce |
| 207 | J007161 | independencia - Negrete |
| 207 | J007162 | Independencia - Esmeralda |
| 207 | J007171 | Independencia - Dorsal |
| 207 | J007181 | Independencia - Cañete |
| 207 | J007211 | Independencia - Einstein |
| 207 | J007221 | Independencia - Julio Martínez |
| 207 | J007221 | independencia - Santa Laura/México |
| 207 | J007231 | Independencia - Hipódromo Chile |
| 207 | J007241 | Independencia - Nueva de Mate/Gral. Saavedra |
| 207 | J007251 | Independencia - Francia Oriente |
| 207 | J007252 | Independencia - Francia Poniente |
| 207 | J007351 | Independencia - Recabarren / D. Arellano |
| 207 | J007361 | Vivaceta - El Olivo |
| 207 | J007371 | Vivaceta - Dorsal |
| 207 | J007381 | La Palmilla - Dorsal |
| 207 | J039151 | Independencia - Diag. José María caro |
| 207 | J050921 | El Guanaco - Einstein |
| 208 | J208171 | Diag. J. M. Caro - Dorsal |
| 208 | J208172 | Peat. Diag. J. M. Caro_ Dorsal |
| 307 | J039171 | Barón de Juras Reales - El Olivo |
| 307 | J050671 | Barón de Juras Reales - Zapadores |
| 307 | J107161 | E. Frei Local Poniente - Zapadores |
| 307 | J107162 | E. Frei - Los Zapadores Local SN |
| 307 | J107172 | E. Frei Local Norte - Puerto Montt |
| 307 | J107172 | E. Frei Local Oriente - Puerto Montt |
| 736 | J007271 | Independencia - D. Santa María |
| 736 | J007281 | Independencia - Bezanilla |
| 736 | J007291 | independencia - Gamero |
| 736 | J007311 | Independencia - Colón |
| 736 | J007321 | Av. La Paz - Olivos |
| 736 | J007331 | Independencia - Echeverría / Rivera |
| 736 | J007332 | Independencia - Dávila |
| 736 | J007341 | Independencia - Lastra |
| 736 | J007391 | Av. La Paz - Santos Dumont |

| RED | CÓDIGO | INTERSECCIÓN |
|---|---|---|
| 736 | J007411 | Av. La Paz - Lastra |
| 736 | J007412 | Av. La Paz - Dávila |
| 736 | J007421 | Av. La Paz - Juárez |
| 736 | | Av. La Paz - Rivera |
| 736 | | Independencia - A. Pinto |
| 870 | J107211 | E. Frei Local Norte - 14 de La Fama |
| 870 | J107212 | E. Frei Local Norte - Jaime Guzmán |
| 880 | J107131 | E. Frei Local Poniente - Diag. J. M. Caro |
| 880 | J107132 | E. Frei Local Oriente - Diag. J. M. Caro |
| | | E. Frei Local Norte - Bulines Local sur norte Ruta 5 |
| | | E. Frei Local Oriente - D. Santa María |
| | | E. Frei Local Poniente - D. Santa María |
| | | E. Frei Local Sur - Bulines |
| | | E. Soro - Gamero |
| | | E. Soro - Soberanía |

Fuente: Elaboración propia

### 1.5.3 Catastro vial eje Vivaceta

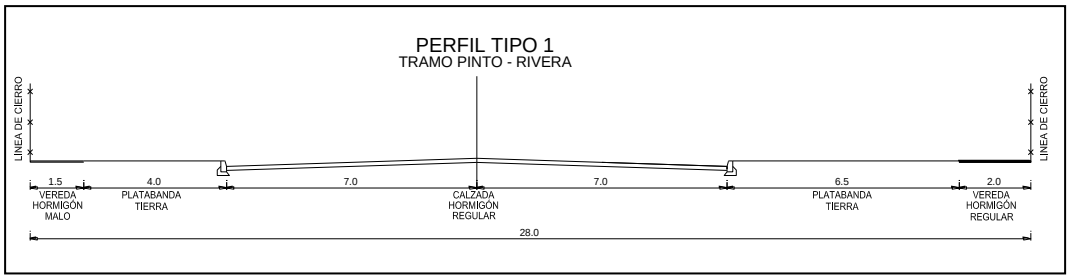
El catastro vial del eje Vivaceta, en esta etapa del estudio, consistió en caracterizar su perfil transversal a partir de tramos homogéneos a lo largo de su recorrido.

Junto con lo anterior, se realizó un completo catastro operacional del eje, el que se plasma, al final de este acápite en un plano escala1:1000.

a) Caracterización del perfil del eje Vivaceta

En los cuadros siguientes, se presentan los perfiles generales existentes a lo largo del eje Vivaceta.

Cuadro 1-13 Tramo Pinto – Rivera



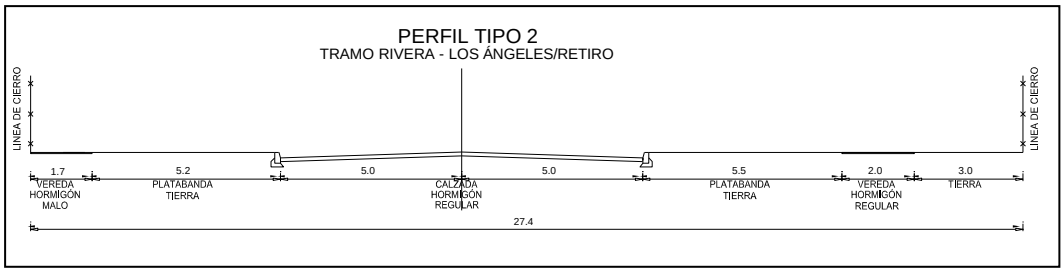

Particularidades:

- Iluminación: Sobre platabanda costado derecho
- Postación domiciliaria: Sobre platabanda costado izquierdo
- Cruce con Rivera: Calzada de adoquín en mal estado.




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-14 Tramo Rivera – Los Ángeles/Retiro



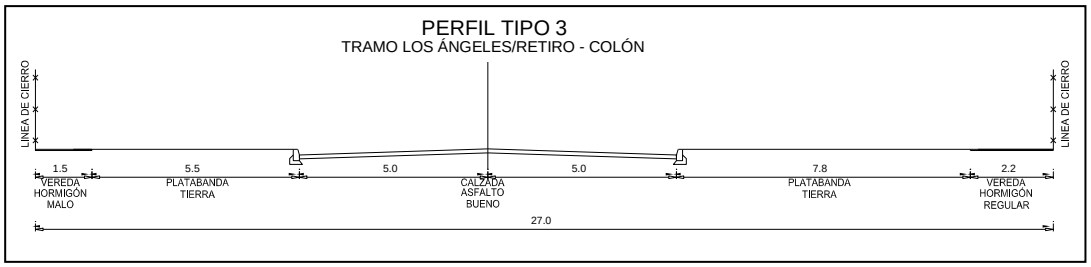

Particularidades:

- Iluminación: Sobre platabanda costado derecho
- Postación domiciliaria: Sobre platabanda costado izquierdo
- Paradero transporte público con refugio: 30 m al norte de Rivera, costado izquierdo.




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-15 Tramo Los Ángeles/Retiro – Colón



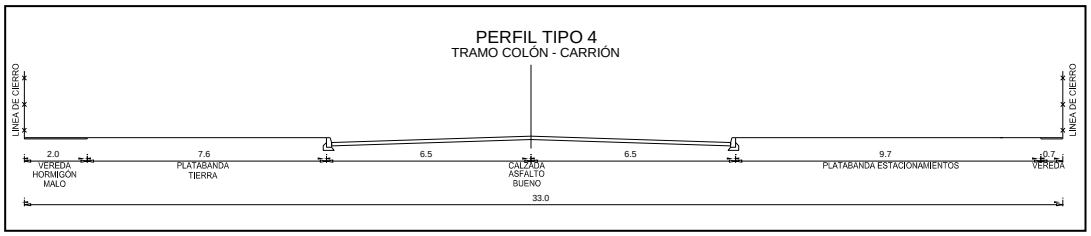

Particularidades:

- Iluminación: Sobre platabanda costado derecho
- Postación domiciliaria: Sobre platabanda costado izquierdo
- Paradero transporte público con refugio: Entre Los Ángeles y Retiro, costado izquierdo.




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-16 Tramo Colón – Carrión



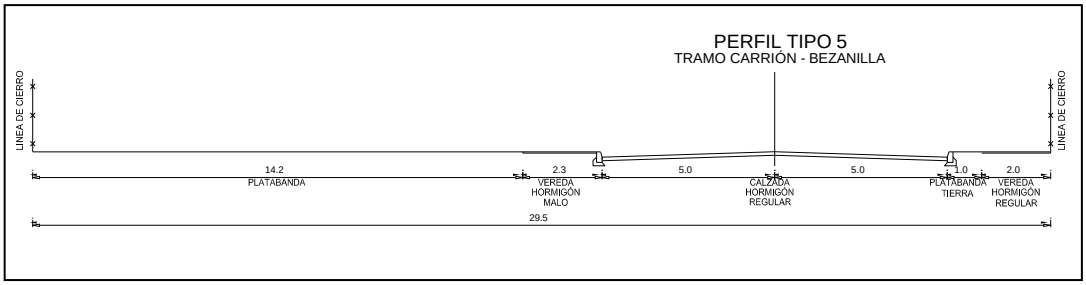

Particularidades:

- Postación por el lado derecho
- Alumbrado público por el lado derecho



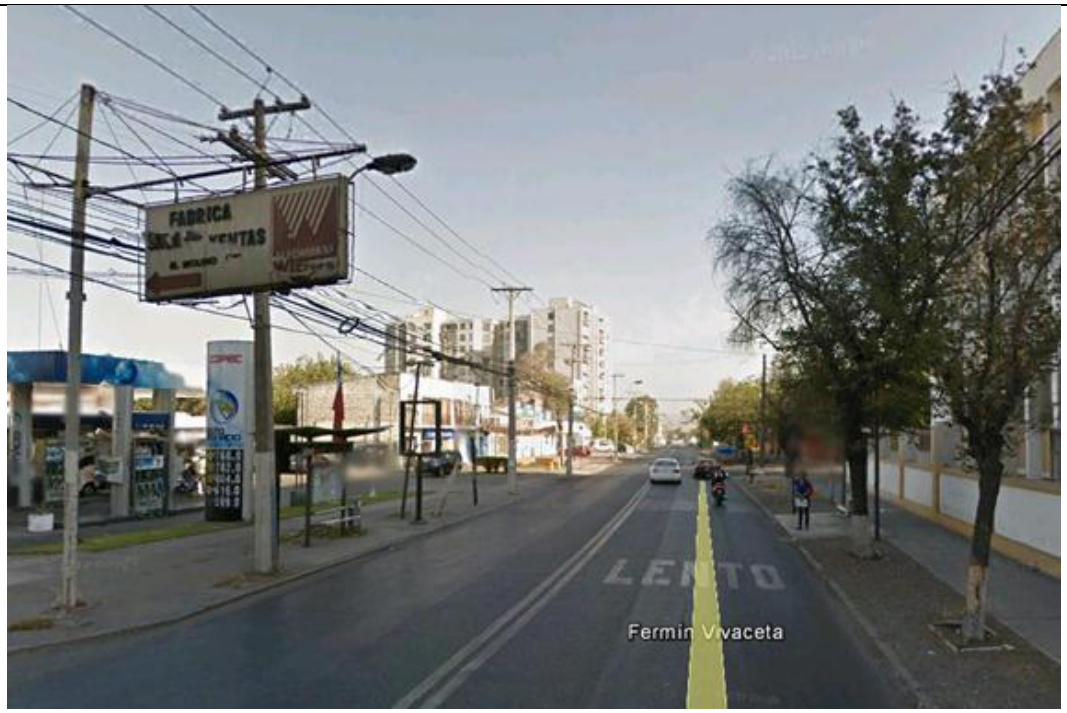

Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-17 Tramo Carrión – Bezanilla



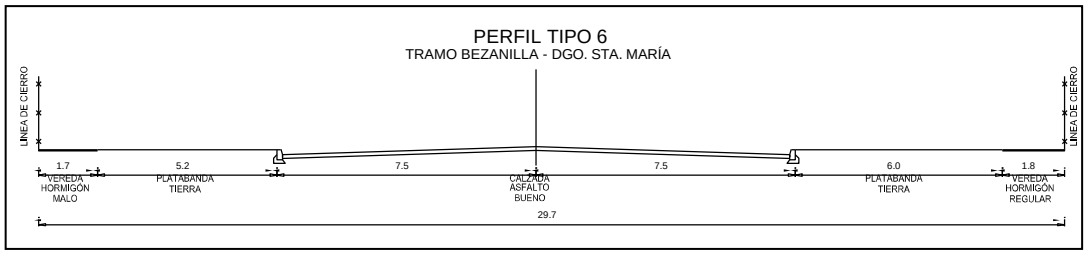

Particularidades:

- Postación de media tensión en la acera izquierda
- Luminarias acera lado izquierdo




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-18 Tramo Bezanilla – Domingo Santa María



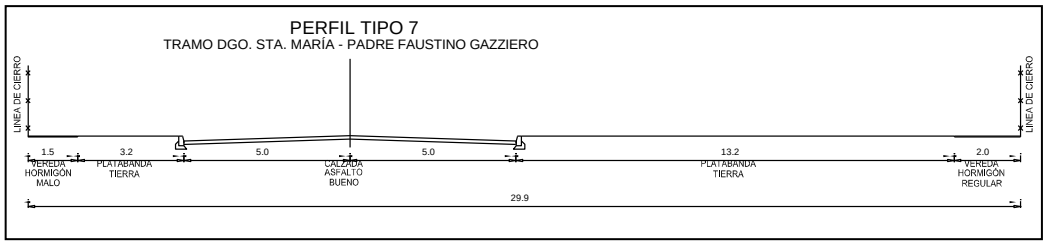

Particularidades:

- Postación de media tensión en la acera izquierda
- Luminarias acera lado izquierdo
- Postación de servicios eléctricos acera derecha




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-19 Tramo Domingo Santa María – Padre Faustino Gazziero



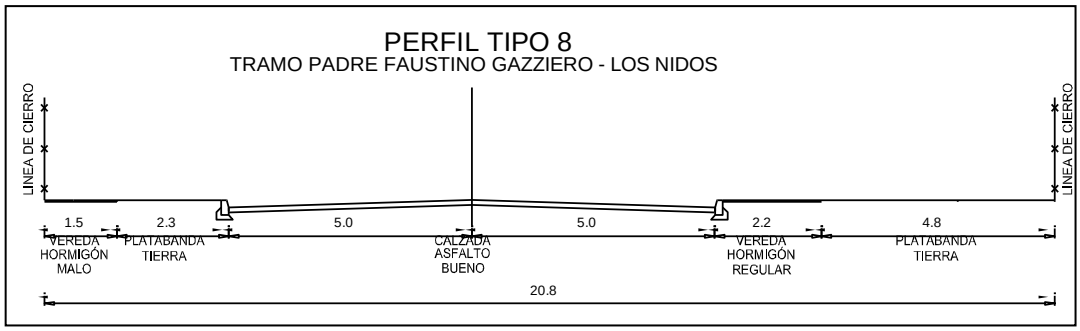

Particularidades:

- Postación media tensión acera derecha
- Luminarias peatonales acera derecha
- Luminarias vehiculares acera izquierda




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-20Tramo Padre Faustino Gazziero – Los Nidos



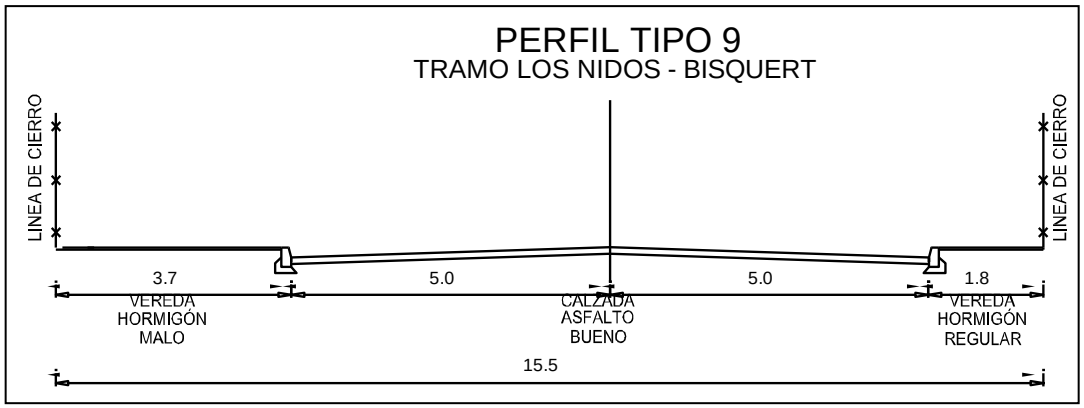

Particularidades:

- Postación de media tensión y luminarias vehiculares acera izquierda
- Servicios eléctricos acera derecha




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-21Tramo Los Nidos – Bisquert



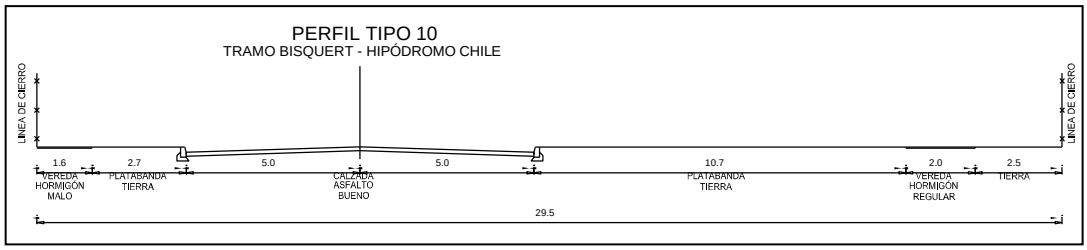

Particularidades:

- Postación de media tensión y luminarias vehiculares acera izquierda




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-22 Tramo Bisquert – Hipódromo Chile

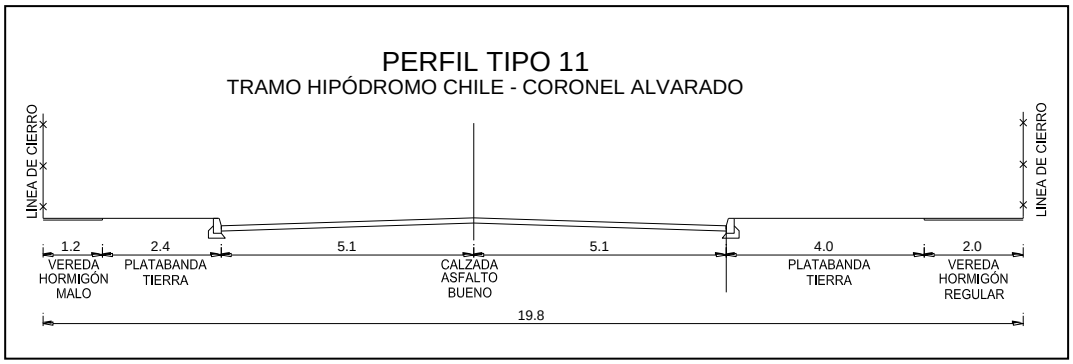






Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-23 Tramo Hipódromo Chile – Coronel Alvarado



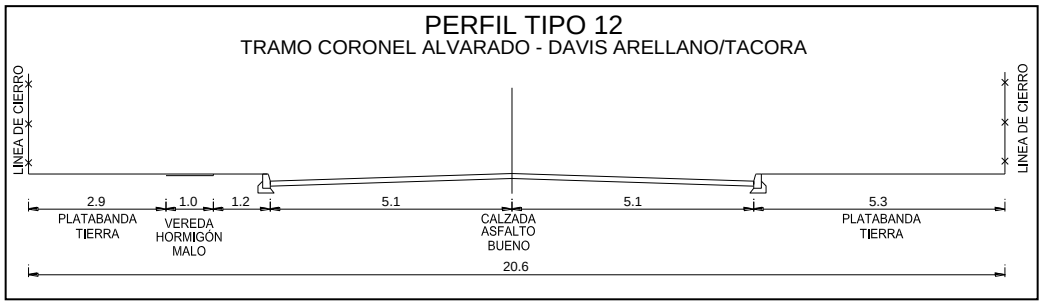

Particularidades

- Luminarias en costado izquierdo
- Postación servicios eléctricos en costado derecho




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-24 Tramo Coronel Alvarado – David Arellano / Tacora




Paticularidades

- Los primeros 100 m de este tramo existe una acera muy estrecha en el lado oriente, que no posee vereda.
- Postación media tensión y luminarias al costado izquierdo

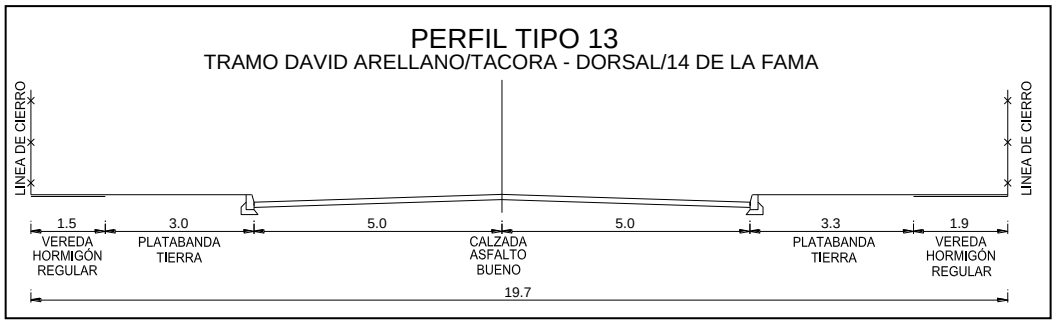






Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-25 Tramo David Arellano / Tacora – Dorsal / 14 de la Fama



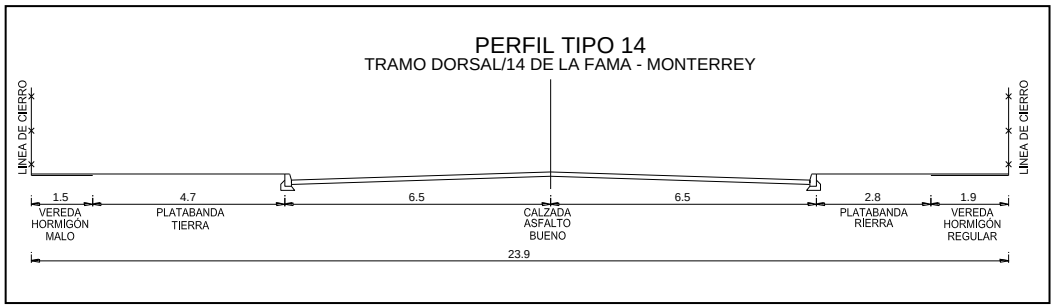

Particularidades

- Postación tendidos eléctricos en acera izquierda
- Luminarias costado izquierdo




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-26 Tramo Dorsal / 14 de la Fama - Monterrey



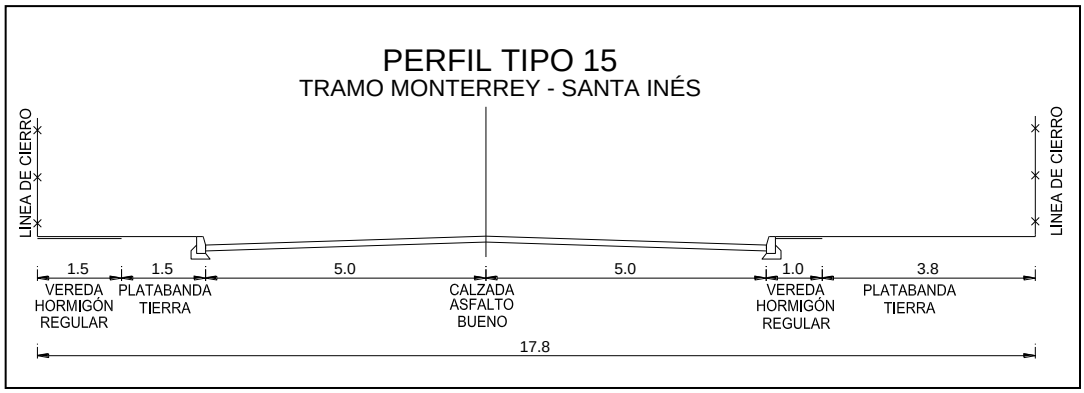

Particularidades

- Luminarias al costado izquierdo




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-27 Tramo Monterrey – Santa Inés



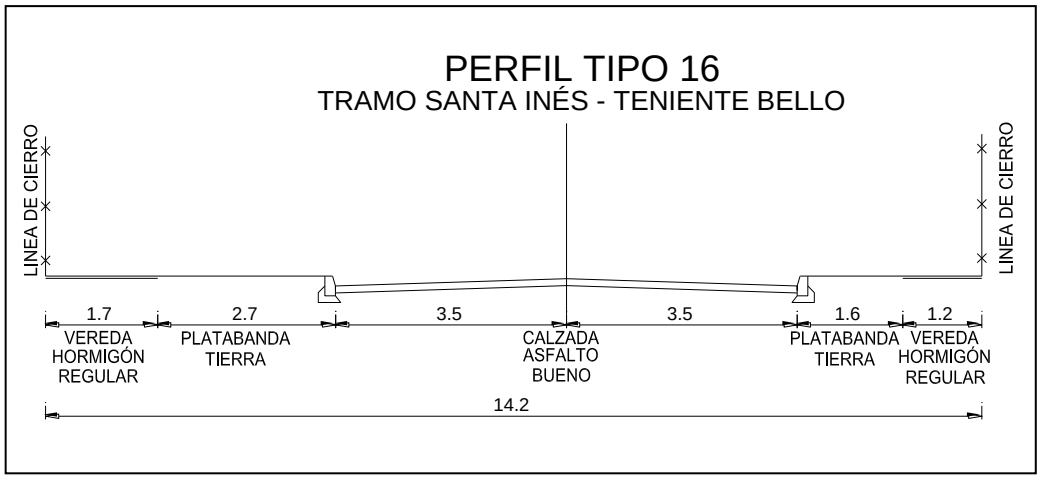

Particularidades

- Postación media tensión, baja tensión y luminarias en acera izquierda
- Postación de servicios eléctricos en costado derecho




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-28 Tramo Santa Inés – Teniente Bello



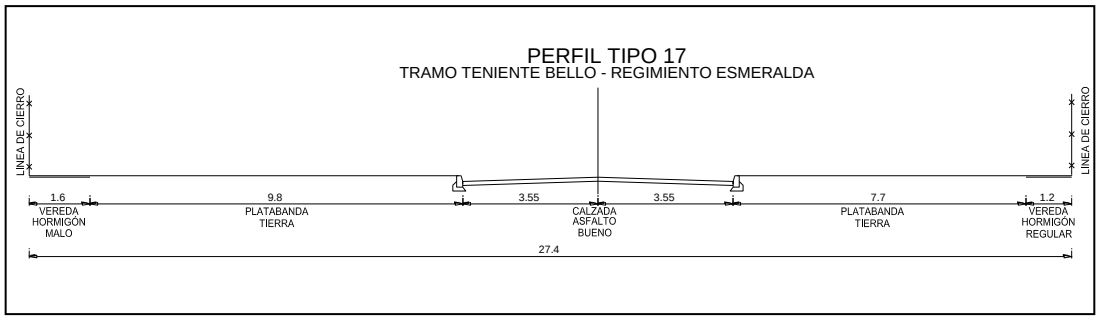

Particularidades:

- Sentido unidireccional hacia el sur
- Postación de media tensión y luminarias en acera derecha




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-29 Tramo Teniente Bello – Regimiento Esmeralda



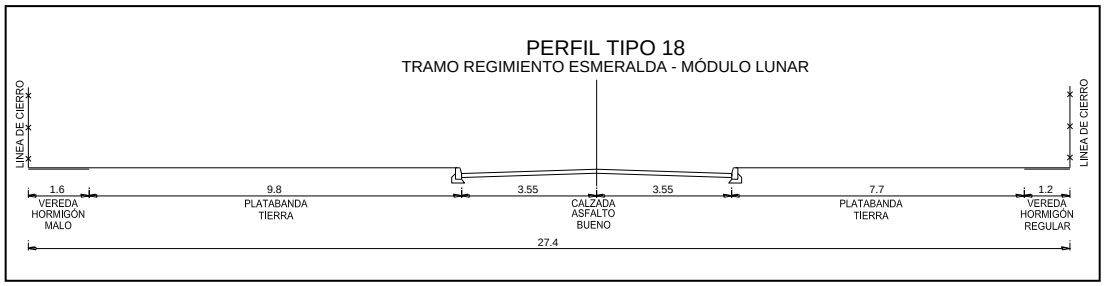

Particularidades:

- Sentido unidireccional hacia el sur
- Postación de media tensión y luminarias al costado derecho




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-30 Tramo Regimiento Esmeralda – Módulo lunar



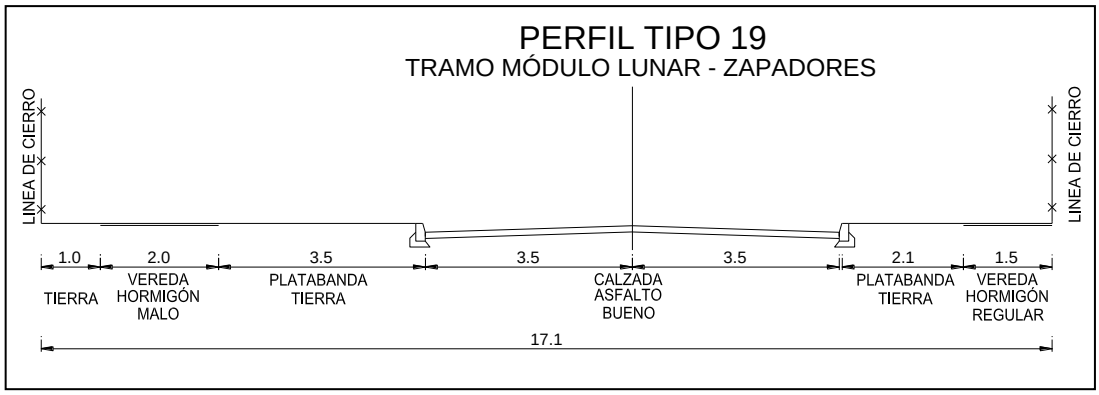

Particularidades:

- Sentido unidireccional hacia el sur
- Postación de iluminación al costado derecho




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-31 Tramo Módulo Lunar - Zapadores



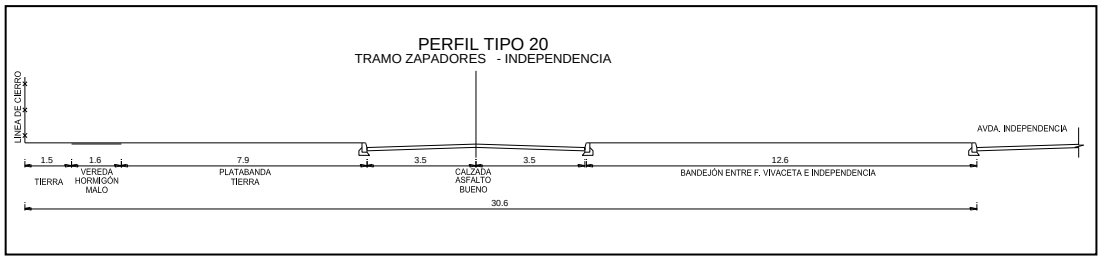

Particularidades:

- Sentido unidireccional hacia el sur




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

Cuadro 1-32 Tramo Zapadores - Independencia




Particularidades:

- Sentido unidireccional hacia el sur
- Postación luminarias vehiculares y peatonales al costado izquierdo




Fuente: Elaboración propia. Fotos: Google Street View

b) Catastro operacional: señalización, demarcación y otros dispositivos en el eje

En el plano siguiente se entrega un completo catastro del eje en estudio en el que se incluye:

- Semáforos
- Demarcación
- Señales verticales
- Lomos de toro

Figura 1-38: Catastro operacional eje Vivaceta

## 1.6 Antecedentes modelación de transporte

Como parte de la recopilación de antecedentes se solicitó al Mandante la entrega de estudios previos que contienen información relevante para el desarrollo del presente estudio. Estas fuentes de información son las siguientes:

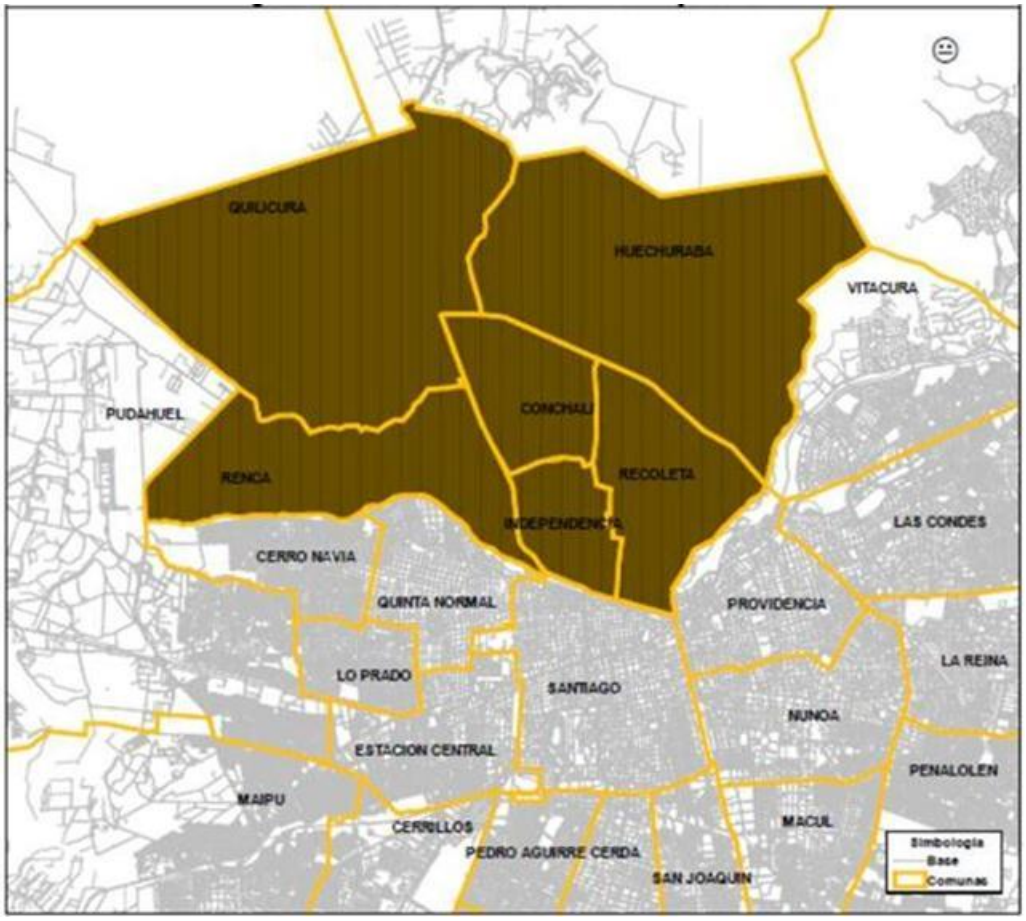
- Estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010).
- Estudio “Análisis y Modelación del Período Punta Tarde en ESTRAUS", MIDEPLAN - SECTRA (2010)
- Antecedentes modelo estratégico ESTRAUS 2010, 2015 y 2020 vigentes.

### 1.6.1 Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM

Este primer estudio constituye, de acuerdo con las bases de licitación, un antecedente base para el desarrollo del presente, en lo que se refiere a modelación de transporte. Aspectos tales como la periodización utilizada, las redes de modelación y matrices de viaje, así como otros antecedentes (principalmente catastros que se han tomado como base y se han actualizado y presentado en otros puntos de este informe), representan definiciones e información relevante para este estudio.

El objetivo del estudio fue plantear una cartera de proyectos analizados y evaluados a nivel de anteproyecto avanzado. El área de análisis de este fue la comprendida por las comunas: Renca, Quilicura, Huechuraba, Conchalí, Independencia y Recoleta, las que se muestran en la siguiente figura.

Figura 1-39 Área de estudio “Conexiones Viales Sector Norte”




Fuente: Informe Final “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

El eje Vivaceta, que se desarrolla íntegramente en las comunas de Independencia y Conchalí, se puede apreciar que ambas forman parte del área de estudio presentada en la figura anterior, lo que justifica, además de lo reciente de los antecedentes, su utilización como fuente de información básica para el presente estudio.

A continuación se describen y analizan los principales aspectos, desde el punto de vista de la modelación de transporte (no abordados en otros puntos de este informe), que se considerarán en el presente estudio.

a) Periodización

Cabe señalar que la periodización fue definida sobre la base de conteos continuos de flujo vehicular en 3 puntos de control, aunque solo se consideró el día laboral. Es decir, no se dispuso de información de conteos para los días de fin de semana.

En las figuras siguientes se muestran los histogramas de flujo construidos, a partir de los cuales se definió la periodización.

Figura 1-40 Histograma de flujo total (veq)

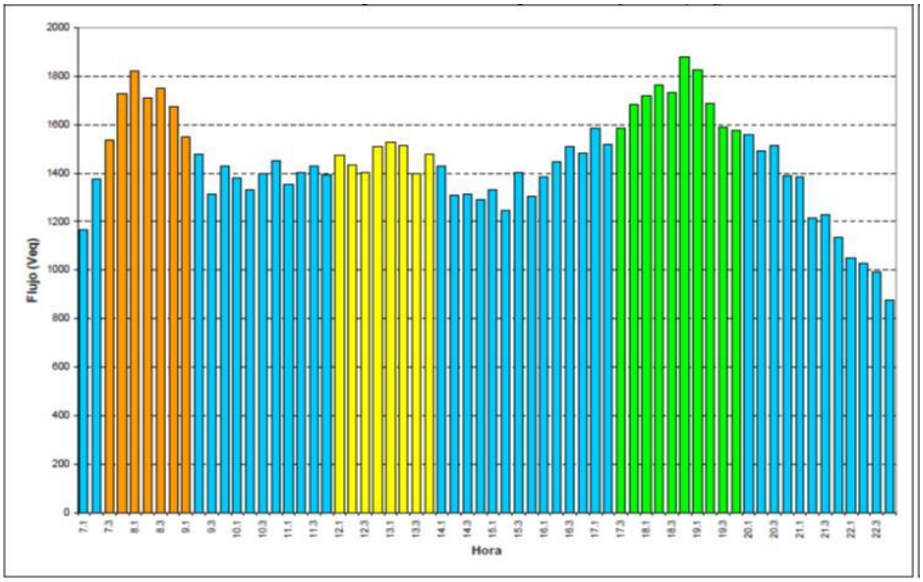
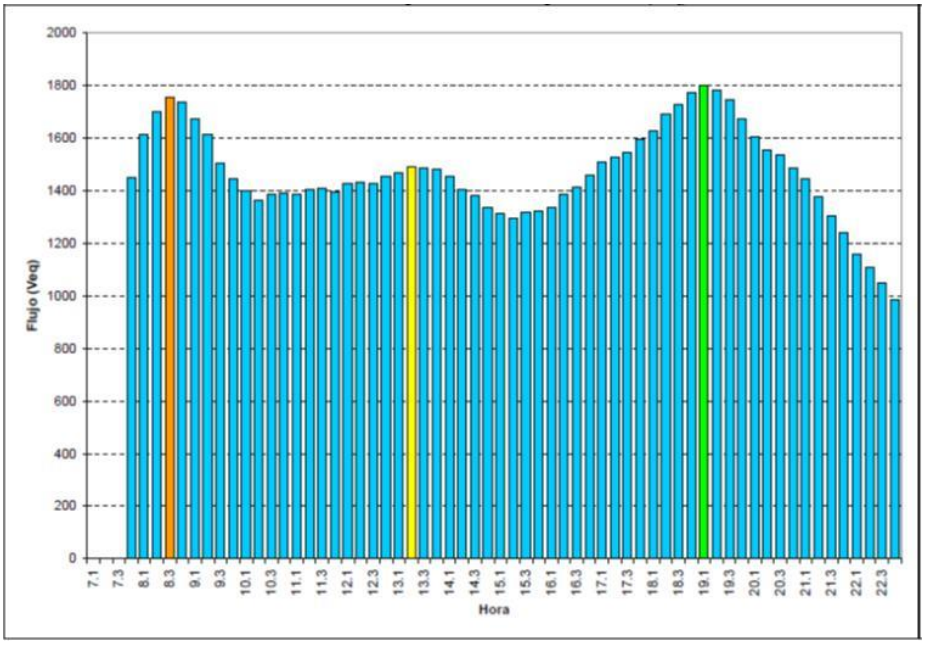



Figura 1-41 Histograma flujo media móvil (veq)




De acuerdo con las figuras anteriores se definieron los siguientes períodos para un día laboral promedio:

Cuadro 1-33 Periodización

| Período | Horario |
|---|---|
| Punta Mañana | 07:30 – 09:15 |
| Fuera de Punta | 07:00 – 07:30<br>09:15 – 12:00<br>14:00 – 17:30<br>20:00 – 23:00 |
| Punta Mediodía | 12:00 – 14:00 |
| Punta Tarde | 17:30 – 20:00 |

Fuente: Informe Final “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

Dos son los aspectos que se deben notar. El primero, es que de acuerdo con las bases de licitación del presente estudio, los períodos a considerar para la modelación son solo 3: punta mañana, fuera de punta y punta tarde. Esto es compatible con el hecho de que el estudio revisado, si bien definió una periodización con 4 períodos, solo consideró la modelación de dos de ellos (punta mañana y fuera de punta) y que el presente estudio considera agregar el período punta tarde utilizando matrices a priori obtenidas del estudio del período punta tarde para Estraus que se describe más adelante.

Por otra parte, disponer solo de conteos continuos para el día laboral no permite hacer una asimilación de horas a los períodos básicos de los días del fin de semana. Si bien en el estudio de la referencia se hizo un tratamiento a respecto, se consideró que todas las horas de los días sábado y domingo son equivalentes a la hora de modelación del período fuera de punta, como se muestra en la tabla siguiente.

Cuadro 1-34 Factores de expansión de períodos al año

| Día | Períodos | Horas por día | Horas/Año | Factor de flujos | Horas/Año por factor de flujos |
|---|---|---|---|---|---|
| Laboral | Punta Mañana | 1.75 | 455 | 1.00 | 455 |
| Laboral | Punta Medio Día | 2.00 | 520 | 0.87 | 454 |
| Laboral | Punta Tarde | 2.50 | 650 | 1.01 | 659 |
| Laboral | Fuera de Punta | 9.75 | 2,535 | 1,00 | 2,535 |
| Sábado | Fuera de Punta | 14.00 | 728 | 1.00 | 728 |
| Domingo | Fuera de Punta | 12.00 | 624 | 1.00 | 624 |
| Total Horas | | | 5,512 | -- | 5,455 |

Fuente: Informe Final “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

Este supuesto es al menos cuestionable, ya que como se aprecia en los histogramas la hora de modelación fuera de punta es de las de mayor carga de ese período, siendo bastante aventurado suponer que todas las horas del fin de semana son equivalente a ella, lo cual puede producir una sobre estimación de los beneficios del proyecto.

Por otra parte, en la expansión de los períodos se utiliza un factor de flujos para determinar los factores, que no corresponden necesariamente a la suma de horas

cronológicas, pues no todas las horas asimiladas a cada período son equivalentes, tal como lo indica el MESPIVU. Sin embargo, se observa que se consideró un factor de flujo para asimilar los períodos punta mediodía y punta tarde al período punta mañana, lo cual es correcto, pero no se hace lo propio con el período fuera de punta, lo que es incorrecto.

De acuerdo con lo anterior, se propone hacer una nueva determinación de los factores de expansión de flujos, en la cual:

- Considerar las horas del mediodía como parte del período fuera de punta y no de la punta mañana, considerando el factor de flujos correspondiente. El MESPIVU indica que se asocian al período las horas cuyo flujo es al menos un 90% de la hora más cargada, aspecto que no se cumple en este caso.

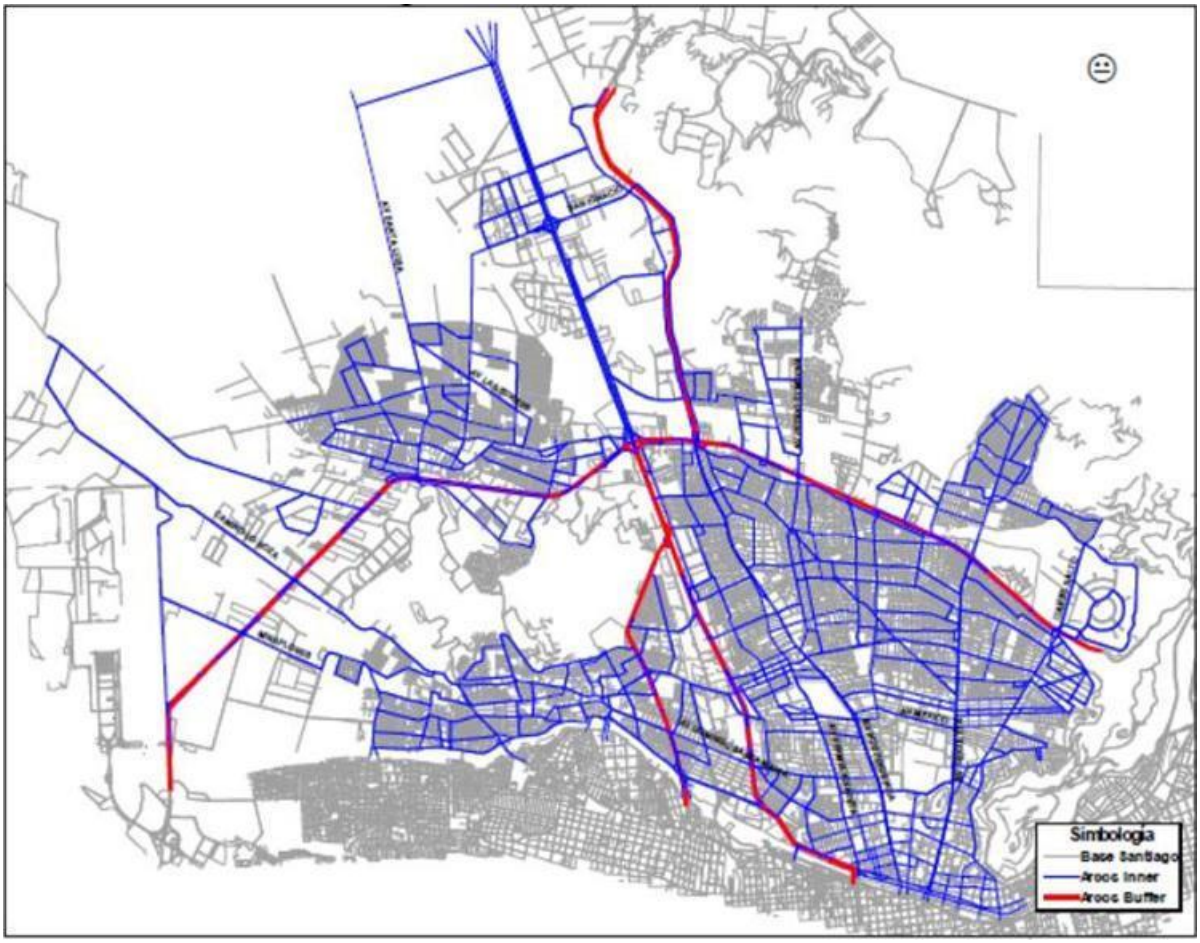
- Determinar el factor de expansión del período fuera de punta considerando los factores de flujos correspondientes de todas las horas asimiladas a él, incluidas las del medio día y el fin de semana.

- Considerar, a partir de información que se encuentre disponible, un factor de flujos apropiado para las horas del fin de semana, el cual seguramente será menor que 1.

b) Redes de modelación

El estudio de la referencia construyó redes de modelación para los períodos punta mañana y fuera de punta para toda el área de análisis. En la Figura 1-42 se muestra la red construida. Prácticamente toda la red fue codificada en formato “Inner” (detalle), lo cual representa una excelente base para la definición de la red para el presente estudio, pues ya cuenta con la topología apropiada al tipo de codificación requerida.

Figura 1-42 Red de modelación




Fuente: Informe Final “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

Luego, esta red puede ser fácilmente “cortada” para ajustarse al área de modelación del presente estudio, la cual es significativamente menor.

Sin perjuicio de lo anterior, en opinión de este consultor, es aconsejable considerar una pequeña ampliación de la red de modelación en el extremo sur. En efecto, la red del estudio de la referencia posee su límite sur en el río Mapocho (Autopista Costanera Norte). Considerando que el eje en estudio (Vivaceta) se inicia, en su extremo sur, en el río Mapocho, siendo éste un punto de acceso a la red, los flujos quedarán fijos como flujo de entrada. Dado esto se estima conveniente ampliar la red (en formato “buffer”), al menos hasta la calle Santo Domingo, generando con ello mayores opciones de reasignaciones hacia el eje Vivaceta.

c) Matrices de viajes de transporte privado

En relación a las matrices de viaje de transporte privado, el estudio de referencia cuenta con matrices calibradas para los períodos punta mañana y fuera de punta. Las bases del presente estudio proponen utilizar estas matrices como matrices a priori, sin embargo, de

ampliar la red de modelación hacia el sur, como se sugirió en el punto anterior, la zonificación externa de estas matrices ya no sería compatible y no podrían ser utilizadas.

Por otra parte, en opinión de este consultor, sería mejor considerar un nuevo proceso de calibración a partir de matrices a priori obtenidas de corridas recientes de ESTRAUS. En primer lugar, las matrices calibradas en el estudio de referencia se obtuvieron de matrices de ESTRAUS y ya han pasado por un proceso de ajuste con Satme2. Un nuevo proceso de ajuste sobre estas matrices podría alejar en demasía a la matriz de su estructura original. En segundo lugar, un nuevo proceso de calibración de las matrices a partir de las de ESTRAUS, permitiría considerar un método de ajuste de las matrices por categoría de usuario distinto al utilizado en el estudio de referencia, el cual fue propuesto como alternativa en la oferta del consultor y se describe más adelante en la revisión metodológica, y que se considera se obtienen mejores resultados. Por último, dado que de todas formas para el período punta tarde se utilizará como matriz a priori las resultantes del estudio de dicho período en ESTRAUS, el tratamiento dado a todos los períodos será más homogéneo.

### 1.6.2 Análisis y Modelación del Período Punta Tarde en ESTRAUS

Se recopilaron los antecedentes relativos a este estudio, el cual proveerá de redes y matrices iniciales para construir y calibrar el modelo de transporte para el período punta tarde.

Este estudio tuvo por objetivo desarrollar una metodología de estimación de demanda para el período punta tarde. Más allá de sus detalles y particularidades, para efectos del presente estudio los antecedentes útiles corresponden principalmente a las matrices de viaje para la punta tarde para los años 2010 y 2015.

La red de modelación y matriz 2010 se utilizarán para la calibración del modelo de transporte que se construirá para el período punta tarde. La red será “cortada” al área de modelación de este estudio, generando con ello una matriz compatible con la red modelada. La red ESTRAUS también servirá para completar la red de modelación en la extensión hacia el sur que ya se ha mencionado.

Por otra parte, la red y matriz del año 2015 permitirán proyectar la demanda a partir de la determinación de tasas de crecimiento celda a celda. Para ello, a fin de ser compatibles, la matriz 2015 también es sometida al mismo proceso de “corte”, de manera tal que las matrices posean una zonificación equivalente y compatible con la utilizada en el modelación del presente estudio.

### 1.6.3 Antecedentes modelo estratégico ESTRAUS

Se solicitaron antecedentes provenientes de las corridas vigentes del modelo ESTRAUS efectuadas para los años 2010, 2015 y 2020, en los períodos considerados por el modelo estratégico (punta mañana y fuera de punta).

Estos antecedentes se utilizarán en forma equivalente a lo descrito para el caso del período punta tarde, es decir, proporcionarán matrices a priori y redes de modelación 2010 para el proceso de calibración del modelo de transporte y matrices futuras para determinar tasas de crecimiento celda a celda para proyectar la demanda para la modelación de los cortes temporales futuros.

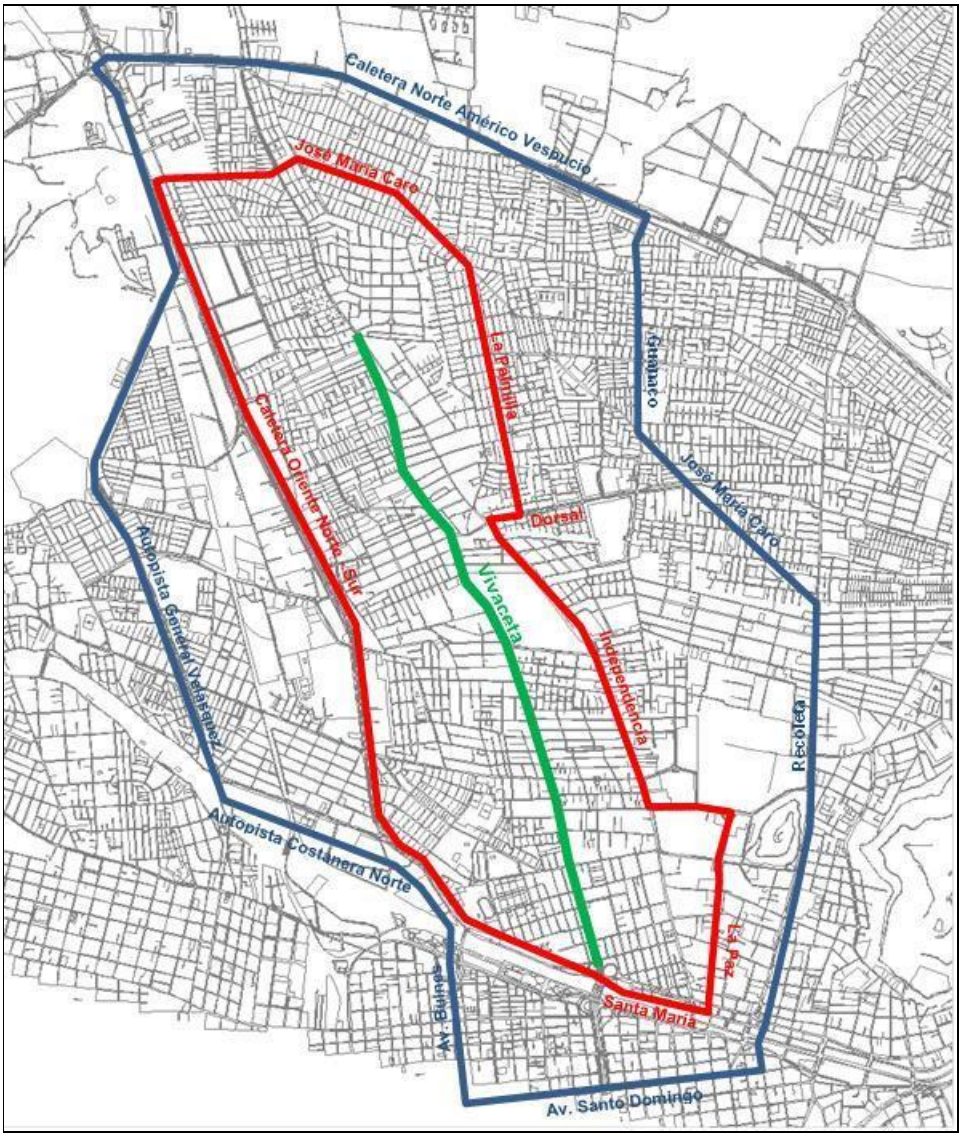
## 1.7 Revisión metodológica

A la luz de los antecedentes y análisis anteriores, además de visitas a terreno en que se recorrió toda el área de proyecto, se procede a continuación a precisar algunos aspectos de la metodología originalmente propuesta en la oferta técnica del consultor.

### 1.7.1 Definición del área de estudio

Entendiendo en este caso por área de estudio aquella que será modelada para el análisis del proyecto sobre el eje Vivaceta, analizando en planos y en terreno el área propuesta en la oferta, que coincide con aquella sugerida en las bases de licitación de estudio, el consultor considera apropiado proponer una pequeña ampliación hacia el sur, justificada por el hecho de que el límite sur de la red del estudio “Análisis Conexiones Viales Norte de la RM”, es la Av. Santa María, que corresponde al punto de inicio del eje en estudio, estableciéndose con ello un punto de entrada de flujo fijo al eje, rigidizando las opciones de reasignación hacia el eje en estudio. En la figura siguiente se muestra el área de modelación finalmente propuesta. En color rojo se muestra el área a modelar en red “inner” y en color azul el área a modelar en red “buffer” y, en verde, el eje en estudio.

Figura 1-43 Propuesta de área de modelación definitiva




Fuente: Elaboración propia

### 1.7.2 Periodización

En relación con la periodización y factores de expansión a utilizar en el estudio, en el punto 1.6.1a) se realizó un análisis respecto de la periodización empleada en el estudio "Análisis Conexiones Viales sector Norte de la RM", la cual de acuerdo con las bases de licitación debe ser empleada en el presente estudio.

A nivel de períodos, se considerarán para el presente estudio los indicados en las bases de licitación, es decir: punta mañana, fuera de punta y punta tarde.

Por otra parte, si bien se considera apropiado utilizar la periodización definida en el mencionado estudio, se estima que deben considerarse los siguientes cambios:

- Asimilar las horas del período punta mediodía definido al período fuera de punta, toda vez que la magnitud de los flujos de dicho período son más cercanos a la magnitud del flujo de la hora de modelación del fuera de punta que del punta mañana.

- Considerar factores de proporcionalidad de flujos para determinar los factores de expansión de beneficios, de acuerdo con lo indicado en el acápite 9.3.1 párrafo 9.3.1.2 del MESPIVU. Estos factores se aplican a todas las horas asimiladas a cada período.

- Como el estudio de referencia no posee mediciones continuas para los días de fin de semana, se propone considerar mediciones existentes para determinar los factores de proporcionalidad de las horas de los días de fin de semana. Al respecto, el consultor dispone de información continua de las intersecciones: Vivaceta – Gamero; Vivaceta – Zapadores; Independencia – Dorsal; e Independencia – Santos Dumont. Se hace notar que, la información anterior data del año 2006, sin embargo, se estima que para los efectos que se utilizará ello no reviste mayor importancia. Sin perjuicio de lo anterior, si el Mandante dispone de información continua más reciente, no hay inconveniente de parte del Consultor utilizarla.

### 1.7.3 Definición de redes de modelación

Como ya se mencionó antes, se propone definir una red de modelación ligeramente distinta a la propuesta en la oferta técnica del Consultor. Para ello, se utilizará como base las redes definidas en el estudio “Análisis Conexiones Viales sector Norte de la RM”, en particular al área que se modelará en red “inner”. En el caso de la modelación “buffer”, se utilizará como base las redes ESTRAUS vigentes para el año 2010.

### 1.7.4 Matrices a priori

Tal como se discutió en el punto 1.6.1c), se propone utilizar como matrices a priori por tipo de usuario las provenientes de las corridas vigentes de Estraus para el año 2010 para los períodos punta mañana y fuera de punta. Para el caso del período punta tarde, se utilizará como matriz a priori las matrices por tipo de usuario del año 2010, construidas en el marco del estudio “Análisis y Modelación del Período Punta Tarde en ESTRAUS”.

Como metodología de ajuste de matrices se propone considerar el método alternativo propuesto por el Consultor en su oferta técnica. Este método es distinto al utilizado en el estudio “Análisis Conexiones Viales sector Norte de la RM”, en que se consideró una sola matriz global y porcentajes que definen a los usuarios de las distintas categorías. El inconveniente de este método es que asume que todos los pares OD poseen la misma distribución por categoría de usuario, lo cual evidentemente no es efectivo. Un método más preciso es ajustar la matriz de cada tipo de usuario individualmente. Como el módulo

Satme2 de Saturn no tiene la capacidad de realizar esto en forma simultánea, el ajuste se debe realizar en forma secuencial. Por otra parte, otro inconveniente es que no se dispondrá de información de flujos por tipo de usuario, por lo que se debe considerar algún supuesto al respecto.

El procedimiento propuesto se describe a continuación:

- Se asignan a la red de modelación las matrices a priori provenientes de Estraus (seguramente considerando desagregaciones en algunas de las zonas).
- Se realizan ajustes a la red de modelación en pos de obtener el mejor ajuste global posible, es decir, solo comparando flujos totales en líneas de pantalla.
- A partir de la asignación que genere el mejor ajuste, se extrae de la asignación la distribución del flujo por tipo de usuario para cada movimiento para el cual se dispone de un conteo de flujo y que será utilizado en la calibración de las matrices.
- Se aplica la distribución porcentual por tipo de usuario al flujo de cada movimiento, obteniendo así un conteo diferenciado por tipo de usuario, los que se ingresan en la tarjeta 7 de Saturn.
- Dado que el ajuste de una matriz afecta la asignación de las otras, el orden de ajuste es de la matriz con más viajes a la con menos viajes.
- Se corre Satme2 ajustando la matriz cuyos viajes totales sea el mayor. Luego, se fija dicha matriz y se ajusta la siguiente. Se continúa con el mismo procedimiento hasta ajustar todas las matrices.
- Ajustada la última matriz, se realiza una comparación del ajuste de los flujos por tipo de usuario y globales, determinando los indicadores de bondad (R2, GEH).
- Si los indicadores no son satisfactorios se repite el proceso utilizando para la asignación las matrices ajustadas de la etapa anterior, pero ponderando siempre las matrices a priori originales. Esto permite obtener nuevas pijas (a partir de una matriz más ajustada) sobre la cuales realizar la ponderación, con lo que el proceso tiende a generar mejores resultados.
- El proceso se detendrá una vez que se obtengan resultados satisfactorios de ajuste.

### 1.7.5 Otros aspectos de la metodología

No se estimó necesario modificar ningún otro aspecto de la metodología presentada en la oferta técnica para el desarrollo del estudio.

# 2 Mediciones de tránsito

En este capítulo, se reportan los estudios de tránsito desarrollados para este proyecto. A partir de los resultados obtenidos fue posible abordar la tarea de calibración del modelo de transporte que se reporta en este informe y, en siguientes etapas del estudio apoyarán el diagnóstico y la proposición y evaluación de las alternativas preliminares y del proyecto definitivo.

En los puntos siguientes, se presenta los estudios de tránsito realizados.

## 2.1 Aspectos generales

### 2.1.1 Metodología y mediciones a desarrollar

La metodología utilizada para la realización de esta tarea, es la indicada en los Capítulos 2 y 5 del Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU, SECTU 1988) y sus complementos metodológicos posteriores.

Se desarrollaron las siguientes mediciones:

a) Flujos vehiculares periódicos en 70 intersecciones del área de estudio, para 3 períodos de 1,5 horas de duración.

b) Demoras en 5 intersecciones en el área de estudio, en 3 períodos de 1,5 horas de duración.

c) Tiempos de viajes en 5 ejes del área de estudio, en 3 períodos de 1,5 horas de duración.

d) Demanda y tiempos de operación de paraderos en todos los paraderos formales e informales utilizados por servicios de buses que circulan en el eje Fermín Vivaceta, en 3 períodos de 1,5 horas de duración.

e) Tasas de ocupación para vehículos livianos y de transporte público en 2 arcos de la red de modelación, para 3 períodos.

f) Longitud de cola en tres líneas de paradas en intersecciones semaforizadas distintas, para 3 períodos.

Previo a la realización de las mediciones, el Consultor acordó con la contraparte del estudio, la ubicación específica de todos los puntos que se utilizaron para la toma de datos y los ejes en que se hizo las mediciones de velocidad y tiempo de viaje. La ubicación de los puntos de control y ejes de medición se encuentra en 1_07 Plan General Mediciones (óptico).

### 2.1.2 Períodos de medición

La periodización utilizada es la que fue definida en el estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la Región Metropolitana”. En este estudio, se definió tres períodos de medición. Período 1: punta mañana; Período 2: fuera de punta; y Período 3: punta tarde. El cuadro siguiente muestra los horarios representativos de medición para cada uno de ellos.

Cuadro 2-1: Horarios de medición

| Período | Horario de medición |
|---|---|
| Punta Mañana | 07:30 – 09:00 |
| Fuera de Punta | 09:30 – 11:00 |
| Punta Tarde | 18:00 – 19:30 |

Fuente: Informe Final “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

### 2.1.3 Plan de mediciones

El plan de mediciones consideró las siguientes tareas:

a) Revisión en terreno de todos los puntos a medir.

b) Construcción de un croquis esquemático de todos los movimientos factibles en cada punto de control.

c) Dimensionamiento del equipo de medidores y supervisores. Capacitación del equipo.

d) Construcción de los diferentes formularios utilizados e impresión. Entrega de elementos de seguridad a los medidores y supervisores.

e) Logística del plan de mediciones. Fechas de medición, distribución de materiales, sistemas de comunicación entre el personal en gabinete y el de terreno.

Las mediciones se desarrollaron en tres etapas: la primera consideró las mediciones de flujo vehicular periódico, mediciones de cola, tasas de ocupación y demoras, las que se realizaron en forma simultánea. Para ello estas mediciones se subdividieron en 3 sub etapas:

- Etapa 1 a): Mediciones en el eje Vivaceta
- Etapa 1 b): Mediciones en el eje Independencia
- Etapa 1 c) Mediciones en el resto de los puntos de control

En la segunda etapa se desarrolló las mediciones de velocidad y tiempos de viaje en arcos y en la tercera etapa se hizo las mediciones de tiempos de operación y demanda de pasajeros en los paraderos del eje Vivaceta.

En los siguientes puntos, se reporta las mediciones realizadas.

## 2.2 Mediciones periódicas de flujo vehicular

### 2.2.1 Puntos de medición, fechas y tipos de vehículos

Se realizó mediciones periódicas de 1.5 horas en tres períodos de día laboral, en 70 puntos dentro del área de estudio. Los puntos de medición y las fechas en que se desarrolló la toma de datos, se entregan en el cuadro y figura siguientes.

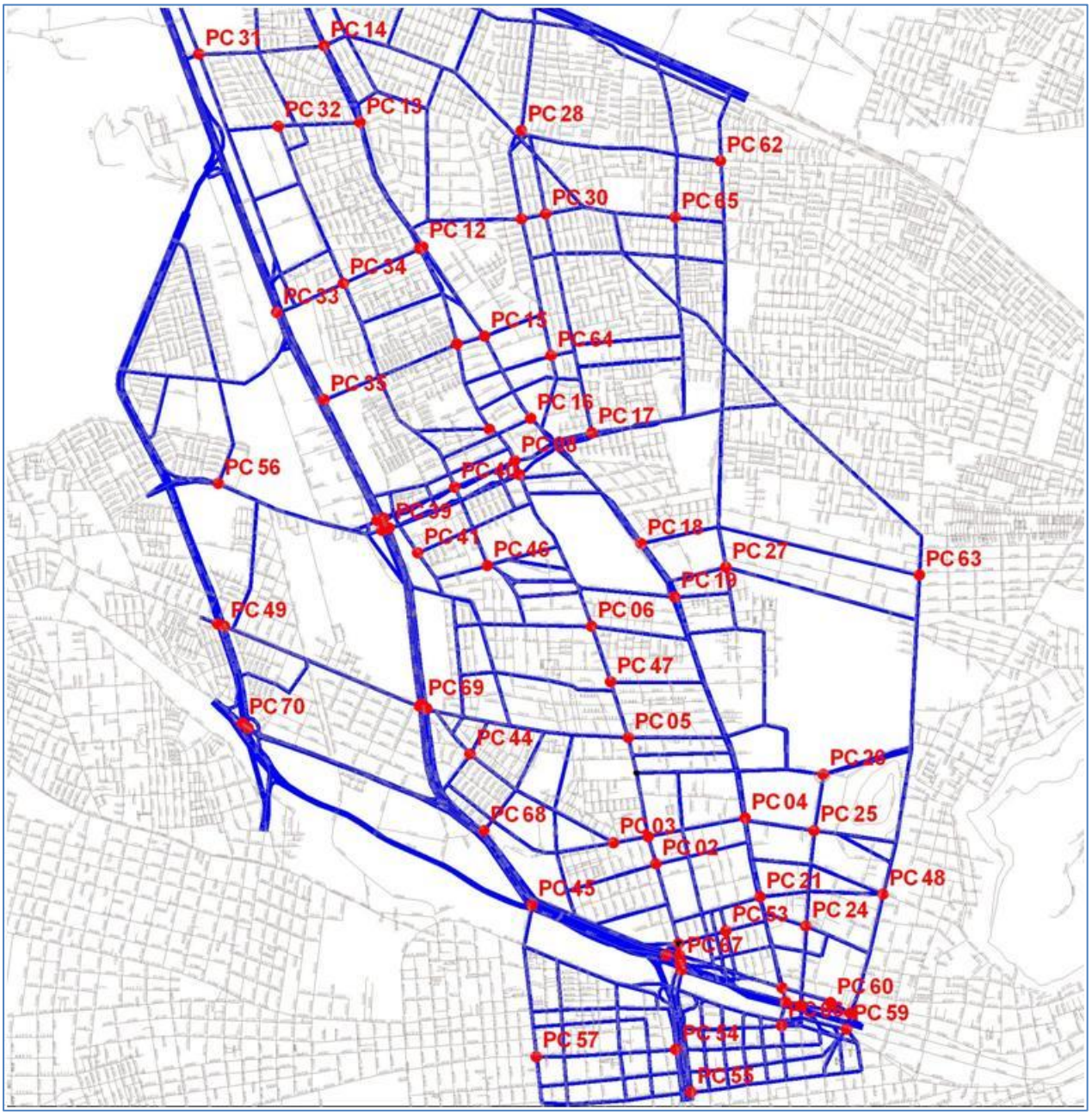
Cuadro 2-2: Puntos de control periódicos y fechas de medición

| PC | INTERSECCIÓN | 13 de nov 2012 | 14 de nov 2012 | 15 de nov 2012 | 20 de nov 2012 | 21 de nov 2012 | 22 de nov 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vivaceta - Aníbal Pinto | | X | | | | |
| 2 | Vivaceta - Colón | | X | | | | |
| 3 | Salomón Sack - Gamero | | | | | | |
| 4 | Gamero - Independencia - Santo Dumont | | | X | | | |
| 5 | Vivaceta - Domingo Santa María | | X | | | | |
| 6 | Vivaceta - Nueva de Matte | | X | | | | |
| 7 | Vivaceta - 14 De La Fama | | X | | | | |
| 8 | Vivaceta - Roma | | X | | | | |
| 9 | Vivaceta - Santa Inés | | X | | | | |
| 10 | Vivaceta - El Olivo | | X | | | | |
| 11 | Vivaceta - Zapadores | | X | | | | |
| 12 | Independencia - Zapadores | | | X | | | |
| 13 | Independencia - El Cortijo | | | X | | | |
| 14 | Independencia - José María Caro | | | X | | | |
| 15 | Independencia - El Olivo | | | X | | | |
| 16 | Independencia - Negrete | | | X | | | |
| 17 | Avenida La Palmilla - Dorsal | | | X | | | |
| 18 | Independencia - Einstein | | | X | | | |
| 19 | Independencia - Hipódromo Chile | | | X | | | |
| 20 | Independencia - Domingo Santa María | | | X | | | |
| 21 | Independencia - Echeverría | | | X | | | |
| 22 | Independencia - Artesanos | | | X | | | |
| 23 | Avenida La Paz - Santa María | | | | | | |
| 24 | Avenida La Paz - Dávila | | | X | | | |
| 25 | Avenida La Paz -Santo Dumont | X | | | | | |
| 26 | Avenida La Paz - Profesor Zañartu | X | | | | | |
| 27 | Guanaco - Santa Laura | | | | X | | |
| 28 | Pedro Fontova - José María caro | | | | X | | |
| 29 | Pedro Fontova - Diego Silva | | | | X | | |
| 30 | La Palmilla - Diego Silva | | | | X | | |
| 31 | Caletera Oriente Norte Sur – J. M. Caro | | | | | | X |
| 32 | Barón de Juras Reales - El Cortijo | | | | | X | |
| 33 | Caletera Ponte. Norte Sur - Zapadores | | | | | | X |
| 34 | Barón de Juras Reales - Zapadores | | | | | | X |
| 35 | Caletera Oriente Norte Sur - El Olivo | | | | | | X |
| 36 | Caletera Poniente Norte Sur - Roma | | | | X | | |
| 37 | Caletera Oriente Norte Sur - Roma | | | | X | | |
| 38 | Caletera Ponte. norte Sur - 14 De La Fama | | | | X | | |
| 39 | Caletera Oriente Norte Sur - 14 De La Fama | | | | X | | |

| PC | INTERSECCIÓN | 13 de nov 2012 | 14 de nov 2012 | 15 de nov 2012 | 20 de nov 2012 | 21 de nov 2012 | 22 de nov 2012 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | Barón de Juras Reales - Roma | | | | X | | |
| 41 | Bajos de Jiménez - Reina María | | | | X | | |
| 42 | Caletera Ponte. Norte - Sur – D. Sta. María | | | | | X | |
| 43 | Caletera Orte. Norte Sur – D. Sta. María | | | | | X | |
| 44 | Salomón Sack - A. Germán Domínguez | | | | | X | |
| 45 | Puente Bulnes - Calet. Poniente Norte sur | X | | | | | |
| 46 | Las Araucarias - Coronel Alvarado | | | | X | | |
| 47 | Vivaceta - Inglaterra | X | | | | | |
| 48 | Recoleta - Olivos | X | | | | | |
| 49 | Caletera Orte. G. Velásquez – D. Sta. María | | | | | | X |
| 50 | Cal. Orte. G. Velásquez – J. Hirmas | | | | | | X |
| 51 | Vivaceta - Santa María | X | | | | | |
| 52 | Acceso Costanera Norte - Prieto | X | | | | | |
| 53 | Aníbal Pinto - Agustín López de Alcázar | | | | X | | |
| 54 | Caletera Poniente Norte Sur - San Pablo | X | | | | | |
| 55 | Caletera Oriente Norte Sur - Santo Domingo | X | | | | | |
| 56 | Vivaceta - Hipódromo Chile | | X | | | | |
| 57 | Bulnes - San Pablo | X | | | | | |
| 58 | Recoleta - Artesanos | X | | | | | |
| 59 | Mac Iver - Costanera Andrés Bello | X | | | | | |
| 60 | Acceso Recoleta - Costanera Norte | X | | | | | |
| 61 | Salida Norte Sur Vivaceta - Costanera Norte | X | | | | | |
| 62 | Guanaco - Cardenal José María Caro | | | | | X | |
| 63 | Recoleta - Einstein | | | | | X | |
| 64 | Pedro Fontova - Teniente Ponce | | | | X | | |
| 65 | General Gambino - Diego Silva | | | | | X | |
| 66 | Bandera - General Mackenna | X | | | | | |
| 67 | Costanera Norte - Altura Norte sur | X | | | | | |
| 68 | Autopista Central - Altura Enrique Soro | | | | | X | |
| 69 | Caletera Pte. G. Velásquez -D. Sta. María | | | | | | X |
| 70 | C. Ponte. G. Velásquez – J. Hirmas | | | | | | X |

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-1: Puntos de medición de flujos periódicos




Fuente: Elaboración propia

Los tipos de vehículo medidos, fueron los establecidos en las bases de licitación del estudio y se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-3: Tipología de vehículos

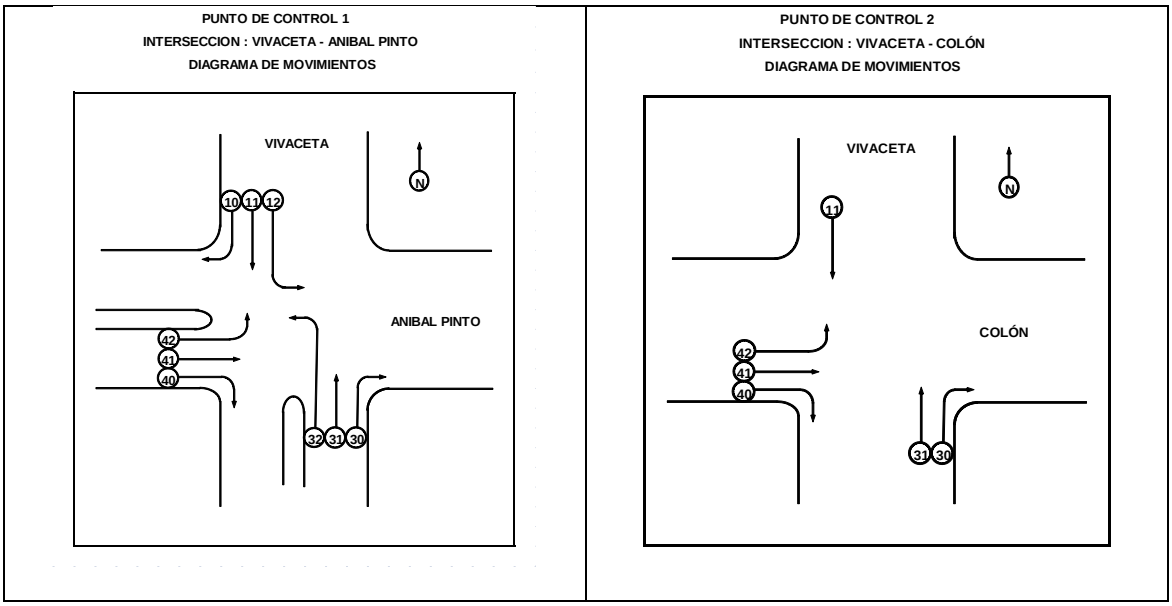
| Tipos de vehículos |
|---|
| Vehículo liviano (automóviles, camionetas y similares) |
| Taxi básico |
| Taxi colectivo |
| Bus articulado |
| Bus estándar Transantiago, microbús |
| Bus normal (ex amarillos) |
| Taxibus |
| Bus interurbano |
| Camión de dos ejes |
| Camión de más de dos ejes |
| Biciclos |
| Motos |
| Furgón escolar |

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a bases de licitación y oferta

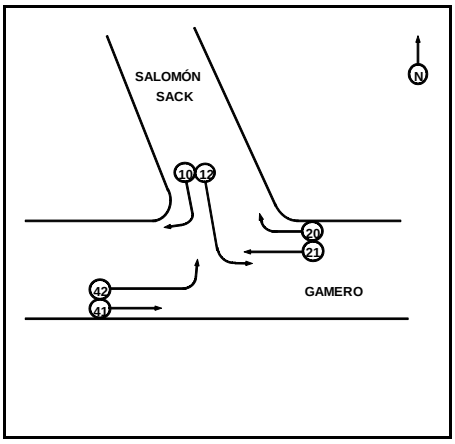
### 2.2.2 Reporte de resultados

Las mediciones periódicas se entregan por punto de control y en base de datos en Anexo 2_01 Mediciones periódicas (óptico) a este informe. A continuación se muestran los diagramas de movimientos y un resumen de los flujos medidos por período y punto de control.

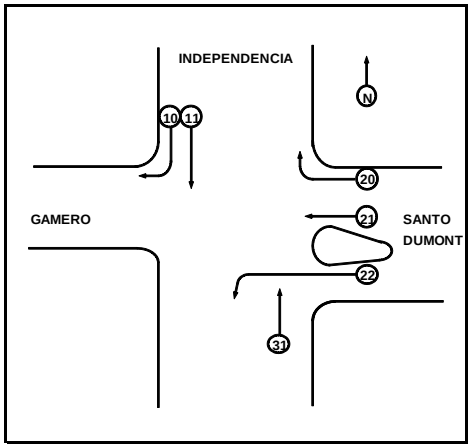
Figura 2-2: Diagramas de movimiento por punto de control



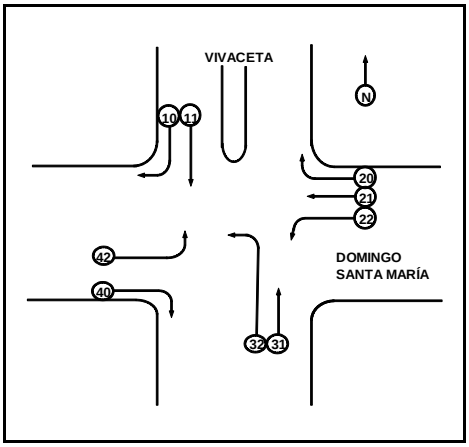
**PUNTO DE CONTROL 3**
**INTERSECCION : SALOMÓN SACK - GAMERO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



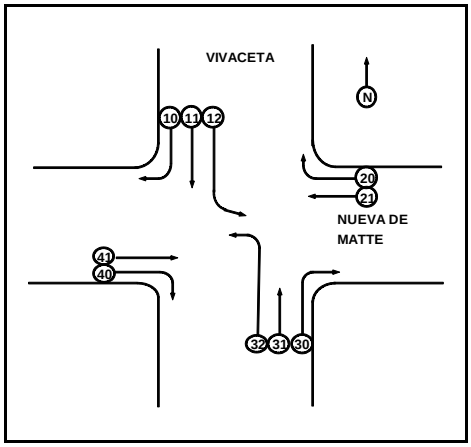

**PUNTO DE CONTROL 4**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - SANTO DUMONT**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



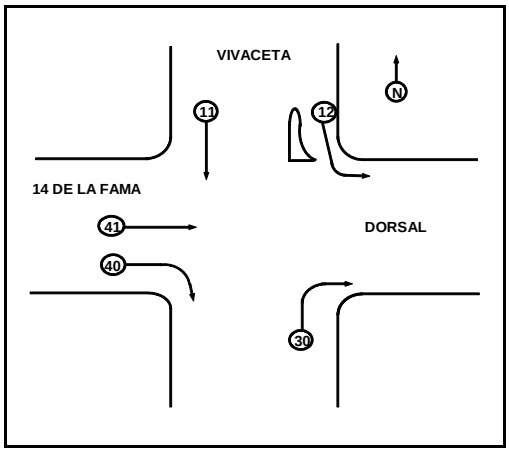

**PUNTO DE CONTROL 5**
**INTERSECCION : VIVACETA - DOMINGO SANTA MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



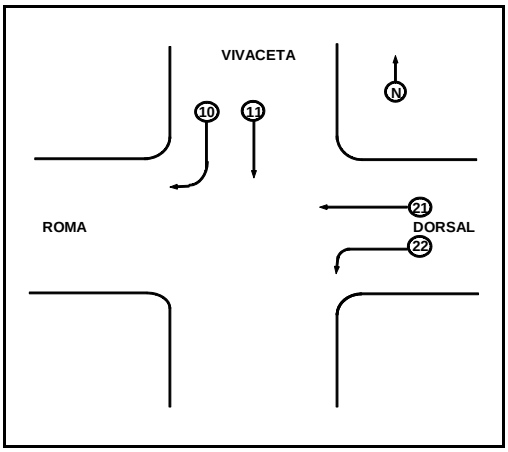

**PUNTO DE CONTROL 6**
**INTERSECCION : VIVACETA - NUEVA DE MATTE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



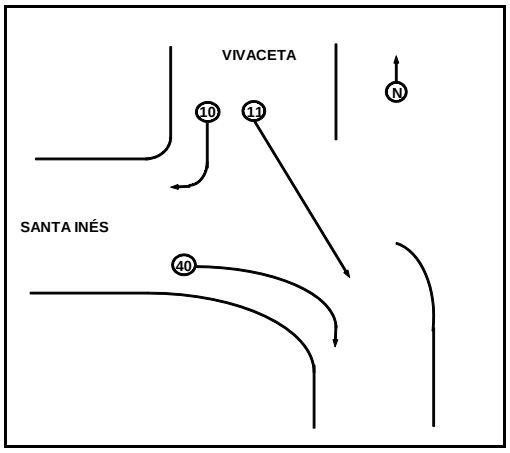

**PUNTO DE CONTROL 7**
**INTERSECCION : VIVACETA - 14 DE LA FAMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



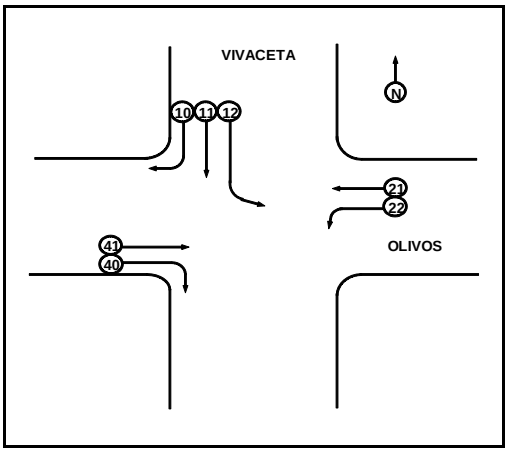

**PUNTO DE CONTROL 8**
**INTERSECCION : VIVACETA - ROMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



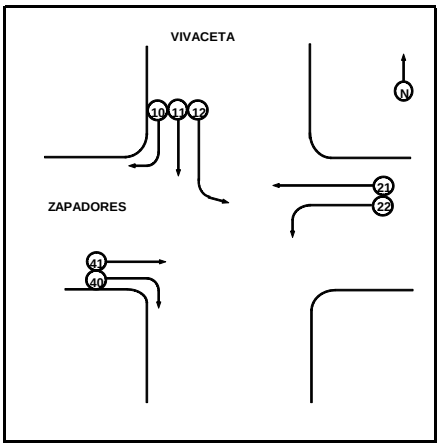
**PUNTO DE CONTROL 9**
**INTERSECCION : VIVACETA - INÉS**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



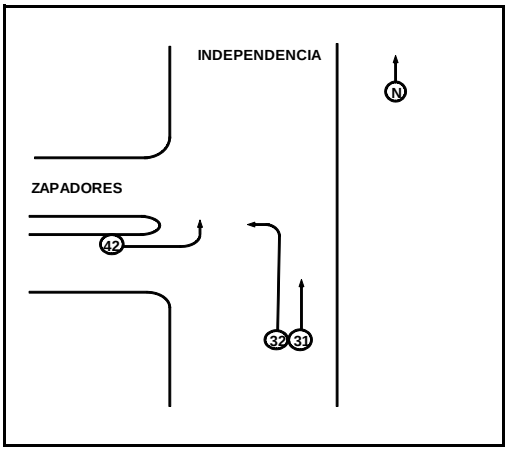

**PUNTO DE CONTROL 10**
**INTERSECCION : VIVACETA - OLIVOS**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



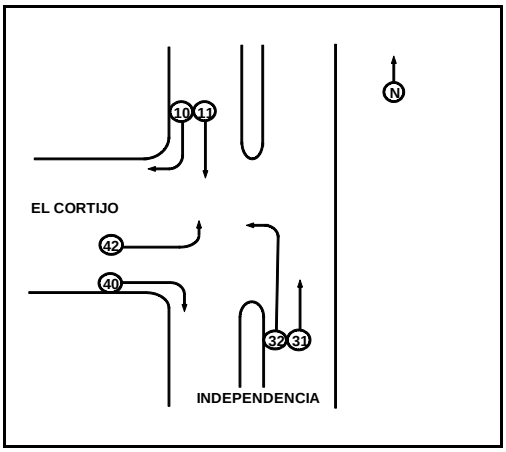

**PUNTO DE CONTROL 11**
**INTERSECCION : VIVACETA - ZAPADORES**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



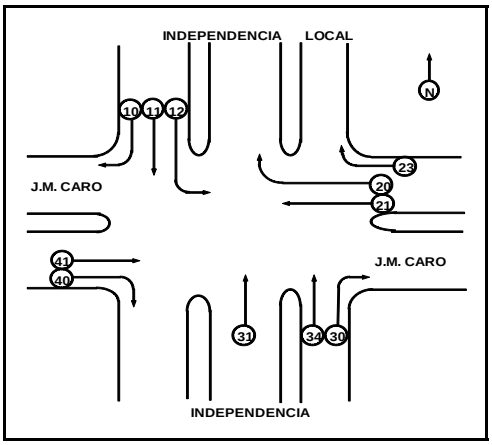

**PUNTO DE CONTROL 12**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - ZAPADORES**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



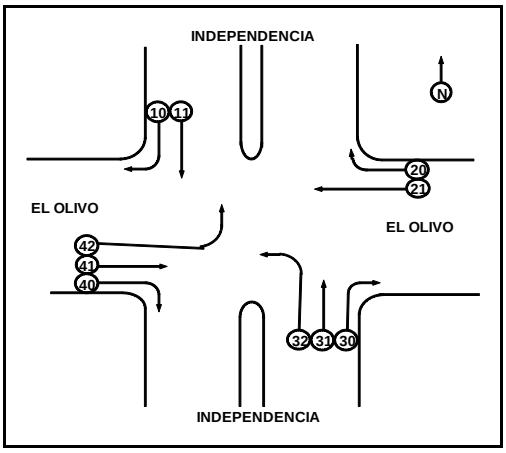

**PUNTO DE CONTROL 13**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - EL CORTIJO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



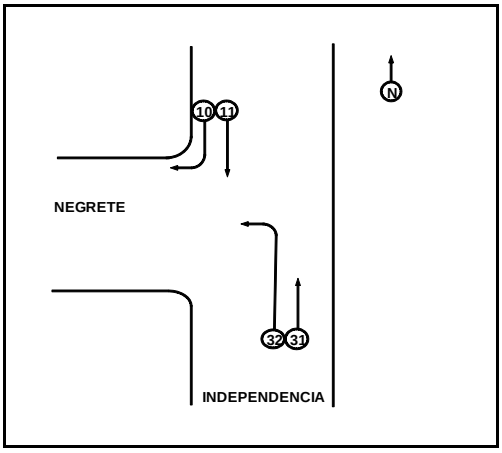

**PUNTO DE CONTROL 14**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - JOSÉ M. CARO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



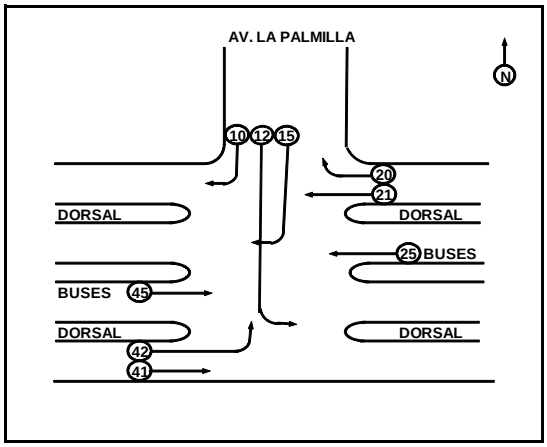
**PUNTO DE CONTROL 15**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - EL OLIVO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



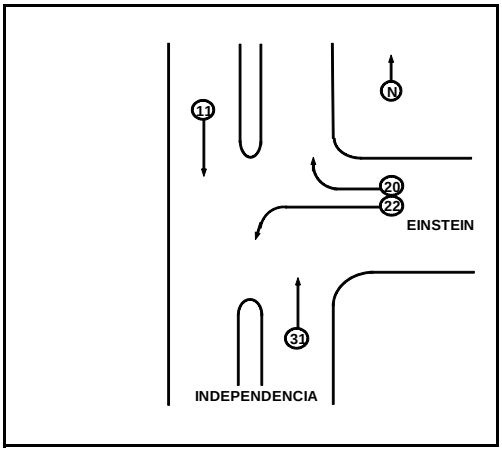

**PUNTO DE CONTROL 16**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - NEGRETE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



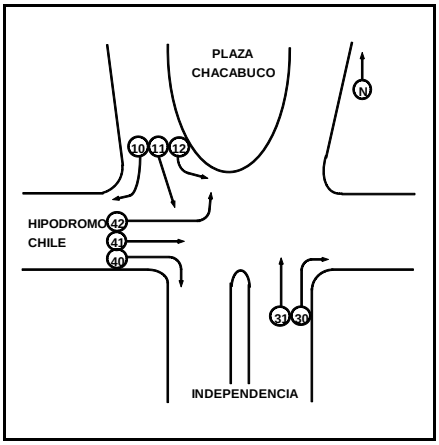

**PUNTO DE CONTROL 17**
**INTERSECCION : AVENIDA LA PALMILLA - DORSAL**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



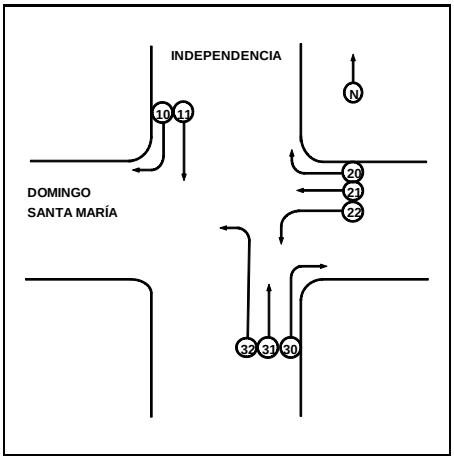

**PUNTO DE CONTROL 18**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - EINSTEIN**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



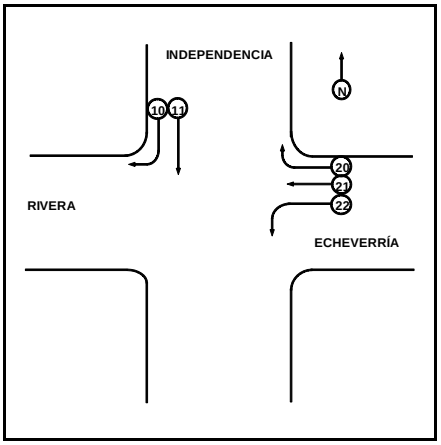

**PUNTO DE CONTROL 19**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - HIPODROMO CHILE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



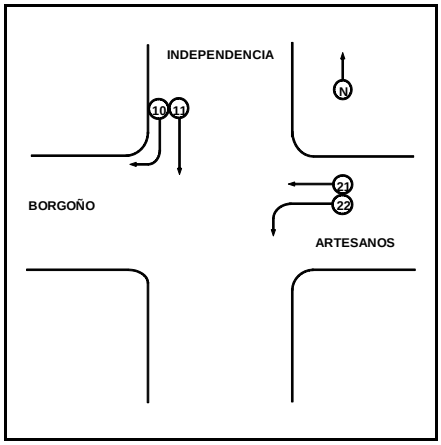

**PUNTO DE CONTROL 20**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - DOMINGO SANTA MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



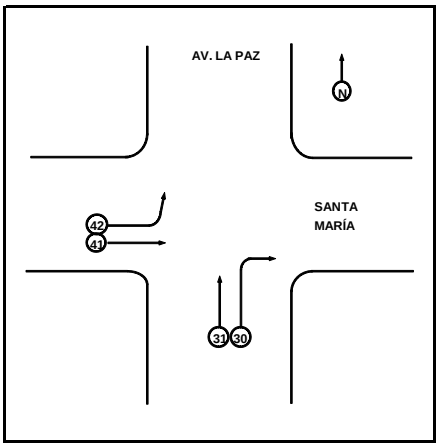
**PUNTO DE CONTROL 21**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - ECHAVERRÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



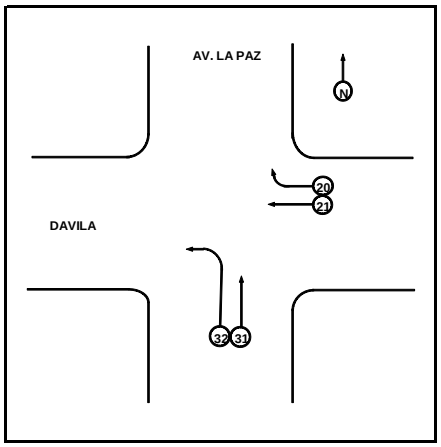

**PUNTO DE CONTROL 22**
**INTERSECCION : INDEPENDENCIA - ARTESANOS**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



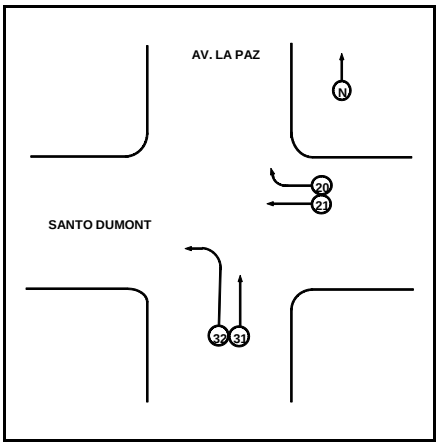

**PUNTO DE CONTROL 23**
**INTERSECCION : AVENIDA LA PAZ - SANTA MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



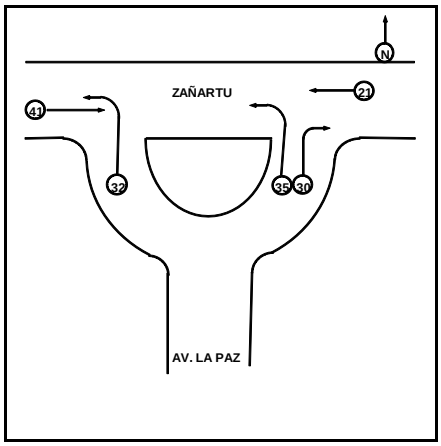

**PUNTO DE CONTROL 24**
**INTERSECCION : AVENIDA LA PAZ - DAVILA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



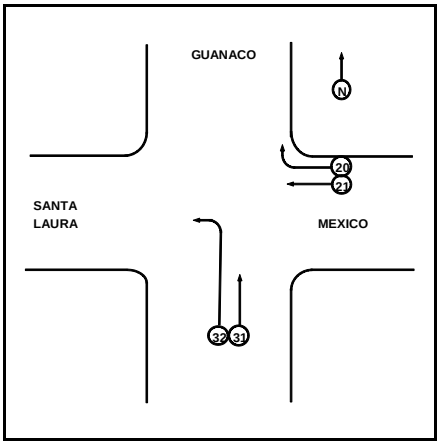

**PUNTO DE CONTROL 25**
**INTERSECCION : AVENIDA LA PAZ - SANTO DUMONT**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



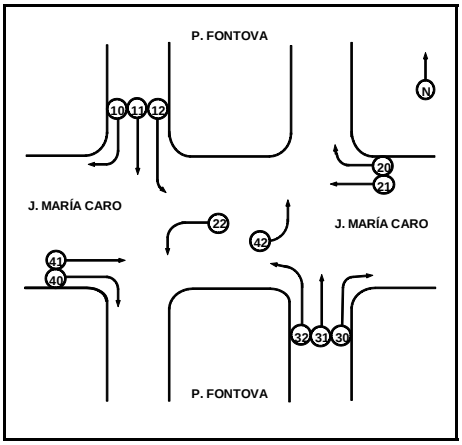

**PUNTO DE CONTROL 26**
**INTERSECCION : AVENIDA LA PAZ - PROFESOR ZAÑARTU**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



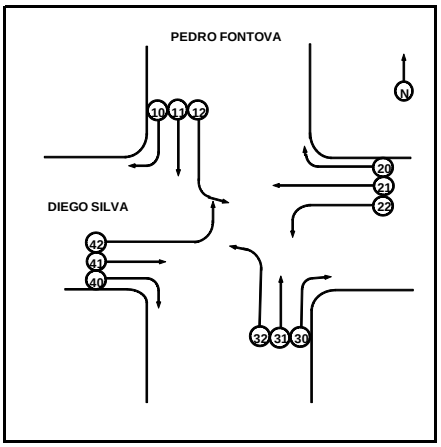
**PUNTO DE CONTROL 27**
**INTERSECCION : GUANACO - SANTA LAURA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



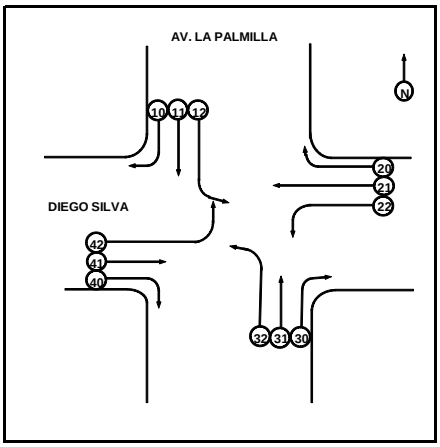

**PUNTO DE CONTROL 28**
**INTERSECCION : PEDRO FONTOVA - JOSÉ MARÍA CARO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



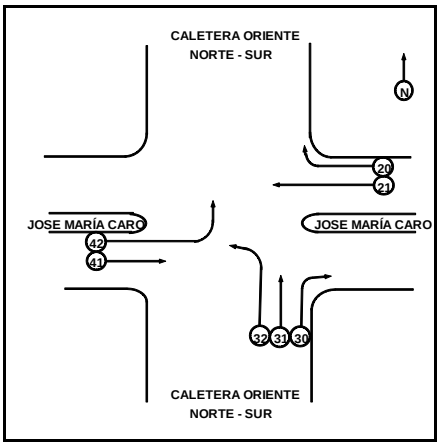

**PUNTO DE CONTROL 29**
**INTERSECCION : PEDRO FONTOVA - DIEGO SILVA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



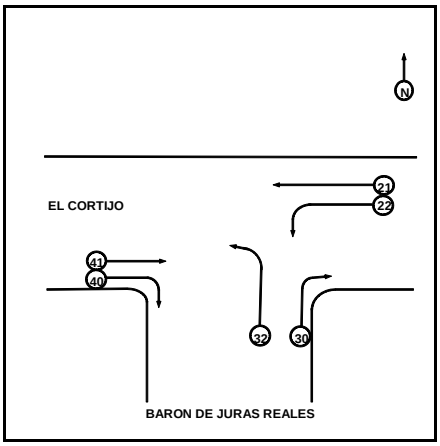

**PUNTO DE CONTROL 30**
**INTERSECCION : LA PALMILLA - DIEGO SILVA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



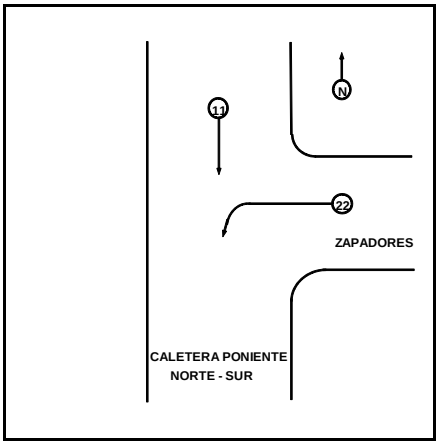

**PUNTO DE CONTROL 31**
**INTERSECCION : CALETERA ORIENTE NORTE SUR - JOSE M. CARO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



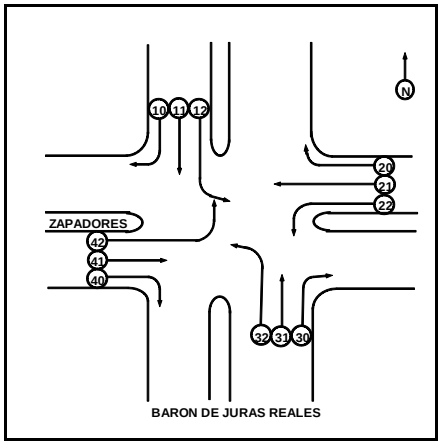

**PUNTO DE CONTROL 32**
**INTERSECCION : BARON DE JURAS REALES - EL CORTIJO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



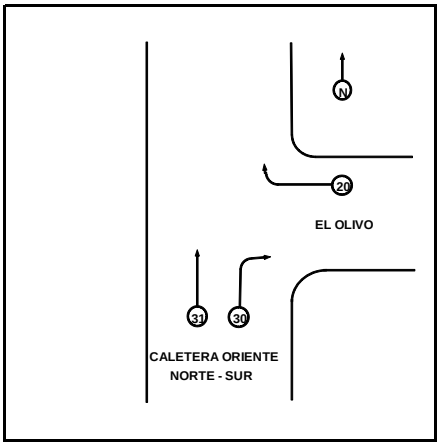
**PUNTO DE CONTROL 33**
**INTERSECCION : CALETERA PONIENTE NORTE SUR - ZAPADORES**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



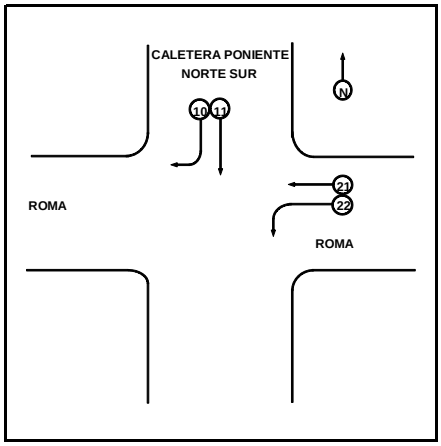

**PUNTO DE CONTROL 34**
**INTERSECCION : BARON DE JURAS REALES - ZAPADORES**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



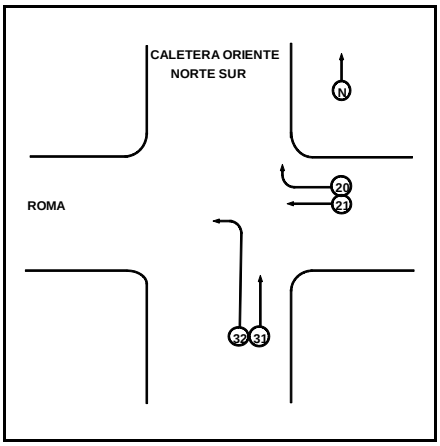

**PUNTO DE CONTROL 35**
**INTERSECCION : CALETERA ORIENTE NORTE SUR - EL OLIVO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



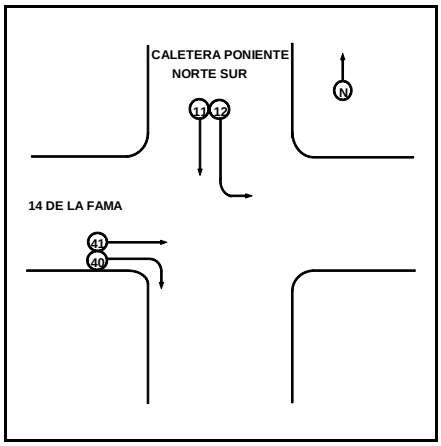

**PUNTO DE CONTROL 36**
**INTERSECCION : CALETERA PONIENTE NORTE SUR - ROMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



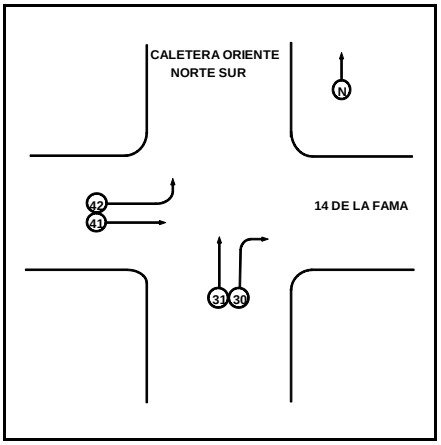

**PUNTO DE CONTROL 37**
**INTERSECCION : CALETRA ORIENTE NORTE SUR - ROMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



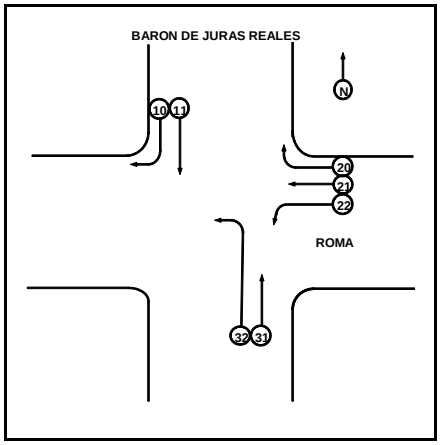

**PUNTO DE CONTROL 38**
**INTERSECCION : CALETRA PONIENTE NORTE SUR - 14 DE LA FAMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



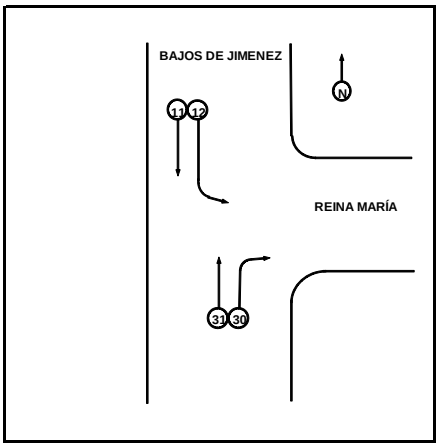
**PUNTO DE CONTROL 39**
**INTERSECCION : CALETRA ORIENTE NORTE SUR - 14 DE LA FAMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



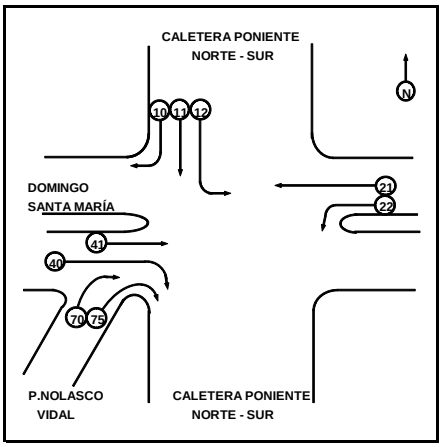

**PUNTO DE CONTROL 40**
**INTERSECCION : BARON DE JURAS REALES - ROMA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



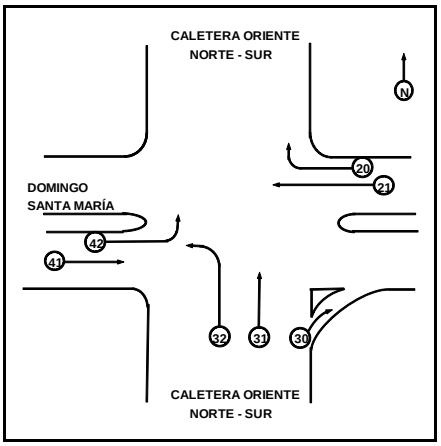

**PUNTO DE CONTROL 41**
**INTERSECCION : BAJOS DE JIMENEZ - REINA MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



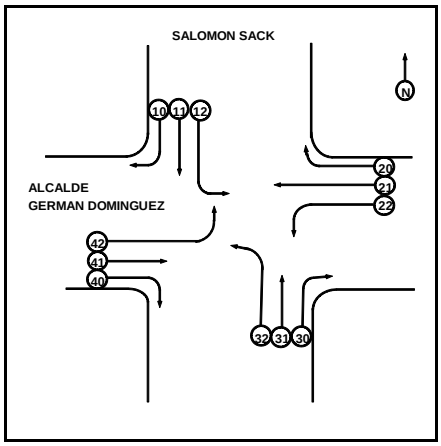

**PUNTO DE CONTROL 42**
**INTERSECCION : C. PONIENTE NORTE - SUR - DGO. STA. MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



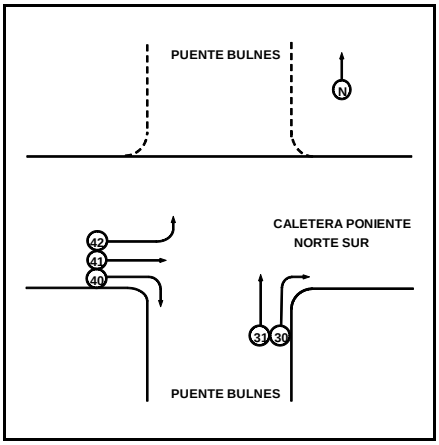

**PUNTO DE CONTROL 43**
**INTERSECCION : CALETERA ORIENTE NORTE SUR - DGO. STA. MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



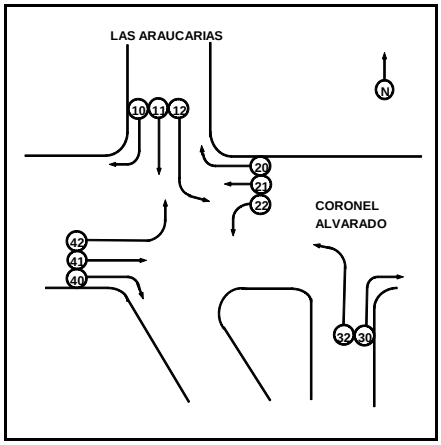

**PUNTO DE CONTROL 44**
**INTERSECCION : SALOMON SACK - A. GERMAN DOMINGUEZ**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



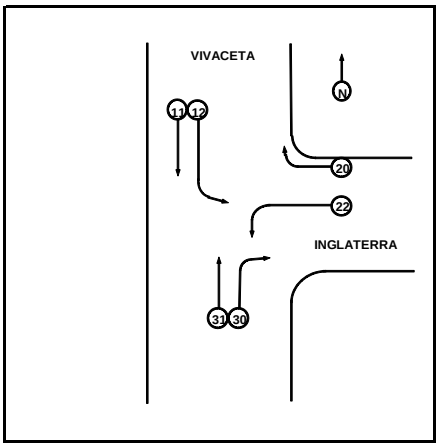
**PUNTO DE CONTROL 45**
**INTERSECCION : PUENTE BULNES - CALET. PONIENTE NORTE SUR**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



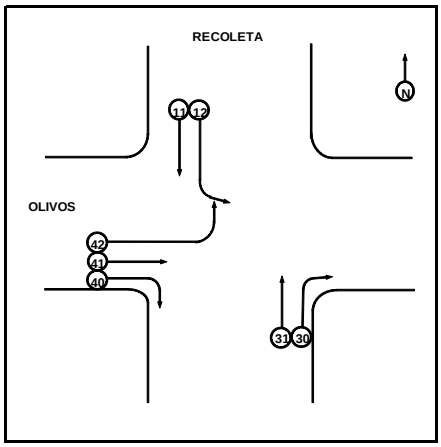

**PUNTO DE CONTROL 46**
**INTERSECCION : LAS ARAUCARIAS - CORONEL ALVARADO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



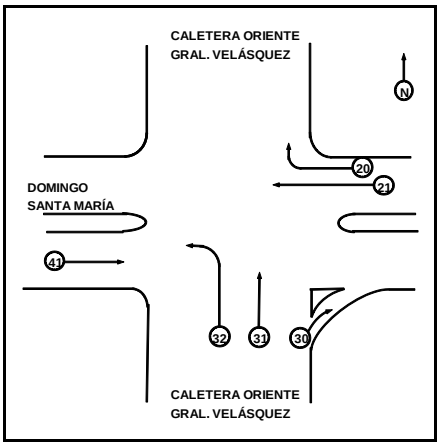

**PUNTO DE CONTROL 47**
**INTERSECCION : VIVACETA - INGLATERRA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



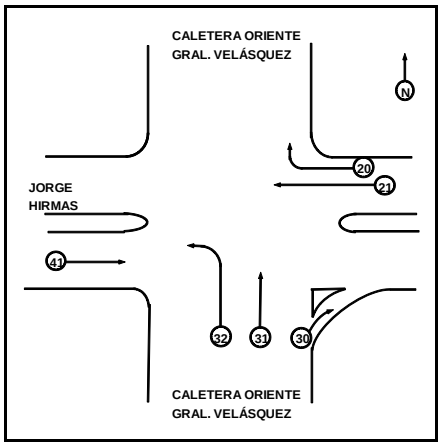

**PUNTO DE CONTROL 48**
**INTERSECCION : RECOLETA - OLIVOS**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



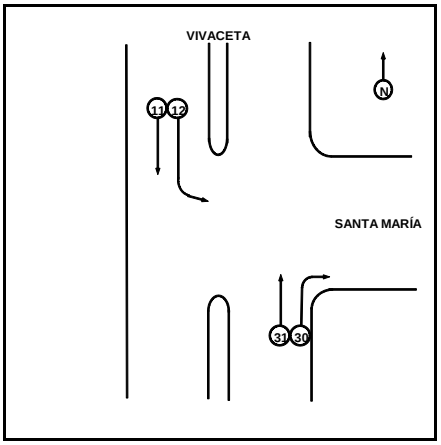

**PUNTO DE CONTROL 49**
**INTERSECCION : CAL. ORIENTE GRAL. VELÁSQUEZ - DGO. STA. MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



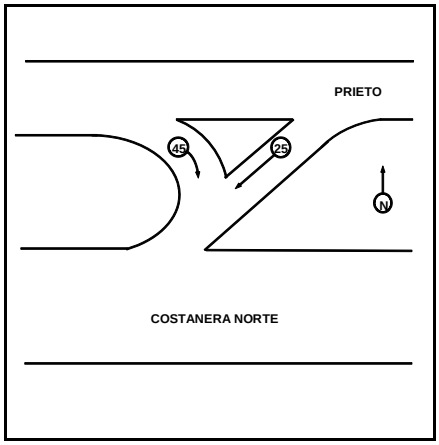

**PUNTO DE CONTROL 50**
**INTERSECCION : CAL. ORIENTE GRAL. VELÁSQUEZ - JORGE HIRMAS**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



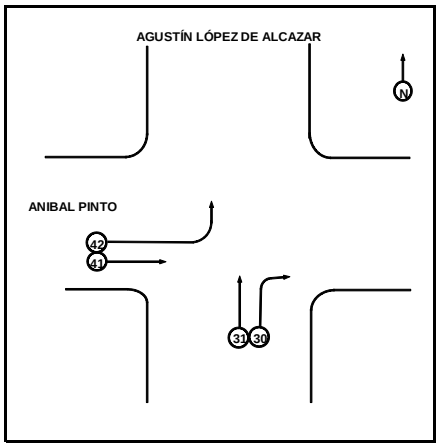
**PUNTO DE CONTROL 51**
**INTERSECCION : VIVACETA - SANTA MARÍA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



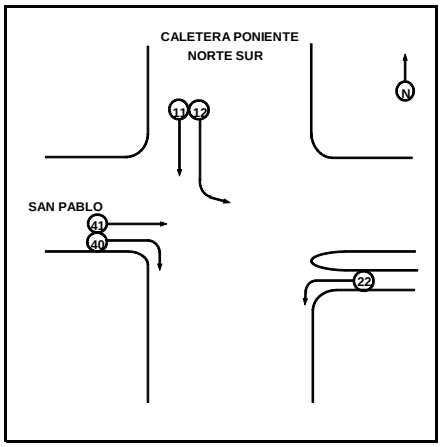

**PUNTO DE CONTROL 52**
**INTERSECCION : ACCESO COSTANERA NORTE - PRIETO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



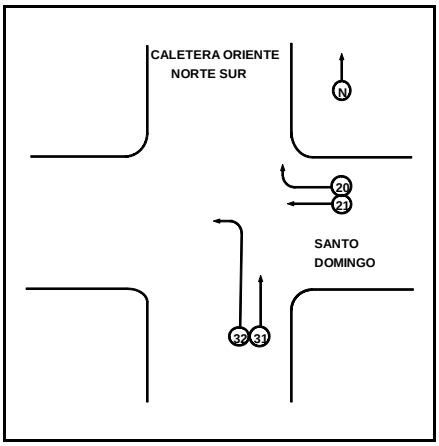

**PUNTO DE CONTROL 53**
**INTERSECCION : ANIBAL PINTO - AGUSTÍN LÓPEZ DE ALCAZAR**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



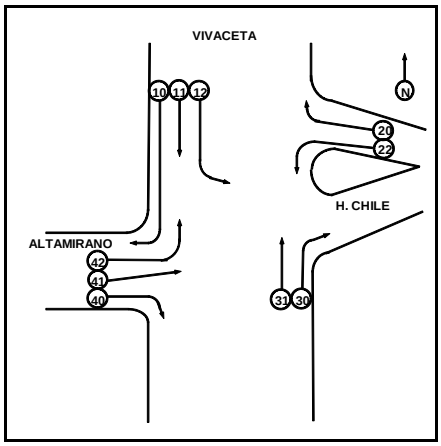

**PUNTO DE CONTROL 54**
**INTERSECCION : CALETERA PONIENTE NORTE SUR - SAN PABLO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



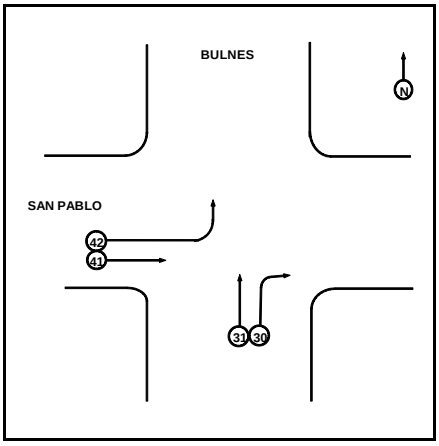

**PUNTO DE CONTROL 55**
**INTERSECCION : CALETERA ORIENTE NORTE SUR - SANTO DOMINGO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



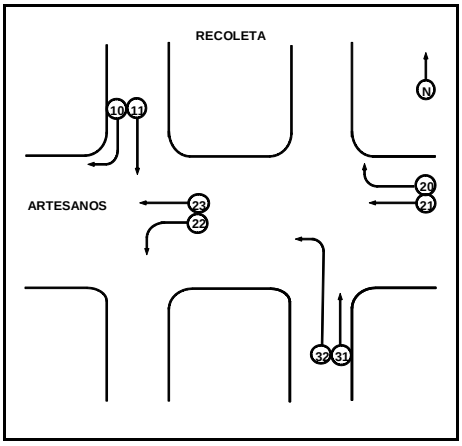

**PUNTO DE CONTROL 56**
**INTERSECCION : VIVACETA - HIPODROMO CHILE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



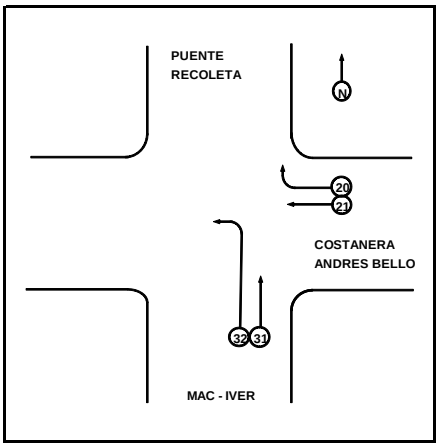
**PUNTO DE CONTROL 57**
**INTERSECCION : BULNES - SAN PABLO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



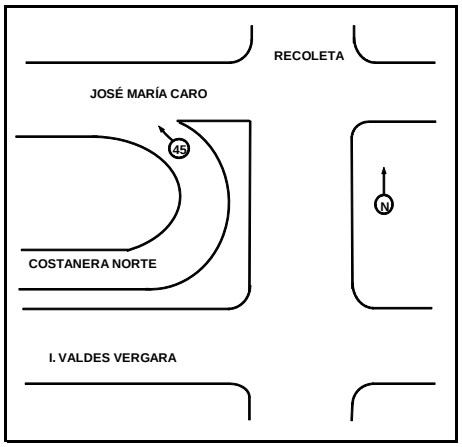

**PUNTO DE CONTROL 58**
**INTERSECCION : RECOLETA - ARTESANOS**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



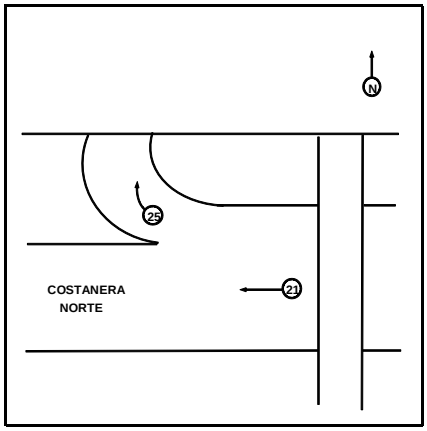

**PUNTO DE CONTROL 59**
**INTERSECCION : MAC IVER - COSTANERA ANDRES BELLO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



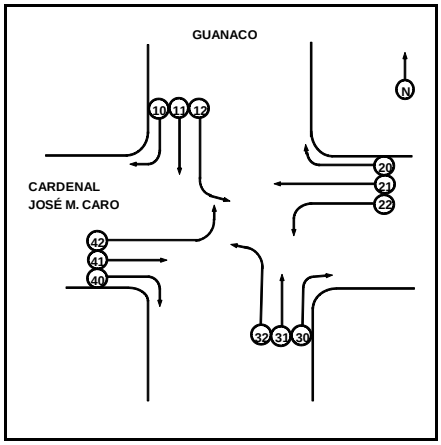

**PUNTO DE CONTROL 60**
**INTERSECCION : ACCESO RECOLETA - COSTANERA NORTE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



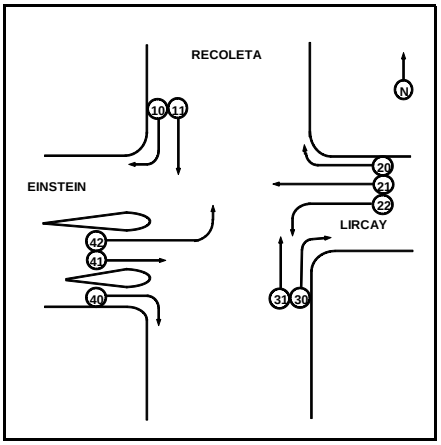

**PUNTO DE CONTROL 61**
**INTERSECCION : SALIDA NORTE SUR VIVACETA - COSTANERA NORTE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



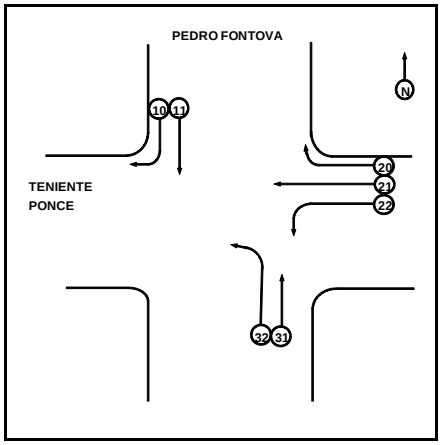

**PUNTO DE CONTROL 62**
**INTERSECCION : GUANACO - CARDENAL JOSÉ MARÍA CARO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



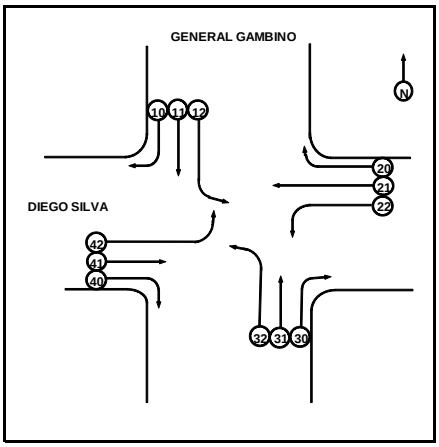
**PUNTO DE CONTROL 63**
**INTERSECCION : RECOLETA - EINSTEIN**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



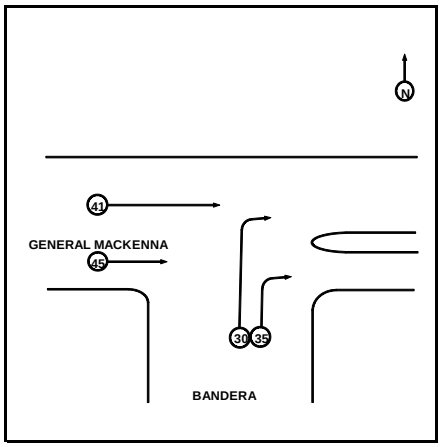

**PUNTO DE CONTROL 64**
**INTERSECCION : PEDRO FONTOVA - TENIENTE PONCE**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



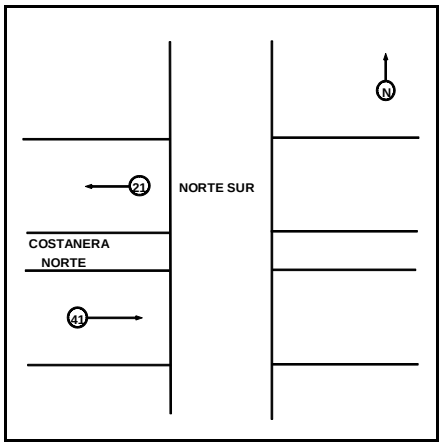

**PUNTO DE CONTROL 65**
**INTERSECCION : GENERAL GAMBINO - DIEGO SILVA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**



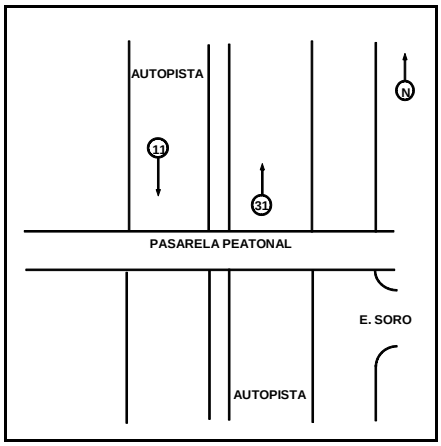

**PUNTO DE CONTROL 66**
**INTERSECCION : BANDERA - GENERAL MACKENNA**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**

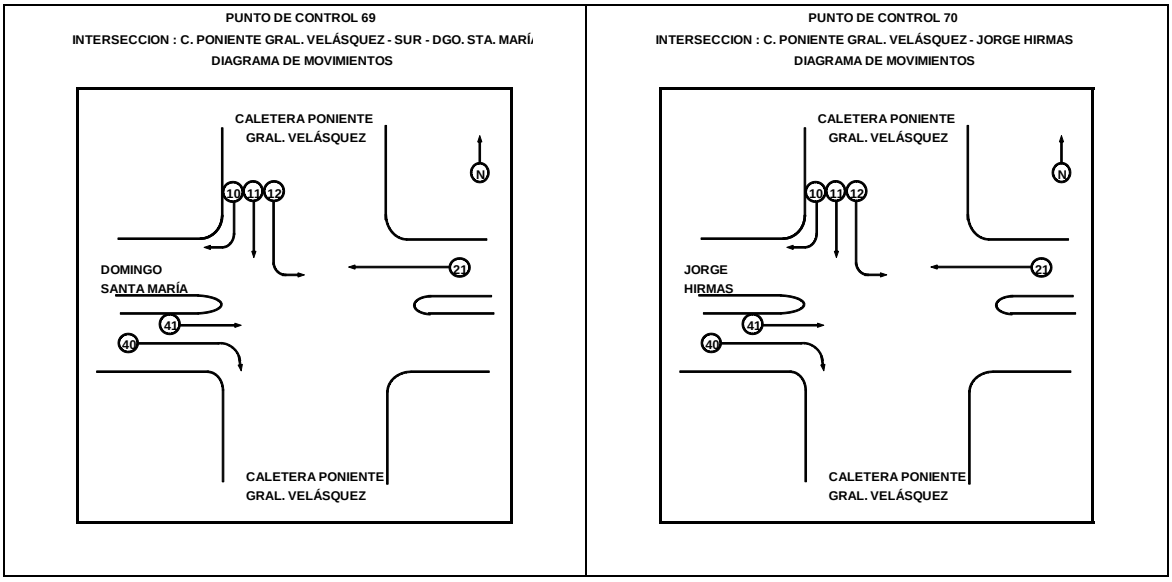



**PUNTO DE CONTROL 67**
**INTERSECCION : COSTANERA NORTE - ALTURA NORTE SUR**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**




**PUNTO DE CONTROL 68**
**INTERSECCION : AUTOPISTA CENTRAL - ALTURA ENRIQUE SORO**
**DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS**






Fuente: Elaboración propia

En el cuadro siguiente se entrega un resumen de los flujos medidos por movimiento en cada punto de control. El valor indicado corresponde al flujo promedio en vehículos por hora de medición en cada período.

Cuadro 2-4: Resumen de flujos periódicos

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 1 | Vivaceta - Aníbal Pinto | 10 N-P | 13 | 21 | 14 |
| | | 11 N-S | 816 | 923 | 950 |
| | | 12 N-O | 268 | 161 | 143 |
| | | 30 S-O | 306 | 227 | 191 |
| | | 31 S-N | 1,036 | 791 | 819 |
| | | 32 S-P | 165 | 166 | 195 |
| | | 40 P-S | 48 | 22 | 149 |
| | | 41 P-O | 71 | 49 | 21 |
| | | 42 P-N | 103 | 72 | 47 |
| 2 | Vivaceta - Colón | 11 N-S | 671 | 709 | 387 |
| | | 30 S-O | 59 | 27 | 49 |
| | | 31 S-N | 1,000 | 751 | 652 |
| | | 40 P-S | 30 | 35 | 39 |
| | | 41 P-O | 65 | 52 | 53 |
| | | 42 P-N | 61 | 87 | 63 |
| 3 | Salomón Sack - Gamero | 10 N-P | 0 | 0 | 1 |
| | | 12 N-O | 436 | 374 | 383 |
| | | 20 O-N | 189 | 147 | 196 |
| | | 21 O-P | 77 | 59 | 93 |
| | | 41 P-O | 140 | 61 | 86 |
| | | 42 P-N | 1 | 7 | 1 |
| 4 | Gamero - Independencia - Santo Dumont | 10 N-P | 57 | 74 | 76 |
| | | 11 N-S | 955 | 649 | 963 |
| | | 20 O-N | 561 | 461 | 461 |
| | | 21 O-P | 275 | 325 | 262 |
| | | 22 O-S | 173 | 188 | 233 |
| | | 31 S-N | 475 | 365 | 405 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 5 | Vivaceta - Domingo Santa María | 10 N-P | 93 | 94 | 122 |
| | | 11 N-S | 931 | 709 | 874 |
| | | 20 O-N | 105 | 68 | 95 |
| | | 21 O-P | 208 | 133 | 267 |
| | | 22 O-S | 67 | 71 | 61 |
| | | 31 S-N | 684 | 1,223 | 728 |
| | | 32 S-P | 91 | 111 | 112 |
| | | 40 P-S | 230 | 197 | 192 |
| | | 42 P-N | 81 | 64 | 91 |
| 6 | Vivaceta - Nueva de Matte | 10 N-P | 33 | 33 | 50 |
| | | 11 N-S | 1,101 | 821 | 1,021 |
| | | 12 N-O | 26 | 13 | 17 |
| | | 20 O-N | 24 | 21 | 24 |
| | | 21 O-P | 161 | 111 | 139 |
| | | 30 S-O | 35 | 35 | 24 |
| | | 31 S-N | 966 | 746 | 875 |
| | | 32 S-P | 2 | 15 | 9 |
| | | 40 P-S | 36 | 33 | 32 |
| | | 41 P-O | 228 | 160 | 198 |
| 7 | Vivaceta - 14 De La Fama | 11 N-S | 1,153 | 499 | 911 |
| | | 12 N-O | 137 | 153 | 239 |
| | | 30 S-O | 159 | 125 | 131 |
| | | 40 P-S | 156 | 133 | 156 |
| | | 41 P-O | 776 | 489 | 870 |
| 8 | Vivaceta - Roma | 10 N-P | 89 | 92 | 117 |
| | | 11 N-S | 1,043 | 537 | 789 |
| | | 21 O-P | 515 | 328 | 554 |
| | | 22 O-S | 272 | 217 | 320 |
| 9 | Vivaceta - Santa Inés | 10 N-P | 31 | 35 | 44 |
| | | 11 N-S | 900 | 385 | 588 |
| | | 40 P-S | 184 | 79 | 103 |
| 10 | Vivaceta - El Olivo | 10 N-P | 15 | 13 | 29 |
| | | 11 N-S | 716 | 423 | 442 |
| | | 12 N-O | 65 | 23 | 25 |
| | | 21 O-P | 59 | 83 | 116 |
| | | 22 O-S | 30 | 16 | 31 |
| | | 40 P-S | 19 | 20 | 15 |
| | | 41 P-O | 114 | 83 | 183 |
| 11 | Vivaceta - Zapadores | 10 N-P | 335 | 188 | 303 |
| | | 11 N-S | 1,709 | 1,193 | 1,446 |
| | | 12 N-O | 41 | 22 | 44 |
| | | 21 O-P | 151 | 85 | 117 |
| | | 22 O-S | 2 | 16 | 5 |
| | | 40 P-S | 100 | 137 | 108 |
| | | 41 P-O | 481 | 388 | 701 |
| 12 | Independencia - Zapadores | 31 S-N | 1,181 | 963 | 985 |
| | | 32 S-P | 121 | 81 | 109 |
| | | 42 P-N | 491 | 383 | 702 |
| 13 | Independencia - El Cortijo | 10 N-P | 36 | 42 | 56 |
| | | 11 N-S | 1,098 | 773 | 1,255 |
| | | 31 S-N | 1,018 | 879 | 1,047 |
| | | 32 S-P | 115 | 87 | 113 |
| | | 40 P-S | 123 | 66 | 53 |
| | | 42 P-N | 155 | 148 | 231 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 14 | Independencia - José María Caro | 10 N-P | 51 | 69 | 77 |
| | | 11 N-S | 843 | 603 | 1,025 |
| | | 20 O-N | 178 | 122 | 195 |
| | | 21 O-P | 237 | 124 | 180 |
| | | 23 O-N | 3 | 6 | 12 |
| | | 30 S-O | 28 | 29 | 41 |
| | | 31 S-N | 832 | 811 | 875 |
| | | 34 S-N | 2 | 1 | 3 |
| | | 40 P-S | 34 | 38 | 43 |
| | | 41 P-O | 237 | 179 | 277 |
| 15 | Independencia - El Olivo | 10 N-P | 15 | 6 | 16 |
| | | 11 N-S | 597 | 523 | 569 |
| | | 20 O-N | 54 | 35 | 60 |
| | | 21 O-P | 83 | 61 | 135 |
| | | 30 S-O | 62 | 28 | 29 |
| | | 31 S-N | 827 | 714 | 812 |
| | | 32 S-P | 23 | 59 | 84 |
| | | 40 P-S | 35 | 21 | 26 |
| | | 41 P-O | 117 | 87 | 116 |
| | | 42 P-N | 47 | 52 | 64 |
| 16 | Independencia - Negrete | 10 N-P | 37 | 45 | 28 |
| | | 11 N-S | 787 | 640 | 687 |
| | | 31 S-N | 870 | 792 | 889 |
| | | 32 S-P | 48 | 35 | 33 |
| 17 | Avenida La Palmilla - Dorsal | 10 N-P | 168 | 137 | 157 |
| | | 12 N-O | 81 | 61 | 79 |
| | | 15 N-P | 7 | 13 | 12 |
| | | 20 O-N | 59 | 45 | 45 |
| | | 21 O-P | 660 | 411 | 677 |
| | | 25 O-P | 21 | 20 | 23 |
| | | 41 P-O | 874 | 534 | 982 |
| | | 42 P-N | 225 | 189 | 347 |
| | | 45 P-O | 24 | 19 | 26 |
| 18 | Independencia - Einstein | 11 N-S | 999 | 791 | 943 |
| | | 20 O-N | 34 | 24 | 39 |
| | | 22 O-S | 349 | 273 | 421 |
| | | 31 S-N | 925 | 798 | 835 |
| 19 | Independencia - Hipódromo Chile | 10 N-P | 46 | 34 | 129 |
| | | 11 N-S | 1,352 | 989 | 1,209 |
| | | 12 N-O | 54 | 32 | 71 |
| | | 30 S-O | 24 | 43 | 94 |
| | | 31 S-N | 892 | 777 | 806 |
| | | 40 P-S | 173 | 132 | 153 |
| | | 41 P-O | 186 | 175 | 320 |
| | | 42 P-N | 507 | 285 | 249 |
| 20 | Independencia - Domingo Santa María | 10 N-P | 75 | 83 | 88 |
| | | 11 N-S | 1,220 | 951 | 1,202 |
| | | 20 O-N | 87 | 74 | 81 |
| | | 21 O-P | 120 | 94 | 123 |
| | | 22 O-S | 199 | 123 | 129 |
| | | 30 S-O | 45 | 23 | 21 |
| | | 31 S-N | 829 | 727 | 680 |
| | | 32 S-P | 44 | 36 | 49 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 21 | Independencia - Echeverría | 10 N-P | 82 | 93 | 82 |
| | | 11 N-S | 1,220 | 862 | 869 |
| | | 20 O-N | 213 | 155 | 175 |
| | | 21 O-P | 99 | 137 | 239 |
| | | 22 O-S | 42 | 48 | 63 |
| 22 | Independencia - Artesanos | 10 N-P | 73 | 77 | 85 |
| | | 11 N-S | 2,093 | 1,680 | 1,976 |
| | | 21 O-P | 681 | 795 | 809 |
| | | 22 O-S | 435 | 431 | 495 |
| 23 | Avenida La Paz - Santa María | 30 S-O | 344 | 291 | 313 |
| | | 31 S-N | 1,344 | 1,118 | 916 |
| | | 41 P-O | 1,737 | 1,670 | 1,880 |
| | | 42 P-N | 341 | 461 | 255 |
| 24 | Avenida La Paz - Dávila | 21 O-P | 129 | 159 | 141 |
| | | 31 S-N | 1,790 | 1,555 | 1,145 |
| | | 32 S-P | 142 | 323 | 159 |
| | | 20 O-P | 130 | 115 | 114 |
| | | 200 O-P | 21 | - | - |
| 25 | Avenida La Paz -Santo Dumont | 20 O-N | 125 | 102 | 122 |
| | | 21 O-P | 375 | 547 | 429 |
| | | 31 S-N | 906 | 480 | 491 |
| | | 32 S-P | 706 | 624 | 407 |
| 26 | Avenida La Paz - Profesor Zañartu | 21 O-P | 585 | 294 | 291 |
| | | 30 S-O | 305 | 220 | 288 |
| | | 32 S-P | 447 | 425 | 473 |
| | | 35 S-P | 346 | 164 | 71 |
| | | 41 P-O | 418 | 341 | 450 |
| 27 | Guanaco - Santa Laura | 20 O-N | 64 | 35 | 50 |
| | | 21 O-P | 121 | 97 | 145 |
| | | 31 S-N | 709 | 501 | 632 |
| | | 32 S-P | 39 | 57 | 50 |
| 28 | Pedro Fontova - José María caro | 10 N-P | 144 | 85 | 129 |
| | | 11 N-S | 281 | 215 | 289 |
| | | 12 N-O | 13 | 15 | 29 |
| | | 20 O-N | 42 | 40 | 63 |
| | | 21 O-P | 263 | 134 | 241 |
| | | 22 O-S | 2 | 7 | 2 |
| | | 30 S-O | 7 | 9 | 23 |
| | | 31 S-N | 265 | 223 | 261 |
| | | 32 S-P | 6 | 1 | 2 |
| | | 40 P-S | 75 | 51 | 69 |
| | | 41 P-O | 295 | 137 | 313 |
| | | 42 P-N | 176 | 129 | 143 |
| 29 | Pedro Fontova - Diego Silva | 10 N-P | 51 | 59 | 67 |
| | | 11 N-S | 261 | 155 | 226 |
| | | 12 N-O | 29 | 41 | 28 |
| | | 20 O-N | 15 | 13 | 21 |
| | | 21 O-P | 269 | 169 | 300 |
| | | 22 O-S | 14 | 6 | 13 |
| | | 30 S-O | 8 | 6 | 15 |
| | | 31 S-N | 145 | 134 | 186 |
| | | 32 S-P | 36 | 28 | 25 |
| | | 40 P-S | 17 | 12 | 17 |
| | | 41 P-O | 227 | 176 | 212 |
| | | 42 P-N | 27 | 37 | 27 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 30 | La Palmilla - Diego Silva | 10 N-P | 18 | 8 | 9 |
| | | 11 N-S | 63 | 33 | 37 |
| | | 12 N-O | 3 | 1 | 3 |
| | | 20 O-N | 12 | 4 | 13 |
| | | 21 O-P | 215 | 138 | 195 |
| | | 22 O-S | 40 | 29 | 27 |
| | | 30 S-O | 10 | 10 | 10 |
| | | 31 S-N | 65 | 81 | 105 |
| | | 32 S-P | 31 | 42 | 63 |
| | | 40 P-S | 61 | 35 | 38 |
| | | 41 P-O | 178 | 127 | 157 |
| | | 42 P-N | 13 | 8 | 9 |
| 31 | Caletera Oriente Norte Sur - José María Caro | 20 O-N | 452 | 310 | 151 |
| | | 21 O-P | 134 | 75 | 229 |
| | | 30 S-O | 18 | 11 | 30 |
| | | 31 S-N | 356 | 159 | 133 |
| | | 32 S-P | 62 | 17 | 26 |
| | | 41 P-O | 822 | 370 | 533 |
| | | 42 P-N | 382 | 342 | 206 |
| 32 | Barón de Juras Reales - El Cortijo | 21 O-P | 45 | 42 | 25 |
| | | 22 O-S | 193 | 123 | 256 |
| | | 30 S-O | 647 | 376 | 560 |
| | | 32 S-P | 175 | 91 | 49 |
| | | 40 P-S | 179 | 63 | 79 |
| | | 41 P-O | 33 | 46 | 64 |
| 33 | Caletera Poniente Norte Sur - Zapadores | 11 N-S | 689 | 615 | 564 |
| | | 22 O-S | 591 | 349 | 669 |
| 34 | Barón de Juras Reales - Zapadores | 10 N-P | 103 | 107 | 200 |
| | | 11 N-S | 283 | 158 | 291 |
| | | 12 N-O | 43 | 37 | 67 |
| | | 20 O-N | 40 | 21 | 53 |
| | | 21 O-P | 287 | 180 | 267 |
| | | 22 O-S | 45 | 27 | 51 |
| | | 30 S-O | 224 | 91 | 290 |
| | | 31 S-N | 475 | 161 | 313 |
| | | 32 S-P | 61 | 50 | 51 |
| | | 40 P-S | 37 | 44 | 52 |
| | | 41 P-O | 245 | 283 | 448 |
| | | 42 P-N | 48 | 38 | 40 |
| 35 | Caletera Oriente Norte Sur - El Olivo | 20 O-N | 16 | 31 | 23 |
| | | 30 S-O | 300 | 83 | 283 |
| | | 31 S-N | 336 | 360 | 331 |
| 36 | Caletera Poniente Norte Sur - Roma | 10 N-P | 27 | 63 | 67 |
| | | 11 N-S | 793 | 765 | 897 |
| | | 21 O-P | 611 | 512 | 719 |
| | | 22 O-S | 409 | 508 | 373 |
| 37 | Caletera Oriente Norte Sur - Roma | 20 O-N | 60 | 73 | 61 |
| | | 21 O-P | 727 | 664 | 889 |
| | | 31 S-N | 1,186 | 1,055 | 889 |
| | | 32 S-P | 301 | 359 | 216 |
| 38 | Caletera Poniente norte Sur - 14 De La Fama | 11 N-S | 814 | 926 | 1,049 |
| | | 12 N-O | 653 | 436 | 436 |
| | | 40 P-S | 54 | 108 | 117 |
| | | 41 P-O | 1,207 | 1,078 | 1,003 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 39 | Caletera Oriente Norte Sur - 14 De La Fama | 30 S-O | 234 | 260 | 194 |
| | | 31 S-N | 752 | 647 | 639 |
| | | 41 P-O | 1,631 | 1,241 | 1,188 |
| | | 42 P-N | 277 | 285 | 263 |
| 40 | Barón de Juras Reales - Roma | 10 N-P | 35 | 43 | 42 |
| | | 11 N-S | 215 | 157 | 154 |
| | | 20 O-N | 56 | 45 | 25 |
| | | 21 O-P | 469 | 217 | 507 |
| | | 22 O-S | 32 | 38 | 21 |
| | | 31 S-N | 315 | 216 | 145 |
| | | 32 S-P | 19 | 11 | 21 |
| 41 | Bajos de Jiménez - Reina María | 11 N-S | 242 | 129 | 151 |
| | | 12 N-O | 43 | 17 | 31 |
| | | 30 S-O | 28 | 9 | 24 |
| | | 31 S-N | 127 | 75 | 67 |
| 42 | Caletera Poniente Norte - Sur - Domingo Santa María | 10 N-P | 83 | 130 | 167 |
| | | 11 N-S | 687 | 605 | 773 |
| | | 12 N-O | 367 | 329 | 269 |
| | | 21 O-P | 753 | 618 | 563 |
| | | 22 O-S | 315 | 200 | 269 |
| | | 40 P-S | 25 | 63 | 61 |
| | | 41 P-O | 487 | 303 | 368 |
| | | 70 P-O | 438 | 159 | 231 |
| | | 75 O-S | 6 | 19 | 7 |
| 43 | Caletera Oriente Norte Sur - Domingo Santa María | 20 O-N | 169 | 164 | 75 |
| | | 21 O-P | 949 | 707 | 710 |
| | | 30 S-O | 125 | 111 | 130 |
| | | 31 S-N | 979 | 603 | 670 |
| | | 32 S-P | 125 | 109 | 57 |
| | | 41 P-O | 998 | 563 | 679 |
| | | 42 P-N | 345 | 257 | 204 |
| 44 | Salomón Sack - A. Germán Domínguez | 10 N-P | 69 | 11 | 11 |
| | | 11 N-S | 409 | 305 | 365 |
| | | 12 N-O | 12 | 6 | 8 |
| | | 20 O-N | 6 | 3 | 4 |
| | | 21 O-P | 62 | 5 | 2 |
| | | 22 O-S | 16 | 11 | 11 |
| | | 30 S-O | 17 | 9 | 15 |
| | | 31 S-N | 195 | 161 | 173 |
| | | 32 S-P | 20 | 7 | 3 |
| | | 40 P-S | 34 | 15 | 13 |
| | | 41 P-O | 83 | 21 | 28 |
| | | 42 P-N | 6 | 7 | 5 |
| 45 | Puente Bulnes - Calet. Poniente Norte sur | 30 S-O | 480 | 147 | 328 |
| | | 31 S-N | 1,522 | 597 | 589 |
| | | 40 P-S | 1,383 | 517 | 1,423 |
| | | 41 P-O | 422 | 293 | 289 |
| | | 42 P-N | 251 | 70 | 57 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 46 | Las Araucarias - Coronel Alvarado | 10 N-P | 3 | 6 | 3 |
| | | 11 N-S | 153 | 81 | 133 |
| | | 12 N-O | 9 | 9 | 9 |
| | | 20 O-N | 173 | 149 | 126 |
| | | 21 O-P | 7 | 9 | 6 |
| | | 22 O-S | 7 | 4 | 10 |
| | | 30 S-O | 13 | 17 | 12 |
| | | 32 S-P | 157 | 129 | 123 |
| | | 40 P-S | 8 | 9 | 11 |
| | | 41 P-O | 1 | 3 | 3 |
| | | 42 P-N | 0 | 5 | 3 |
| 47 | Vivaceta - Inglaterra | 11 N-S | 467 | 341 | 619 |
| | | 12 N-O | 21 | 11 | 15 |
| | | 20 O-N | 10 | 70 | 22 |
| | | 22 O-S | 28 | 9 | 33 |
| | | 30 S-O | 52 | 35 | 42 |
| | | 31 S-N | 1,037 | 992 | 992 |
| 48 | Recoleta - Olivos | 11 N-S | 657 | 933 | 872 |
| | | 12 N-O | 195 | 187 | 281 |
| | | 30 S-O | 34 | 7 | 52 |
| | | 31 S-N | 940 | 833 | 699 |
| | | 40 P-S | 311 | 313 | 331 |
| | | 41 P-O | 601 | 447 | 481 |
| | | 42 P-N | 70 | 103 | 98 |
| 49 | Caletera Orte. General Velásquez – Dgo. Santa María | 20 O-N | 16 | 17 | 45 |
| | | 21 O-P | 481 | 415 | 765 |
| | | 30 S-O | 75 | 41 | 44 |
| | | 31 S-N | 249 | 228 | 210 |
| | | 32 S-P | 183 | 146 | 213 |
| | | 41 P-O | 677 | 348 | 417 |
| 50 | Cal. Oriente General Velásquez - Jorge Hirmas | 20 O-N | 4 | 1 | 1 |
| | | 21 O-P | 1,791 | 1,161 | 1,709 |
| | | 30 S-O | 273 | 106 | 117 |
| | | 31 S-N | 356 | 282 | 258 |
| | | 32 S-P | 107 | 59 | 120 |
| | | 41 P-O | 716 | 357 | 228 |
| 51 | Vivaceta - Santa María | 11 N-S | 1,822 | 2,355 | 2,233 |
| | | 12 N-O | 287 | 269 | 222 |
| | | 30 S-O | 1,247 | 1,174 | 1,053 |
| | | 31 S-N | 1,016 | 648 | 617 |
| 52 | Acceso Costanera Norte - Prieto | 25 O-P | 181 | 295 | 287 |
| | | 45 P-P | 103 | 85 | 91 |
| 53 | Aníbal Pinto - Agustín López de Alcázar | 30 S-O | 14 | 9 | 8 |
| | | 31 S-N | 145 | 154 | 99 |
| | | 41 P-O | 479 | 412 | 287 |
| | | 42 P-N | 98 | 81 | 67 |
| 54 | Caletera Poniente  Norte Sur - San Pablo | 11 N-S | 789 | 713 | 1,002 |
| | | 12 N-O | 882 | 716 | 643 |
| | | 22 O-S | 9 | 5 | 3 |
| | | 40 P-S | 112 | 169 | 157 |
| | | 41 P-O | 1,673 | 1,307 | 1,369 |
| 55 | Caletera Oriente Norte Sur - Santo Domingo | 20 O-N | 307 | 364 | 409 |
| | | 21 O-P | 207 | 233 | 251 |
| | | 31 S-N | 1,666 | 1,533 | 1,565 |
| | | 32 S-P | 27 | 35 | 55 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 56 | Vivaceta - Hipódromo Chile | 10 N-P | 9 | 5 | 9 |
| | | 11 N-S | 1,393 | 922 | 1,079 |
| | | 12 N-O | 105 | 69 | 99 |
| | | 20 O-N | 33 | 19 | 30 |
| | | 22 O-S | 112 | 152 | 163 |
| | | 30 S-O | 322 | 218 | 329 |
| | | 31 S-N | 371 | 267 | 321 |
| | | 40 P-S | 23 | 16 | 27 |
| | | 41 P-O | 5 | 9 | 9 |
| | | 42 P-N | 3 | 3 | 3 |
| 57 | Bulnes - San Pablo | 30 S-O | 146 | 84 | 107 |
| | | 31 S-N | 319 | 145 | 263 |
| | | 41 P-O | 1,392 | 1,184 | 1,075 |
| | | 42 P-N | 197 | 133 | 145 |
| 58 | Recoleta - Artesanos | 10 N-P | 152 | 217 | 351 |
| | | 11 N-S | 668 | 545 | 781 |
| | | 20 O-N | 367 | 299 | 226 |
| | | 21 O-P | 642 | 720 | 892 |
| | | 22 O-S | 425 | 363 | 431 |
| | | 31 S-N | 1,059 | 1,113 | 651 |
| | | 23 O-P | 748 | 783 | 804 |
| | | 32 S-P | 181 | 183 | 149 |
| 59 | Mac Iver - Costanera Andrés Bello | 20 O-N | 194 | 151 | 52 |
| | | 21 O-P | 2,150 | 1,903 | 1,050 |
| | | 31 S-N | 1,126 | 1,117 | 915 |
| | | 32 S-P | 276 | 352 | 384 |
| 60 | Acceso Recoleta - Costanera Norte | 45 P-P | 699 | 357 | 510 |
| 61 | Salida Norte Sur Vivaceta - Costanera Norte | 21 O-P | 2,262 | 1,710 | 2,149 |
| | | 25 O-N | 2,617 | 1,760 | 1,747 |
| 62 | Guanaco - Cardenal José María Caro | 10 N-P | 26 | 13 | 25 |
| | | 11 N-S | 597 | 300 | 663 |
| | | 12 N-O | 170 | 71 | 151 |
| | | 20 O-N | 183 | 20 | 147 |
| | | 21 O-P | 191 | 112 | 221 |
| | | 22 O-S | 7 | 7 | 7 |
| | | 30 S-O | 11 | 8 | 19 |
| | | 31 S-N | 1,105 | 569 | 679 |
| | | 32 S-P | 16 | 27 | 22 |
| | | 40 P-S | 78 | 32 | 36 |
| | | 41 P-O | 273 | 139 | 211 |
| | | 42 P-N | 23 | 83 | 38 |
| 63 | Recoleta - Einstein | 10 N-P | 111 | 131 | 154 |
| | | 11 N-S | 1,109 | 913 | 1,122 |
| | | 20 O-N | 27 | 15 | 27 |
| | | 21 O-P | 232 | 211 | 210 |
| | | 22 O-S | 59 | 29 | 43 |
| | | 30 S-O | 24 | 17 | 41 |
| | | 31 S-N | 1,135 | 689 | 1,040 |
| | | 40 P-S | 117 | 111 | 109 |
| | | 41 P-O | 152 | 139 | 164 |
| | | 42 P-N | 88 | 87 | 71 |

| PC | INTERSECCIÓN | MOV | FLUJO TOTAL (Veh/hora) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | PERÍODO 1 | PERÍODO 2 | PERÍODO 3 |
| 64 | Pedro Fontova - Teniente Ponce | 10 N-P | 226 | 122 | 133 |
| | | 11 N-S | 79 | 77 | 113 |
| | | 20 O-N | 12 | 12 | 16 |
| | | 21 O-P | 119 | 97 | 54 |
| | | 22 O-S | 1 | 1 | 1 |
| | | 31 S-N | 165 | 159 | 184 |
| | | 32 S-P | 51 | 53 | 35 |
| 65 | General Gambino - Diego Silva | 10 N-P | 46 | 11 | 40 |
| | | 11 N-S | 246 | 85 | 137 |
| | | 12 N-O | 13 | 4 | 16 |
| | | 20 O-N | 13 | 9 | 10 |
| | | 21 O-P | 145 | 77 | 173 |
| | | 22 O-S | 19 | 7 | 15 |
| | | 30 S-O | 51 | 29 | 52 |
| | | 31 S-N | 248 | 131 | 194 |
| | | 32 S-P | 29 | 21 | 33 |
| | | 40 P-S | 29 | 17 | 16 |
| | | 41 P-O | 244 | 122 | 179 |
| | | 42 P-N | 29 | 13 | 18 |
| 66 | Bandera - General Mackenna | 30 S-O | 324 | 396 | 419 |
| | | 35 S-O | 86 | 184 | 149 |
| | | 41 P-O | 968 | 693 | 617 |
| | | 45 P-O | 1,023 | 1,179 | 1,141 |
| 67 | Costanera Norte - Altura Norte sur | 21 O-P | 4,879 | 3,470 | 3,895 |
| | | 41 P-O | 4,286 | 3,303 | 3,455 |
| 68 | Autopista Central - Altura Enrique Soro | 11 N-S | 3,181 | 2,307 | 2,925 |
| | | 31 S-N | 3,344 | 2,411 | 2,594 |
| 69 | C. Pnte. General Velásquez - Sur – Dgo. Santa María | 10 N-P | 1 | 2 | 1 |
| | | 11 N-S | 533 | 414 | 757 |
| | | 12 N-O | 157 | 74 | 87 |
| | | 21 O-P | 696 | 531 | 1,020 |
| | | 40 P-S | 150 | 100 | 150 |
| | | 41 P-O | 555 | 314 | 388 |
| 70 | C. Poniente General Velásquez - Jorge Hirmas | 10 N-P | 0 | 2 | 3 |
| | | 11 N-S | 1,213 | 861 | 1,408 |
| | | 12 N-O | 139 | 63 | 65 |
| | | 21 O-P | 1,896 | 1,257 | 1,865 |
| | | 40 P-S | 103 | 111 | 131 |
| | | 41 P-O | 601 | 309 | 171 |

Fuente: Elaboración propia

De las mediciones de flujo en el área de estudio, se desprende que en punta mañana las intersecciones con mayores cargas corresponden a vías relativamente lejanas al eje Vivaceta. En particular, cruces de Recoleta, Independencia, La Paz, expresas y locales de Autopista Central, Costanera Norte, Puente Bulnes y algunas calles céntricas (como Mac Iver) presentan flujos totales superiores a los 3,000 veh/h. Cabe señalar que los cruce de Vivaceta con Santa María (PC51) y con Salida Norte Sur Vivaceta - Costanera Norte (PC61) presentan flujos agregados mayores a 3.000 veh/h, que fundamentalmente representa la interrelación entre Costanera Norte y Autopista Central. No obstante, la local de Autopista Central aporta unos 1000 veq/h a Vivaceta de sur a norte.

En la fuera de punta los ejes de mayores cargas son los mismos o menos que en la punta mañana pero su intensidad baja entre un 20 y 30%. Y en la punta tarde los volúmenes de flujos se asimilan a los de la punta mañana, destacándose aumentos en el eje Artesanos.

En el eje Vivaceta, los registros indican volúmenes máximos de flujos del orden de 2000 veh/h de norte a sur, registrados en el cruce de Zapadores, y en promedio 1100 veh/h en el eje, en este sentido. Al mediodía la carga máxima baja a 1500 veh/h y el promedio a 800, en tanto que en la tarde, los flujos tienden a recuperar la intensidad de la mañana con valor máximo de 1800 veh/h y 900 en promedio.

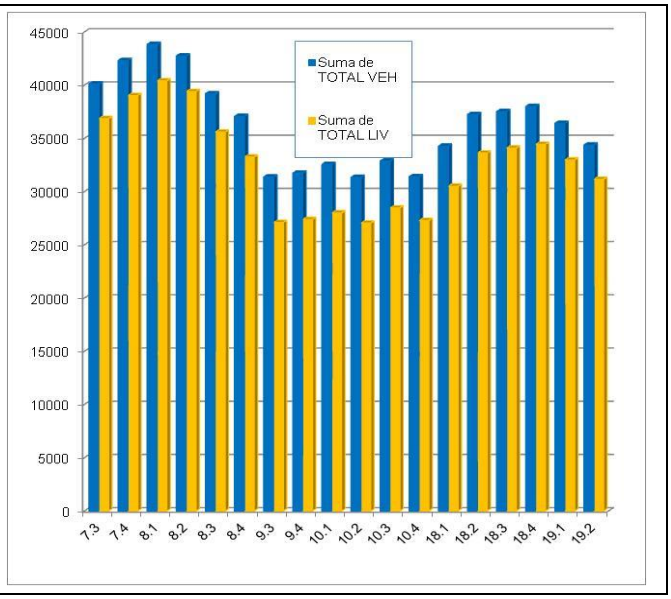
En tanto que de sur a norte, en punta mañana, el flujo máximo 1500 veh/h (en Aníbal Pinto) y en promedio en el eje circulan 900 veh/h. Al mediodía la carga se mantiene en estos valores y en la tarde los flujos bajan notoriamente.

Por último, para el desarrollo de las tareas de calibración y modelación, se requiere modelar una hora representativa de cada período, se realizó un breve análisis, considerando los flujos totales por cuarto de hora, para determinar el flujo horario de mayor carga en cada período de análisis. El cuadro y figura siguientes representan el flujo total (veh/15 min). El resultado de este análisis muestra que las horas más cargadas por período son:

- Período 1: Punta Mañana 07:30 a 08:30 horas
- Período 2 Fuera de punta 10:00 a 11:00 horas
- Período 3 Punta Tarde 18:15 a 19:15 horas

Cuadro 2-5: Flujo total medido por cuarto de hora

| HORA | TOTAL VEH | TOTAL LIV | TOTAL BUS | TOTAL CAM |
|---|---|---|---|---|
| 7.3 | 40125 | 36871 | 1947 | 1307 |
| 7.4 | 42325 | 39032 | 1886 | 1407 |
| 8.1 | 43853 | 40419 | 1889 | 1545 |
| 8.2 | 42753 | 39410 | 1751 | 1592 |
| 8.3 | 39207 | 35603 | 1892 | 1712 |
| 8.4 | 37083 | 33257 | 1854 | 1972 |
| 9.3 | 31383 | 27106 | 1778 | 2499 |
| 9.4 | 31744 | 27390 | 1672 | 2682 |
| 10.1 | 32569 | 28008 | 1657 | 2904 |
| 10.2 | 31354 | 27051 | 1537 | 2766 |
| 10.3 | 32883 | 28471 | 1581 | 2831 |
| 10.4 | 31416 | 27295 | 1450 | 2671 |
| 18.1 | 34277.5 | 30516 | 1834 | 1927.5 |
| 18.2 | 37254.5 | 33627 | 1798 | 1829.5 |
| 18.3 | 37529 | 34097 | 1787 | 1645 |
| 18.4 | 38008.5 | 34452 | 1955 | 1601.5 |
| 19.1 | 36423.5 | 32982 | 1940 | 1501.5 |
| 19.2 | 34384 | 31169.5 | 1881 | 1333.5 |




Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Mediciones de demora

### 2.3.1 Metodología

Esta medición tiene por objetivo obtener el tiempo que un vehículo demora en cruzar la intersección (tiempo en detención y tiempo en movimiento). Para ello se siguió los siguientes pasos:

- Identificación del vehículo seleccionado a través de la patente
- Determinación de la hora de llegada
- Tiempo en movimiento hasta que cruza la línea de detención opuesta
- Se consideró un total de 10 ó 12 datos por acceso

### 2.3.2 Puntos de medición

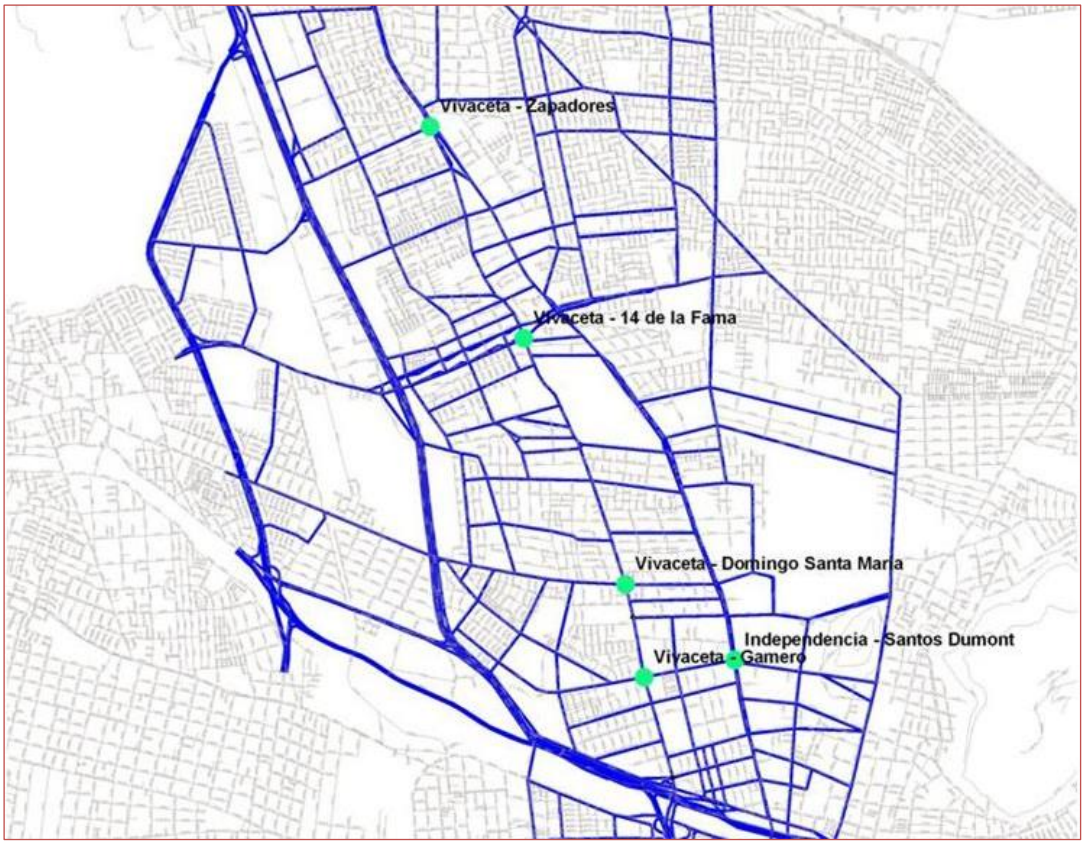
Se realizaron mediciones de demoras en 5 intersecciones semaforizadas, previamente acordadas con la contraparte técnica, el día 22 de Noviembre de 2012. Se midió en todos los accesos y en los tres períodos definidos. Los puntos medidos se muestran en el cuadro y figura siguientes.

Cuadro 2-6: Puntos de medición de demora

| Calle 1 | Calle 2 | Acceso |
|---|---|---|
| Independencia | Santos Dumont | Norte |
| | | Oriente |
| | | Sur |
| Vivaceta | 14 de la Fama | Norte |
| | | Poniente |
| | | Sur |
| Vivaceta | Domingo Santa María | Norte |
| | | Oriente |
| | | Poniente |
| | | Sur |
| Vivaceta | Gamero | Norte |
| | | Oriente |
| | | Poniente |
| | | Sur |
| Vivaceta | Zapadores | Norte |
| | | Poniente |
| | | Oriente |

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-3: Puntos de medición de demora




Fuente: Elaboración propia

### 2.3.3 Resultados

Los resultados se entregan en el cuadro siguiente. El detalle de las mediciones por punto de control, se entrega en Anexo 2_02 Mediciones de demora (óptico).

Cuadro 2-7: Demoras por punto de control y acceso

| Calle 1 | Calle 2 | Acceso | P1 (HH MM SS) | | P2 (HH MM SS) | | P3 (HH MM SS) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Demora LD | Demora Total Cruce | Demora LD | Demora Total Cruce | Demora LD | Demora Total Cruce |
| Independencia | Santos Dumont | Norte | 0:00:28 | 0:00:33 | 0:00:26 | 0:00:29 | 0:00:40 | 0:00:43 |
| | | Oriente | 0:00:43 | 0:00:47 | 0:00:36 | 0:00:47 | 0:00:38 | 0:00:35 |
| | | Sur | 0:00:13 | 0:00:17 | 0:00:26 | 0:00:31 | 0:00:27 | 0:00:31 |
| Vivaceta | 14 de La Fama | Norte | 0:00:43 | 0:00:47 | 0:00:38 | 0:00:40 | 0:00:35 | 0:00:39 |
| | | Poniente | 0:00:59 | 0:01:01 | 0:00:32 | 0:00:35 | 0:00:13 | 0:00:18 |
| | | Sur | 0:01:27 | 0:01:05 | 0:00:33 | 0:00:36 | (1) | (1) |
| Vivaceta | Domingo Santa María | Norte | 0:00:37 | 0:00:43 | 0:00:30 | 0:00:33 | 0:00:53 | 0:00:56 |
| | | Oriente | 0:00:41 | 0:00:43 | 0:00:39 | 0:00:42 | 0:01:31 | 0:01:34 |
| | | Poniente | 0:01:12 | 0:01:16 | 0:01:21 | 0:01:25 | 0:01:10 | 0:01:15 |
| | | Sur | 0:00:22 | 0:00:24 | 0:00:56 | 0:00:58 | 0:00:44 | 0:00:42 |

| Calle 1 | Calle 2 | Acceso | P1 (HH MM SS) | | P2 (HH MM SS) | | P3 (HH MM SS) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Demora LD | Demora Total Cruce | Demora LD | Demora Total Cruce | Demora LD | Demora Total Cruce |
| Vivaceta | Gamero | Norte | 0:00:34 | 0:00:38 | 0:00:22 | 0:00:26 | 0:00:40 | 0:00:43 |
| | | Oriente | 0:00:32 | 0:00:35 | 0:00:41 | 0:00:44 | 0:00:33 | 0:00:33 |
| | | Poniente | (1) | (1) | 0:00:32 | 0:00:36 | 0:00:20 | 0:00:25 |
| | | Sur | 0:00:40 | 0:00:43 | 0:00:16 | 0:00:19 | 0:00:34 | 0:00:37 |
| Vivaceta | Zapadores | Norte | 0:00:11 | 0:00:13 | 0:00:08 | 0:00:14 | 0:00:07 | 0:00:11 |
| | | Oriente | 0:00:08 | 0:00:11 | 0:00:07 | 0:00:12 | 0:00:05 | 0:00:09 |
| | | Poniente | 0:00:12 | 0:00:21 | 0:00:15 | 0:00:13 | 0:00:08 | 0:00:15 |

Fuente: Elaboración propia

(1) No se producen colas que permitan la medición de demoras.

En general se observan demoras relativamente bajas en todos los cruces medidos, solo el acceso poniente de Vivaceta con Domingo Santa María presentó una demora que superó el minuto por vehículo, en los 3 períodos de medición. Sin embargo, debe notarse que dicho acceso posee un período de rojo de 91 s, 60 s y 76 s, en cada uno de los 3 períodos respectivamente, siendo la fase de Vivaceta la que posee el mayor tiempo de verde. Luego, el resultado de demora media no supone en realidad un nivel de congestión tan significativo en este acceso.

## 2.4 Mediciones de tiempo de viaje

### 2.4.1 Ejes medidos

Para las tareas de calibración de la red de modelación del área de estudio se midieron tiempos de viaje en los siguientes ejes y tramos:

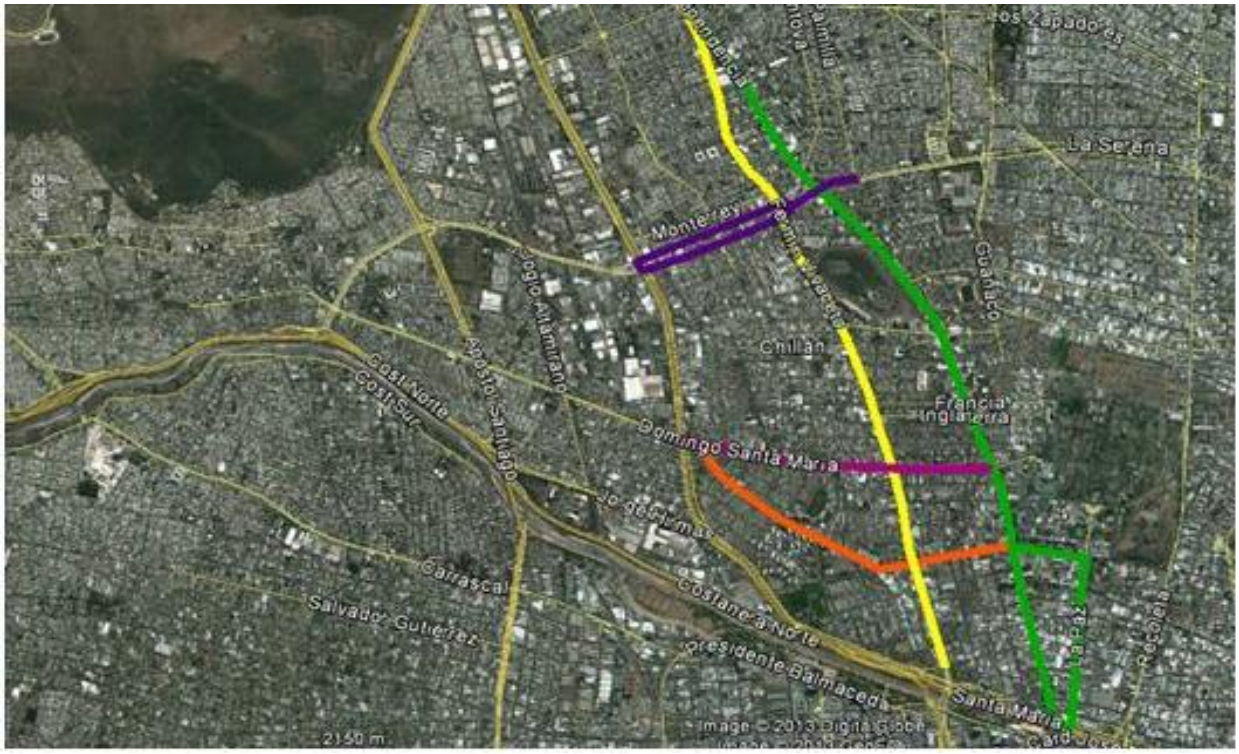
Cuadro 2-8: Ejes medición de tiempos de viaje

| Eje | Sentido | Calle Inicial | Calle Final |
|---|---|---|---|
| Av. Fermín Vivaceta | NS | Diego Silva Henríquez | Aníbal Pinto |
| | SN | Aníbal Pinto | Av. Dorsal |
| Gamero – Salomón Sack | OP | Av. Independencia | Av. Domingo Santa María |
| | PO | Av. Domingo Santa María | Escanilla |
| Av. Domingo Santa María | OP | Av. Independencia | Local Poniente de Autopista Central |
| | PO | Local Poniente de A. Central | Av. Fermín Vivaceta |
| Dorsal – Roma | OP | La Palmilla | Local Poniente de Autopista Central |
| 14 de la Fama – Dorsal | PO | Local Poniente de A. Central | La Palmilla |
| Av. Independencia | NS | Diego Silva Henríquez | Av. Santa María |
| Av. La Paz – S. Dumont – Av. Independencia | SN | Av. Santa María | Diego Silva Henríquez |

Fuente: Elaboración propia

La imagen siguiente muestra los ejes y tramos objetos de medición:

Figura 2-4: Circuitos definidos




Fuente: Elaboración propia

Las mediciones se realizaron en días hábiles martes, miércoles y jueves de noviembre y primera semana de diciembre de 2012, en los tres períodos de análisis. El detalle de las mediciones se entrega en Anexo 2_03 Tiempo de viaje (óptico).

### 2.4.2 Método de medición

El método de medición empleado fue el de vehículo flotante, el que considera básicamente:

- Circular al centro de pelotón de vehículos que se desplazan por el eje a medir, en condiciones normales de operación.
- Únicamente adelantar a uno más vehículos si el vehículo de medición es adelantado por uno o más vehículos.

La tarea comprometida comprendía la ejecución de 5 pasadas por eje-sentido, en cada período de medición.

El vehículo empleado en el proceso de medición fue equipado con un GPS, con el objeto de que este aparato registrara la trayectoria del vehículo en el espacio y en el tiempo. Además, y explotando las funcionalidades del GPS, se registraron los instantes en que el vehículo de medición se detenía en el trayecto por colas en intersecciones o bien por

pasos peatonales a mitad de arcos. También se registró el instante de paso por líneas de detención de los cruces del eje medido. En ambos casos, se utilizó la funcionalidad “way point” del GPS, que marca un lugar (coordenadas x,y) y un instante en la ruta, identificándolos con un ID único en la ruta. Esta información fue registrada en formularios como los de la figura siguiente para cada eje:

Figura 2-5: Formulario utilizado

Mediciones de velocidad. Eje Vivaceta desde Diego Silva Henriquez hasta Av. Santa María

Eje: Vivaceta desde Diego Silva Henriquez hasta Costanera Norte

Fecha (dd/mm/aa): Medidor:

Hora Inicio (hh:mm:ss): Hora Inicio (hh:mm:ss): Vuelta N° Vuelta N°

| Orden | Desde | Hasta | Sentido | Nodo | Distancia | Inicio Cola | Cruza LD | Observaciones | Inicio Cola | Cruza LD | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Diego Silva Henríquez (nodo 1680) | Av. Los Zapadores | NS | 1010 | 0.15 | | | | | | |
| 2 | Av. Los Zapadores | Independencia | NS | 1040 | 0.34 | | | | | | |
| 3 | Independencia | El Olivo | NS | 1050 | 0.35 | | | | | | |
| 4 | El Olivo | Teniente Ponce | NS | 1060 | 0.27 | | | | | | |
| 5 | Teniente Ponce | Aviador Acevedo | NS | 1070 | 0.2 | | | | | | |
| 6 | Aviador Acevedo | Santa Inés | NS | 1080 | 0.21 | | | | | | |
| 8 | Carlos Spano - Negrete | Monterrey | NS | 1090 | 0.12 | | | | | | |
| 9 | Monterrey | Roma | NS | 1100 | 0.09 | | | | | | |
| 10 | Roma | 14 de La Fama - Dorsal | NS | 1110 | 0.1 | | | | | | |
| 11 | 14 de La Fama - Dorsal | Cañete | NS | 1120 | 0.02 | | | | | | |
| 12 | Cañete | David Arellano | NS | 1130 | 0.11 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

La información recopilada de esta forma permite determinar los tiempos de viaje entre intersecciones (de línea de detención a línea detención) y también estimar demoras en tales líneas (con way point por inicio de detención en colas y cruce efectivo de línea de detención de la intersección).

Los resultados del proceso de medición se resumen a continuación:

Cuadro 2-9: Mediciones realizadas

| Eje | Sentido | Periodo | Válidas | Inválidas | Total Eje-Sentido-Período |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Vivaceta | NS | 1.PM | 5 | | 5 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | 5 | 10 |
| | SN | 1.PM | 6 | | 6 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | 5 | 10 |
| 2. Domingo Santa María | OP | 1.PM | 5 | | 5 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | | 5 |
| | PO | 1.PM | 5 | | 5 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | | 5 |
| 3. Gamero-Sack | OP | 1.PM | 5 | | 5 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 6 | | 6 |
| | PO | 1.PM | 6 | | 6 |
| | | 2.FP | 6 | | 6 |
| | | 3.PT | 5 | 1 | 6 |

| Eje | Sentido | Periodo | Válidas | Inválidas | Total Eje-Sentido-Período |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | PO | 1.PM | 5 | | 5 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | | 5 |
| 4. Dorsal - Roma | OP | 1.PM | 3 | 2 | 5 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | | 5 |
| 5. Independencia | NS | 1.PM | 5 | | 5 |
| | | 2.FP | 6 | 1 | 7 |
| | | 3.PT | 5 | 1 | 6 |
| | SN | 1.PM | 6 | | 6 |
| | | 2.FP | 5 | | 5 |
| | | 3.PT | 5 | 1 | 6 |
| Total Válidas / Inválidas / Global | | | 154 | 16 | 170 |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, se realizaron 20 pasadas adicionales a las comprometidas, esto por práctica y error de medición, que incluyó la ejecución de pasadas piloto que se concentraron fundamentalmente en el eje Vivaceta.

La información recopilada en los formularios empleados en la medición fue sistematizada en bases de datos, especificando los ID de los way point o marcas de paso por líneas de detención e inicio de cola. Esta base fue enlazada con otra, generada a partir de información de GPS, que contiene los ID de way point e instantes asociados a cada uno de ellos.

A partir del enlace de las bases señaladas, se derivaron resultados generales (por eje) y particulares (por arco) de tiempos de viaje, velocidades y demoras a las cuales está sometido el transporte privado en los ejes estudiados. Los resultados mencionados se presentan a continuación.

### 2.4.3 Tiempos de viaje y demoras

Los tiempos de viaje y demoras en los ejes medidos, de extremo a extremo y en cada período y sentido, son los siguientes:

Cuadro 2-10. Tiempos de viaje por eje y vuelta

| Eje | Período | Sentido | Vuelta | Distancia (km) | Tiempo Viaje (min) | Demora (hh:mm:ss) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 1 | 5,38 | 14 | 0:03:02 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 2 | 5,38 | 12 | 0:02:11 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 3 | 5,38 | 17 | 0:06:48 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 4 | 5,38 | 14 | 0:04:53 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 5 | 5,38 | 11 | 0:01:57 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 1 | 3,50 | 7 | 0:01:24 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 2 | 3,50 | 7 | 0:02:40 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 3 | 3,50 | 8 | 0:02:13 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 4 | 3,50 | 7 | 0:02:04 |

| Eje | Período | Sentido | Vuelta | Distancia (km) | Tiempo Viaje (min) | Demora (hh:mm:ss) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 5 | 3,50 | 8 | 0:02:17 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 6 | 3,50 | 8 | 0:02:21 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 1 | 5,38 | 10 | 0:02:03 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 2 | 5,38 | 11 | 0:01:32 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 3 | 5,38 | 10 | 0:01:52 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 4 | 5,38 | 10 | 0:01:37 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 5 | 5,38 | 11 | 0:00:48 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 1 | 3,50 | 8 | 0:02:57 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 2 | 3,50 | 8 | 0:02:51 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 3 | 3,50 | 5 | 0:00:20 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 4 | 3,50 | 7 | 0:01:00 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 5 | 3,50 | 7 | 0:01:25 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 6 | 5,38 | 11 | 0:03:08 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 7 | 5,38 | 24 | 0:02:39 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 9 | 5,38 | 22 | 0:13:44 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 10 | 5,38 | 14 | 0:04:48 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 11 | 5,38 | 17 | 0:07:45 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 6 | 3,50 | 8 | 0:04:10 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 7 | 3,50 | 7 | 0:01:30 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 8 | 3,50 | 7 | 0:02:02 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 10 | 3,50 | 8 | 0:01:55 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 11 | 3,50 | 7 | 0:02:16 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 1 | 2,31 | 7 | 0:03:32 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 2 | 2,31 | 5 | 0:00:47 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 3 | 2,31 | 6 | 0:02:07 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 4 | 2,31 | 6 | 0:02:04 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 5 | 2,31 | 6 | 0:01:49 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 1 | 1,55 | 4 | 0:07:49 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 2 | 1,55 | 3 | 0:04:12 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 3 | 1,55 | 5 | 0:05:27 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 4 | 1,55 | 4 | 0:00:32 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 5 | 1,55 | 4 | 0:08:24 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 1 | 2,31 | 5 | 0:01:25 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 2 | 2,31 | 5 | 0:01:19 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 3 | 2,31 | 6 | 0:01:55 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 4 | 2,31 | 4 | 0:00:31 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 5 | 2,31 | 6 | 0:02:01 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 1 | 1,55 | 3 | 0:02:12 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 2 | 1,55 | 3 | 0:02:00 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 3 | 1,55 | 4 | 0:02:41 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 4 | 1,55 | 4 | 0:03:05 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 5 | 1,55 | 4 | 0:03:07 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 1 | 2,31 | 6 | 0:00:52 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 2 | 2,31 | 6 | 0:01:23 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 3 | 2,31 | 5 | 0:00:47 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 4 | 2,31 | 6 | 0:01:55 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 5 | 2,31 | 5 | 0:01:23 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 1 | 1,55 | 4 | 0:02:22 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 2 | 1,55 | 2 | 0:03:33 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 3 | 1,55 | 4 | 0:02:53 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 4 | 1,55 | 4 | 0:02:59 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 5 | 1,55 | 3 | 0:02:38 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 1 | 2,49 | 6 | 0:01:24 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 2 | 2,49 | 5 | 0:01:14 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 3 | 2,49 | 5 | 0:00:48 |

| Eje | Período | Sentido | Vuelta | Distancia (km) | Tiempo Viaje (min) | Demora (hh:mm:ss) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 4 | 2,49 | 8 | 0:01:22 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 5 | 2,49 | 6 | 0:00:26 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 1 | 2,00 | 6 | 0:01:48 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 2 | 2,00 | 4 | 0:00:45 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 3 | 2,00 | 5 | 0:01:59 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 4 | 2,00 | 5 | 0:01:00 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 5 | 2,00 | 5 | 0:01:54 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 6 | 2,00 | 5 | 0:01:19 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 1 | 2,49 | 5 | 0:01:00 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 2 | 2,49 | 5 | 0:01:24 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 3 | 2,49 | 5 | 0:00:55 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 4 | 2,49 | 6 | 0:02:04 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 5 | 2,49 | 4 | 0:00:44 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 1 | 2,00 | 5 | 0:01:47 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 2 | 2,00 | 5 | 0:01:43 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 3 | 2,00 | 5 | 0:01:45 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 4 | 2,00 | 4 | 0:01:00 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 5 | 2,00 | 4 | 0:00:33 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 6 | 2,00 | 4 | 0:00:54 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 1 | 2,49 | 5 | 0:01:37 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 2 | 2,49 | 5 | 0:01:21 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 3 | 2,49 | 7 | 0:02:42 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 4 | 2,49 | 5 | 0:01:45 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 5 | 2,49 | 5 | 0:00:53 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 6 | 2,49 | 5 | 0:00:43 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 1 | 2,00 | 5 | 0:01:23 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 2 | 2,00 | 5 | 0:00:38 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 4 | 2,00 | 5 | 0:02:03 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 5 | 2,00 | 4 | 0:00:38 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 6 | 2,00 | 5 | 0:01:10 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 1.PM | PO | 1 | 1,62 | 5 | 0:02:45 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 1.PM | PO | 2 | 1,62 | 5 | 0:01:57 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 1.PM | PO | 3 | 1,62 | 5 | 0:02:32 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 1.PM | PO | 4 | 1,62 | 5 | 0:01:59 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 1.PM | PO | 5 | 1,62 | 6 | 0:01:24 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 2.FP | PO | 1 | 1,62 | 4 | 0:02:11 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 2.FP | PO | 2 | 1,62 | 4 | 0:01:17 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 2.FP | PO | 3 | 1,62 | 3 | 0:00:52 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 2.FP | PO | 4 | 1,62 | 3 | 0:00:24 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 2.FP | PO | 5 | 1,62 | 5 | 0:02:29 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 3.PT | PO | 1 | 1,62 | 7 | 0:04:17 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 3.PT | PO | 2 | 1,62 | 4 | 0:02:27 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 3.PT | PO | 3 | 1,62 | 4 | 0:01:44 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 3.PT | PO | 4 | 1,62 | 4 | 0:01:04 |
| 4. 14 de la Fama - Dorsal | 3.PT | PO | 5 | 1,62 | 4 | 0:02:19 |
| 4. Dorsal - Roma | 1.PM | OP | 1 | 1,62 | 6 | 0:03:28 |
| 4. Dorsal - Roma | 1.PM | OP | 2 | 1,62 | 4 | 0:02:33 |
| 4. Dorsal - Roma | 1.PM | OP | 3 | 1,62 | 5 | 0:02:54 |
| 4. Dorsal - Roma | 2.FP | OP | 1 | 1,62 | 6 | 0:03:18 |
| 4. Dorsal - Roma | 2.FP | OP | 2 | 1,62 | 6 | 0:03:26 |
| 4. Dorsal - Roma | 2.FP | OP | 3 | 1,62 | 5 | 0:02:24 |
| 4. Dorsal - Roma | 2.FP | OP | 4 | 1,62 | 5 | 0:03:03 |
| 4. Dorsal - Roma | 2.FP | OP | 5 | 1,62 | 5 | 0:02:55 |
| 4. Dorsal - Roma | 3.PT | OP | 1 | 1,62 | 12 | 0:09:45 |
| 4. Dorsal - Roma | 3.PT | OP | 2 | 1,62 | 11 | 0:09:01 |

| Eje | Período | Sentido | Vuelta | Distancia (km) | Tiempo Viaje (min) | Demora (hh:mm:ss) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. Dorsal - Roma | 3.PT | OP | 3 | 1,62 | 13 | 0:10:56 |
| 4. Dorsal - Roma | 3.PT | OP | 4 | 1,62 | 11 | 0:08:49 |
| 4. Dorsal - Roma | 3.PT | OP | 5 | 1,62 | 10 | 0:08:24 |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 1 | 5,97 | 15 | 0:05:34 |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 2 | 5,97 | 15 | 0:07:34 |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 3 | 5,97 | 13 | 0:05:55 |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 4 | 5,97 | 17 | 0:07:42 |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 5 | 5,97 | 18 | 0:08:46 |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 1 | 6,35 | 15 | 0:04:19 |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 2 | 6,35 | 11 | 0:03:11 |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 3 | 6,35 | 14 | 0:04:09 |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 4 | 6,35 | 13 | 0:02:17 |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 5 | 6,35 | 14 | 0:04:39 |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 2 | 5,97 | 14 | 0:06:17 |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 3 | 5,97 | 12 | 0:02:53 |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 4 | 5,97 | 14 | 0:04:58 |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 5 | 5,97 | 15 | 0:05:11 |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 6 | 5,97 | 11 | 0:02:08 |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 1 | 6,35 | 15 | 0:06:19 |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 2 | 6,35 | 15 | 0:07:37 |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 3 | 6,35 | 16 | 0:07:22 |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 4 | 6,35 | 16 | 0:05:38 |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 5 | 6,35 | 14 | 0:04:26 |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 2 | 5,97 | 18 | 0:09:30 |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 3 | 5,97 | 28 | 0:18:31 |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 4 | 5,97 | 17 | 0:06:40 |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 5 | 5,97 | 16 | 0:06:05 |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 6 | 5,97 | 15 | 0:05:33 |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 1 | 6,35 | 22 | 0:13:09 |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 2 | 6,35 | 21 | 0:12:12 |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 4 | 6,35 | 15 | 0:05:50 |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 5 | 6,35 | 14 | 0:04:32 |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 6 | 6,35 | 19 | 0:05:27 |

Fuente: Elaboración propia

Con esta información es posible obtener los tiempos medios de viaje y sus desviaciones estándar, todo lo cual se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2-11 Tiempo de viaje promedio por período

| Eje | Período | Sentido | Distancia (km) | Tiempo Viaje Medio (min) | Desviación Estándar | Desvest / promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 5,38 | 13,58 | 2,13 | 16% |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 3,50 | 7,28 | 0,38 | 5% |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 5,38 | 10,49 | 0,15 | 1% |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 3,50 | 7,13 | 1,07 | 15% |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 5,38 | 17,54 | 5,06 | 29% |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 3,50 | 7,21 | 0,56 | 8% |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 2,31 | 5,69 | 0,95 | 17% |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 1,55 | 3,74 | 0,55 | 15% |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 2,31 | 5,04 | 0,54 | 11% |

| Eje | Período | Sentido | Distancia (km) | Tiempo Viaje Medio (min) | Desviación Estándar | Desvest / promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 1,55 | 3,64 | 0,44 | 12% |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 2,31 | 5,40 | 0,46 | 8% |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 1,55 | 3,42 | 0,63 | 19% |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 2,49 | 5,89 | 1,28 | 22% |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 2,00 | 5,09 | 0,63 | 12% |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 2,49 | 5,14 | 0,78 | 15% |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 2,00 | 4,51 | 0,53 | 12% |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 2,49 | 5,35 | 0,68 | 13% |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 2,00 | 4,76 | 0,61 | 13% |
| 4. Dorsal | 1.PM | PO | 1,62 | 5,35 | 0,42 | 8% |
| 4. Dorsal | 2.FP | PO | 1,62 | 3,62 | 0,99 | 27% |
| 4. Dorsal | 3.PT | PO | 1,62 | 4,77 | 1,30 | 27% |
| 4. Roma | 1.PM | OP | 1,62 | 5,04 | 0,83 | 17% |
| 4. Roma | 2.FP | OP | 1,62 | 5,24 | 0,60 | 11% |
| 4. Roma | 3.PT | OP | 1,62 | 11,32 | 1,01 | 9% |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 5,97 | 15,64 | 1,56 | 10% |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 6,35 | 13,48 | 1,53 | 11% |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 5,97 | 13,11 | 1,42 | 11% |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 6,35 | 15,29 | 0,76 | 5% |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 5,97 | 18,56 | 5,25 | 28% |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 6,35 | 18,19 | 3,67 | 20% |

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.4 Velocidades por eje

Luego, se calcularon las velocidades medias de circulación, y también su media armónica, descartando casos que generan una relación desviación estándar sobre promedio simple superior al 12%. El resultado es el siguiente:

Cuadro 2-12: Velocidades de operación medidas

| Eje | Período | Sentido | Distancia (km) | Velocidad (kph) | Desviación Estándar | Desvest/ Promedio | Media Armónica (kph) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Vivaceta | 1.PM | NS | 5,38 | 22,94 | 2,77 | 12% | 22,68 |
| 1. Vivaceta | 1.PM | SN | 3,50 | 28,93 | 1,55 | 5% | 28,87 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | NS | 5,38 | 30,78 | 0,42 | 1% | 30,77 |
| 1. Vivaceta | 2.FP | SN | 3,50 | 27,92 | 2,14 | 8% | 27,80 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | NS | 5,38 | 17,62 | 4,08 | 23% | 16,93 |
| 1. Vivaceta | 3.PT | SN | 3,50 | 29,28 | 2,25 | 8% | 29,14 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | OP | 2,31 | 23,51 | 2,88 | 12% | 23,21 |
| 2. Domingo Santa María | 1.PM | PO | 1,55 | 23,92 | 2,40 | 10% | 23,72 |

| Eje | Período | Sentido | Distancia (km) | Velocidad (kph) | Desviación Estándar | Desvest/ Promedio | Media Armónica (kph) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | OP | 2,31 | 26,57 | 1,97 | 7% | 26,46 |
| 2. Domingo Santa María | 2.FP | PO | 1,55 | 25,80 | 2,90 | 11% | 25,53 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | OP | 2,31 | 25,84 | 2,39 | 9% | 25,68 |
| 2. Domingo Santa María | 3.PT | PO | 1,55 | 25,48 | 2,26 | 9% | 25,33 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | OP | 2,49 | 28,11 | 2,81 | 10% | 27,90 |
| 3. Gamero-Sack | 1.PM | PO | 2,00 | 23,83 | 2,71 | 11% | 23,56 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | OP | 2,49 | 31,13 | 2,44 | 8% | 30,99 |
| 3. Gamero-Sack | 2.FP | PO | 2,00 | 26,93 | 3,19 | 12% | 26,62 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | OP | 2,49 | 28,27 | 3,33 | 12% | 27,93 |
| 3. Gamero-Sack | 3.PT | PO | 2,00 | 24,04 | 1,64 | 7% | 23,96 |
| 4. Dorsal | 1.PM | PO | 1,62 | 18,26 | 1,40 | 8% | 18,17 |
| 4. Dorsal | 2.FP | PO | 1,62 | 28,29 | 4,71 | 17% | 27,82 |
| 4. Dorsal | 3.PT | PO | 1,62 | 23,22 | 1,50 | 6% | 23,14 |
| 4. Roma | 1.PM | OP | 1,62 | 19,67 | 3,49 | 18% | 19,29 |
| 4. Roma | 2.FP | OP | 1,62 | 18,74 | 2,04 | 11% | 18,55 |
| 4. Roma | 3.PT | OP | 1,62 | 8,64 | 0,76 | 9% | 8,58 |
| 5. Independencia | 1.PM | NS | 5,97 | 23,08 | 2,36 | 10% | 22,90 |
| 5. Independencia | 1.PM | SN | 6,35 | 28,57 | 3,38 | 12% | 28,26 |
| 5. Independencia | 2.FP | NS | 5,97 | 27,58 | 3,10 | 11% | 27,32 |
| 5. Independencia | 2.FP | SN | 6,35 | 24,97 | 1,25 | 5% | 24,92 |
| 5. Independencia | 3.PT | NS | 5,97 | 22,11 | 1,56 | 7% | 22,03 |
| 5. Independencia | 3.PT | SN | 6,35 | 21,70 | 4,71 | 22% | 20,95 |

Fuente: Elaboración propia

Para generar los resultados expuestos se eliminaron 14 mediciones de un total de 152 consideradas inicialmente como válidas, cumpliéndose con una relación desviación sobre promedio menor o igual al 12%, salvo en 2 casos (Independencia SN y Vivaceta NS en punta tarde), donde se consideran válidos los resultados obtenidos.

Se ha calculado la media armónica de las velocidades porque se ha demostrado que es una mejor aproximación del resultado medio (Gibson). De acuerdo a lo anterior, Vivaceta es el eje más rápido de los ejes medidos. En la punta mañana, Vivaceta de sur a norte opera a casi 29 kph (y a 23 kph en el sentido inverso). En fuera de punta las velocidades promedio en Vivaceta sur-norte y norte-sur son 28 y 31 kph respectivamente, en tanto que en la punta tarde, varían a 29 y 17 kph.

El par vial Roma-14 de La Fama es el más lento del conjunto de ejes medidos. 14 de La Fama opera a 18 kph de poniente a oriente en la mañana y Roma lo hace a 19 kph. En la fuera de punta, el sentido de tránsito lento es de oriente a poniente, con 19 kph (y 28 en el

eje inverso). Este comportamiento se replica e se intensifica en la punta tarde, con 9 kph al poniente y 23 al oriente.

## 2.5 Mediciones de demanda y tiempos de operación de paraderos

### 2.5.1 Puntos de medición

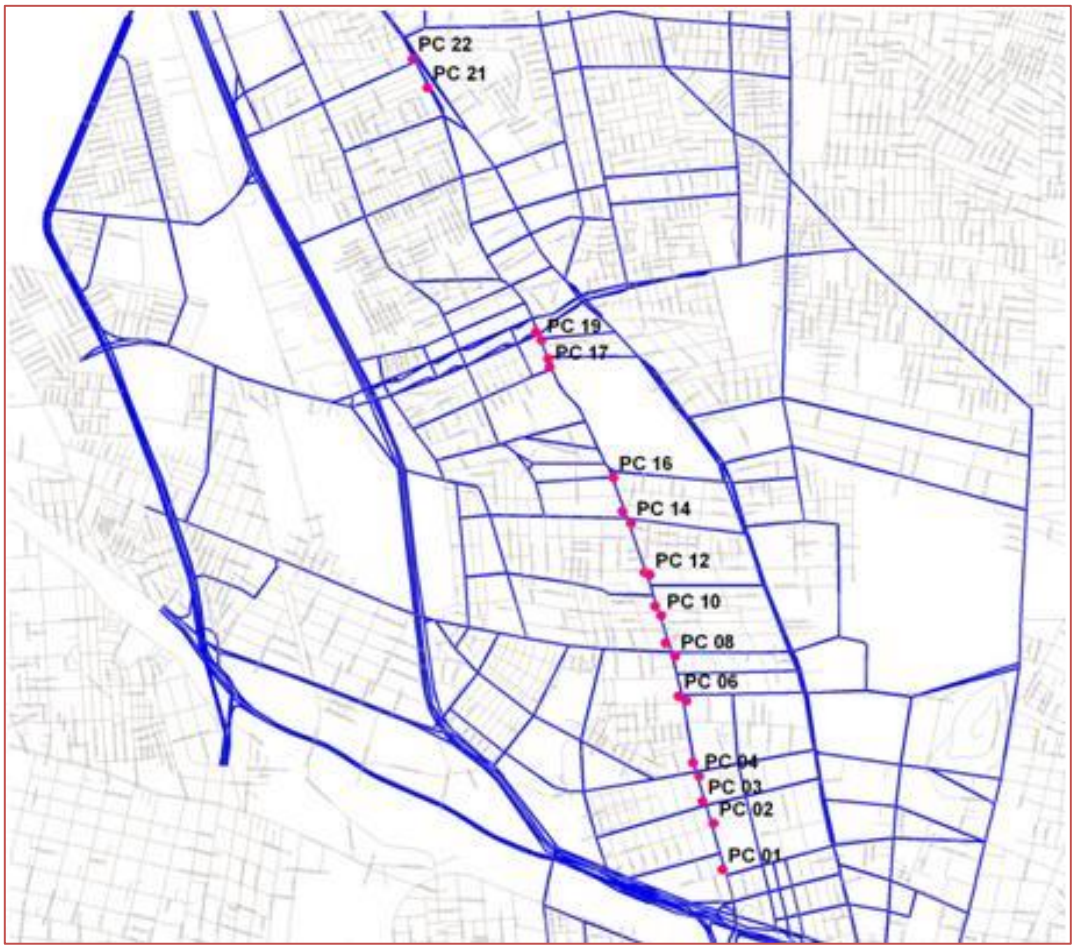
El eje Vivaceta presenta 22 paraderos, los que se detallan en el cuadro y figura siguientes.

Cuadro 2-13: Ubicación de paraderos en el eje Vivaceta

| Paradero | Calle 1 | Calle 2 | Vereda | Sentido |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vivaceta | Rivera | NP | NS |
| 2 | Vivaceta | Retiro | SO | SN |
| 3 | Vivaceta | Baldomero Flores | NP | NS |
| 4 | Vivaceta | Gamero | SO | SN |
| 5 | Vivaceta | Gamero | NP | NS |
| 6 | Vivaceta | El Molino | NP | NS |
| 7 | Vivaceta | Bezanilla | SO | SN |
| 8 | Vivaceta | Domingo Santa María | SO | SN |
| 9 | Vivaceta | Domingo Santa María | NP | NS |
| 10 | Vivaceta | Av. Central | SO | SN |
| 11 | Vivaceta | Padre Las Casas | NP | NS |
| 12 | Vivaceta | Francia | SO | SN |
| 13 | Vivaceta | Juliet | NP | NS |
| 14 | Vivaceta | Nueva de Matte | SO | SN |
| 15 | Vivaceta | Nueva de Matte | NP | NS |
| 16 | Vivaceta | Hipódromo Chile | SO | SN |
| 17 | Vivaceta | Reina María | NP | NS |
| 18 | Vivaceta | David Arellano | SO | SN |
| 19 | Vivaceta | Cañete | SO | SN |
| 20 | Vivaceta | 14 de la Fama | NP | NS |
| 21 | Vivaceta | El Comendador | SP | NS |
| 22 | Vivaceta | Zapadores | NP | NS |

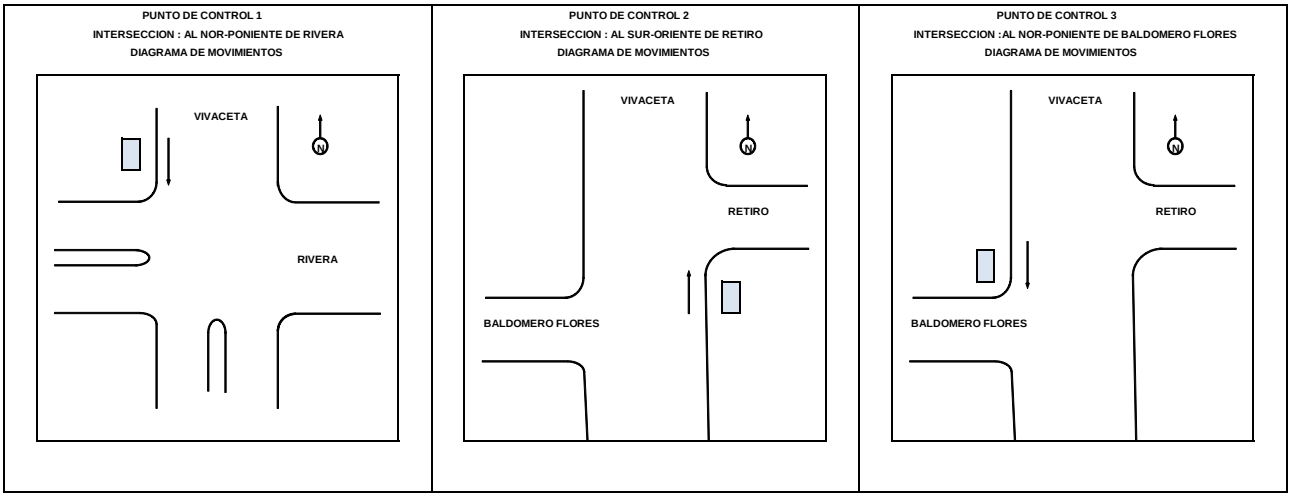
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6. Ubicación de paraderos eje Vivaceta

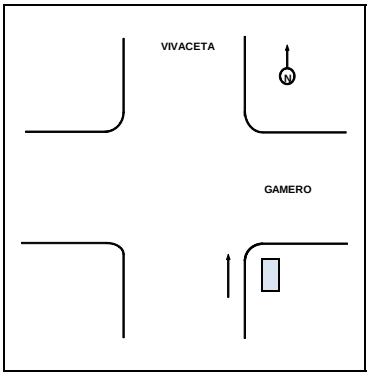



Fuente: Elaboración propia

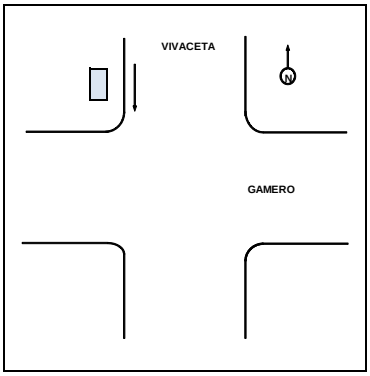
Figura 2-7: Detalle de ubicación de los paraderos



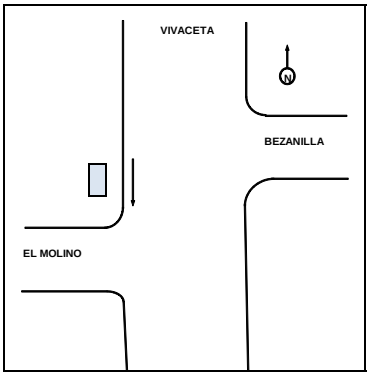
PUNTO DE CONTROL 4
INTERSECCION : AL SUR-ORIENTE DE GAMERO
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



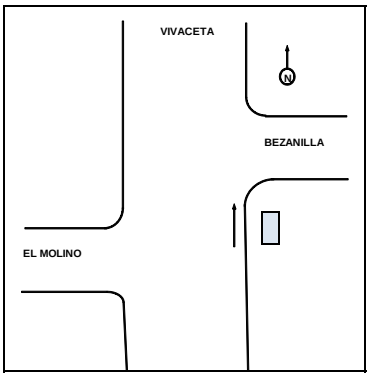

PUNTO DE CONTROL 5
INTERSECCION : AL NOR-PONIENTE DE GAMERO
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



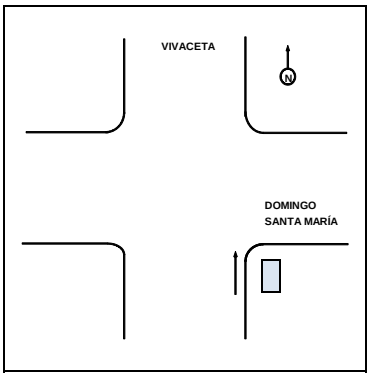

PUNTO DE CONTROL 6
INTERSECCION : AL NOR-PONIENTE DE EL MOLINO
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



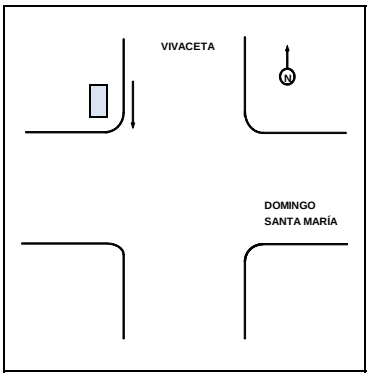

PUNTO DE CONTROL 7
INTERSECCION : AL SUR-ORIENTE DE BEZANILLA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



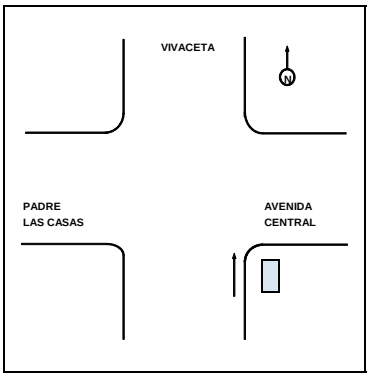

PUNTO DE CONTROL 8
INTERSECCION : AL SUR-ORIENTE DE DOMINGO SANTA MARÍA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



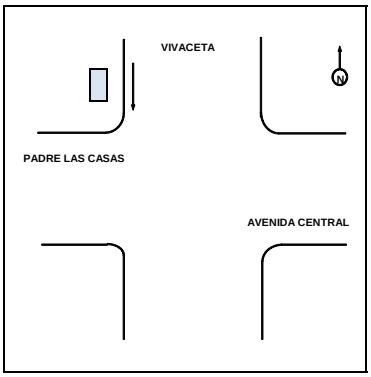

PUNTO DE CONTROL 9
INTERSECCION : AL NOR-PONIENTE DE DOMINGO SANTA MARÍA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



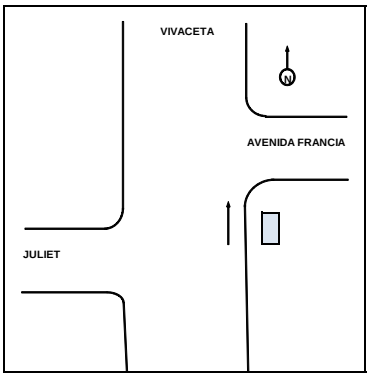

PUNTO DE CONTROL 10
INTERSECCION : AL SUR-ORIENTE DE AVENIDA CENTRAL
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



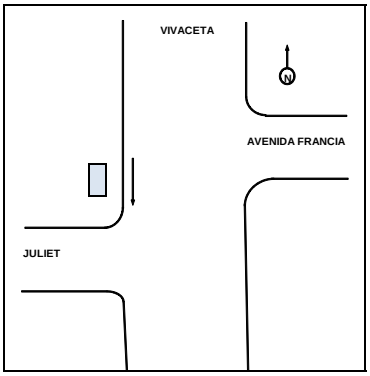

PUNTO DE CONTROL 11
INTERSECCION : AL NOR-PONIENTE DE PADRE LAS CASAS
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



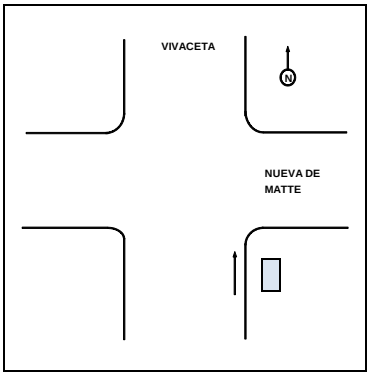

PUNTO DE CONTROL 12
INTERSECCION : AL SUR-ORIENTE DE AVENIDA FRANCIA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



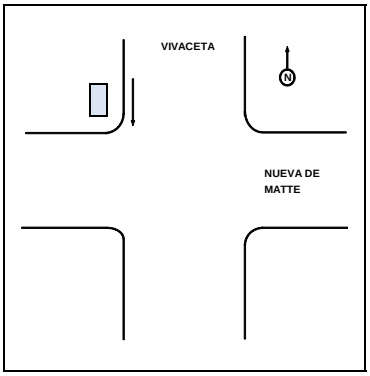
PUNTO DE CONTROL 13
INTERSECCION : AL SUR-PONIENTE DE AVENIDA FRANCIA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



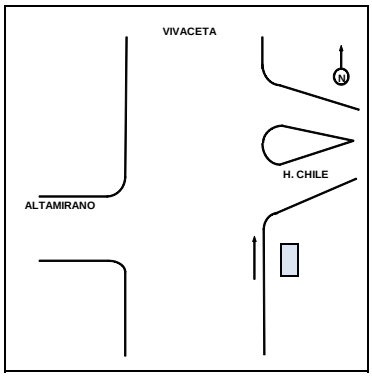

PUNTO DE CONTROL 14
INTERSECCION :AL SUR ORIENTE DE NUEVA DE MATTE
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



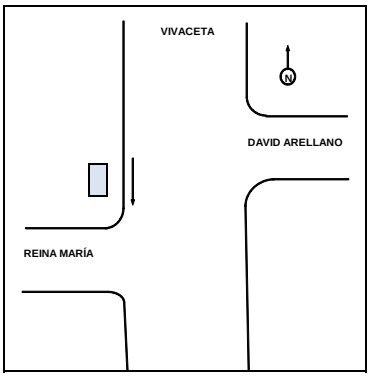

PUNTO DE CONTROL 15
INTERSECCION :AL NOR-PONIENTE DE NUEVA DE MATTE
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



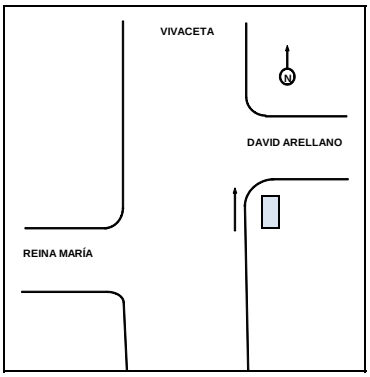

PUNTO DE CONTROL 16
INTERSECCION : AL SUR - ORIENTE DE HIPÓDROMO CHILE
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



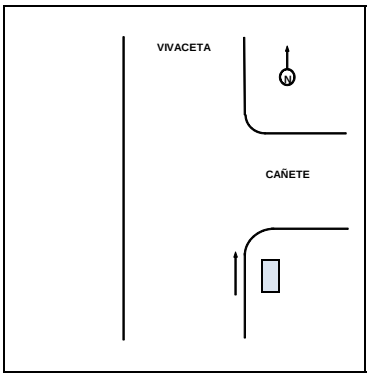

PUNTO DE CONTROL 17
INTERSECCION : AL NOR-PONIENTE DE REINA MARÍA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



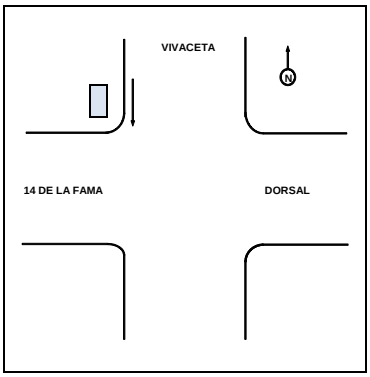

PUNTO DE CONTROL 18
INTERSECCION : AL SUR-ORIENTE DE DAVID ARELLANO
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS



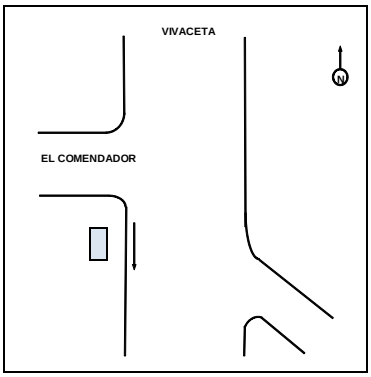

PUNTO DE CONTROL 19
INTERSECCION : AL SUR - ORIENTE DE CAÑETE
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS

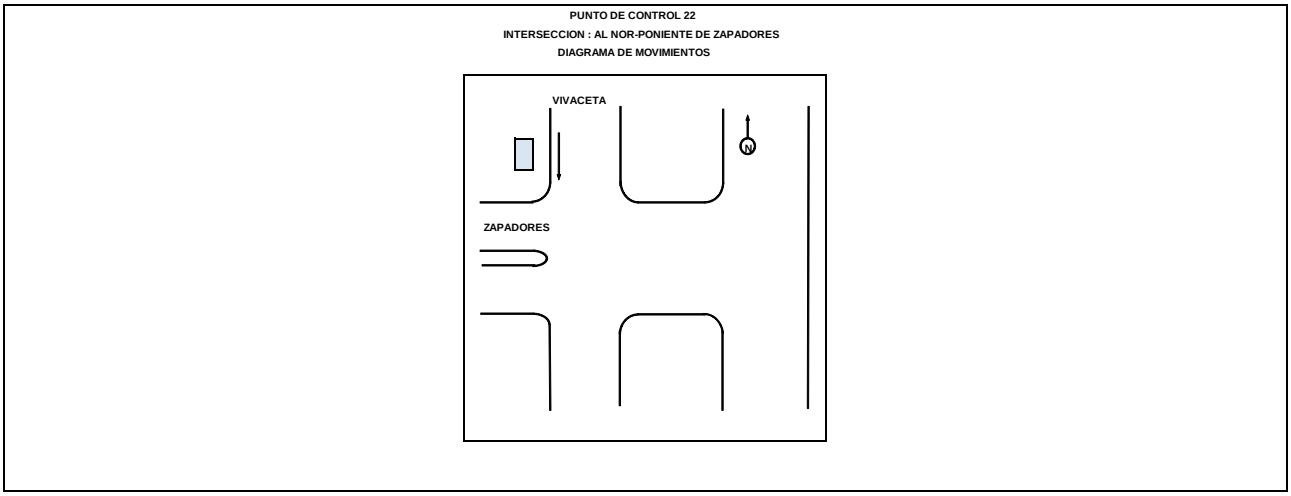



PUNTO DE CONTROL 20
INTERSECCION : AL NOR-PONIENTE DE 14 DE LA FAMA
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS




PUNTO DE CONTROL 21
INTERSECCION : AL SUR-PONIENTE DE EL COMENDADOR
DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS






Fuente: Elaboración propia

Las mediciones se desarrollaron considerando las siguientes variables:

- Número de pasajeros que suben en el paradero.
- Número de pasajeros que bajan en el paradero.
- Tiempo de estadía en el paradero, identificando el tiempo de operación (puertas abiertas) y tiempo sin operación (sin actividad de subida o bajada de pasajeros).
- Demoras debido a la operación de otros buses en el área de parada.
- Demoras debido a otros vehículos que impiden la operación del bus.

### 2.5.2 Resultados

Posterior a la digitación de los datos por punto de control (paraderos), se revisó que no hubiera inconsistencias. El resultado validado de este trabajo se entrega como base de datos en planilla Excel en Anexo 2_04 Paraderos (óptico). Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en los cuadros siguientes.

Cuadro 2-14: Total de pasajeros que suben y bajan en cada paradero

| Paradero | Calle 1 | Calle 2 | Sen-tido | Período 1 | | | Período 2 | | | Período 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Total (Bus / Per) | Pasajeros | | Total (Bus / Per) | Pasajeros | | Total (Bus / Per) | Pasajeros | |
| | | | | | Suben | Bajan | | Suben | Bajan | | Suben | Bajan |
| 1 | Vivaceta | Rivera | NS | 8 | 44 | 13 | 9 | 21 | 5 | 9 | 37 | 7 |
| 2 | Vivaceta | Retiro | SN | 9 | 5 | 9 | 9 | | 2 | 9 | | 4 |
| 3 | Vivaceta | B. Flores | NS | 6 | 7 | 2 | 7 | 3 | 1 | 9 | 5 | 4 |
| 4 | Vivaceta | Gamero | SN | 7 | 13 | 6 | 9 | 8 | 5 | 9 | 7 | 21 |
| 5 | Vivaceta | Gamero | NS | 15 | 25 | 128 | 13 | 6 | 39 | 17 | 3 | 49 |
| 6 | Vivaceta | El Molino | NS | 14 | 18 | 10 | 13 | 7 | 8 | 17 | 23 | 13 |
| 7 | Vivaceta | Bezanilla | SN | 23 | 22 | 43 | 21 | 19 | 2 | 20 | 16 | 26 |
| 8 | Vivaceta | D. Sta. María | SN | 17 | 18 | 41 | 24 | 7 | 15 | 22 | 19 | 66 |
| 9 | Vivaceta | D. Sta. María | NS | 20 | 61 | 18 | 16 | 39 | 10 | 23 | 70 | 14 |
| 10 | Vivaceta | Av. Central | SN | 21 | 7 | 28 | 22 | 5 | 10 | 22 | 14 | 51 |
| 11 | Vivaceta | P. Las Casas | NS | 23 | 46 | 16 | 19 | 19 | 10 | 21 | 25 | 25 |
| 12 | Vivaceta | Francia | SN | 21 | 8 | 74 | 19 | 7 | 15 | 21 | 25 | 31 |
| 13 | Vivaceta | Juliet | NS | 22 | 62 | 48 | 23 | 22 | 7 | 20 | 55 | 11 |
| 14 | Vivaceta | Nva. de Matte | SN | 22 | 20 | 86 | 23 | 3 | 20 | 22 | 29 | 21 |
| 15 | Vivaceta | Nva. de Matte | NS | 22 | 62 | 59 | 24 | 33 | 14 | 21 | 58 | 10 |
| 16 | Vivaceta | Hip. Chile | SN | 23 | 8 | 24 | 24 | 5 | 22 | 22 | 15 | 20 |
| 17 | Vivaceta | Reina María | NS | 7 | 31 | 16 | 7 | 9 | 1 | 5 | 11 | 3 |
| 18 | Vivaceta | David Arellano | SN | 6 | 6 | 11 | 6 | 1 | 4 | 6 | 9 | 15 |
| 19 | Vivaceta | Cañete | SN | 6 | 15 | 3 | 7 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 |
| 20 | Vivaceta | 14 de la Fama | NS | 5 | 4 | 8 | 8 | | 1 | 6 | 3 | 4 |
| 21 | Vivaceta | El Comendador | NS | 133 | 179 | 20 | 84 | 59 | 4 | 129 | 16 | 35 |
| 22 | Vivaceta | Zapadores | NS | 114 | 404 | 82 | 84 | 209 | 29 | 91 | 197 | 70 |

Fuente: Elaboración propia

Los paraderos 5, 9, 13, 15, 21 y 22 soportan sobre el 60% de las subidas y sobre 40% de las bajadas en los 3 períodos analizados; no obstante, la mayor demanda de pasajeros se produce en la punta mañana, en la cual los paraderos con mayor actividad son los número 5, 13, 15, 21 y 22. Finalmente vale mencionar que, en todos los períodos, los paraderos con mayor transferencia de pasajeros son los ubicados en el límite norte de Vivaceta (paraderos 21 y 22).

El cuadro siguiente presenta los tiempos de operación de los buses en los paraderos analizados, distinguiendo el tiempo en que los buses de cada servicio permanecen en la parada con las puertas abiertas (con subidas y bajadas de usuarios), denominado en el cuadro como “Tiempo SB”, sin las puertas abiertas (tiempos de posicionamiento o maniobras), denominado como “Tiempo sin SB” y el tiempo total de la operación (que corresponde a la suma de los anteriores):

Cuadro 2-15: Tiempos de operación en paraderos

| Paradero | Sentido | Recorrido | Período PM Promedio (seg) | | | Período FP Promedio (seg) | | | Período PT Promedio (seg) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Tiempo total | Tiempo SB | Tiempo sin SB | Tiempo total | Tiempo SB | Tiempo sin SB | Tiempo total | Tiempo SB | Tiempo sin SB |
| 1 | NS | B04 | 28.50 | 17.75 | 10.75 | 12.56 | 7.11 | 5.44 | 22.67 | 13.44 | 9.22 |
| 2 | SN | B04 | 18.44 | 11.33 | 7.11 | 2.89 | 0.89 | 2.00 | 3.56 | 1.11 | 2.44 |
| 3 | NS | B04 | 15.17 | 8.00 | 7.17 | 11.71 | 4.00 | 7.71 | 12.56 | 4.44 | 8.11 |
| 4 | SN | B04 | 18.71 | 6.14 | 12.57 | 11.33 | 5.67 | 5.67 | 16.78 | 10.00 | 6.78 |
| 5 | NS | B04 | 38.00 | 19.63 | 18.38 | 17.63 | 5.88 | 11.75 | 38.33 | 14.22 | 24.11 |
| | | B10 | 33.71 | 18.86 | 14.86 | 26.80 | 6.80 | 20.00 | 34.25 | 4.88 | 29.38 |
| 6 | NS | B04 | 44.00 | 26.50 | 17.50 | 15.75 | 11.38 | 4.38 | 43.33 | 32.22 | 11.11 |
| | | B10 | 36.33 | 20.50 | 15.83 | 30.80 | 14.40 | 16.40 | 18.63 | 5.75 | 12.88 |
| 7 | SN | B04 | 11.00 | 4.50 | 6.50 | 7.20 | 3.30 | 3.90 | 9.50 | 4.20 | 5.30 |
| | | B10 | 19.38 | 6.00 | 13.38 | 6.14 | 1.71 | 4.43 | 9.86 | 4.14 | 5.71 |
| | | B04V | 18.43 | 9.00 | 9.43 | 4.50 | 2.25 | 2.25 | 12.33 | 5.33 | 7.00 |
| 8 | SN | B04 | 45.80 | 18.00 | 27.80 | 14.60 | 3.40 | 11.20 | 19.80 | 7.00 | 12.80 |
| | | B10 | 31.20 | 18.00 | 13.20 | 11.14 | 5.14 | 6.00 | 24.29 | 9.43 | 14.86 |
| | | B04V | 32.71 | 14.00 | 18.71 | 18.57 | 2.43 | 16.14 | 31.00 | 5.40 | 25.60 |
| 9 | NS | B04 | 26.40 | 7.80 | 18.60 | 23.88 | 16.88 | 7.00 | 24.33 | 7.33 | 17.00 |
| | | B10 | 15.17 | 8.50 | 6.67 | 15.50 | 6.50 | 9.00 | 33.38 | 4.63 | 28.75 |
| | | B04V | 34.25 | 11.50 | 22.75 | 6.25 | 2.50 | 3.75 | 21.67 | 5.17 | 16.50 |
| 10 | SN | B04 | 9.50 | 4.50 | 5.00 | 4.00 | 2.13 | 1.88 | 7.09 | 3.73 | 3.36 |
| | | B10 | 6.14 | 3.00 | 3.14 | 3.71 | 0.86 | 2.86 | 8.29 | 4.57 | 3.71 |
| | | B04V | 6.50 | 3.17 | 3.33 | 1.29 | 0.57 | 0.71 | 6.75 | 3.25 | 3.50 |
| 11 | NS | B04 | 12.60 | 5.90 | 6.70 | 6.63 | 2.88 | 3.75 | 22.40 | 4.60 | 17.80 |
| | | B10 | 20.86 | 13.00 | 7.86 | 10.33 | 4.67 | 5.67 | 26.60 | 3.40 | 23.20 |
| | | B04V | 8.50 | 4.67 | 3.83 | 4.00 | 1.40 | 2.60 | 23.67 | 7.33 | 16.33 |
| 12 | SN | B04 | 12.50 | 6.88 | 5.63 | 6.67 | 2.56 | 4.11 | 17.60 | 12.00 | 5.60 |
| | | B10 | 8.29 | 3.29 | 5.00 | 4.33 | 1.67 | 2.67 | 9.50 | 4.33 | 5.17 |
| | | B04V | 10.00 | 4.83 | 5.17 | 1.75 | 1.00 | 0.75 | 9.80 | 5.20 | 4.60 |
| 13 | NS | B04 | 20.33 | 10.50 | 9.83 | 12.91 | 9.00 | 3.91 | 18.00 | 5.89 | 12.11 |
| | | B10 | 14.71 | 8.14 | 6.57 | 9.00 | 4.83 | 4.17 | 8.57 | 4.43 | 4.14 |
| | | B04V | 10.67 | 5.00 | 5.67 | 4.00 | 2.00 | 2.00 | 13.50 | 7.00 | 6.50 |
| 14 | SN | B04 | 19.56 | 7.00 | 12.56 | 9.11 | 2.56 | 6.56 | 8.10 | 3.40 | 4.70 |
| | | B10 | 8.43 | 3.00 | 5.43 | 13.29 | 8.00 | 5.29 | 11.00 | 5.33 | 5.67 |
| | | B04V | 10.33 | 5.33 | 5.00 | 8.57 | 1.57 | 7.00 | 21.83 | 5.17 | 16.67 |
| 15 | NS | B04 | 17.22 | 7.56 | 9.67 | 17.20 | 4.70 | 12.50 | 11.67 | 4.89 | 6.78 |
| | | B10 | 11.86 | 6.00 | 5.86 | 14.25 | 2.75 | 11.50 | 8.17 | 3.00 | 5.17 |
| | | B04V | 9.67 | 3.33 | 6.33 | 5.83 | 2.00 | 3.83 | 12.33 | 6.33 | 6.00 |
| 16 | SN | B04 | 20.11 | 7.33 | 12.78 | 13.80 | 6.10 | 7.70 | 11.91 | 3.55 | 8.36 |
| | | B10 | 8.29 | 5.14 | 3.14 | 10.43 | 6.14 | 4.29 | 15.00 | 4.83 | 10.17 |
| | | B04V | 10.71 | 7.57 | 3.14 | 10.00 | 6.29 | 3.71 | 29.80 | 6.00 | 23.80 |
| 17 | NS | B10 | 16.14 | 10.00 | 6.14 | 8.43 | 3.14 | 5.29 | 7.00 | 3.40 | 3.60 |
| 18 | SN | B10 | 11.67 | 7.50 | 4.17 | 5.00 | 2.17 | 2.83 | 13.00 | 8.67 | 4.33 |
| 19 | SN | B10 | 5.67 | 2.83 | 2.83 | 12.29 | 5.71 | 6.57 | 20.25 | 3.25 | 17.00 |
| 20 | NS | B10 | 6.20 | 2.80 | 3.40 | 0.88 | 0.50 | 0.38 | 6.00 | 2.83 | 3.17 |

| Paradero | Sentido | Recorrido | Período PM Promedio (seg) | | | Período FP Promedio (seg) | | | Período PT Promedio (seg) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Tiempo total | Tiempo SB | Tiempo sin SB | Tiempo total | Tiempo SB | Tiempo sin SB | Tiempo total | Tiempo SB | Tiempo sin SB |
| 21 | NS | 201 | 9.49 | 4.51 | 4.97 | 4.64 | 3.36 | 1.29 | 1.86 | 0.69 | 1.17 |
| | | 202 | 9.69 | 6.07 | 3.62 | 6.29 | 3.21 | 3.07 | 4.87 | 2.13 | 2.74 |
| | | 223 | 8.00 | 3.70 | 4.30 | 1.89 | 1.22 | 0.67 | 2.40 | 1.30 | 1.10 |
| | | 301 | | | | | | | 14.00 | 7.00 | 7.00 |
| | | 308 | 3.32 | 1.18 | 2.14 | 4.89 | 1.28 | 3.61 | 3.92 | 1.31 | 2.62 |
| | | 201E | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | 202C | 6.21 | 3.71 | 2.50 | | | | 2.40 | 1.68 | 0.72 |
| | | 201C | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | | |
| 22 | NS | 201 | 34.03 | 24.10 | 9.93 | 11.65 | 6.18 | 5.47 | 16.75 | 11.29 | 5.46 |
| | | 202 | 24.52 | 15.80 | 8.72 | 17.50 | 9.22 | 8.28 | 16.48 | 12.38 | 4.10 |
| | | 223 | 21.67 | 15.11 | 6.56 | 12.63 | 7.00 | 5.63 | 16.00 | 10.43 | 5.57 |
| | | 308 | 14.59 | 7.05 | 7.55 | 11.59 | 5.53 | 6.06 | 14.33 | 10.67 | 3.67 |
| | | 201E | 19.58 | 13.32 | 6.26 | 8.69 | 4.77 | 3.92 | 13.88 | 9.24 | 4.65 |
| | | B01 | 4.00 | 1.56 | 2.44 | 4.55 | 1.73 | 2.82 | 2.33 | 0.33 | 2.00 |

Nota: SB indica Subida y/o Bajada de pasajeros

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, los servicios de mayor actividad son 201, 201e, 202, B04 y B10 en los tres períodos.

Respecto de los tiempos de operación en paraderos, el promedio es bajo, muy pocos sobrepasan los 30 s de detención. Un dato interesante que se desprende de las mediciones realizadas es la tasa de subida y bajada en estos paraderos. Así, en punta mañana, un pasajero que sube a un bus consume 15 segundos en promedio, tiempo en el cual el bus ingresa, se detiene y sale del paradero (26 en FP y 23 en PT); en tanto que un pasajero que baja de un bus consume 17 segundos de su operación en PM (31 en FP y 20 en PT).

## 2.6 Mediciones de tasas de ocupación

### 2.6.1 Puntos de control medidos

Esta tarea consistió en medir la tasa de ocupación de vehículos, dato relevante para la obtención de los consumos de tiempo de viaje en la tarea de evaluación de alternativas preliminares y del anteproyecto. Aunque las bases solicitaban solo mediciones de tasa de ocupación para buses, el Consultor decidió medir la tasa de ocupación para todos los tipos de vehículos definidos. La toma de datos se efectuó durante el mes de Noviembre de 2012. Los puntos de control medidos y tipos de vehículos, se entregan en los cuadros y figura siguientes.

Cuadro 2-16: puntos de control de Tasa de Ocupación (TOC)

| PC | Intersección | Sentido |
|---|---|---|
| 1 | Independencia - Hipódromo Chile | Norte - Sur |
| | | Sur -Norte |
| 2 | Vivaceta - Gamero | Norte - Sur |
| | | Sur- Norte |

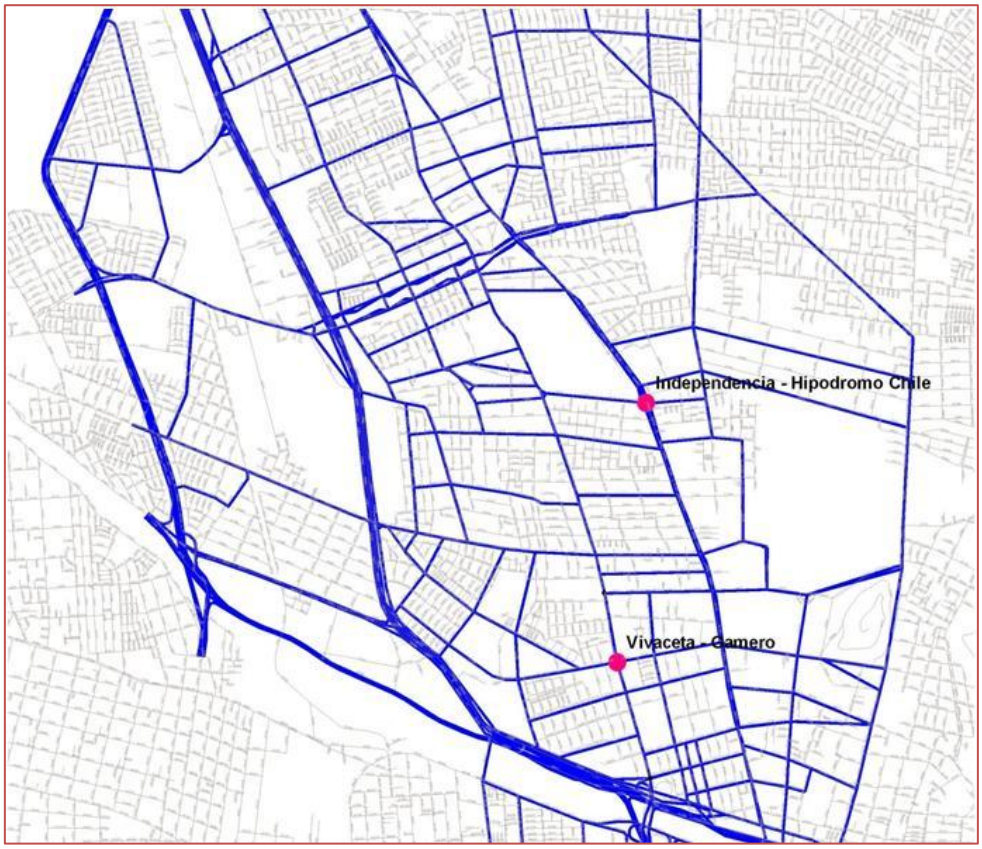
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2-17: Tipos de vehículos medidos

| Nº | Tipo de vehículo |
|---|---|
| 1 | Autos particulares |
| 2 | Taxis colectivos |
| 3 | Furgones |
| 4 | Bus articulado |
| 5 | Bus normal |
| 6 | Bus ex - amarillo |
| 7 | Taxi bus |

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8: Puntos de medición de tasa de ocupación




Fuente: Elaboración propia

### 2.6.2 Resultados

Los resultados se presentan separados por tipo de vehículo. Para los vehículos livianos la tasa de ocupación es un valor que se obtiene directamente de los datos medidos. Para el caso del transporte público, la metodología del MESPIVU propone dividir en 5 categorías la ocupación de un bus. Por lo tanto para la obtención de las tasas de ocupación de Buses, se debe contar con una estimación válida del número de pasajeros por categoría. En este caso, se utilizó los valores usados por SECTRA para los diferentes tipos de vehículos de transporte público, datos que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-18: Pasajeros por categoría para transporte público

| NIVEL | CATEGORÍA | ARTICULADO (B9) | MEDIANO (B7-A2) | TAXI BUS | EX AMARILLOS |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Menos de la mitad de los asientos ocupados | 10,0 | 7,3 | 7,2 | 10,7 |
| B | Más de la mitad de los asientos ocupados | 29,8 | 21,0 | 21,8 | 27,2 |
| C | Menos de la mitad del pasillo ocupado | 54,6 | 38,1 | 34,0 | 46,3 |
| D | Más de la mitad del pasillo ocupado | 92,1 | 54,6 | 42,3 | 67,8 |
| E | Lleno completamente | 136,1 | 68,7 | 51,5 | 82,9 |

Fuente: Información proporcionada por SECTRA

En los cuadros siguientes, se entrega los resultados por tipo de vehículo y sentido de circulación. El detalle de las mediciones se entrega en Anexo 2_05 Mediciones de TOC (óptico).

Cuadro 2-19: Tasa de ocupación vehículos livianos

| Sentido | Período | Tasa de ocupación (Pax) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AUTOS | TAXI COL | FURGÓN |
| Norte - Sur | 1 | 1,5 | 3,0 | 5,5 |
| | 2 | 1,4 | 2,6 | 1,3 |
| | 3 | 1,5 | 2,5 | 2,1 |
| Sur -Norte | 1 | 1,3 | 2,4 | 4,1 |
| | 2 | 1,4 | 2,6 | 1,7 |
| | 3 | 1,4 | 2,1 | 8,0 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2-20: Tasa de ocupación de vehículos de transporte público

| Sentido | Período | Tasa de ocupación (Pax) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | BUS ARTICULADO | BUS | TAXI BUS |
| Norte - Sur | 1 | 74,6 | 39,8 | 37,5 |
| | 2 | 37,2 | 23,0 | 31,0 |
| | 3 | 28,3 | 20,4 | 11,3 |
| Sur -Norte | 1 | 22,0 | 15,3 | 10,9 |
| | 2 | 16,2 | 13,5 | 9,0 |
| | 3 | 44,0 | 28,9 | 32,0 |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, no se obtuvo datos de tasas de ocupación de los buses “ex amarillos”, esto se debe a que prácticamente no circulan actualmente por los ejes medidos. Se puede apreciar también que las tasas medias de ocupación resultantes se encuentran significativamente por debajo de la capacidad de los buses, lo cual implica que podrían absorber incrementos de demanda sin necesidad de aumentar las frecuencias ofrecidas.

## 2.7 Mediciones de longitud de cola

### 2.7.1 Puntos de medición

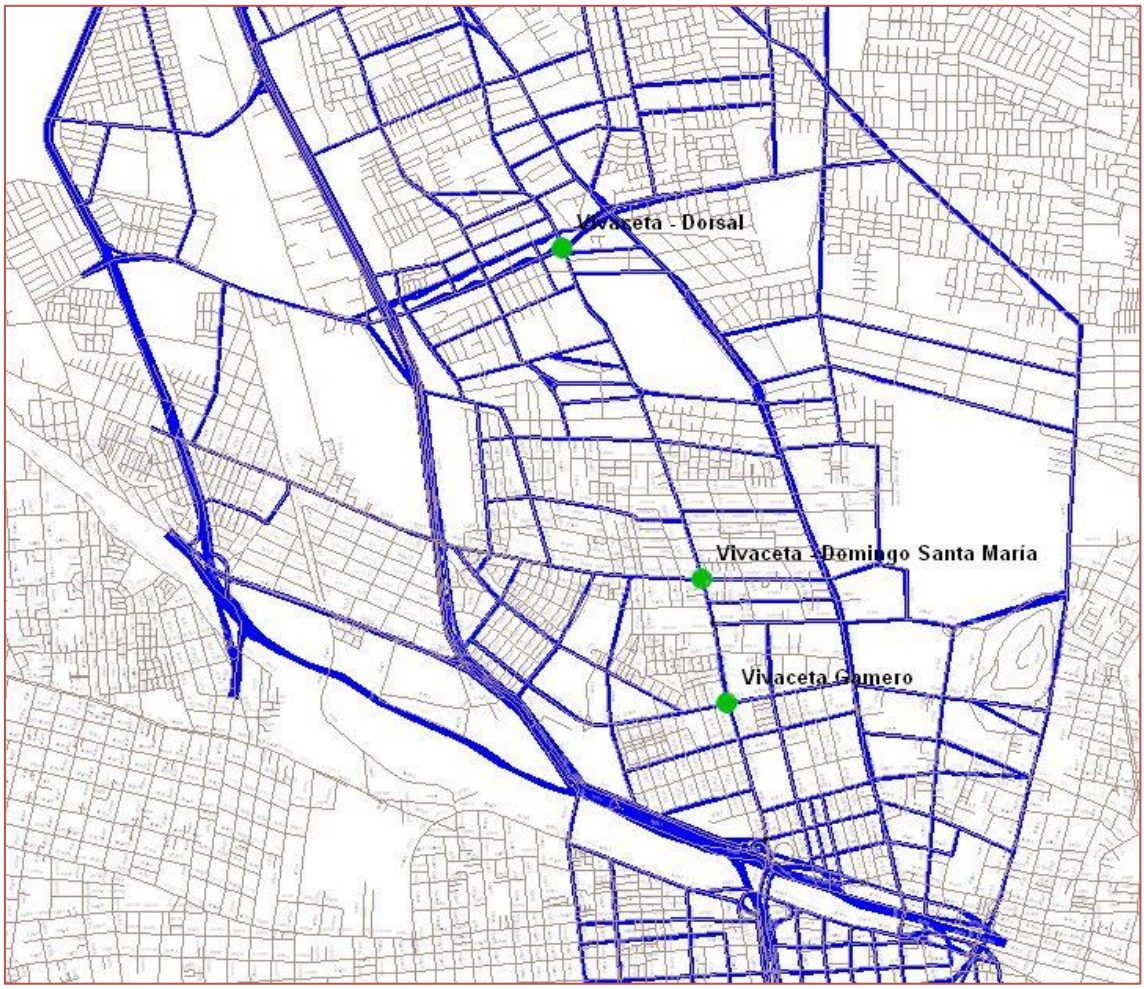
El objetivo de esta tarea es medir cola máxima, media y residual por pista en intersecciones semaforizadas, donde efectivamente se produzca cola. En el cuadro y figura siguientes se entrega los puntos de medición, sentidos, pistas y fechas en las que se desarrolló la toma de datos.

Cuadro 2-21: Puntos de control para medición de longitud de cola

| FECHA | PC | INTERSECCIÓN | SENTIDO | PISTA |
|---|---|---|---|---|
| 14 noviembre 2012 | 8 | Vivaceta - Dorsal | SUR-NORTE | 1 |
| 14 noviembre 2012 | 8 | Vivaceta - Dorsal | NORTE-SUR | 1 |
| 14 noviembre 2012 | 71 | Vivaceta - Gamero | SUR-NORTE | 1 y 2 |
| 14 noviembre 2012 | 71 | Vivaceta - Gamero | NORTE-SUR | 1 y 2 |
| 14 noviembre 2012 | 5 | Vivaceta - D. Santa María | NORTE-SUR | 1 y 2 |
| 14 noviembre 2012 | 5 | Vivaceta - D. Santa María | SUR-NORTE | 1 y 2 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9: Ubicación de puntos de medición de longitud de cola




Fuente: Elaboración propia

### 2.7.2 Resultados

El detalle de los resultados se entrega en Anexo 2_06 Medición Long cola (óptico), y un resumen con los resultados obtenidos se presenta en el cuadro siguiente, donde se presentan los resultados promedios de colas máxima y residual en vehículos equivalentes (veq).

Cuadro 2-22: Resumen medición de longitud de cola

| PC | Intersección | Sentido | Período | Pista | Datos | Longitud de cola (veq) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Máxima | Residual |
| 8 | Vivaceta - Dorsal | SUR-NORTE | 1 | 1 | 46 | 23,59 | 9,67 |
| | | | 2 | 1 | 41 | 19,95 | 4,85 |
| | | | 3 | 1 | 57 | 15,05 | 0,00 |
| | | NORTE-SUR | 1 | 1 | 51 | 23,46 | 1,35 |
| | | | 2 | 1 | 55 | 14,55 | 1,35 |
| | | | 3 | 1 | 60 | 27,87 | 4,00 |
| 71 | Vivaceta - Gamero | SUR-NORTE | 1 | 1 | 18 | 24,08 | 0,00 |
| | | | | 2 | 27 | 27,39 | 0,00 |
| | | | 2 | 1 | 13 | 19,17 | 0,00 |
| | | | | 2 | 17 | 22,66 | 0,00 |
| | | | 3 | 1 | 16 | 13,85 | 0,00 |
| | | | | 2 | 14 | 17,92 | 0,00 |
| | | NORTE-SUR | 1 | 1 | 18 | 17,33 | 0,00 |
| | | | | 2 | 12 | 15,03 | 0,00 |
| | | | 2 | 1 | 16 | 12,39 | 0,00 |
| | | | | 2 | 14 | 15,24 | 0,00 |
| | | | 3 | 1 | 14 | 14,52 | 0,00 |
| | | | | 2 | 16 | 19,30 | 0,00 |
| 5 | Vivaceta - D. Sta. María | NORTE-SUR | 1 | 1 | 30 | 27,12 | 0,00 |
| | | | | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 2 | 1 | 60 | 19,93 | 1,50 |
| | | | | 2 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | | 3 | 1 | 20 | 21,77 | 0,00 |
| | | | | 2 | 17 | 18,44 | 0,00 |
| | | SUR-NORTE | 1 | 1 | 41 | 33,80 | 0,00 |
| | | | | 2 | 4 | 24,30 | 0,00 |
| | | | 2 | 1 | 31 | 26,56 | 0,00 |
| | | | | 2 | 14 | 20,86 | 0,00 |
| | | | 3 | 1 | 12 | 19,78 | 0,00 |
| | | | | 2 | 25 | 21,85 | 0,00 |

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que el acceso norte de Vivaceta con Dorsal tiene 3 pistas (entre Roma y 14 de la Fama); no obstante, sólo se midió la pista 1 pues es la que permite una mejor continuidad del movimiento norte-sur. En este mismo cruce, pero de sur a norte, el acceso cuenta con 1 pista y media o una pista ancha, y el conteo efectivo de vehículos en cola se hizo sobre esa pista ancha.

Por último, en el caso de Vivaceta con Domingo Santa María, el acceso norte tiene 2 pistas relativamente angostas y la operación de buses en la parada del acceso no permite una definición precisa del espacio por pista. Luego, los conteos se hicieron sobre una pista de ancho mayor al típico, incluyendo vehículos que ocupaban ambas pistas del acceso.

# 3 Modelo de situación actual

## 3.1 Topografía

### 3.1.1 General

A continuación se presenta la metodología utilizada, en terreno y gabinete, para la determinación del Sistema de Transporte de Coordenadas y posteriormente el levantamiento topográfico de Av. Fermín Vivaceta.

El Datum utilizado para las mediciones y cálculo de las diferentes etapas del proyecto es el sistema Sirgas asociado al Datum WGS 84.

El sector en estudio tiene como puntos extremos Av. Santa María por el Sur y Av. Independencia por Norte, con una longitud aproximada de 5,2 km.

En DVD adjunto en el directorio 04. Topografía y catastros (óptico) se adjuntan láminas de Topografía escala 1:500.

### 3.1.2 Sistema de Transporte de Coordenadas (STC)

a) Monumentación

Previo al inicio de los trabajos topográficos, se recorrió el terreno para identificar la ubicación de los vértices de la poligonal, para posteriormente materializarla y proceder a realizar las mediciones correspondientes. En esta labor se logró identificar 12 estaciones más tres puntos Bases GPS que conforman el Sistema de Transporte de Coordenadas (STC), vinculado directamente del punto IGM, que abarcó toda la zona en estudio y que serán utilizadas en etapas posteriores del proyecto.

La monumentación de todo el STC se materializó con pernos tipo coche más una placa de acero inoxidable que permite su identificación, estos fueron empotrados con pegamento epóxico en lugares estables como soleras y veredas, lo que permite su permanencia en el tiempo.

El criterio usado en la selección de los lugares considera visibilidad, estabilidad, factibilidad en la instalación de los instrumentos y la actividad general del área. Todos los puntos fueron pintados de color amarillo y su nombre quedó grabado en los parches de color amarillo y letras negras de las amarras que fueron realizadas a puntos existentes en el entorno en donde fueron emplazados los vértices.

b) Altimetría

La cota para referenciar el proyecto altimétricamente es el punto IND1, que se ubica en el muro de la plaza existente en la intersección de las Avenidas Hipódromo Chile y Fermín Vivaceta. A partir de este punto se procedió a nivelar geométricamente de ida y regreso el punto más cercano, en este caso GFV4 y a partir de éste, todos los vértices de la poligonal incluyendo los GPS de control.

El valor de la cota del punto **IND1** es **522,031** metros.

Para los puntos de cambio se utilizaron puntos firmes y estables del terreno además de dos placas metálicas (sapos) con el fin de garantizar el éxito de la nivelación.

Las tolerancias en el error de cierre fueron de acuerdo a lo especificado en el Manual de Carreteras, es decir 10 *√ k (mm), en donde k es la longitud del circuito recorrido, expresada en km.

c) Poligonales

Para satisfacer las necesidades del proyecto se procedió a realizar dos poligonales principales, teniendo como puntos de partida para la poligonal N°1 el GFV2, cerrando en el vértice GVF3, para la poligonal N°2 el punto de inicio fue GFV4, cerrando en el GFV5, cabe destacar que estos puntos de partida fueron materializados y medidos mediante GPS geodésico en la etapa de vinculación, formando una figura principal cuya finalidad es ser la base para las poligonales secundarias. Cada uno de estos puntos fue ubicado y materializado en lugares definidos con anterioridad a la medición y que permitieron el normal desarrollo de ésta.

Para cumplir con las tolerancias establecidas se procedió a realizar las poligonales mediante GPS geodésico, en cada uno de los vértices se realizó una cesión de al menos treinta minutos logrando de esta manera fijar y minimizar los errores asociados a este tipo de medición.

La información se entrega en Anexo 03. Topografía y catastros/3_02 Poligonales (óptico) que se adjunta al presente informe en donde se muestra las dos poligonales realizadas con sus respectivos cálculos, más las tolerancias admisibles en donde los resultados obtenidos muestran que se supera ampliamente las tolerancias para el respectivo estudio.

### 3.1.3 Levantamiento

Para el levantamiento de la zona en estudio se procedió a realizar las mediciones a partir de los vértices de las poligonales materializadas con anterioridad y cuya finalidad es la de ser las bases de apoyo para las diferentes etapas de medición del proyecto. El control altimétrico se realizó determinando el desnivel trigonométrico tanto de ida como de vuelta logrando de esta manera el promedio de éstos.

Para lograr la representación fiel de la zona en estudio se procedió a realizar dos tipos de levantamiento:

a) Levantamiento Geométrico

Corresponde a la toma de puntos de detalle que definen la geometría del modelo de la situación actual tanto planimétrica como altimétricamente. En lo básico, la toma de datos consta de mediciones de alineamientos tales como líneas de soleras, líneas de edificación, líneas de ejes, líneas de cierro, líneas de ductos u otras que puedan ser definidas como tales. El resultado de esta actividad se encuentra en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto.

b) Levantamiento Catastral

En esta etapa se miden todos los elementos restantes como árboles, postes, tirantes, basureros, límites de propiedad, etc.

También se determinó una faja de puntos de relleno cuando fue necesario, que permitieron modelar la superficie y lograr la representación fidedigna de la zona en estudio. El resultado de esta actividad se encuentra en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto.

El levantamiento específico de señalización de tránsito se encuentra en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto el Anexo 3_03 Catastro Operacional (Señales Tránsito). Este catastro se ha realizado sobre la base topográfica del presente estudio y constituye una mejora respecto de lo presentado en la Etapa 1, donde este catastro se montó sobre la base cartográfica referencial facilitada por el mandante.

c) Monografías

En el directorio 04. Topografía y catastros en el Anexo 3_04 Monografías STC (óptico) se encuentra las monografías de cada una de los vértices que conforman el STC. En ella se describe la ubicación del punto y se ilustra con fotografía digital el punto materializado y el área de entorno.

d) Proceso de Dibujo

El proceso de dibujo se realizó en forma automatizada desde la toma de puntos en terreno hasta la creación del dibujo final. Para ello se utilizó el software llamado Geodimeter Software Tool 2.0, el cual permite bajar la información capturada en terreno para luego llevarla a un formato ASCII compuesto por columnas que indican: número de punto, coordenada norte, coordenada este, cota y descripción. Luego, esta planilla con formato ASCII es importada al Software Land Development que es compatible con los descriptores usados en la toma de punto, generando una malla de puntos “cogos” que una vez unidos se convierten en el producto final (plano topográfico). Una vez unidos los

puntos con los layers correspondientes, se procede a generar una malla de triangulación con sus respectivos faults que permiten generar una frontera que separa los diferentes elementos a modelar a través de las curvas de nivel. El resultado de esta actividad se encuentra en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto.

### 3.1.4 Vinculación de Coordenadas Al Sistema WGS 84

Como fue solicitado en las bases del estudio, el sistema de transporte de coordenadas (STC) debía ser ligado al sistema de coordenadas UTM en el Datum WGS 84. Para ello se procedió a encontrar el vértice más cercano que cumpliera con estos requerimientos, a partir de esto, el punto obtenido fue HUE2.

El sistema de transporte de coordenadas tiene su origen en el punto denominado HUE2 perteneciente a la red Geodésica IGM. Desde este punto se realizaron mediciones directas, determinando vectores independientes, formando una figura cerrada que permite ser ajustada para materializar el sistema de transporte de coordenadas para las zonas en estudio. El punto de vinculación se encuentra ubicado en el bandejón central de la esquina de la Av. Recoleta y la calle Carlos Aguirre y sus coordenadas son las siguientes:

| | |
|---|---|
| | N = 6305630,015 |
| HUE-2 | E = 347606,627 |
| | Altitud = 539,000 |



a) Equipos Utilizados

Para el desarrollo de las mediciones se utilizaron dos (2) equipos GPS de doble frecuencia modelo 5700, de Trimble Navigation. Algunas características de estos equipos se detallan a continuación:

Sistema 5700: Receptor GPS de 12 canales, L2 código C/A, ciclo completo L1 WASS/EGNOS. Posee 64MB que permite almacenar más de 1700 horas de registro continuo L1 a 15 segundos con 6 satélites.

Precisiones Nominales: Horizontal: ±5 mm + 0.5 ppm (RMS), Vertical: ±5 mm + 1 ppm (x Long Línea Base) RMS

b) Procesamiento de las Líneas Bases

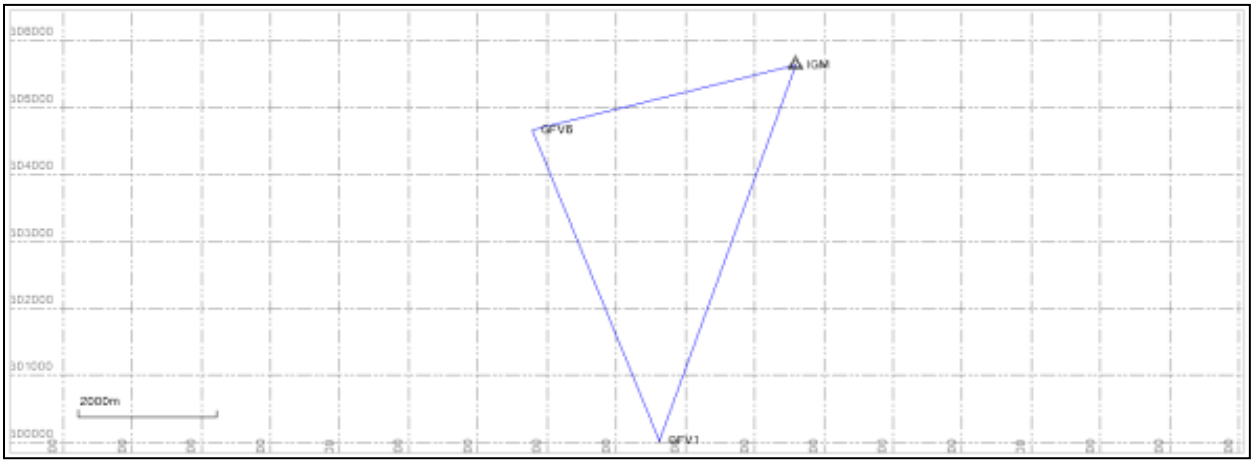
Las mediciones GPS fueron analizadas y procesadas en forma diferencial mediante software Trimble Busine Center Versión 2.6, el cual realiza la aplicación de correcciones diferenciales con indicaciones estadísticas sobre precisión y confiabilidad de los resultados. La siguiente tabla presenta un resumen con los resultados de las mediciones.

Cuadro 3-1: Cierre Vinculación GPS

| Resultados de Cierre de Ciclo GNSS - Resumen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tramos en el módulo: | 3 | | | | |
| Número de módulos | 1 | | | | |
| Número pasado | 1 | | | | |
| Número Fallidos | 0 | | | | |
| | Longitud (metro) | ΔΔ3D (metro) | ΔHoriz (metro) | ΔVert (metro) | PPM |
| Criterios pase/error | | | | | 1 |
| Mejor | | 0.010 | 0.009 | 0.005 | 0.682 |
| Peor | | 0.010 | 0.009 | 0.005 | 0.682 |
| Módulo medio | 14901,801 | 0.010 | 0.009 | 0.005 | 0.682 |
| Error típico | 0.000 | 0.010 | 0.009 | 0.005 | 0.682 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1: Vinculación Red GPS




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-2: Resumen Procesamiento Línea Base

| Observación | De | A | Tipo de solución | Prec. H. (Metro) | Prec. V. (Metro) |
|---|---|---|---|---|---|
| GFV1 --- IGM (B4) | IGM | GFV1 | Fija | 0,020 | 0,024 |
| GFV6 --- GFV1 (B8) | GFV6 | GFV1 | Fija | 0,011 | 0,038 |
| GFV6 --- IGM (B10) | IGM | GFV6 | Fija | 0,019 | 0,021 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-3: Factor Escala del Proyecto

| Configuración Ajuste Local | | | |
|---|---|---|---|
| Latitud del proyecto: | S33°25'41,46096" | Factor de escala del terreno | 1,00019593781324 |
| Longitud del proyecto: | O70°39'37,74910" | D.eje falso norte: | 0,000 m |
| Altura del proyecto: | 573,147m | D.eje falso este: | 0,000 m |

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5 Coordenadas

En base al cálculo de las respectivas líneas base, fueron determinadas y ajustadas las coordenadas UTM en el datum WGS84.

Para la red materializada en el sector de trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 3-4: Coordenadas Geodésicas Vinculación GPS

| ID | Latitud (Global) | Longitud (Global) | Altura (Global) |
|---|---|---|---|
| GFV1 | S33°25'41,46097" | O70°39'37,74911" | 573,146 |
| GFV6 | S33°23'09,63840" | O70°40'46,16811" | 530,994 |
| IGM | S33°22'40,07979" | O70°38'17,78447" | 539,000 |

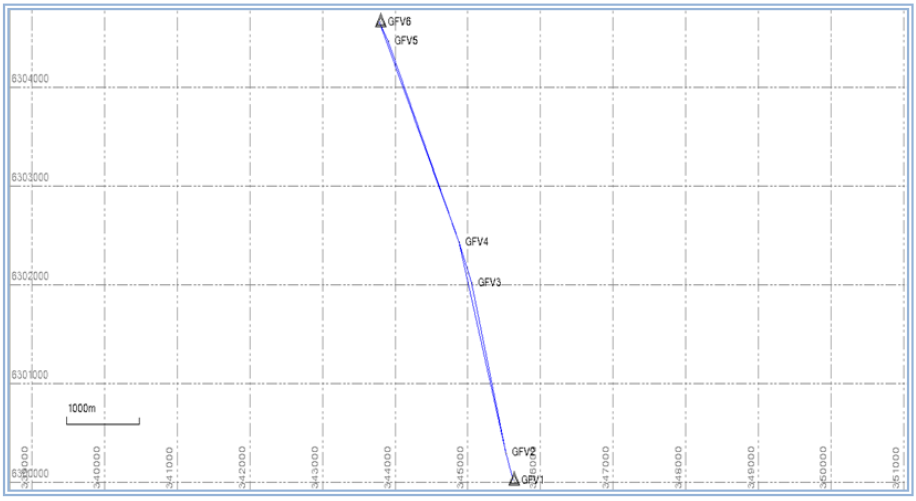
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-5: Coordenadas UTM Vinculación GPS

| ID | Este | Norte | Elevación |
|---|---|---|---|
| GFV1 | 345629,347 | 6300010,448 | 546,368 |
| GFV6 | 343786,786 | 6304658,466 | 504,261 |
| IGM | 347606,627 | 6305630,015 | 511,979 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2: Esquema Poligonal Líneas Bases GPS




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-6: Cierre Poligonal Líneas Bases

| Punto | Norte | Este | Cota | Observación |
|---|---|---|---|---|
| GFV6 | 6304658,466 | 343786,786 | 504,261 | Coordenada de Control |
| GFV6 | 6688418,258 | 286920,690 | 504,463 | Coordenada de Llegada |
| Errores | | | | Precisión |
| Error Norte | 0,002 | Em2 | | 1 |
| Error Este | 0,008 | 0,0082 | | 627562 |
| Distancia Total | 5020,499 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-7: Resumen Procesamiento Líneas Bases

| Observación | De | A | Tipo de solución | Prec. H (Metro) | Prec. V. (Metro) | Dist. Elip (Metro) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GFV6 --- GFV4 (B6) | GFV6 | GFV4 | Fija | 0,008 | 0,042 | 2484,827 |
| GFV6 --- GFV5 (B7) | GFV6 | GFV5 | Fija | 0,003 | 0,005 | 228,737 |
| GFV4 --- GFV2 (B2) | GFV4 | GFV2 | Fija | 0,010 | 0,014 | 2236,008 |
| GFV4 --- GFV3 (B3) | GFV4 | GFV3 | Fija | 0,009 | 0,011 | 449,406 |
| GFV4 --- GFV5 (B1) | GFV4 | GFV5 | Fija | 0,009 | 0,018 | 2257,308 |
| GFV1 --- GFV2 (B8) | GFV1 | GFV2 | Fija | 0,004 | 0,010 | 295,470 |
| GFV2 --- GFV3 (B4) | GFV2 | GFV3 | Fija | 0,013 | 0,018 | 1789,578 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-8: Coordenadas Geodésicas Líneas Bases GPS

| ID | Latitud (Global) | Longitud (Global) | Altura (Global) (Metro) |
|---|---|---|---|
| GFV1 | S33°25'41,46096" | O70°39'37,74910" | 573,147 |
| GFV2 | S33°25'32,38833" | O70°39'41,45621" | 570,891 |
| GFV3 | S33°24'36,12924" | O70°39'58,69367" | 552,899 |
| GFV4 | S33°24'22,58413" | O70°40'05,14870" | 548,040 |
| GFV5 | S33°23'16,00973" | O70°40'41,62455" | 531,609 |
| GFV6 | S33°23'09,63839" | O70°40'46,16811" | 531,151 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-9: Coordenadas UTM Líneas Bases GPS

| ID | Este (Metro) | Norte (Metro) | Elevación (Metro) |
|---|---|---|---|
| GFV1 | 345629,347 | 6300010,448 | 546,368 |
| GFV2 | 345529,138 | 6300288,371 | 544,115 |
| GFV3 | 345056,168 | 6302014,123 | 526,128 |
| GFV4 | 344882,729 | 6302428,663 | 521,274 |
| GFV5 | 343907,354 | 6304464,112 | 504,871 |
| GFV6 | 343786,786 | 6304658,466 | 504,418 |

Fuente: Elaboración propia

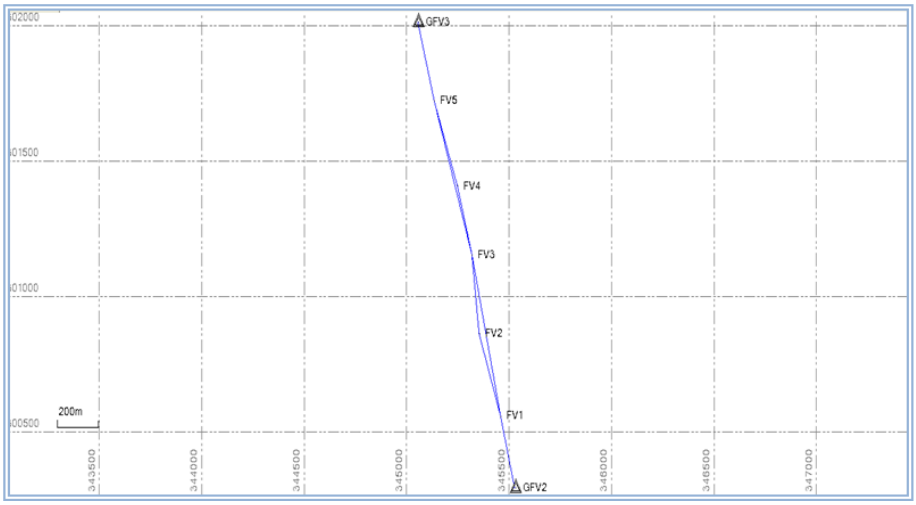
Cuadro 3-10: Coordenadas Topográfica Líneas Bases GPS

| ID | Este (Metro) | Norte (Metro) | Elevación (Metro) |
|---|---|---|---|
| GFV1 | 345629,347 | 6300010,448 | 546,368 |
| GFV2 | 345529,138 | 6300288,426 | 544,115 |
| GFV3 | 345056,056 | 6302014,516 | 526,128 |
| GFV4 | 344882,582 | 6302429,136 | 521,274 |
| GFV5 | 343907,017 | 6304464,985 | 504,871 |
| GFV6 | 343786,425 | 6304659,377 | 504,418 |

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.6 Poligonal N°1

Figura 3-3: Esquema poligonal Nº1




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-11: Cierre Poligonal Nº1

| Punto | Norte | Este | Cota | Observación |
|---|---|---|---|---|
| GFV3 | 6302014,123 | 345056,168 | 525,678 | Coordenada de Control |
| GFV3 | 6302014,126 | 345056,208 | 525,781 | Coordenada de Llegada |
| Errores | | | | Precisión |
| Error Norte | 0,003 | Em2 | | 1 |
| Error Este | 0,004 | 0,040 | | 44863 |
| Distancia Total | 1794,510 | | | |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al resultado obtenido se concluye que el Sistema de Transporte de Coordenadas está bien realizado ya que la escala de precisión cumple con la tolerancia para este tipo de trabajo.

Cuadro 3-12: Resumen Procesamiento Líneas Bases

| Observación | De | A | Tipo de solución | Prec. H (Metro) | Prec. V. (Metro) | Dist. Elip (Metro) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FV2 --- FV3 (B2) | FV2 | FV3 | Fija | 0,029 | 0,060 | 293,030 |
| FV3 --- FV4 (B7) | FV3 | FV4 | Fija | 0,012 | 0,016 | 264,528 |
| FV1 --- FV2 (B1) | FV1 | FV2 | Fija | 0,006 | 0,011 | 323,654 |
| FV5 --- FV4 (B5) | FV4 | FV5 | Fija | 0,008 | 0,008 | 334,976 |
| FV1 --- GFV2 (B8) | FV1 | GFV2 | Fija | 0,003 | 0,007 | 275,400 |
| FV1 --- FV3 (B3) | FV1 | FV3 | Fija | 0,010 | 0,016 | 613,204 |
| FV5 --- GFV3 (B4) | FV5 | GFV3 | Fija | 0,004 | 0,006 | 302,922 |
| FV5 --- FV3 (B6) | FV5 | FV3 | Fija | 0,017 | 0,031 | 599,136 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-13: Coordenadas Geodésicas Poligonal Nº1

| ID | Latitud (Global) | Longitud (Global) | Altura (Global) |
|---|---|---|---|
| FV1 | S33°25’23,69803” | O70°39’43,95365” | 568,479 |
| FV2 | S33°25’13,71053” | O70°39’47,83842” | 564,898 |
| FV3 | S33°25’04,24829” | O70°39’48,99104” | 562,017 |
| FV4 | S33°24’55,94466” | O70°39’51,59567” | 559,029 |
| FV5 | S33°24’45,65256” | O70°39’55,77700” | 555,260 |
| GFV2 | S33°25’32,38834” | O70°39’41,45620” | 570,430 |
| GFV3 | S33°24’36,12924” | O70°39’58,69367” | 552,449 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-14: Coordenadas UTM Poligonal Nº1

| ID | Este (Metro) | Norte (Metro) | Elevación (Metro) |
|---|---|---|---|
| FV1 | 345460,355 | 6300555,017 | 541,704 |
| FV2 | 345355,097 | 6300861,044 | 538,125 |
| FV3 | 345320,664 | 6301152,021 | 535,242 |
| FV4 | 345249,293 | 6301406,710 | 532,255 |
| FV5 | 345136,209 | 6301721,996 | 528,488 |
| GFV2 | 345529,138 | 6300288,371 | 543,654 |
| GFV3 | 345056,168 | 6302014,123 | 525,678 |

Fuente: Elaboración propia

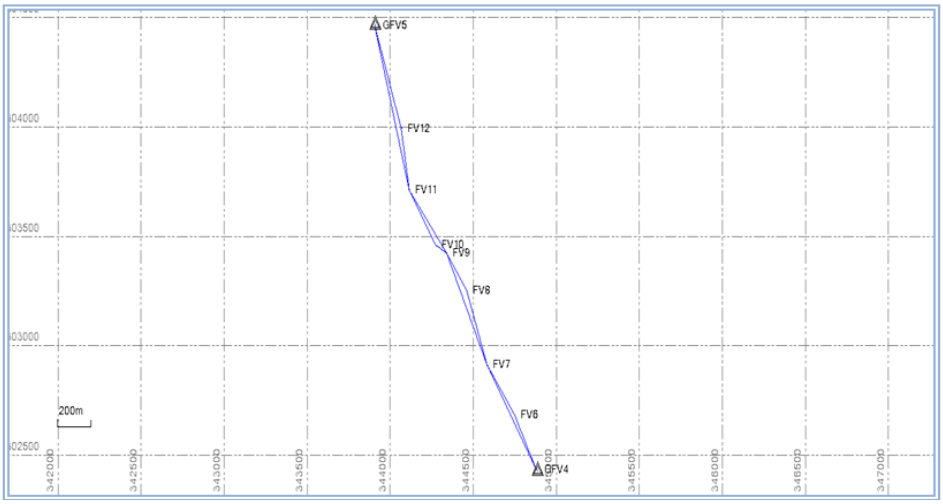
Cuadro 3-15: Coordenadas Topográfica Poligonal Nº1

| ID | Este (Metro) | Norte (Metro) | Cota |
|---|---|---|---|
| FV1 | 345460,322 | 6300555,123 | 541,685 |
| FV2 | 345355,043 | 6300861,211 | 538,116 |
| FV3 | 345320,603 | 6301152,245 | 535,231 |
| FV4 | 345249,218 | 6301406,984 | 532,246 |
| FV5 | 345136,113 | 6301722,331 | 528,474 |
| GFV2 | 345529,118 | 6300288,425 | 543,654 |
| GFV3 | 345056,056 | 6302014,516 | 525,678 |

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.7 Poligonal Nº2

Figura 3-4: Esquema poligonal Nº2




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-16: Cierre Poligonal Nº2

| Punto | Norte | Este | Cota | Observación |
|---|---|---|---|---|
| GFV5 | 6304464,112 | 343907,354 | 504,367 | Coordenada de Control |
| GFV5 | 6304464,108 | 343907,374 | 504,299 | Coordenada de Llegada |
| Errores | | | | Precisión |
| Error Norte | 0,004 | Em2 | | 1 |
| Error Este | 0,02 | 0,040 | | 44863 |
| Distancia Total | 1794,510 | | | |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al resultado obtenido se concluye que el Sistema de Transporte de Coordenadas está bien realizado ya que la escala de precisión cumple con la tolerancia para este tipo de trabajo.

Cuadro 3-17: Resumen Procesamiento Líneas Bases

| Observación | De | A | Tipo de solución | Prec. H (Metro) | Prec. V. (Metro) | Dist. Elip (Metro) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FV11 --- FV12 (B8) | FV11 | FV12 | Fija | 0,009 | 0,028 | 286,095 |
| FV11 --- FV10 (B7) | FV11 | FV10 | Fija | 0,006 | 0,006 | 294,968 |
| FV9 --- FV11 (B5) | FV11 | 1FV9 | Fija | 0,006 | 0,009 | 366,084 |
| GFV5 --- FV12 (B1) | FV12 | GFV5 | Fija | 0,002 | 0,005 | 499,079 |
| FV9 --- GFV8 (B2) | FV9 | FV8 | Fija | 0,003 | 0,004 | 209,047 |
| FV9 --- FV10 (B3) | FV9 | FV10 | Fija | 0,006 | 0,004 | 78,502 |
| FV9 --- FV7 (B9) | FV9 | FV7 | Fija | 0,006 | 0,006 | 565,345 |
| FV11 --- GFV5 (B6) | FV11 | GFV5 | Fija | 0,006 | 0,010 | 782,931 |
| FV7 --- FV8 (B10) | FV8 | FV7 | Fija | 0,004 | 0,005 | 361,063 |
| GFV4 --- FV7 (B13) | GFV4 | FV7 | Fija | 0,015 | 0,019 | 567,004 |
| FV6 --- FV7 (B11) | FV7 | FV6 | Fija | 0,007 | 0,008 | 283,322 |
| GFV4 --- FV6 (B12) | GFV4 | FV6 | Fija | 0,016 | 0,015 | 285,200 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-18: Coordenadas Geodésicas Poligonal Nº2

| ID | Latitud (Global) | Longitud (Global) | Altura (Global) |
|---|---|---|---|
| FV1 | S33°25'23,69803" | O70°39'43,95365" | 568,479 |
| FV2 | S33°25'13,71053" | O70°39'47,83842" | 564,898 |
| FV3 | S33°25'04,24829" | O70°39'48,99104" | 562,017 |
| FV4 | S33°24'55,94466" | O70°39'51,59567" | 559,029 |
| FV5 | S33°24'45,65256" | O70°39'55,77700" | 555,260 |
| GFV2 | S33°25'32,38834" | O70°39'41,45620" | 570,430 |
| GFV3 | S33°24'36,12924" | O70°39'58,69367" | 552,449 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-19: Coordenadas UTM Poligonal Nº2

| ID | Este (Metro) | Norte (Metro) | Elevación (Metro) |
|---|---|---|---|
| FV6 | 344750,632 | 6302681,373 | 517,855 |
| FV7 | 344584,534 | 6302910,867 | 515,703 |
| FV8 | 344462,059 | 6303250,492 | 512,761 |
| FV9 | 344341,462 | 6303421,223 | 510,700 |
| FV10 | 344273,292 | 6303460,116 | 509,388 |
| FV11 | 344115,914 | 6303709,546 | 508,897 |
| FV12 | 344067,559 | 6303991,494 | 507,120 |
| GFV4 | 344882,729 | 6302428,663 | 520,784 |
| GFV5 | 343907,354 | 6304464,112 | 504,367 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3-20: Coordenadas Topográficas Poligonal Nº2

| ID | Norte (Metro) | Este (Metro) | Cota |
|---|---|---|---|
| FV6 | 6302681,896 | 344750,459 | 517,828 |
| FV7 | 6302911,436 | 344584,329 | 515,675 |
| FV8 | 6303251,126 | 344461,830 | 512,790 |
| FV9 | 6303421,891 | 344341,210 | 510,702 |
| FV10 | 6303460,792 | 344273,026 | 509,396 |
| FV11 | 6303710,271 | 344115,617 | 508,841 |
| FV12 | 6303992,274 | 344067,253 | 507,117 |
| GFV4 | 6302429,137 | 344882,583 | 520,784 |
| GFV5 | 6304464,985 | 343907,017 | 504,367 |

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.8 Cierre de Nivelación

El cuadro siguiente muestra el cierre de la nivelación generada en los trabajos de topografía descritos:

Cuadro 3-21: Resumen de Nivelación Cerrada de PRs

| Monolito | Sumatoria Ida Atrás | Sumatoria Ida Adelante | Sumatoria Regreso Atrás | Sumatoria Regreso Adelante | Desnivel Ida | Desnivel Regreso | error (mm) | Desnivel Comp. | Cotas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IND1 | | | | | | | | | 522.031 |
| GFV4 | 0,731 | 1,978 | 1,948 | 0,701 | -1,247 | 1,247 | 0 | -1,247 | 520,784 |
| GFV4 | | | | | | | | | 520,784 |
| GFV3 | 10,229 | 5,333 | 6,947 | 11,838 | 4,896 | -4,891 | 5 | 4,894 | 525,678 |
| GFV3 | | | | | | | | | 525,678 |
| FV5 | 5,932 | 3,134 | 5,242 | 8,035 | 2,798 | -2,793 | 5 | 2,796 | 528,474 |
| FV5 | | | | | | | | | 528,474 |
| FV4 | 8,069 | 4,294 | 5,732 | 9,501 | 3,775 | -3,769 | 6 | 3,772 | 532,246 |
| FV4 | | | | | | | | | 532,246 |
| FV3 | 7,604 | 4,618 | 4,106 | 7,090 | 2,986 | -2,984 | 2 | 2,985 | 535,231 |
| FV3 | | | | | | | | | 535,231 |
| FV2 | 7,571 | 4,688 | 5,072 | 7,958 | 2,883 | -2,886 | -3 | 2,885 | 538,116 |
| FV2 | | | | | | | | | 538,116 |
| FV1 | 9,854 | 6,283 | 4,183 | 7,750 | 3,571 | -3,567 | 4 | 3,569 | 541,685 |
| FV1 | | | | | | | | | 541,685 |
| GFV2 | 7,248 | 5,278 | 3,577 | 5,545 | 1,970 | -1,968 | 2 | 1,969 | 543,654 |
| GFV2 | | | | | | | | | 543,654 |
| GFV1 | 7,433 | 5,048 | 5,126 | 7,516 | 2,385 | -2,390 | -5 | 2,388 | 546,042 |
| GFV4 | | | | | | | | | 520,784 |
| FV6 | 4,604 | 7,557 | 7,454 | 4,496 | -2,953 | 2,958 | 5 | -2,956 | 517,828 |
| FV6 | | | | | | | | | 517,828 |
| FV7 | 5,212 | 7,365 | 7,293 | 5,141 | -2,153 | 2,152 | -1 | -2,153 | 515,675 |
| FV7 | | | | | | | | | 515,675 |
| FV8 | 6,543 | 9,430 | 9,430 | 6,547 | -2,887 | 2,883 | -4 | -2,885 | 512,790 |
| FV8 | | | | | | | | | 512,790 |
| FV9 | 2,714 | 4,802 | 5,664 | 3,577 | -2,088 | 2,087 | -1 | -2,088 | 510,702 |
| FV9 | | | | | | | | | 510,702 |
| FV10 | 0,582 | 1,889 | 1,881 | 0,576 | -1,307 | 1,305 | -2 | -1,306 | 509,396 |
| FV10 | | | | | | | | | 509,396 |
| FV11 | 6,015 | 6,570 | 6,539 | 5,984 | -0,555 | 0,555 | 0 | -0,555 | 508,841 |
| FV11 | | | | | | | | | 508,841 |
| FV12 | 3,834 | 5,555 | 6,928 | 5,202 | -1,721 | 1,726 | 5 | -1,724 | 507,117 |
| FV12 | | | | | | | | | 507,117 |
| GFV5 | 8,238 | 10,987 | 12,282 | 9,531 | -2,749 | 2,751 | 2 | -2,750 | 504,367 |
| GFV5 | | | | | | | | | 504,367 |
| GFV6 | 4,206 | 4,664 | 6,387 | 5,929 | -0,458 | 0,458 | 0 | -0,458 | 503,909 |

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.9 Unificación de topografías - Sector Independencia

El levantamiento topográfico solicitado en las bases del estudio no incluyó 200 metros de su extremo norte (entre Zapadores y Diego Silva Henriquez), debido a una distinta interpretación de los límites definidos en las Bases de Licitación. Para resolver esta situación se recurrió a información generada en el estudio Habilitación Corredor de Transporte Público Avda. Independencia, Año 2009 (Sectra- ICR Consultores), que contaba con un levantamiento topográfico reciente.

En términos prácticos, para la unificación de las topografías se adoptó el siguiente procedimiento:

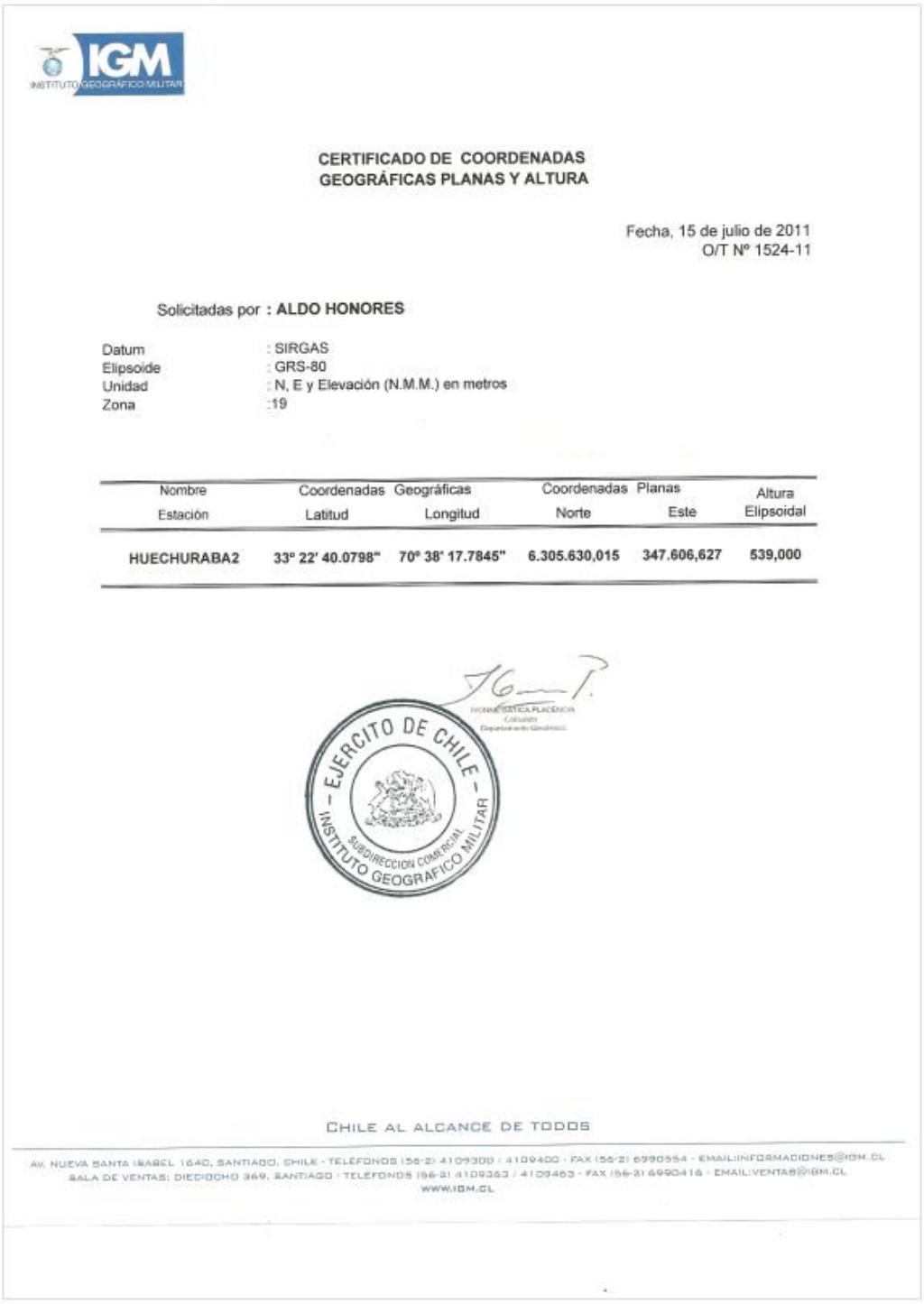
- Se identificaron dos puntos de la topografía antigua pertenecientes al Sistema de Transporte de Coordenadas de Independencia, específicamente los vértices de la poligonal principal IN-12 e IN-11, una vez identificados, se procedió a asignarle coordenadas del nuevo Sistema.

- Una vez realizado esto se procedió con la siguiente etapa, para ello se trabaja en CAD en donde se identificaron los puntos y mediante los comandos MOVE y ROTATE se procedió a realizar la rotación.

- En cuanto a la unificación Altimétrica no fue necesario realizar ningún ajuste ya que ambos proyectos fueron referenciados altimétricamente a partir de Puntos de Nivelación perteneciente a red IGM, lo que permite a ambos proyecto estar en un mismo sistema.

### 3.1.9 Certificados

Figura 3-5: Vértice Geodésico



INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

**CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS PLANAS Y ALTURA**

Fecha, 15 de julio de 2011
O/T Nº 1524-11

Solicitadas por : **ALDO HONORES**

Datum : SIRGAS
Elipsoide : GRS-80
Unidad : N, E y Elevación (N.M.M.) en metros
Zona :19

| Nombre Estación | Coordenadas Geográficas Latitud | Longitud | Coordenadas Planas Norte | Este | Altura Elipsoidal |
|---|---|---|---|---|---|
| HUECHURABA2 | 33º 22' 40.0798" | 70º 38' 17.7845" | 6.305.630,015 | 347.606,627 | 539,000 |

EJERCITO DE CHILE – INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR – SUBDIRECCION COMERCIAL

CHILE AL ALCANCE DE TODOS

AV. NUEVA SANTA ISABEL 1640, SANTIAGO, CHILE - TELÉFONOS (56-2) 4109300 / 4109400 - FAX (56-2) 6990554 - EMAIL:INFORMACIONES@IGM.CL
SALA DE VENTAS: DIECIOCHO 369, SANTIAGO - TELÉFONOS (56-2) 4109363 / 4109463 - FAX (56-2) 6990416 - EMAIL:VENTAS@IGM.CL
WWW.IGM.CL

Fuente: IGM

Figura 3-6: Punto de Nivelación



IGM
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
Cartografía Oficial del Estado de Chile

**CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS PLANAS Y ALTURA**

Fecha, 02 de enero de 2013
O/T Nº 3-13

Solicitadas por : **ALDO HONORES LOPEZ, GEOMENSURA EIRL**

Datum : SIRGAS
Elipsoide : GRS-80
Unidad : N, E y Altura en metros
Zona : 19

| Nombre Estación | Coordenadas Geográficas Latitud | Longitud | Coordenadas Planas Norte | Este | Altura Elipsoidal | Elevación N.M.M. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INDEPENDENCIA IND1** | **33° 24' 23,6139"** | **70° 40' 03,6546"** | **6.302.397,562** | **344.921,834** | **549.131** | **522.031** |

**NOTAS:** Los valores de coordenadas entregadas en este certificado están referidos a la época 2002.0
Los valores de coordenadas son válidos hasta el 26 de febrero de 2010.

EJERCITO DE CHILE – INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR – SUBDIRECCION TECNICA
ING. GEOMATICA PLACENCIA
Calculista
Departamento Geodésico

Salón de Ventas - Calle Dieciocho 369, Santiago - Teléfonos: (56-2) 410 93 60 / 410 93 63 - Fax: (56-2) 699 04 16
Email: ventas@igm.cl - Web: www.igm.cl

Fuente: IGM

## 3.2 Monografías de servicios

Este estudio puede requerir de posibles modificaciones a las redes que cada Compañía de Servicios pudiera tener en el Eje Fermín Vivaceta entre las calles Independencia-Zapadores y Presidente Eduardo Frei Montalva (Costanera Norte-Autopista Central).

Se solicitó mediante cartas enviadas a las distintas Compañías de Servicios, que se indicara la existencia de redes que cada una de ellas pudiese tener en la actualidad en el eje Vivaceta, en el sector en estudio.

También se les solicitó a las compañías indicaciones acerca de la factibilidad técnica de eventuales modificaciones a las redes existentes; los requisitos que los proyectos deberán cumplir para tal efecto, y además proporcionarnos planos y/o planchetas con la información de redes actuales en el eje indicado, información que será utilizada en conjunto con el catastro, para obtener la correcta monografía de los servicios existentes.

Las Compañías de Servicios a las que se les enviaron las consultas y que entregaron respuesta a la información solicitada fueron:

1. Aguas Andinas S.A.
2. Chilectra
3. Claro S.A.
4. Entel
5. Metrogas S.A.
6. Movistar
7. VTR S.A.

En las páginas siguientes, se entrega lo informado por cada una de las compañías consultadas. Toda la información recopilada se presenta en archivos magnéticos junto a este informe.

### 3.2.1 Aguas Andinas S.A.

La empresa Aguas Andinas S.A., entregó una información referencial del trazado en planta de las instalaciones de Agua Potable y de Alcantarillado de Aguas Servidas en el sector en estudio.

También señaló que si la ejecución de las obras interfiere o afecta la infraestructura sanitaria, se debe elaborar un proyecto de modificación y/o protección de las instalaciones existentes de costo del interesado, el cual será revisado por Aguas Andinas para su aprobación.

Indicó además que los proyectos de modificación y/o protección de la infraestructura, deben ser ejecutados por Aguas Andinas o bien por empresas inscritas en el Grupo de Aguas según registro de consultores de primera categoría o primera superior. Si el

proyecto es ejecutado por un consultor que cuente con dichos requisitos, se deberá cumplir con toda la normativa vigente en cuanto a especificaciones se refiere y Aguas Andinas cobrará por su revisión y posterior aprobación.

El consultor podrá solicitar mayor información a la Jefatura Diseño y Coordinación de Proyectos de la Subgerencia Gestión de Proyectos.

Junto con lo anterior, Aguas Andinas entregó planchetas con los trazados en planta de sus instalaciones, todo lo cual fue corroborado en terreno para obtener la correcta monografía de los servicios existentes.

### 3.2.2 Chilectra

La empresa Chilectra facilitó a esta consultora el catastro de redes existentes en el sector en estudio, entregando un plano de planta con los trazados de redes, el cual fue corroborado en terreno para mayor confiabilidad de la información.

Adicionalmente informó que en el proyecto de modificación de redes que sean afectadas por el estudio, se deberán adoptar las debidas precauciones, ya que cualquier intervención a las instalaciones no puede ser iniciada sin la autorización expresa de Chilectra y se debe presentar un cronograma de actividades y una descripción detallada de los trabajos, para que Chilectra determine los recursos y costos asociados para la inspección de las obras.

### 3.2.3 Claro S.A.

Como respuesta a las consultas hechas a Claro S.A., acerca de las redes que ellos pudieran tener en el sector en estudio, dicha empresa envió a esta consultora planos en planta con las instalaciones que tiene actualmente, tanto de redes existentes en fibra óptica como las redes en coaxial.

Claro indicó además varias consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de incurrir en alguna modificación o traslado de sus instalaciones. Se indicó que al momento de ejecutar las obras del estudio, se deberá mantener los resguardos correspondientes para no dañar la postación o los tendidos aéreos.

Las redes que mantiene Claro actualmente están en servicio y cualquier modificación deberá ser ejecutada por personal de Claro S.A. y no podrá ser entregado a terceros, trátese de obras definitivas o traslados provisorios.

### 3.2.4 Entel

La empresa Entel, entregó una planimetría que muestra las instalaciones de redes existentes que posee en el eje Fermín Vivaceta.

Indicó también que existe la factibilidad técnica de modificación de sus redes de cobre y de fibra óptica aérea y subterránea, para lo cual deben contar con el proyecto vial y el de la empresa eléctrica en la zona a intervenir, a fin de realizar el proyecto de adaptación de sus redes y hacer la valorización correspondiente.

Informa además que Entel se encuentra permanentemente desarrollando trabajos de planta externa, ya sean de ampliación y/o de modificación de sus redes, por lo que es posible que al momento de la construcción de las obras viales, pudiesen existir diferencias respecto de la información entregada.

### 3.2.5 Metrogas S.A.

Ante nuestra consulta a la empresa Metrogas S.A., envió la siguiente información en planchetas o croquis del sector en estudio.

- Tipo de Gas
  - Natural
  - Gas de ciudad
- Material
  - Polietileno
  - Acero
  - Fierro Fundido
- Diámetro
  - Polietileno en mm
  - Acero en pulgadas
- Presión de operación
  - En bar

Nos indicó además que la información entregada es meramente referencial, por lo que no puede ser usada como guía para efectuar trabajos en la vía y que se le debe proveer del proyecto vial, además de entregar una serie de consideraciones que deben tenerse en cuenta al momento de desarrollar el proyecto de modificación de redes de gas.

### 3.2.6 Movistar

La empresa Movistar envió la información requerida en medio digital vía e-mail, consistente en planos con las redes existentes que pudieran ser afectadas por las obras diseñadas en el proyecto vial.

En caso de requerir modificaciones a las redes indicadas, tanto provisorias como definitivas, los proyectos deberán ser solicitados a Movistar para su elaboración y presupuesto para su ejecución, previo pago del monto correspondiente.

### 3.2.7 VTR S.A.

La empresa VTR S.A., envió plano con información referencial unilineal de las rutas de red externa VTR, indicando que la información es solo referencial y no refleja necesariamente con total exactitud la topología de las rutas aéreas y los trazados subterráneos de sus redes en el sector en estudio. Lo entregado no muestra arranque subterráneos ni ingresos a edificios como tampoco canalizaciones menores que pudiesen existir en el eje Fermín Vivaceta.

Por lo anterior fue necesario corroborar la información entregada por VTR en terreno para lograr obtener la correcta monografía de los servicios existentes.

### 3.2.8 Síntesis de antecedentes recibidos

En Anexo DVD, directorio 03. Topografía y catastros/3_06 Respuestas Empresas Servicios (óptico) se presentan las cartas respuesta informadas por cada una de las compañías consultadas, y toda la información recopilada acerca de la ubicación en planta de las redes existentes que cada empresa tiene en el eje Fermín Vivaceta, dicha información se presenta en archivos magnéticos en el anexo citado.

Todas las empresas mantienen redes de servicio en torno al eje Vivaceta y todas declaran factibilidad de intervenciones sobre aquéllas. El cuadro siguiente sintetiza las respuestas de las empresas de servicio ante la necesidad de intervenir sus redes:

Cuadro 3-22: Síntesis Respuestas de Compañías de Servicios

| Compañía | Requisitos Modificaciones | Disponibilidad Planos o Planchetas | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Aguas Andinas S.A. | Presentar a empresa planos de intervenciones para su aprobación.<br>Las intervenciones deben estandarizar diversos elementos (arranques, tapas, alcantarilla, etc.). | Trazados en planta de redes de agua potable y alcantarillado, disponible y entregado en planchetas. La información debe ser corroborada en terreno. | Los proyectos de intervención pueden ser elaborados por Aguas Andinas o consultores acreditados.<br>El consultor debe pagar por servicios de revisión. |
| Chilectra | Cronograma y detalle de intervenciones, las cuales deberán ser autorizadas por empresa. | Catastro de redes, disponible y entregado en plano de planta. La información debe ser corroborada en terreno. | El consultor debe pagar por servicios de inspección de intervención. |
| Claro S.A. | Las intervenciones deben ser realizadas por personal de la empresa | Trazado de redes de fibra óptica y coaxial, disponible y entregado en plano de planta. La información debe ser corroborada en terreno. | La información entregada por Claro no está actualizada y no incluye proyectos de modificaciones de la propia empresa. |

| Compañía | Requisitos Modificaciones | Disponibilidad Planos o Planchetas | Observaciones |
|---|---|---|---|
| Entel | Entregar proyectos de intervención (eléctrico y vial) para compatibilizarlos con instalaciones actuales, lo cual debe ser realizado por personal de la empresa | Catastro de instalaciones, disponible y entregado en planimetría. La información debe ser corroborada en terreno. | Entel permanentemente está ajustando su red e instalaciones, lo que podría variar la información entregada. |
| Metrogas S.A. | Entregar proyectos de intervención (gas y vial) para aprobación | Red de gas, disponible y entregada en croquis y planimetría. La información debe ser corroborada en terreno. | Los trabajos asociados a intervenciones deben ser realizados ante presencia de un inspector de Red FonoGas. Se requiere coordinar su presencia. |
| Movistar | Solicitar el proyecto de intervención a la empresa. | Catastro de instalaciones, disponible y entregado en planimetría. | El consultor debe pagar por elaboración de proyecto de intervención. |
| VTR S.A. | No hay, sólo se advierte la necesidad de aclarar dudas en terreno con coordinador designado por la empresa | Red de servicio “troncal”, sin arranques a propiedades particulares, disponible y entregada en planimetría. La información debe ser corroborada en terreno. | El consultor debe pagar por elaboración de proyecto de intervención. |

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9 Entrega de información de servicios

Se ejecutó en terreno, con personal especializado, el catastro de los servicios secos, monografiando la postación existente, e individualizando el cableado adherido a dicha postación. Los resultados de dicha actividad se presentan en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_07 Catastro Redes Aéreas (óptico).

Una labor similar demandó el catastro de redes subterráneas, que consistió en verificaciones en terreno de cámaras de servicios por empresa. Los resultados de dicha actividad se presentan en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_08 Catastro Redes Subterráneas (óptico), incluyendo en él las fichas de inspección de cámaras realizadas en terreno.

## 3.3 Catastro de pavimentos

### 3.3.1 Introducción

El área de análisis del estudio comprende al eje Fermín Vivaceta entre Independencia y Santa María, el que se desarrolla a través de las comunas de Independencia (en el sector sur de Av. Hipódromo Chile) y Conchalí (al norte de Av. Hipódromo Chile).

Tiene una extensión aproximada de 5,2 km y posee una calzada simple bidireccional al sur de Av. Dorsal y unidireccional al norte de ese eje. Av. Vivaceta es una vía con

jerarquía troncal tanto en la normativa del MTT (red vial básica) como en la del MINVU (PRMS, OGUC).

La Inspección ocular se inició efectuando un recorrido general del eje y sus cruces, con el objetivo de calificar en forma global el estado del pavimento en cada una de las calzadas y efectuar, si fuera el caso, una sectorización basada en los tipos y magnitud de los deterioros presentes.

El eje Vivaceta se caracteriza por ser un sector donde predomina el pavimento recapado asfaltico, sobre adoquines y sobre pavimento de hormigón en mal estado.

Para la descripción del estado actual del pavimento, se realizó una auscultación visual del pavimento del sector en estudio, confeccionándose un plano de monografía de pavimentos que se adjunta al presente informe, la descripción detallada de los deterioros se apoyó con fotografías que permiten visualizar las distintas fallas y su severidad. Las fotografías se incluyen a continuación y muestran el estado actual de cada tramo del estudio.

Los planos resultantes del catastro de pavimentos se entregan en el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_09 Catastro Pavimentos y Sumideros (óptico).

### 3.3.2 Diagnóstico de los pavimentos

Conforme a lo dicho anteriormente, la sectorización general de los pavimentos en la Avenida Fermín Vivaceta es la siguiente:

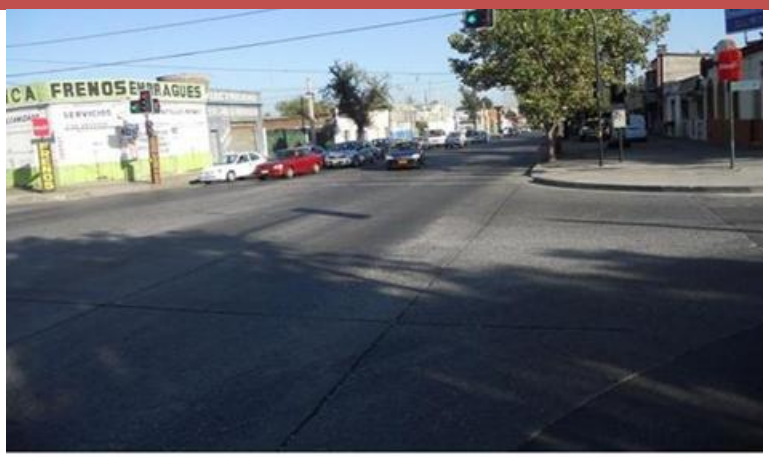
Cuadro 3-23: Sectorización del eje Fermín Vivaceta

| VÍA F. VIVACETA | LONG. ( m ) | TIPO DE PAVIMENTO | ESTADO GENERAL |
|---|---|---|---|
| Desde Calle Pinto a Calle Rivera | 180 | Hormigón | Bueno |
| Cruce Vivaceta Calle Rivera | 8 | Adoquín | Malo |
| Calle Rivera a Av. Gamero | 585 | Recapado Asfáltico | Regular a Malo |
| Av. Gamero a Calle Brigadier Carlos Garrido | 170 | Recapado Asfáltico | Bueno (Nuevo) |
| Calle Brig. Carlos Garrido a Calle San Luis | 403 | Recapado Asfáltico | Regular a Malo |
| Calle San Luis a Calle Sevilla (Calzada Norte) | 210 | Recapado Asfáltico | Bueno (Nuevo) |
| Calle Sevilla a Calle las Enredaderas | 1040 | Recapado Asfáltico | Regular a Malo |
| Calle las Enredaderas a Calle Cañete | 775 | Recapado Asfáltico | Bueno (Nuevo) |
| Calle Cañete a Cruce Av. Roma | 158 | Hormigón | Regular a Malo |
| Cruce av. Roma a Av. Independencia | 1822 | Asfalto | Malo |

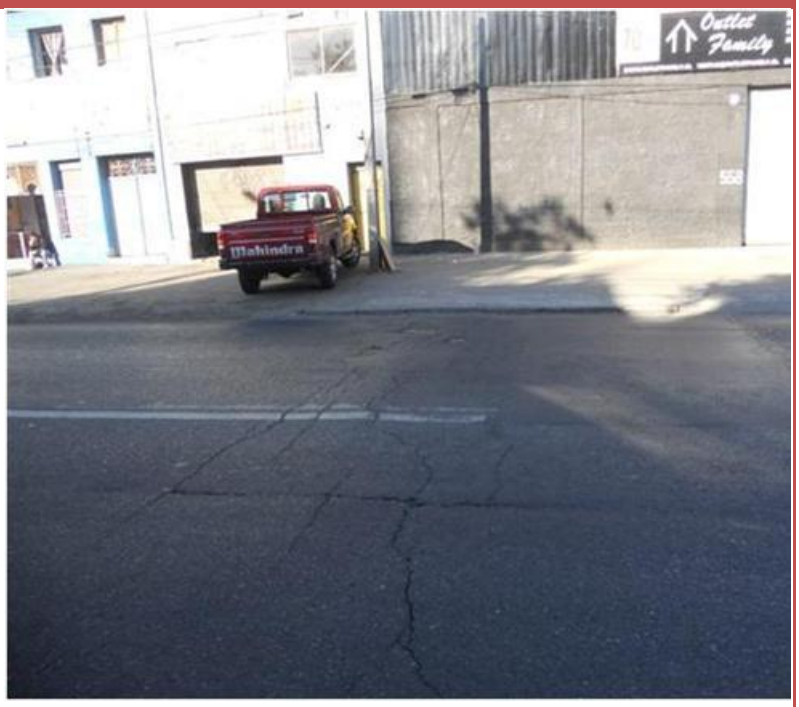
Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan fotografías de cada sector.

Figura 3-7: Fotografías con detalle de estados del pavimento por sector

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Fermín Vivaceta entre D. Santa María y Calle Rivera | Pavimento de hormigón en buen estado, solo presenta pérdida de sello en juntas transversales y longitudinales. |  <br>  |

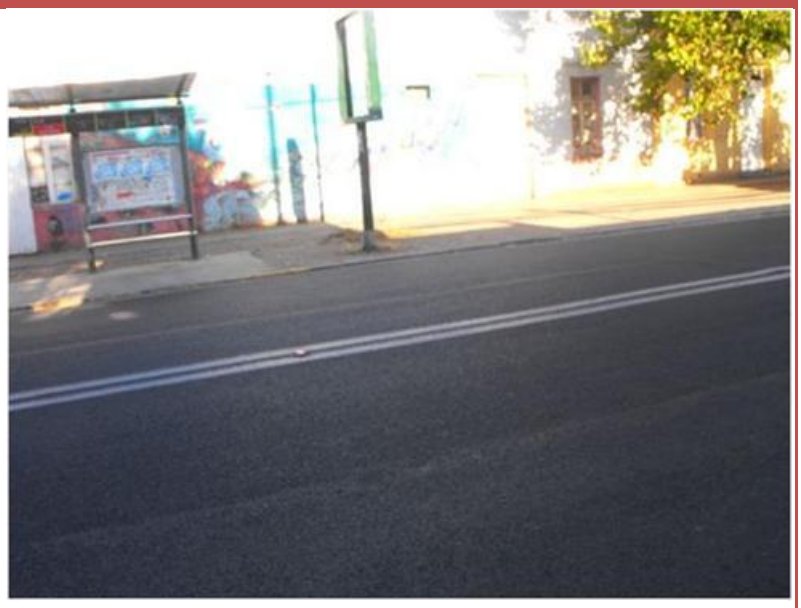
| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Cruce Fermín Vivaceta Calle Rivera | Pavimento de adoquín en mal estado. |   |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Calle Rivera a Av. Gamero | Sector con pavimento recapado de regular a malo, gritas transversales y longitudinales, baches, etc. |  <br>  |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Carlos Garrido a Calle San Luis | En el tramo encontramos todo tipo de daños de un recapado que ha cumplido su vida útil, con baches, grietas, ahuellamiento, irregularidades |   |

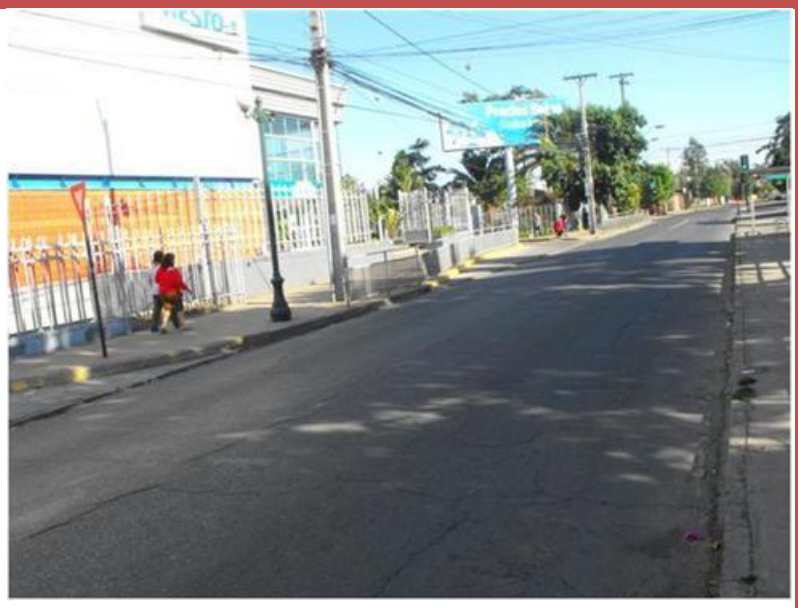
| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Carlos Garrido a Calle San Luis | Más detalles del estado del pavimento |   |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Sevilla y Las Enredaderas | Pavimento con grietas longitudinales y transversales de más de 20 mm a todo lo largo del tramo, grietas en bloque, grietas de borde, grietas reflejadas, baches, etc. |   |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Las Enredaderas y Cañete | Desde 14 de la Fama para Calle Cañete, pavimento regular |   |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Calle Cañete y Av. Roma | Pavimento de Hormigón en buen estado. |   |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Av. Roma y Av. Independencia | En el sector encontramos todas las manifestaciones de un pavimento recapado en mal estado, en etapas de deterioro avanzado, con niveles de severidad alto, con grietas en bloque, con pérdida de mezcla asfáltica, grietas longitudinales y transversales, asentamientos de la base o de la subrasante, grietas reflejadas de las juntas que aparecen con un distanciamiento constante de 4.5 a 5 metros |   |

| Sector | Descripción | Fotografía |
|---|---|---|
| Sector Fermín Vivaceta entre Av. Roma y Av. Independencia | Más detalle de los problemas detectados |   |

Fuente: Elaboración propia

Las fallas de esta vía son numerosas, baches formados por desprendimientos de mezcla asfáltica al centro y en los bordes de la calzada con superficies superiores a los 8 $m^2$, en todo el tramo hay parches deteriorados, baches de distintas profundidades, ahuellamiento en los sectores de paraderos de buses, grietas con saltaduras en los bordes y pérdidas de mezcla asfáltica.

Se debe señalar que los sectores de Vivaceta entre Gamero y Calle Brigadier Carlos Garrido; Calle San Luis a Calle Sevilla y entre la calle Las Enredaderas y Cañete se encuentra en buen estado, con un recapado bastante nuevo, sin presencia de deterioros importantes.

La serviciabilidad del pavimento en general (condición funcional) es de regular a mala, sólo existen pequeños sectores (sectores de pavimento de hormigón y sectores de recapado nuevos) donde es buena.

### 3.3.3 Índice de serviciabilidad de los pavimentos

La determinación objetiva de serviciabilidad de pavimentos del eje Vivaceta se ha realizado cuantificando coeficientes de rugosidad, grietas y ahuellamiento (en pavimentos flexibles), para luego integrarlos en el cálculo del índice p, que representa la serviciabilidad de pavimentos. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 3-24: Índice de Serviciabilidad por tramos,
Eje Fermín Vivaceta

| Tramo | Calle 1 | Calle 2 | Longitud (m) | Tipo de Pavimento | Calificación General | C1 | C2 | C3 | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pinto | Rivera | 180 | Hormigón | B | 2,0 | 1,0 | --- | 3,7 |
| 2 | Cruce Rivera | | 8 | Adoquín | M | 3,0 | 2,0 | 3,0 | 1,9 |
| 3 | Rivera | Gamero | 585 | Rec Asfált. | R-M | 2,5 | 2,0 | 1,0 | 2,9 |
| 4 | Gamero | Carlos. Garrido | 170 | Rec Asfált. | B | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| 5 | Carlos Garrido | San Luis | 403 | Rec Asfált. | R-M | 2,5 | 2,0 | 1,0 | 2,9 |
| 6 | San Luis | Sevilla | 210 | Rec Asfált. | B | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| 7 | Sevilla | Las Enredaderas | 1.04 | Rec Asfált. | R-M | 2,5 | 2,0 | 1,0 | 2,9 |
| 8 | Las Enredaderas | Cañete | 775 | Rec Asfált. | B | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 3,4 |
| 9 | Cañete | Roma | 158 | Hormigón | R-M | 2,5 | 2,0 | --- | 2,8 |
| 10 | Roma | Independencia | 1.822 | Asfalto | M | 3,5 | 2,0 | 2,0 | 1,8 |

Fuente: Elaboración propia

El informe detallado de la metodología de cálculo se encuentra en Anexo DVD, directorio 03. Topografía y catastros/3_05 Serviciabilidad Pavimentos.

## 3.4 Catastro de drenaje de Aguas Lluvias

### 3.4.1 General

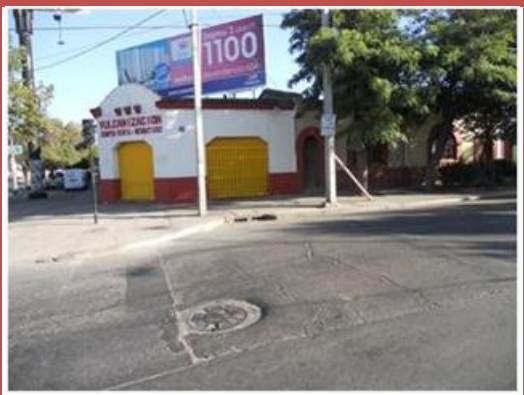
Se realizó la monografía de los sumideros existentes en el Eje Fermín Vivaceta entre Independencia y Santa María detectándose 47 sumideros que descargan a colectores, se puede observar su ubicación en el plano de Monografías de Aguas Lluvias y Pavimentos, que se encuentra en 3_09 Catastro Pavimentos y Sumideros (óptico).

El eje Vivaceta ha sufrido varias repavimentaciones por lo que se encuentran varios sumideros tapados y con una mantención deficiente que impide su funcionamiento. Existen grandes áreas del proyecto sin ningún elemento que permita la evacuación de las aguas lluvias, como por ejemplo entre las calles Teniente Bello y Av. Zapadores, ya que el sumidero ubicado en la pista nororiente es insuficiente y no funciona correctamente por encontrarse tapado.

### 3.4.2 Análisis específico de drenaje

A continuación se presenta un set fotográfico que muestra las principales características de los sumideros.

Figura 3-8: Características de los sumideros

| Sumideros | Fotografía |
|---|---|
| **Sumideros en buen estado**<br><br>Los sumideros en buen estado lo encontramos solo en sectores de pavimentos buenos, como en el Cruce de Vivaceta con calle Aníbal Pinto y en el Sector de los cruces de Vivaceta con 14 de la Fama y Av. Roma<br>. |  <br>  <br>  <br>  <br>  |

| Sumideros | Fotografía |
|---|---|
| **Sumideros tapados** |   |
| **Sumideros con sus tapas de cámaras destruidas** |    |

Fuente: Elaboración propia

## 3.5 Mecánica de suelos

El presente Informe geotécnico fue realizado por Sociedad WAL – MOR Consultora e Ingeniería y Laboratorio Limitada, y tiene por objeto determinar las características geomecánicas de los distintos estratos en el eje Vivaceta, mediante análisis calicatas e identificación del subsuelo existente de acuerdo a Norma NCh 1508.

### 3.5.1 Metodología de exploraciones

Para llevar a cabo el diseño del Mejoramiento del Eje Fermín Vivaceta, el proyectista necesita contar con información específica, correcta y detallada respecto a ciertas propiedades del suelo sobre el cual va a ser apoyada cualquier estructura vial, o modificación de las existentes.

El conocimiento de la información requerida ha sido obtenido de muestras de terreno sometidas a pruebas, tanto en laboratorio como in situ.

Tanto la exploración mediante calicata como la evaluación mediante ensayes in – situ, se llevaron a cabo con fecha 26/12/2012 al 28/12/2012. La exploración para el estudio de Mecánica de Suelos, se llevó a cabo en tres etapas:

- El Reconocimiento Superficial del terreno.
- La exploración preliminar.
- La exploración detallada (la cual incluye calicatas – ensayos in - situ).

Se ejecutaron 10 calicatas de profundidades mayores a 1,50 m. De estas calicatas se obtuvieron muestras de suelo para someterlas a pruebas de laboratorio. Las muestras obtenidas fueron del tipo Alterado e Inalteradas, pero representativas del suelo y del área explorada.

### 3.5.2 Resultados de Exploración y Ensayos de Laboratorio

Considerando las características geológicas del subsuelo existentes en el sector donde se emplazarán las estructuras contempladas en los futuros proyectos y los requerimientos de ingeniería, se programó la investigación geotécnica mediante diez calicatas de profundidad mínima de 1,50 m, la cual concluyó en estratos de gravas gruesa areno-limosas.

Cuadro 3-25: Ubicación de calicatas

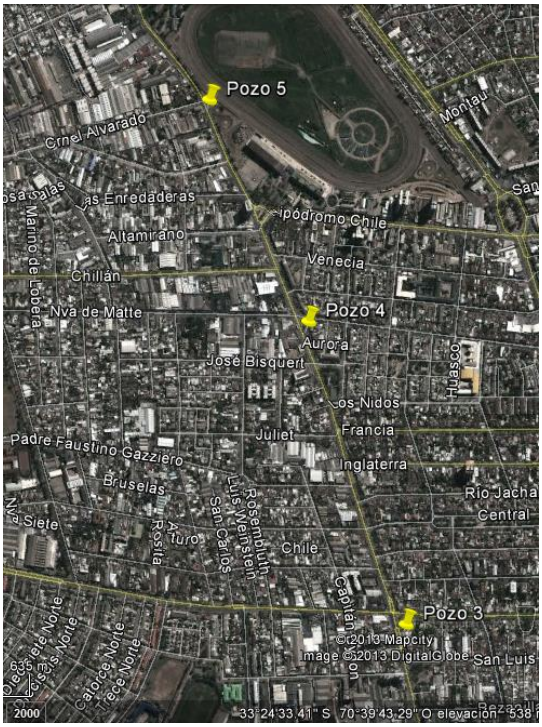
| Exploración | Profundidad m. o Cant. | Vivaceta | Vereda | Ubicación aproximada |
|---|---|---|---|---|
| Calicata N° 1 | 1.55 | entre Retiro y Baldomero Flores (Colón) | oriente | 40 m al sur del eje de Colón |
| Calicata N° 2 | 1.5 | Vivaceta con Gamero | oriente | 90 m al norte del eje de Gamero |
| Calicata N° 3 | 1.6 | Vivaceta con San Luis | oriente | 80 m al sur del eje de Domingo Santa María |
| Calicata N° 4 | 1.5 | entre Nueva de Matte y Aurora | oriente | 60 m al sur del eje de Nueva de Matte |
| Calicata N° 5 | 1.5 | Vivaceta con Coronel Alvarado | oriente | 30 m al sur del eje de Coronel Alvarado |
| Calicata N° 6 | 1.5 | entre Aníbal Pinto y Rivera | oriente | 60 m al norte del eje de Aníbal Pinto |
| Calicata N° 7 | 1.57 | entre Roma y Monterrey | oriente | 40 m al sur del eje de Monterrey |
| Calicata N° 8 | 1.5 | entre Aviador Acevedo y Santa Inés | oriente | 30 m al sur del eje de Aviador Acevedo |
| Calicata N° 9 | 1.55 | Vivaceta con El Olivo | oriente | 50 m al norte del eje de El Olivo |
| Calicata N° 10 | 1.55 | entre Calle Norte y Calle Sur | poniente | 20 m al sur del eje de Calle Norte |

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente, el emplazamiento aproximado de los pozos donde se realizaron las calicatas es el siguiente:

Figura 3-9: Emplazamiento aproximado de pozos









Fuente: Elaboración propia

Las muestras ingresadas a laboratorio de mecánica y dinámica de suelos fueron sometidas a los siguientes análisis, según Norma NCh y ASTM vigentes, código de Normas Minvu – MOP – INN.

- Granulometrías
- Peso específico
- Humedad natural
- Límite líquido
- Limite plástico
- Índice de plasticidad
- Clasificación según sistemas: USCS – AASHTO
- D.M.C.S. (Proctor modificado)
- Análisis California (C.B.R.)
- Permeabilidad Porchet

El cuadro siguiente presenta los resultados de los ensayes de laboratorios de las calicatas extraídas del eje Vivaceta:

Cuadro 3-26: Síntesis resultados ensayes de laboratorio

Calicatas eje Vivaceta

| | | | Cotas (m) | | CLASIFICACIÓN | | LL | IP | CBR 95 | CBR nat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CALIC. | Sector | HOR. | DE | A | USCS | AASHTO | % | % | % | % |
| 1 | 1 | 1 | 0.05 | 1.55 | SM | A-1b(0) | 26 | 3 | 33 | 29,4 |
| 2 | 2 | 1 | 0.03 | 1.5 | SM | A-2-4(0) | 28 | 2 | - | - |
| 3 | 2 | 1 | 0.05 | 1.6 | SM | A-2-4(0) | 29 | 3 | 30 | 26,2 |
| 4 | 3 | 1 | 0.05 | 1.5 | SM | A-4(0) | 38 | 4 | 26 | 23,7 |
| 5 | 3 | 1 | 0.05 | 1.5 | SM | A-4(0) | 39 | 4 | - | - |
| 6 | 1 | 1 | 0.05 | 1.5 | SM | A-1b(0) | 25 | N.P. | - | - |
| 7 | 3 | 1 | 0.05 | 1.57 | SM | A-4(0) | 33 | 3 | - | - |
| 8 | 4 | 1 | 0.05 | 1.5 | ML | A-5(6) | 44 | 9 | 14 | 12,8 |
| 9 | 4 | 1 | 0.05 | 1.55 | ML | A-5(4) | 42 | 7 | - | - |
| 10 | 1 | 1 | 0.05 | 1.55 | SM | A-1b(0) | 22 | N.P. | - | - |

Fuente: Elaboración propia

A la luz de los antecedentes presentados, se puede establecer que los suelos de subrasante son mayoritariamente del tipo areno-limoso, con capacidades de soporte que fluctúan entre CBR 13% y 30%, a densidad natural.

El detalle de ubicación de calicatas y un set fotográfico de su emplazamiento, más los resultados de las exploraciones realizadas en términos de descripción de suelos, ensayes de laboratorio y perfiles estratigráficos se encuentra en Anexo DVD directorio 03.Topografía y catastros/3_10 Reporte Mecánica Suelos (óptico).

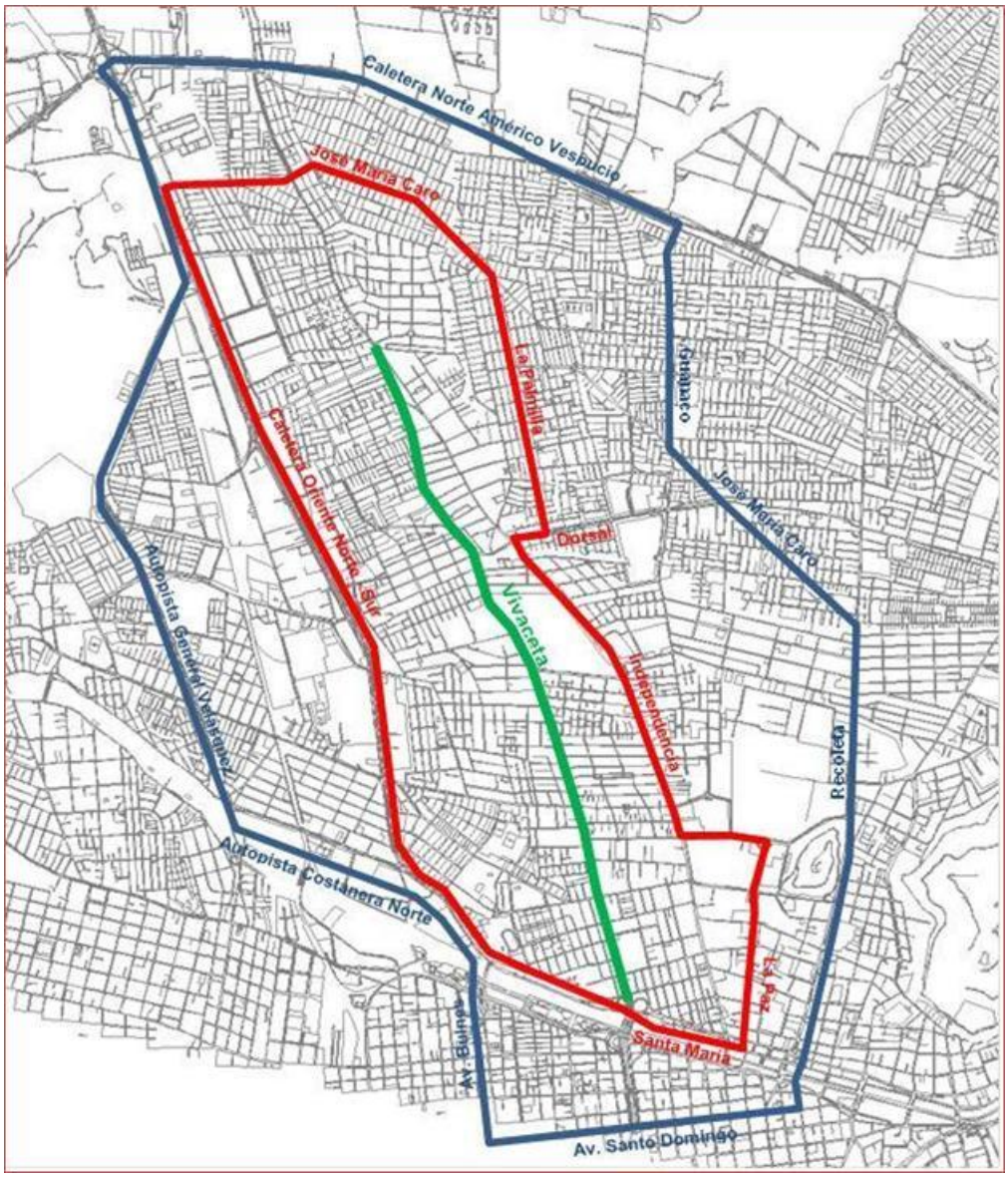
# 4 Calibración de redes de modelación

## 4.1 Definiciones básicas

### 4.1.1 Área de modelación

El área de modelación definida para el análisis del proyecto en el eje Vivaceta se muestra en la figura siguiente.

Figura 4-1: Área de modelación




Fuente: Elaboración propia

### 4.1.2 Red de modelación

Para la representación de la situación actual en el área de estudio se codificó una red de modelación SATURN tipo “inner” en el área de estudio primaria y “buffer” en la secundaria.

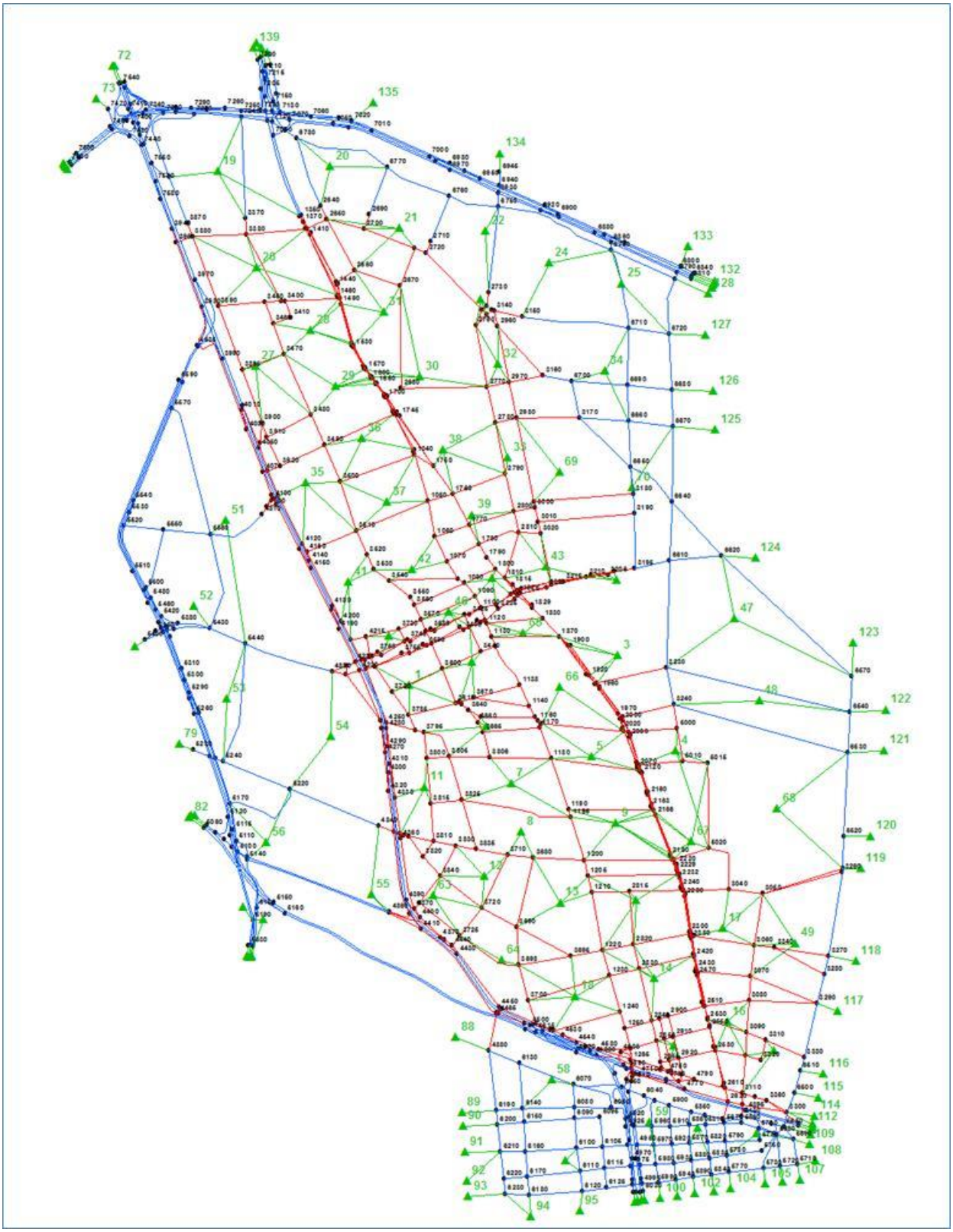
La construcción de esta red de modelación, en el área “inner”, se basó en la red de modelación del estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010). Dicha red excedía el área “inner” considerada para este estudio, razón por la que fue “cortada” mediante el programa SATCH de SATURN. Esta red cortada generó una primera versión cuya topología y características operativas fueron revisadas y actualizadas en función del catastro operativo realizado en la red (presentado en el punto 1.5) y de las programaciones actuales de los semáforos proporcionadas por la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT). Adicionalmente, la red fue densificada respecto de la del estudio original, incorporando algunos ejes que permiten un mayor detalle en la modelación en el entorno del eje en estudio.

Por otra parte, se codificó una red externa al área primaria, en formato “buffer”. Esta red externa se basó en los parámetros de modelación utilizados en las redes del modelo estratégico del Gran Santiago Estraus, pero se hizo una completa revisión de la topología y capacidades actuales de las vías modeladas.

Mención aparte merece la codificación de las autopistas: Costanera Norte, Autopista Central y Vespucio Norte Express. Estos ejes, debido a la ausencia de semáforos en toda su longitud, se modelaron como red buffer. Esto permite considerar de mejor forma los niveles de servicio, por cuanto los tiempos de viaje dependen básicamente de la interacción vehicular y no de demoras en intersecciones, lo cual es tratado en red buffer a partir de funciones flujo-tiempo. Para la codificación se utilizó los parámetros de las funciones flujo-tiempo definidos en ESTRAUS para cada una de las autopistas. Adicionalmente, se revisó y actualizó las tarifas de peaje en cada autopista, ingresándolas al modelo en moneda del mismo año considerada en la modelación Estraus. Esto es muy importante pues debe existir coherencia entre el valor de los peajes y los valores del tiempo de los usuarios.

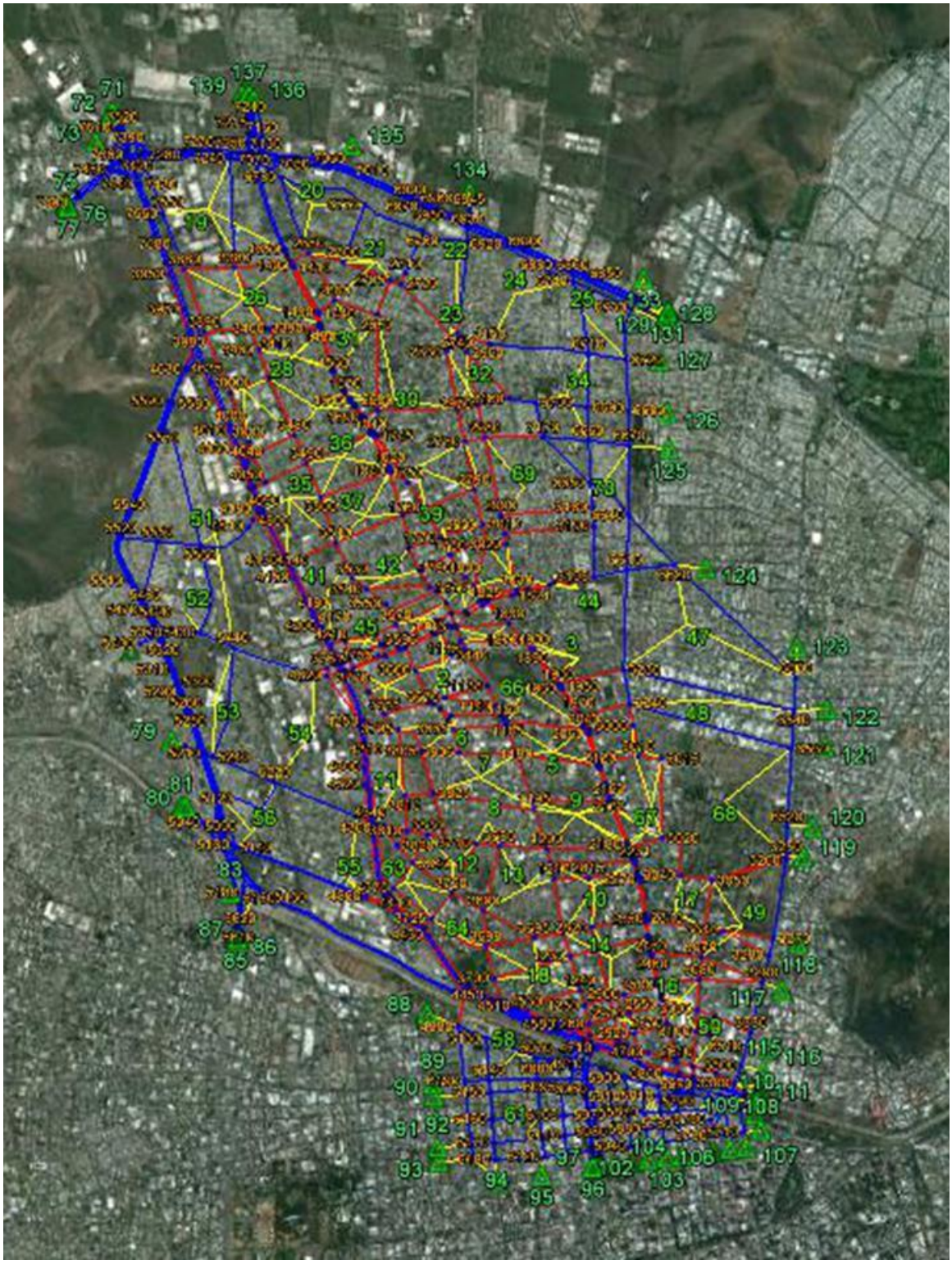
En la figura siguiente se presenta un esquema de la red de modelación construida para el estudio. Esta red se entrega en Anexo DVD en el directorio “04. Calibración modelo de transporte”, tanto en formado Transcad como en formato KMZ. Este último, permite visualizar la red en Google Earth.

Figura 4-2: Red de modelación (Transcad)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-3: Red de modelación (Google Earth)

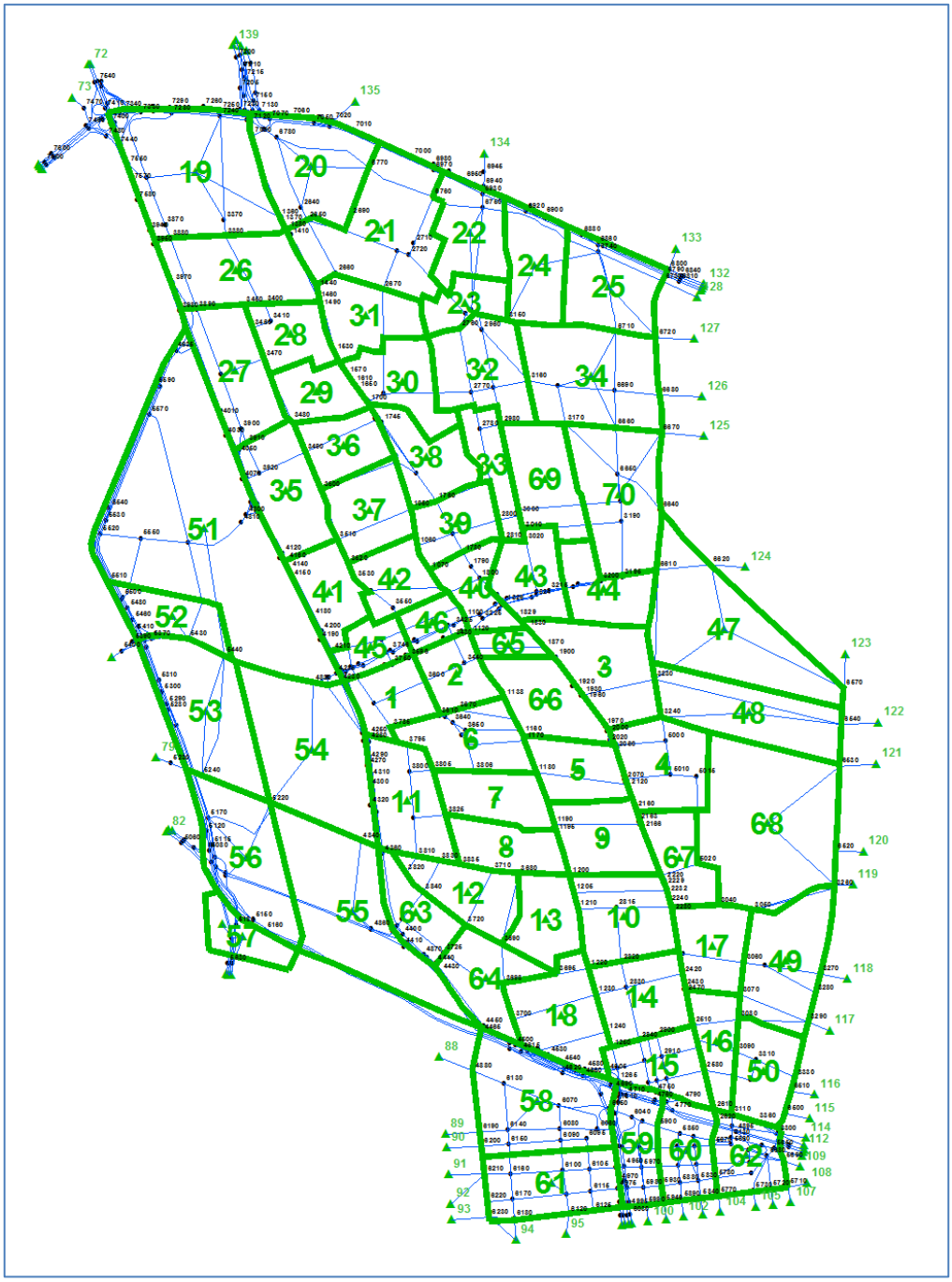


Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3 Zonificación

La zonificación para el estudio se basó en la del modelo estratégico Estraus, desagregando las zonas que se encontraban al interior del área primaria (modelación inner) y, en especial, en torno al eje Vivaceta. En la figura siguiente se muestra la zonificación final adoptada.

Figura 4-4: Zonificación modelo de asignación



Fuente: Elaboración Propia basada en Estraus

La zonificación final cuenta con 70 zonas internas (que se muestran en la figura anterior), y 69 zonas externas que representan los puntos de acceso y salida de la red de modelación. Cabe mencionar que las zonas Estraus en el área interna eran 47, varias de las cuales se desagregaron dividiéndolas en dos o tres zonas, obteniendo finalmente un total de 70 zonas internas.

### 4.1.4 Generación de matrices a priori

La generación de las matrices a priori utilizadas en el proceso de calibración del modelo de asignación, se realizó a partir de las matrices de equilibrio del modo “auto chofer” del modelo Estraus, del corte temporal 2010. En el caso del período punta tarde, se utilizó la matriz PT construida para Estraus en el estudio “Análisis y Modelación del Período Punta Tarde en ESTRAUS”, correspondientes al corte temporal 2010, de acuerdo con lo establecido en las bases de licitación del estudio.

Las redes Estraus de cada período se transformaron a formato SATURN “buffer”, asignando cada una de las 5 matrices por período y realizando el proceso de corte SATCH implementado en SATURN. La definición del cordón externo para realizar el corte coincide con cada uno de los arcos de entrada y salida definidos en la red de modelación para este estudio.

El proceso de corte generó, para cada período, una matriz por cada uno de los 5 tipos de usuarios modelados en Estraus, en donde las zonas internas son todas aquellas que quedan al interior del área de corte y las externas representan los arcos de acceso/egreso del área.

Posteriormente se procedió a desagregar las zonas de acuerdo con la zonificación interna adoptada. Para ello, se consideró como regla general la proporción de cada nueva zona en relación con la zona original.

En relación a los tipos de usuarios a modelar, se consideró la agregación de las categorías 1, 2 y 3 de Estraus en una sola categoría, por lo que se trabajó con tres categorías de usuario en la modelación de la red Vivaceta.

En el Anexo DVD (dir. 04. Calibración modelo de transporte) se entrega el diccionario de las matrices y todos los archivos generados en el proceso para cada período de análisis.

## 4.2 Calibración red de asignación

La calibración de la situación actual es un procedimiento que tiene por finalidad asegurar que el modelo refleje de manera adecuada las condiciones de operación de la red modelada, para que posteriormente se incorporen a ella los cambios que permiten representar a las situaciones a analizar (base y proyectos). Calibrar la situación actual da la oportunidad al analista de contrastar los resultados que se obtengan con la realidad.

El proceso de calibración de redes está destinado a la readecuación de los distintos parámetros que considera el modelo, de forma de reproducir la realidad con un nivel de precisión tal que tienda a optimizar el compromiso costo-precisión con las restricciones propias dadas por las características de los distintos elementos participantes, entre ellos: la información de base, los modelos utilizados y los recursos disponibles.

### 4.2.1 Calibración rutas fijas

El primer paso consistió en la calibración de las rutas y frecuencias del transporte público y de vehículos de carga en la red. Este paso debe realizarse para reproducir adecuadamente los flujos observados de estos tipos de vehículos, los cuales son modelados como rutas fijas en la red, es decir, corresponden a una demanda no asignable. Dado que éstas son rutas fijas, no están condicionadas por los parámetros de modelación, pero sus flujos sí condicionan la asignación de los vehículos privados. Por ello la importancia de representar adecuadamente estos flujos en todos los arcos de la red, pues con ello se establece la capacidad de reserva disponible para los vehículos privados que sí pueden elegir ruta. Por supuesto que la correcta reproducción de estos flujos incide posteriormente en el cálculo de costos en la red y en los beneficios del proyecto.

Desde el punto de vista del proceso, la calibración de rutas fijas se hizo separadamente considerando 5 tipos de vehículo: bus articulado, otros buses, taxis colectivos, camiones simples y camiones articulados. Así mismo, el proceso de calibración se desarrolló de forma separada para cada período de análisis.

Para determinar la frecuencia de los distintos servicios de transporte público y de los camiones que utilizan la vialidad del área de análisis, se realizó un ajuste basado en las rutas que siguen las líneas y las mediciones de flujos vehiculares en los distintos puntos de control disponibles. Con este propósito, la hipótesis básica fue que la frecuencia media horaria de cada línea podía ser estimada a partir de los conteos de flujos vehiculares.

Normalmente, se ha optado por asociar la frecuencia con el valor observado de las mediciones y aunque esto representa un buen estimador, este puede ser mejorado utilizando estimadores de máxima verosimilitud, de acuerdo a la siguiente metodología:

$$Q_j = \sum_i \lambda_i \cdot \delta_{ij}$$

$Q_j$: Flujo total del tipo de vehículo en análisis (bus articulado, otros buses, taxi colectivo, camión de dos ejes o camión de más de dos ejes) en el punto de control "j" (referido al movimiento)

$\lambda_i$: Estimador de la frecuencia de la línea "i"

$\delta_{ij}$: Variable muda (0,1). Toma el valor 1 si la línea pasa por el punto de control "j", en caso contrario asume valor 0.

Sin embargo, normalmente esta condición no se cumple en todos los puntos de control, debido a diversos factores: las rutas codificadas no corresponden exactamente a las que se realizan en la realidad, los flujos medidos poseen errores, flujos medidos en distintas intersecciones en días diferentes, etc. Esto transforma el proceso en un procedimiento de ajuste que se basa en la minimización de las diferencias entre los flujos observados y modelados. En este caso se consideró la minimización de la suma de las diferencias al cuadrado entre lo observado y modelado, eventualmente ponderado por algún factor de interés, como se discute más adelante en la calibración de taxis colectivos.

En el presente acápite se reportan los resultados obtenidos en el proceso de calibración de flujos de los tipos de vehículo modelados como ruta fija.

a) Calibración de buses articulados

El primer caso considerado fue el de buses articulados, cuya operación permite anticipar buenos resultados de calibración en tanto operan por rutas claramente definidas a priori y con frecuencias nominales que se esperan bastante realistas. El listado de rutas y sus trazados fueron obtenidos directamente del SIG de recorridos de transporte público de Transantiago disponible en su sitio institucional. Su análisis, en conjunto con los programas de operación, permitió identificar los recorridos que utilizan buses articulados, los cuales fueron agrupados en grupos de servicios que presentan el mismo trazado dentro del área de análisis.

El listado de rutas considerado, así como las frecuencias obtenidas, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-1: Frecuencia calibradas para buses articulados

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago | Frecuencia Calibrada (bus/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 9100 | 206eI, 206I | 13 | 8 | 13 |
| 9101 | 206eR, 206R, 404I | 7 | 7 | 4 |
| 9102 | 302R | 5 | 3 | 7 |
| 9103 | B15R | 0 | 0 | 0 |
| 9104 | 214eI, 226R | 7 | 9 | 10 |
| 9105 | 403R | 5 | 5 | 12 |
| 9106 | 112I, 117cR, 117R | 0 | 0 | 0 |
| 9107 | B07R | 0 | 0 | 0 |
| 9108 | B15I | 0 | 0 | 0 |
| 9109 | 207eI, 207I, 226I | 15 | 20 | 13 |
| 9110 | J03R | 0 | 0 | 0 |
| 9111 | 410R, 414eR, 415eR, 416eR | 0 | 0 | 0 |
| 9112 | 410R,414eR,415eR, 416eR, 417eR | 12 | 10 | 17 |

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago | Frecuencia Calibrada (bus/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 9113 | 302I | 0 | 0 | 0 |
| 9114 | 116R | 6 | 0 | 0 |
| 9115 | J10R | 0 | 0 | 0 |
| 9116 | B05I | 0 | 0 | 0 |
| 9117 | 105I, 109I, 120I | 4 | 5 | 10 |
| 9118 | J10I | 0 | 0 | 0 |
| 9119 | B16R | 0 | 0 | 0 |
| 9120 | B16I | 0 | 0 | 0 |
| 9121 | 410I, 414eI, 416eI, 417eI, 415eI | 39 | 11 | 20 |
| 9122 | 408I, 408eI, 410eI | 11 | 11 | 21 |
| 9123 | 105R, 109R | 0 | 0 | 0 |
| 9124 | 105R, 109R, 120R | 8 | 8 | 8 |
| 9125 | 222eR | 0 | 0 | 2 |
| 9126 | 509R | 6 | 5 | 8 |
| 9127 | 504I | 11 | 4 | 8 |
| 9128 | B28R | 0 | 0 | 0 |
| 9129 | J03I | 0 | 0 | 0 |
| 9130 | 207eR, 207R | 3 | 2 | 6 |
| 9131 | 508R, 514R | 8 | 13 | 12 |
| 9132 | B19R | 0 | 0 | 0 |
| 9133 | 425cR, 435R | 0 | 0 | 0 |
| 9134 | 313eI | 0 | 0 | 0 |
| 9135 | B19I | 0 | 0 | 0 |
| 9136 | 313eR | 0 | 0 | 0 |
| 9137 | 404R | 5 | 9 | 6 |
| 9138 | 119R | 2 | 0 | 3 |
| 9139 | 119I | 0 | 0 | 0 |
| 9140 | 503cR | 0 | 0 | 0 |
| 9141 | 121I | 0 | 0 | 0 |
| 9142 | B07yI | 0 | 0 | 0 |
| 9143 | 502cR | 0 | 0 | 0 |
| 9144 | 214eR | 2 | 0 | 2 |
| 9145 | 509I | 0 | 4 | 0 |
| 9146 | 203eI | 2 | 0 | 3 |
| 9147 | 425cI, 435I | 0 | 0 | 0 |
| 9148 | B22R | 0 | 0 | 0 |
| 9149 | 502R, 503R, 503vR | 10 | 8 | 9 |
| 9150 | 402R | 8 | 7 | 7 |
| 9151 | 203eR, 203R, 208R | 22 | 31 | 33 |
| 9152 | 505R, 513R | 11 | 10 | 12 |
| 9153 | 402I | 5 | 4 | 4 |
| 9154 | 203I, 208I | 25 | 20 | 23 |
| 9155 | B13I | 0 | 0 | 0 |
| 9156 | B22I | 0 | 0 | 0 |
| 9157 | 504R | 3 | 4 | 11 |

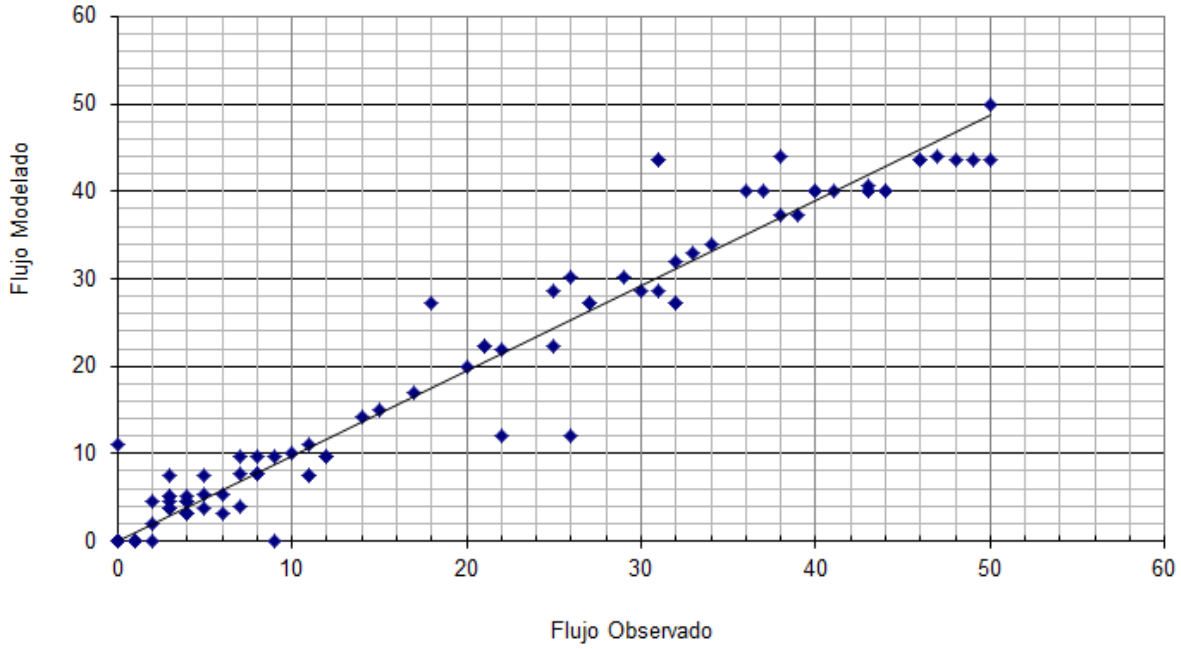
| Ruta Saturn | Rutas Transantiago | Frecuencia Calibrada (bus/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 9158 | 502I, 503I | 9 | 4 | 8 |
| 9159 | 502cI, 503vI | 0 | 0 | 0 |
| 9160 | B02R | 0 | 0 | 0 |
| 9161 | 121R | 0 | 0 | 1 |
| 9162 | B12I | 0 | 0 | 0 |
| 9163 | B08R | 0 | 0 | 0 |
| 9164 | B08I | 0 | 0 | 0 |
| 9165 | B07I | 0 | 0 | 0 |
| 9166 | 429cI, B13R | 0 | 0 | 0 |
| 9167 | 408R | 0 | 2 | 7 |
| 9168 | B01R | 0 | 0 | 0 |
| 9169 | 409I | 2 | 2 | 2 |
| 9170 | 429R | 0 | 0 | 0 |
| 9171 | B12R | 0 | 0 | 0 |
| 9172 | 425I, 429I | 0 | 0 | 0 |
| 9173 | 315eR | 0 | 0 | 0 |
| 9174 | B20I | 0 | 0 | 0 |
| 9175 | B02I | 0 | 0 | 0 |
| 9176 | B18R | 0 | 0 | 0 |
| 9177 | 425R, 429cR | 0 | 0 | 0 |
| 9178 | B18I | 0 | 0 | 0 |
| 9179 | 303eI | 0 | 0 | 0 |
| 9180 | B03R | 0 | 0 | 0 |
| 9181 | B06R | 0 | 0 | 0 |
| 9182 | 315eI | 0 | 0 | 0 |
| 9183 | 312eI | 0 | 0 | 0 |
| 9184 | 307eI | 0 | 0 | 0 |
| 9185 | B20R | 0 | 0 | 0 |
| 9186 | B01I | 0 | 0 | 0 |
| 9187 | B11R | 0 | 0 | 0 |
| 9188 | B14R | 0 | 0 | 0 |
| 9189 | B25R | 0 | 0 | 0 |
| 9190 | 101R, 107cR, 107R | 7 | 8 | 8 |
| 9191 | B11I | 0 | 0 | 0 |
| 9192 | B06I | 0 | 0 | 0 |
| 9193 | B25I | 0 | 0 | 0 |
| 9194 | 303eR | 0 | 0 | 0 |
| 9195 | 101I, 107cI, 107I | 10 | 7 | 10 |
| 9196 | B17I | 0 | 0 | 0 |
| 9197 | 312eR | 0 | 0 | 0 |
| 9198 | 301R | 0 | 0 | 0 |
| 9199 | 307I | 0 | 0 | 0 |
| 9200 | B26I | 0 | 0 | 0 |
| 9201 | 301I | 0 | 0 | 0 |
| 9202 | 303I | 0 | 0 | 0 |

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago | Frecuencia Calibrada (bus/h) AM | FP | PT |
|---|---|---|---|---|
| 9203 | B14I | 0 | 0 | 0 |
| 9204 | B24R | 0 | 0 | 0 |
| 9205 | B21R | 0 | 0 | 0 |
| 9206 | 314I | 0 | 0 | 0 |
| 9207 | B26R | 0 | 0 | 0 |
| 9208 | B17R | 0 | 0 | 0 |
| 9209 | B04vI | 0 | 0 | 0 |
| 9210 | B23I | 0 | 0 | 0 |
| 9211 | 307eR | 0 | 0 | 0 |
| 9212 | B03I | 0 | 0 | 0 |
| 9213 | B21I | 0 | 0 | 0 |
| 9214 | B24I | 0 | 0 | 0 |
| 9215 | B04vR | 0 | 0 | 0 |
| 9216 | B23R | 0 | 0 | 0 |
| 9217 | B10I | 0 | 0 | 0 |
| 9218 | B10R | 0 | 0 | 0 |
| 9219 | B04I | 0 | 0 | 0 |
| 9220 | B04R | 0 | 0 | 0 |
| 9221 | B27R | 0 | 0 | 0 |
| 9222 | 223R | 5 | 2 | 6 |
| 9223 | 202cR | 5 | 0 | 9 |
| 9224 | B27I | 0 | 0 | 0 |
| 9225 | 202cI | 3 | 0 | 7 |
| 9226 | 303R | 0 | 0 | 0 |
| 9227 | 307R, 314R | 0 | 0 | 0 |
| 9228 | 202R | 1 | 10 | 0 |
| 9229 | 201eR, 201R | 25 | 21 | 17 |
| 9230 | 308R | 5 | 10 | 8 |
| 9231 | 223I | 3 | 4 | 2 |
| 9232 | 201I | 16 | 9 | 11 |
| 9233 | 201eI | 9 | 5 | 5 |
| 9234 | 202I | 4 | 8 | 7 |
| 9235 | 308I | 9 | 6 | 9 |
| $R^2$ | | 0,97 | 0,98 | 0,96 |

Fuente: Elaboración propia

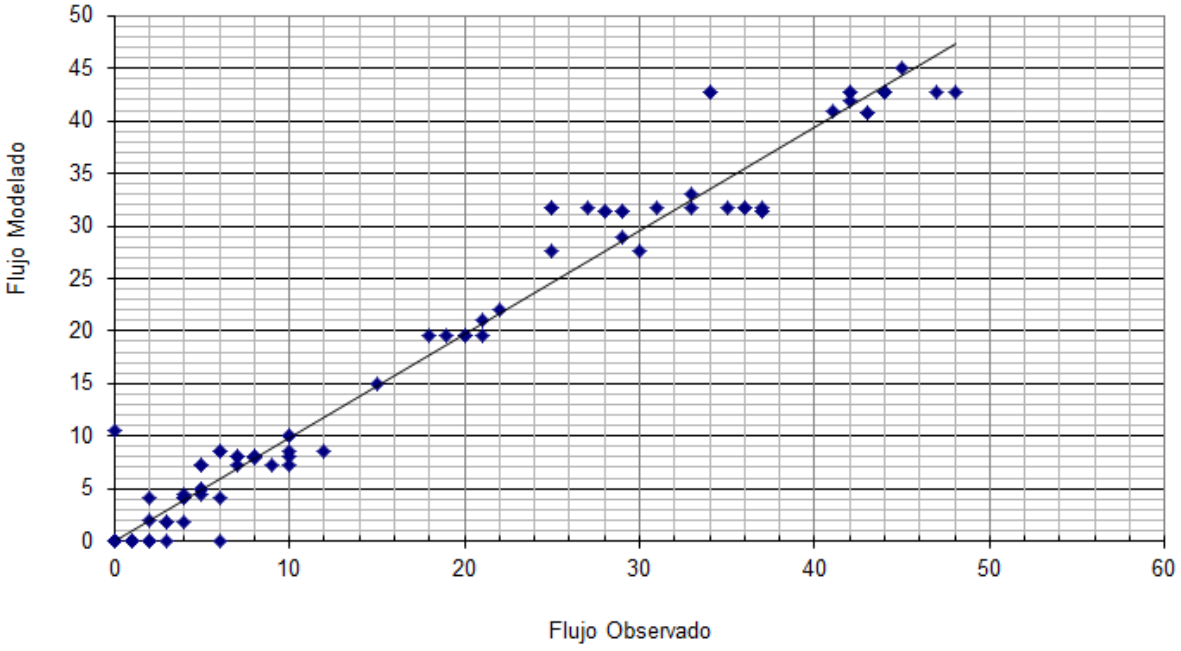
En las figuras siguientes se muestran gráficos que dan cuenta del nivel de ajuste logrado en la calibración y en el cuadro posterior se entregan resultados numéricos.

Figura 4-5: Ajuste de calibración de frecuencias de buses articulados (PM)



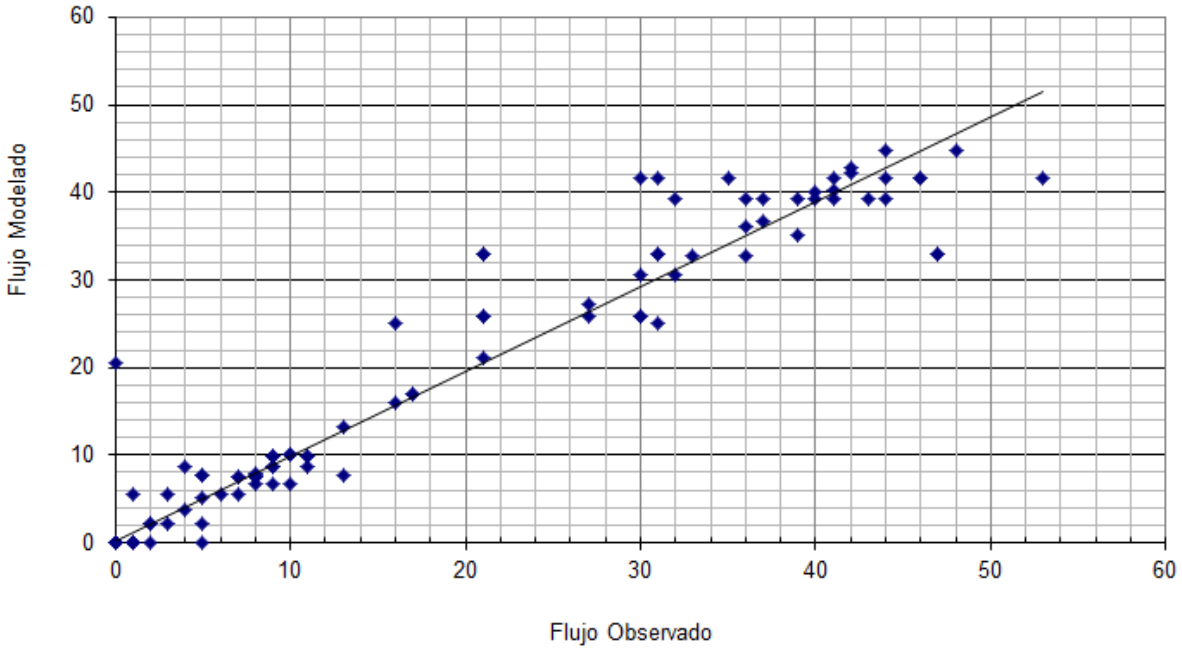

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-6: Ajuste de calibración de frecuencias de buses articulados (FP)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-7: Ajuste de calibración de frecuencias de buses articulados (PT)




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-2: Ajuste de calibración de frecuencias de buses articulados

| Periodo | Modelo | Parámetros | | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | |
| Punta Mañana | Y = A + B * X | 0,97 | 0,05 | 0,97 |
| | Y = B * X | - | 0,97 | 0,97 |
| | Y = X | - | - | 0,97 |
| Fuera de Punta | Y = A + B * X | 0,99 | 0,02 | 0,98 |
| | Y = B * X | - | 0,99 | 0,98 |
| | Y = X | - | - | 0,98 |
| Punta Tarde | Y = A + B * X | 0,97 | 0,15 | 0,96 |
| | Y = B * X | - | 0,97 | 0,96 |
| | Y = X | - | - | 0,96 |

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, tanto en los gráficos como en los resultados numéricos presentados, la calibración de frecuencias de buses articulados reprodujo en forma satisfactoria los flujos medidos en el área de estudio.

b) Calibración rutas de otros buses

En segundo lugar, se procedió a calibrar el resto de los buses, proceso que consideró de manera conjunta al resto de los buses de Transantiago, a los buses rurales y a los buses interurbanos. Respecto de Transantiago, al igual que en el caso de los buses articulados, el listado de rutas, sus trazados y las frecuencias iniciales fueron obtenidos de la información proporcionada por Transantiago.

En el caso de los buses rurales e interurbanos, la información fue obtenida directamente del Registro Nacional de Transporte Público que administra la Seremitt RM y al cual tuvo acceso el Consultor.

Para facilitar el tratamiento de los distintos tipos de buses, los flujos y las frecuencias calibradas fueron considerados en VEQ, aunque básicamente todas estas rutas se operan principalmente con buses “normales” (10 a 12 m).

El listado de rutas considerado, así como las frecuencias obtenidas, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-3: Frecuencia calibradas para otros buses

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago o Folio SEREMITT | Frecuencia Calibrada (VEQ/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 100 | 206el, 206l | 0 | 0 | 0 |
| 101 | 206eR, 206R, 404l | 0 | 7 | 0 |
| 102 | 302R | 0 | 0 | 1 |
| 103 | B15R | 10 | 9 | 10 |
| 104 | 214el, 226R | 0 | 7 | 12 |
| 105 | 403R | 0 | 0 | 0 |
| 106 | 112l, 117cR, 117R | 21 | 12 | 18 |
| 107 | B07R | 5 | 5 | 4 |
| 108 | B15l | 10 | 10 | 0 |
| 109 | 207el, 207l, 226l | 0 | 9 | 12 |
| 110 | J03R | 7 | 4 | 9 |
| 111 | B05R | 7 | 6 | 6 |
| 112 | 410R, 414eR, 415eR, 416eR, 417eR | 12 | 18 | 39 |
| 113 | 302l | 9 | 7 | 10 |
| 114 | 116R | 7 | 12 | 10 |
| 115 | J10R | 6 | 6 | 6 |
| 116 | B05l | 6 | 6 | 6 |
| 117 | 105l, 109l, 120l | 33 | 22 | 39 |
| 118 | J10l | 6 | 6 | 6 |
| 119 | B16R | 10 | 8 | 8 |
| 120 | B16l | 9 | 7 | 8 |
| 121 | 410l, 414el, 416el, 417el, 415el | 55 | 11 | 12 |
| 122 | 408l, 408el, 410el | 28 | 11 | 14 |
| 123 | B28l | 0 | 6 | 6 |
| 124 | 105R, 109R, 120R | 18 | 14 | 21 |
| 125 | 222eR | 0 | 0 | 1 |
| 126 | 509R | 0 | 0 | 0 |
| 127 | 504l | 0 | 9 | 16 |
| 128 | B28R | 6 | 6 | 6 |
| 129 | J03l | 23 | 4 | 8 |
| 130 | 207eR, 207R | 8 | 9 | 9 |
| 131 | 508R, 514R | 9 | 13 | 12 |

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago o Folio SEREMITT | Frecuencia Calibrada (VEQ/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 132 | B19R | 10 | 4 | 6 |
| 133 | 425cR, 435R | 9 | 6 | 23 |
| 134 | 313eI | 6 | 0 | 6 |
| 135 | B19I | 0 | 0 | 0 |
| 136 | 313eR | 6 | 0 | 6 |
| 137 | 404R | 14 | 5 | 12 |
| 138 | 119R | 8 | 14 | 8 |
| 139 | 119I | 5 | 8 | 12 |
| 140 | 503cR | 18 | 0 | 7 |
| 141 | 121I | 8 | 7 | 8 |
| 142 | B07yI | 0 | 0 | 0 |
| 143 | 502cR | 7 | 0 | 7 |
| 144 | 214eR | 2 | 10 | 3 |
| 145 | 509I | 0 | 0 | 1 |
| 146 | 203eI | 7 | 0 | 14 |
| 147 | 425cI, 435I | 0 | 6 | 18 |
| 148 | B22R | 8 | 4 | 3 |
| 149 | 502R, 503R, 503vR | 15 | 15 | 19 |
| 150 | 402R | 0 | 0 | 0 |
| 151 | 203eR, 203R, 208R | 23 | 20 | 15 |
| 152 | 505R, 513R | 11 | 13 | 4 |
| 153 | 402I | 0 | 1 | 8 |
| 154 | 203I, 208I | 21 | 18 | 35 |
| 155 | B13I | 4 | 5 | 6 |
| 156 | B22I | 8 | 5 | 7 |
| 157 | 504R | 10 | 5 | 11 |
| 158 | 502I, 503I | 13 | 16 | 15 |
| 159 | 502cI, 503vI | 18 | 3 | 1 |
| 160 | B02R | 14 | 12 | 4 |
| 161 | 121R | 24 | 5 | 12 |
| 162 | B12I | 12 | 9 | 13 |
| 163 | B08R | 10 | 6 | 6 |
| 164 | B08I | 12 | 7 | 4 |
| 165 | B07I | 6 | 6 | 5 |
| 166 | 429cI, B13R | 5 | 5 | 11 |
| 167 | 408R | 6 | 6 | 1 |
| 168 | B01R | 10 | 7 | 12 |
| 169 | 409I | 6 | 8 | 10 |
| 170 | 429R | 6 | 8 | 6 |
| 171 | B12R | 9 | 8 | 8 |
| 172 | 425I, 429I | 6 | 20 | 18 |
| 173 | 315eR | 20 | 16 | 25 |
| 174 | B20I | 2 | 3 | 0 |
| 175 | B02I | 15 | 12 | 3 |
| 176 | B18R | 6 | 6 | 6 |

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago o Folio SEREMITT | Frecuencia Calibrada (VEQ/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 177 | 425R, 429cR | 11 | 13 | 21 |
| 178 | B18I | 4 | 7 | 4 |
| 179 | 303eI | 30 | 0 | 20 |
| 180 | B03R | 11 | 11 | 11 |
| 181 | B06R | 2 | 0 | 7 |
| 182 | 315eI | 15 | 8 | 20 |
| 183 | 312eI | 8 | 0 | 0 |
| 184 | 307eI | 27 | 0 | 24 |
| 185 | B20R | 15 | 8 | 6 |
| 186 | B01I | 8 | 4 | 9 |
| 187 | B11R | 2 | 2 | 3 |
| 188 | B14R | 6 | 5 | 8 |
| 189 | B25R | 8 | 8 | 5 |
| 190 | 101R, 107cR, 107R | 12 | 10 | 15 |
| 191 | B11I | 2 | 6 | 5 |
| 192 | B06I | 13 | 3 | 15 |
| 193 | B25I | 2 | 3 | 7 |
| 194 | 303eR | 11 | 0 | 5 |
| 195 | 101I, 107cI, 107I | 10 | 9 | 16 |
| 196 | B17I | 7 | 4 | 6 |
| 197 | 312eR | 36 | 0 | 0 |
| 198 | 301R | 12 | 26 | 14 |
| 199 | 307I | 0 | 4 | 2 |
| 200 | B26I | 9 | 5 | 8 |
| 201 | 301I | 8 | 24 | 9 |
| 202 | 303I | 11 | 6 | 4 |
| 203 | B14I | 3 | 4 | 0 |
| 204 | B24R | 7 | 10 | 5 |
| 205 | B21R | 7 | 8 | 3 |
| 206 | 314I | 9 | 2 | 1 |
| 207 | B26R | 10 | 4 | 9 |
| 208 | B17R | 5 | 6 | 4 |
| 209 | B04vI | 3 | 2 | 0 |
| 210 | B23I | 0 | 0 | 0 |
| 211 | 307eR | 10 | 0 | 14 |
| 212 | B03I | 7 | 5 | 7 |
| 213 | B21I | 9 | 5 | 6 |
| 214 | B24I | 13 | 10 | 10 |
| 215 | B04vR | 6 | 2 | 5 |
| 216 | B23R | 3 | 8 | 4 |
| 217 | B10I | 7 | 6 | 8 |
| 218 | B10R | 5 | 9 | 3 |
| 219 | B04I | 6 | 7 | 10 |
| 220 | B04R | 5 | 8 | 6 |
| 221 | B27R | 3 | 7 | 6 |

| Ruta Saturn | Rutas Transantiago o Folio SEREMITT | Frecuencia Calibrada (VEQ/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 222 | 223R | 0 | 0 | 0 |
| 223 | 202cR | 6 | 0 | 11 |
| 224 | B27I | 0 | 3 | 5 |
| 225 | 202cI | 9 | 0 | 9 |
| 226 | 303R | 9 | 22 | 5 |
| 227 | 307R, 314R | 17 | 27 | 18 |
| 228 | 202R | 0 | 0 | 0 |
| 229 | 201eR, 201R | 0 | 9 | 10 |
| 230 | 308R | 24 | 7 | 3 |
| 231 | 223I | 1 | 3 | 0 |
| 232 | 201I | 18 | 8 | 18 |
| 233 | 201eI | 2 | 4 | 12 |
| 234 | 202I | 22 | 7 | 12 |
| 235 | 308I | 14 | 5 | 15 |
| 900 | 500012-32 | 11 | 5 | 11 |
| 901 | 500013-22 | 11 | 5 | 11 |
| 902 | 500012-2, 500012-12, 500012-82, 500012-22, 500013-12, 500013-102, 500013-112, 500013-122, 500013-132, 500042-2 | 11 | 5 | 13 |
| 903 | 500013-2, 500013-32, 500013-42, 500013-52, 500013-62, 500013-72, 500013-82, 500013-92 | 17 | 17 | 8 |
| 904 | 500044-2, 500044-12, 500044-22 | 9 | 9 | 11 |
| 905 | 500012-42 | 5 | 5 | 5 |
| 906 | 500042-12 | 5 | 5 | 5 |
| 907 | 500013-142 | 5 | 5 | 5 |
| 908 | 500035-2 | 5 | 5 | 5 |
| 909 | 500012-52, 500012-62 | 5 | 5 | 4 |
| 910 | 500013-1, 500013-71 | 1 | 0 | 4 |
| 911 | 500013-141 | 5 | 6 | 3 |
| 912 | 500013-51, 500013-61, 500013-81, 500013-31, 500013-41, 500013-91 | 2 | 0 | 3 |
| 913 | 500044-1 | 0 | 3 | 1 |
| 914 | 500044-11 | 2 | 0 | 3 |
| 915 | 500012-41 | 5 | 6 | 3 |
| 916 | 500012-31 | 19 | 13 | 12 |
| 917 | 500012-51, 500012-61, 500035-1, 500042-11 | 5 | 6 | 3 |
| 918 | 500012-1, 500012-81, 500013-11, 500013-101, 500013-111, 500013-121, 500013-131, 500013-21, 500042-1, 500012-11, 500012-21 | 21 | 16 | 13 |
| 919 | 500044-21 | 1 | 1 | 2 |
| 800 | 800069-1 | 0 | 0 | 1 |
| 801 | 800006-31, 800013-11, 800013-91, 800034-31, 800034-61, 800034-91, 800047-11, 800048-31, 800002-31, 800004-11, 800013-51, 800048-21 | 5 | 3 | 7 |
| 802 | 800048-1 | 53 | 24 | 45 |
| 803 | 800033-21 | 28 | 5 | 9 |

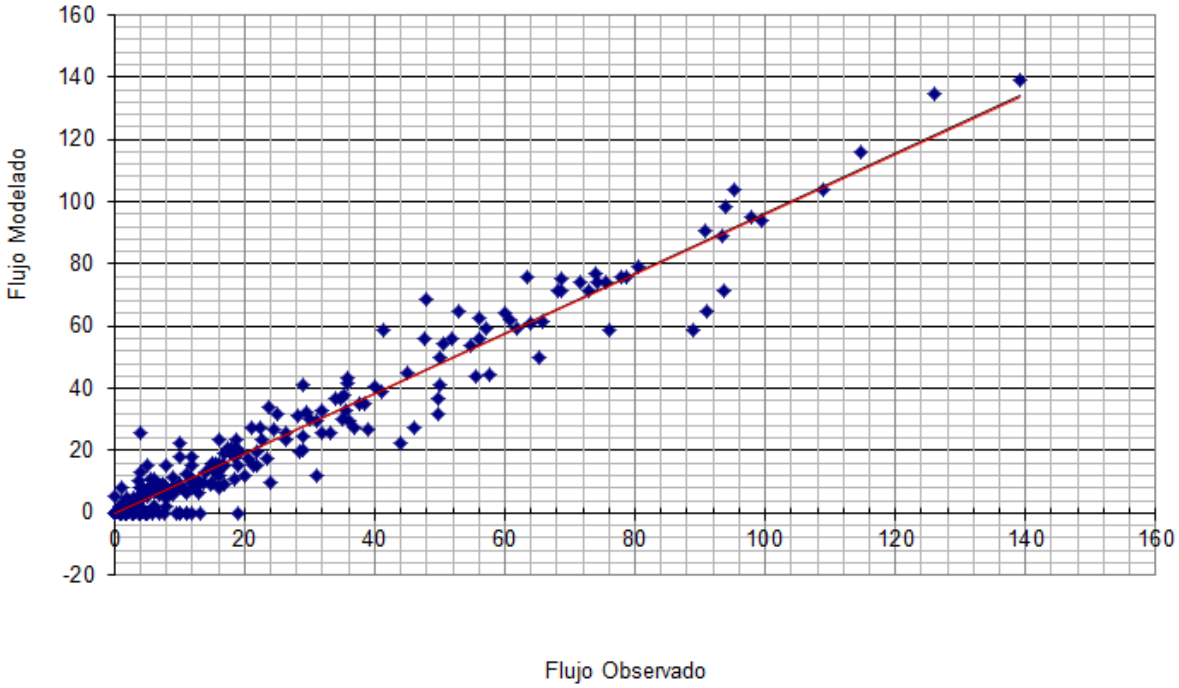
| Ruta Saturn | Rutas Transantiago o Folio SEREMITT | Frecuencia Calibrada (VEQ/h) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | AM | FP | PT |
| 804 | 800045-41 | 5 | 5 | 5 |
| 805 | 800045-42 | 5 | 6 | 19 |
| 806 | 800033-22 | 6 | 5 | 26 |
| 807 | 800069-2 | 23 | 11 | 60 |
| 808 | 800048-2 | 37 | 42 | 60 |
| 809 | 800002-32, 800004-12, 800006-32, 800013-12, 800013-52, 800034-32, 800034-62, 800034-92, 800047-12, 800013-92, 800048-22, 800048-32 | 5 | 6 | 7 |
| $R^2$ | | 0,96 | 0,96 | 0,94 |

Fuente: Elaboración propia

Las rutas con código 100 a 235 corresponden a Transantiago, los códigos 800 a buses interurbanos y los códigos 900 a buses rurales.

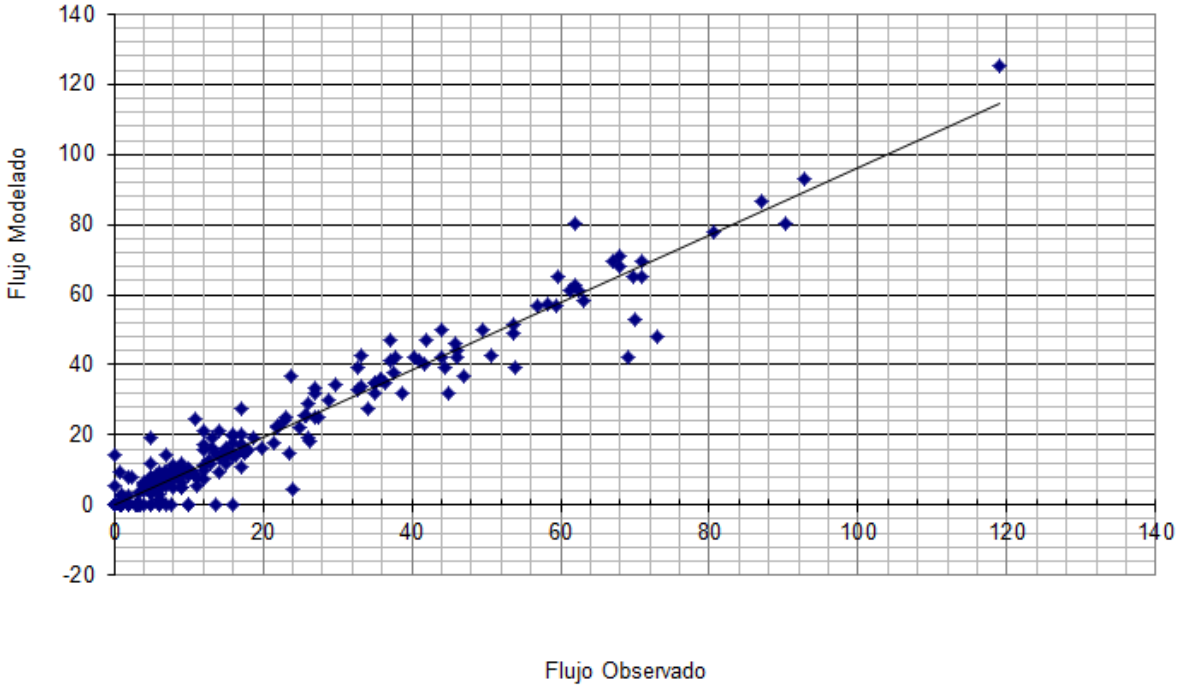
En las figuras siguientes se muestran gráficos que dan cuenta del nivel de ajuste logrado en la calibración y en el cuadro posterior se entregan resultados numéricos.

Figura 4-8: Ajuste de calibración de frecuencias de otros buses (PM)



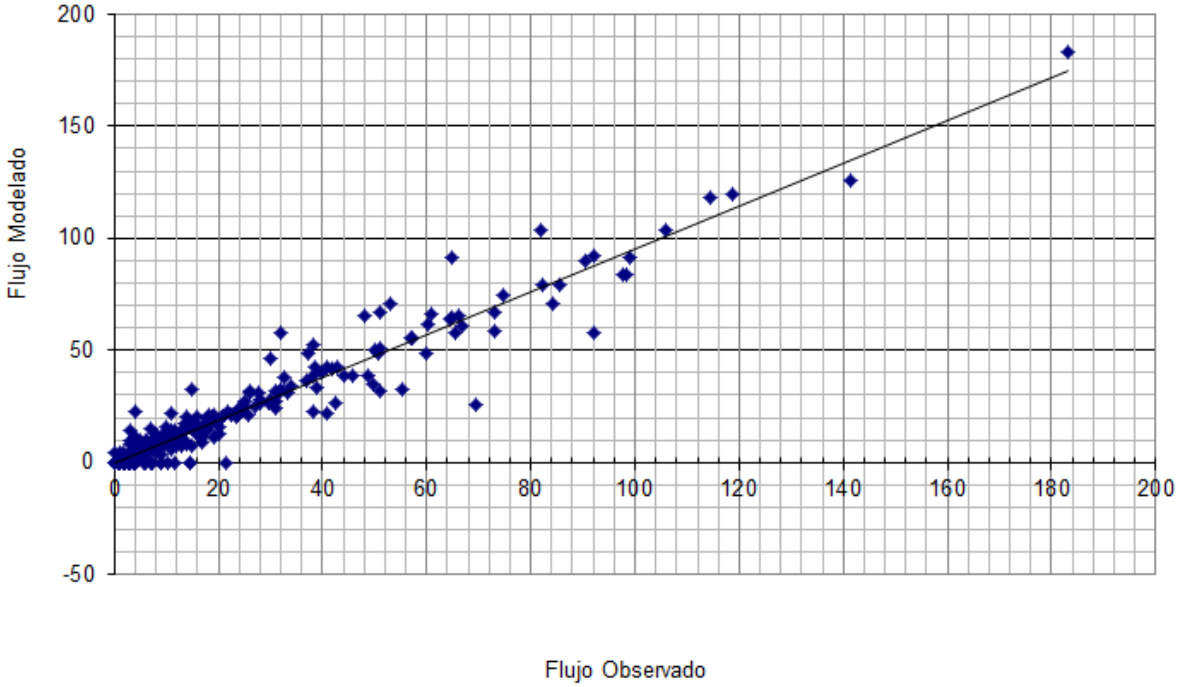

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-9: Ajuste de calibración de frecuencias de otros buses (FP)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-10: Ajuste de calibración de frecuencias de otros buses (PT)




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-4: Ajuste de calibración de frecuencias de otros buses

| Periodo | Modelo | Parámetros | | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | |
| Punta Mañana | Y = A + B * X | 0,97 | 0,34 | 0,96 |
| | Y = B * X | - | 0,96 | 0,96 |
| | Y = X | - | - | 0,96 |
| Fuera de Punta | Y = A + B * X | 0,96 | 0,01 | 0,96 |
| | Y = B * X | - | 0,96 | 0,96 |
| | Y = X | - | - | 0,96 |
| Punta Tarde | Y = A + B * X | 0,95 | 0,11 | 0,94 |
| | Y = B * X | - | 0,95 | 0,94 |
| | Y = X | - | - | 0,94 |

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, tanto en los gráficos como en los resultados numéricos presentados, la calibración de frecuencias de otros buses reprodujo en forma satisfactoria los flujos medidos en el área de estudio.

c) Calibración rutas de taxis colectivos

El proceso de calibración de los taxis colectivos presenta algunas complicaciones adicionales a las de los recorridos de buses. Por un lado, si bien existen trazados definidos para los servicios – que fueron obtenidos directamente del Registro Nacional de Transporte Público que administra la Seremitt RM –, en la práctica se observa desviaciones de dichas rutas. De la misma forma, su operación en términos de frecuencia ofrecida es mucho más irregular que la de los buses. Ambos elementos hacen más complejo el proceso de calibración.

Para abordar estas dificultades se utilizó dos mecanismos adicionales. Por un lado, además de las rutas reportadas en el registro de la Seremitt, se generó un conjunto de rutas ficticias (típicamente variantes de rutas existentes) que circulan por arcos de la red que oficialmente no tienen recorridos de colectivos, pero que en las mediciones se detectó flujo. Por otro, para disminuir el error en los arcos de mayor flujo de colectivos (a costo del error en arcos de bajo flujo), se ponderó la diferencia cuadrática del flujo observado y modelado por el flujo observado. Esto permite privilegiar el ajuste en aquellos ejes con mayor flujo de colectivos.

El listado de rutas considerado, así como las frecuencias obtenidas, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-5: Frecuencia calibradas para taxis colectivos

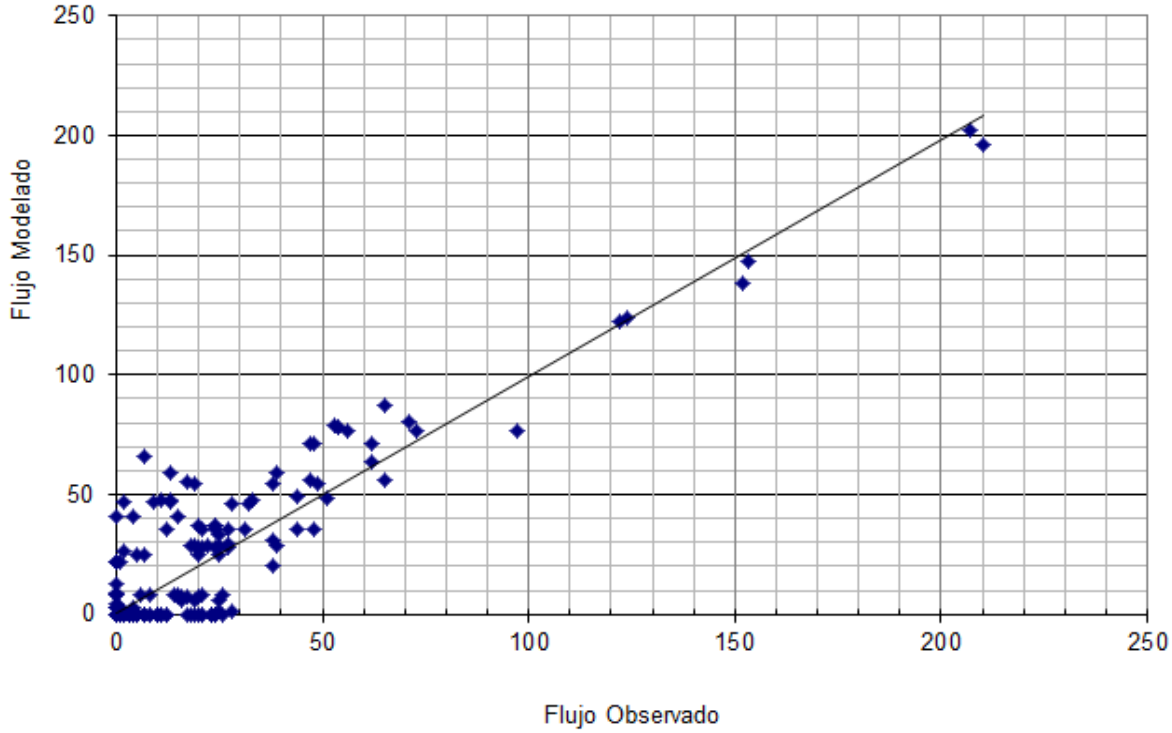
| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) AM | FP | PT |
|---|---|---|---|
| 700 | 0 | 0 | 0 |
| 701 | 3 | 5 | 12 |
| 702 | 3 | 5 | 12 |
| 703 | 0 | 0 | 0 |
| 704 | 30 | 28 | 17 |
| 705 | 8 | 15 | 7 |
| 706 | 13 | 15 | 7 |
| 707 | 2 | 7 | 4 |
| 708 | 21 | 19 | 17 |
| 709 | 59 | 28 | 52 |
| 710 | 13 | 6 | 5 |
| 711 | 20 | 29 | 23 |
| 712 | 0 | 0 | 0 |
| 713 | 0 | 0 | 0 |
| 714 | 46 | 34 | 19 |
| 715 | 29 | 22 | 45 |
| 716 | 0 | 7 | 4 |
| 717 | 29 | 22 | 16 |
| 718 | 0 | 1 | 2 |
| 719 | 21 | 19 | 17 |
| 720 | 26 | 22 | 0 |
| 721 | 2 | 5 | 4 |
| 722 | 2 | 5 | 3 |
| 723 | 0 | 0 | 0 |
| 724 | 0 | 0 | 0 |
| 725 | 0 | 0 | 0 |
| 726 | 0 | 0 | 0 |
| 727 | 0 | 0 | 0 |
| 728 | 0 | 0 | 13 |
| 729 | 0 | 0 | 0 |
| 730 | 7 | 20 | 12 |
| 731 | 2 | 8 | 6 |
| 732 | 21 | 19 | 17 |
| 733 | 21 | 19 | 17 |
| 734 | 21 | 19 | 17 |
| 735 | 40 | 0 | 0 |
| 736 | 0 | 0 | 0 |
| 737 | 21 | 19 | 17 |
| 738 | 21 | 19 | 17 |
| 739 | 60 | 49 | 51 |
| 740 | 0 | 0 | 0 |
| 741 | 0 | 0 | 0 |
| 742 | 3 | 3 | 3 |
| 743 | 21 | 19 | 17 |
| 744 | 21 | 19 | 17 |
| 745 | 50 | 30 | 26 |
| 746 | 4 | 3 | 4 |
| 747 | 40 | 60 | 43 |

| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 748 | 59 | 58 | 33 |
| 749 | 0 | 0 | 22 |
| 750 | 0 | 0 | 20 |
| 751 | 25 | 32 | 14 |
| 752 | 21 | 19 | 17 |
| 753 | 25 | 8 | 0 |
| 754 | 21 | 19 | 17 |
| 755 | 22 | 9 | 0 |
| 756 | 6 | 14 | 15 |
| 757 | 47 | 9 | 38 |
| 758 | 0 | 0 | 0 |
| 759 | 21 | 19 | 17 |
| 760 | 0 | 0 | 0 |
| 761 | 0 | 0 | 0 |
| 762 | 0 | 0 | 0 |
| 763 | 0 | 0 | 0 |
| 764 | 0 | 0 | 0 |
| 765 | 0 | 32 | 0 |
| 766 | 0 | 0 | 0 |
| 767 | 21 | 19 | 17 |
| 768 | 8 | 0 | 2 |
| 769 | 33 | 39 | 30 |
| 770 | 1 | 23 | 21 |
| 771 | 41 | 22 | 15 |
| 772 | 4 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

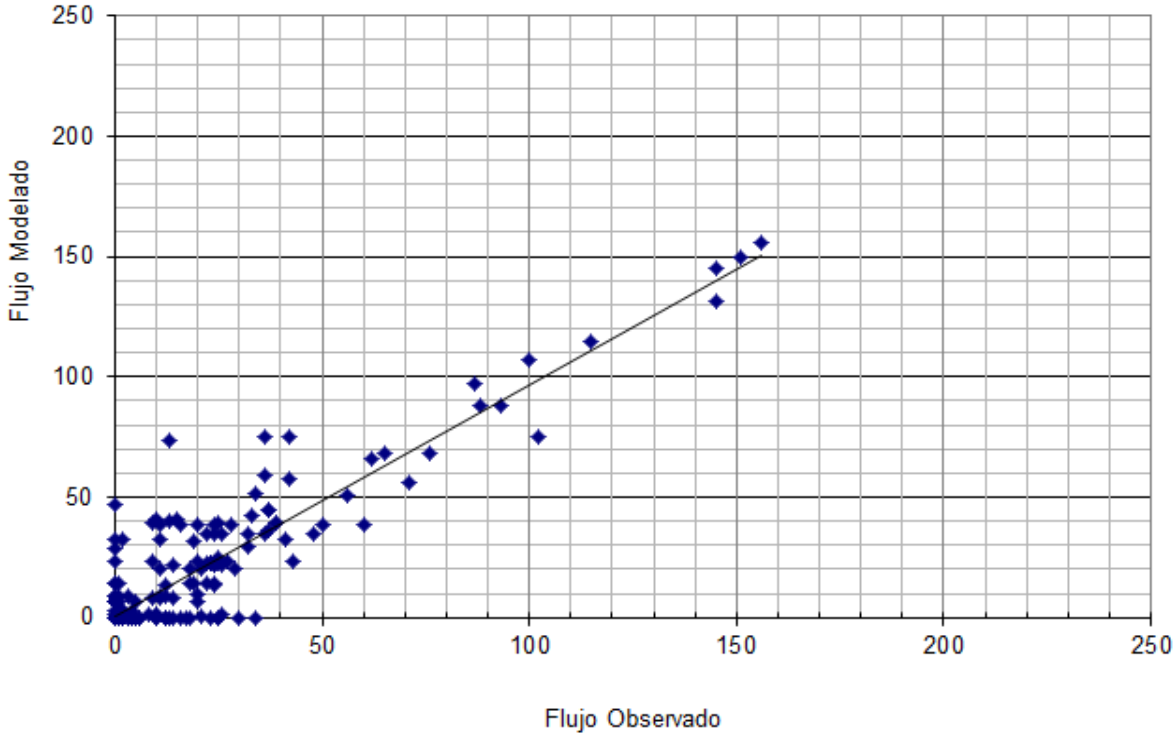
En las figuras siguientes se muestran gráficos que dan cuenta del nivel de ajuste logrado en la calibración y en el cuadro posterior se entregan resultados numéricos.

Figura 4-11: Ajuste de calibración de frecuencias de taxis colectivos (PM)



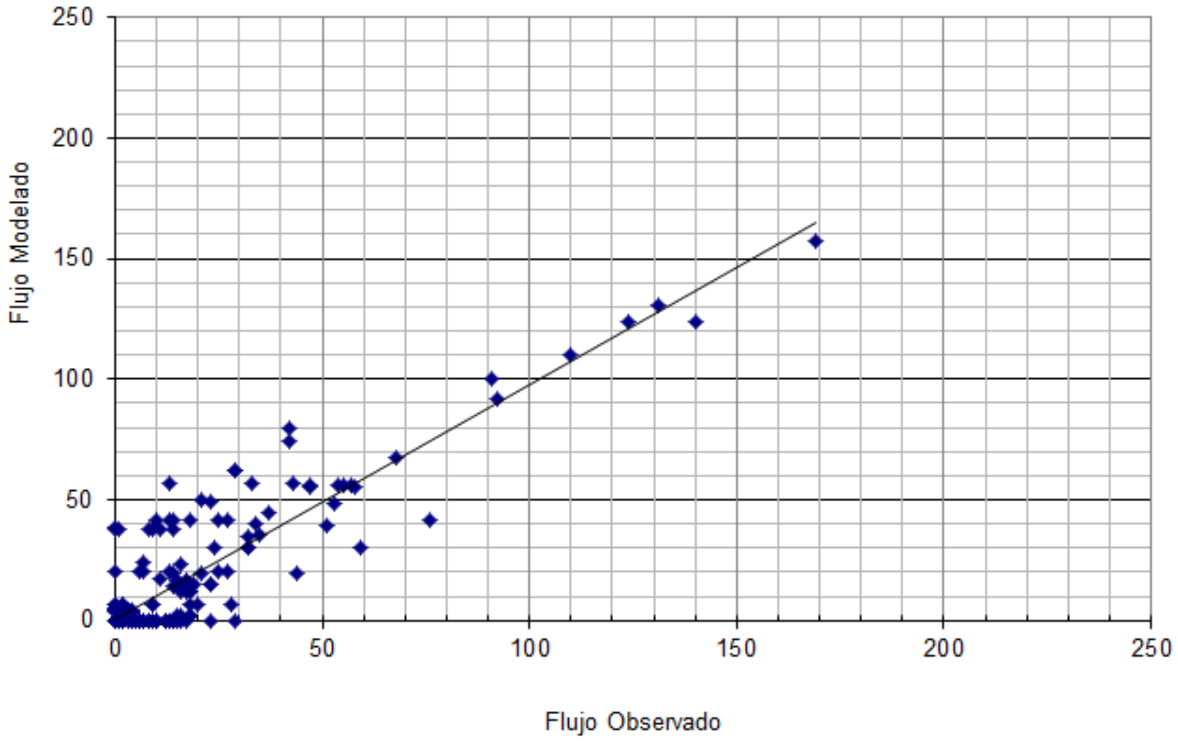

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-12: Ajuste de calibración de frecuencias de taxis colectivos (FP)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-13: Ajuste de calibración de frecuencias de taxis colectivos (PT)




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-6: Ajuste de calibración de frecuencias de taxis colectivos

| Periodo | Modelo | Parámetros | | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | |
| Punta Mañana | Y = A + B * X | 0,99 | 0,85 | 0,84 |
| | Y = B * X | - | 1,00 | 0,84 |
| | Y = X | - | - | 0,84 |
| Fuera de Punta | Y = A + B * X | 0,96 | 0,82 | 0,85 |
| | Y = B * X | - | 0,97 | 0,85 |
| | Y = X | - | - | 0,85 |
| Punta Tarde | Y = A + B * X | 0,97 | 0,71 | 0,83 |
| | Y = B * X | - | 0,98 | 0,83 |
| | Y = X | - | - | 0,83 |

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, tanto en los gráficos como en los resultados numéricos presentados, la calibración de frecuencias de taxis colectivos presenta indicadores de ajuste de menor calidad que los de buses articulados y los de buses, sin perjuicio que se estima que son adecuados para efectos del desarrollo del proyecto. En particular, el eje Vivaceta (eje sujeto a estudio) no presenta un flujo significativo de taxis colectivos, por lo que no se esperaría un impacto importante del proyecto sobre los costos y beneficios este tipo de vehículos, restando con ello importancia a la menor calidad del ajuste.

d) Calibración rutas de camiones simples

La calibración de camiones, tanto simples como articulados, posee una lógica ligeramente distinta a la utilizada para la calibración de rutas de transporte público, básicamente por el hecho de que, sin perjuicio de que son modelados como rutas fijas, en la realidad se trata de vehículos que se asignan a la red.

Sin perjuicio de ello, el estado de la práctica es considerarlos como rutas fijas, tanto por la dificultad de estimar matrices de demanda de carga como por el impacto relativamente menor de este tipo de vehículos en la red, debido a sus flujos relativamente bajos.

El punto de partida para esta calibración fue el listado de rutas generado en el estudio "Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la Región Metropolitana", desarrollado por Sectra. A este conjunto de rutas se le agregó una serie de rutas adicionales destinadas a obtener flujos en los arcos de la red con presencia importante de camiones y que no estaban considerados en las rutas presentadas en el estudio citado.

El listado de rutas considerado, así como las frecuencias obtenidas, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-7: Frecuencia calibradas para camiones simples

| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 1000 | 0 | 0 | 0 |
| 1001 | 3 | 0 | 0 |
| 1002 | 5 | 5 | 5 |
| 1003 | 5 | 5 | 5 |
| 1004 | 0 | 0 | 0 |
| 1005 | 29 | 27 | 63 |
| 1006 | 3 | 0 | 3 |
| 1007 | 5 | 5 | 5 |
| 1008 | 5 | 5 | 5 |
| 1009 | 5 | 5 | 5 |
| 1010 | 6 | 28 | 15 |
| 1011 | 1 | 0 | 3 |
| 1012 | 5 | 5 | 5 |
| 1013 | 5 | 5 | 5 |
| 1014 | 5 | 5 | 5 |
| 1015 | 0 | 12 | 4 |
| 1016 | 5 | 5 | 5 |
| 1017 | 5 | 5 | 5 |
| 1018 | 11 | 29 | 50 |
| 1019 | 5 | 5 | 5 |
| 1020 | 5 | 5 | 5 |
| 1021 | 5 | 5 | 5 |
| 1022 | 5 | 5 | 5 |
| 1023 | 5 | 5 | 5 |

| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 1024 | 5 | 5 | 5 |
| 1025 | 50 | 62 | 19 |
| 1026 | 2 | 71 | 11 |
| 1027 | 3 | 11 | 4 |
| 1028 | 4 | 17 | 7 |
| 1029 | 5 | 5 | 5 |
| 1030 | 5 | 5 | 5 |
| 1031 | 5 | 5 | 5 |
| 1032 | 5 | 5 | 5 |
| 1033 | 5 | 5 | 5 |
| 1034 | 12 | 43 | 9 |
| 1035 | 0 | 2 | 0 |
| 1036 | 5 | 5 | 5 |
| 1037 | 5 | 5 | 5 |
| 1038 | 0 | 0 | 0 |
| 1039 | 0 | 0 | 0 |
| 1040 | 0 | 0 | 0 |
| 1041 | 5 | 5 | 5 |
| 1042 | 5 | 5 | 5 |
| 1043 | 5 | 6 | 5 |
| 1044 | 4 | 0 | 3 |
| 1045 | 31 | 55 | 15 |
| 1046 | 37 | 84 | 48 |
| 1047 | 5 | 5 | 5 |
| 1048 | 7 | 10 | 14 |
| 1049 | 28 | 65 | 42 |
| 1050 | 5 | 5 | 5 |
| 1051 | 15 | 1 | 8 |
| 1052 | 5 | 5 | 5 |
| 1053 | 19 | 41 | 10 |
| 1054 | 5 | 5 | 5 |
| 1055 | 4 | 3 | 4 |
| 1056 | 5 | 5 | 5 |
| 1057 | 5 | 5 | 5 |
| 1058 | 21 | 29 | 34 |
| 1059 | 0 | 0 | 0 |
| 1060 | 0 | 0 | 0 |
| 1061 | 0 | 0 | 0 |
| 1062 | 14 | 11 | 4 |
| 1063 | 9 | 8 | 7 |
| 1064 | 0 | 7 | 0 |
| 1065 | 10 | 19 | 13 |
| 1066 | 5 | 5 | 5 |
| 1067 | 5 | 5 | 5 |
| 1068 | 1 | 3 | 0 |
| 1069 | 8 | 21 | 5 |
| 1070 | 2 | 3 | 3 |

| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 1071 | 25 | 68 | 23 |
| 1072 | 16 | 18 | 6 |
| 1073 | 16 | 36 | 15 |
| 1074 | 5 | 5 | 5 |
| 1075 | 12 | 13 | 9 |
| 1076 | 4 | 11 | 4 |
| 1077 | 21 | 66 | 48 |
| 1078 | 5 | 5 | 5 |
| 1079 | 0 | 0 | 0 |
| 1080 | 2 | 68 | 11 |
| 1081 | 21 | 66 | 48 |
| 1082 | 0 | 0 | 0 |
| 1083 | 2 | 3 | 2 |
| 1084 | 29 | 63 | 31 |
| 1085 | 21 | 66 | 47 |
| 1086 | 6 | 8 | 8 |
| 1087 | 0 | 0 | 0 |
| 1088 | 0 | 0 | 0 |
| 1089 | 12 | 8 | 14 |
| 1090 | 28 | 37 | 13 |
| 1091 | 15 | 31 | 21 |
| 1092 | 8 | 16 | 0 |
| 1093 | 0 | 7 | 0 |
| 1094 | 0 | 1 | 1 |
| 1095 | 8 | 22 | 15 |
| 1096 | 4 | 3 | 4 |
| 1097 | 5 | 5 | 5 |
| 1098 | 8 | 17 | 10 |
| 1099 | 3 | 14 | 5 |
| 1100 | 12 | 9 | 14 |
| 1101 | 10 | 16 | 25 |
| 1102 | 15 | 53 | 31 |
| 1103 | 0 | 14 | 3 |
| 1104 | 39 | 18 | 25 |
| 1105 | 0 | 11 | 13 |
| 1106 | 14 | 53 | 31 |
| 1107 | 15 | 13 | 15 |
| 1108 | 8 | 16 | 14 |
| 1109 | 22 | 50 | 10 |
| 1110 | 10 | 16 | 9 |
| 1111 | 0 | 0 | 0 |
| 1112 | 14 | 26 | 11 |
| 1113 | 5 | 19 | 10 |
| 1114 | 0 | 0 | 0 |
| 1115 | 8 | 12 | 1 |
| 1116 | 22 | 23 | 11 |
| 1117 | 0 | 0 | 3 |

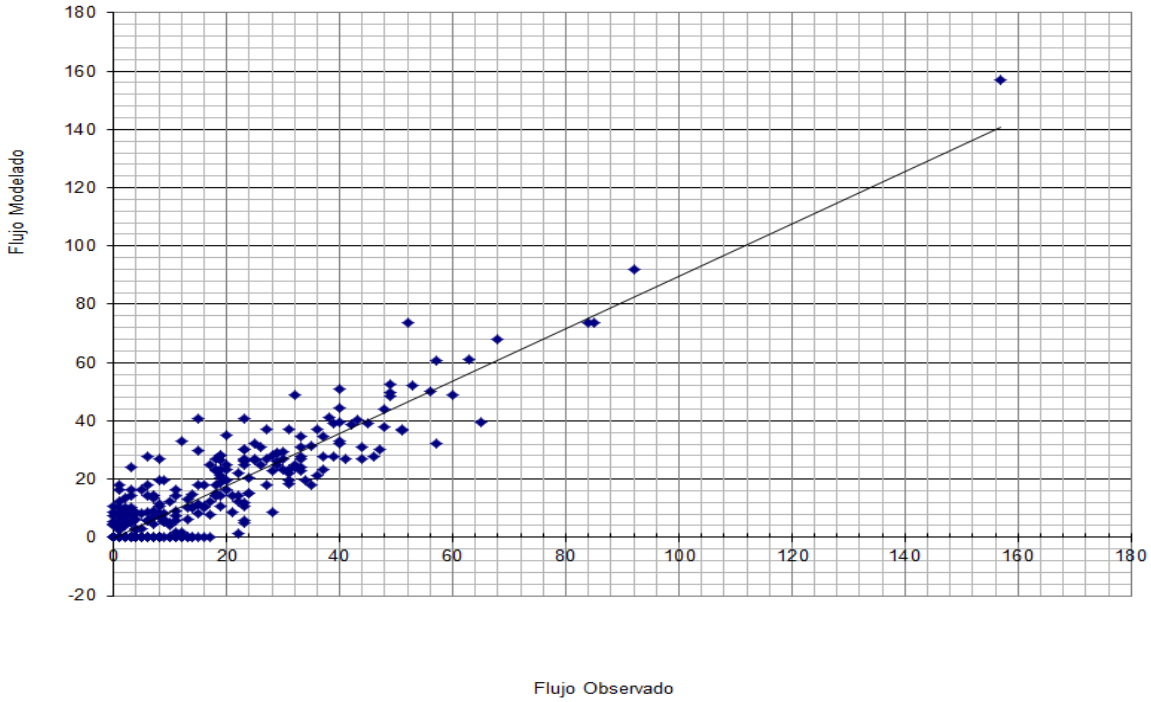
| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 1118 | 0 | 0 | 2 |
| 1119 | 0 | 0 | 0 |
| 1120 | 4 | 6 | 6 |
| 1121 | 5 | 0 | 0 |
| 1122 | 0 | 0 | 0 |
| 1123 | 7 | 23 | 3 |
| 1124 | 0 | 0 | 0 |
| 1125 | 16 | 15 | 9 |
| 1126 | 5 | 0 | 2 |
| 1127 | 18 | 38 | 24 |
| 1128 | 3 | 1 | 2 |
| 1129 | 4 | 3 | 2 |
| 1130 | 21 | 29 | 27 |
| 1131 | 6 | 2 | 1 |
| 1132 | 13 | 27 | 19 |
| 1133 | 26 | 100 | 92 |
| 1134 | 76 | 76 | 24 |
| 1135 | 6 | 17 | 8 |
| 1136 | 28 | 62 | 23 |
| 1137 | 32 | 50 | 23 |
| 1138 | 75 | 76 | 23 |
| 1139 | 14 | 59 | 21 |
| 1140 | 39 | 38 | 43 |
| 1141 | 5 | 2 | 9 |
| 1142 | 9 | 17 | 9 |
| 1143 | 19 | 23 | 10 |
| 1144 | 1 | 16 | 4 |
| 1145 | 0 | 0 | 0 |
| 1146 | 9 | 22 | 14 |
| 1147 | 16 | 11 | 6 |
| 1148 | 14 | 17 | 9 |
| 1149 | 37 | 33 | 50 |
| 1150 | 11 | 72 | 25 |
| 1151 | 6 | 34 | 8 |
| 1152 | 2 | 13 | 1 |
| 1153 | 7 | 22 | 5 |
| 1154 | 11 | 18 | 14 |
| 1155 | 7 | 17 | 16 |
| 1156 | 6 | 21 | 13 |
| $R^2$ | 0,85 | 0,88 | 0,86 |

Fuente: Elaboración propia

Las rutas cuya frecuencia resultante del proceso fue cero en los tres períodos, fueron eliminadas de la codificación SATURN.

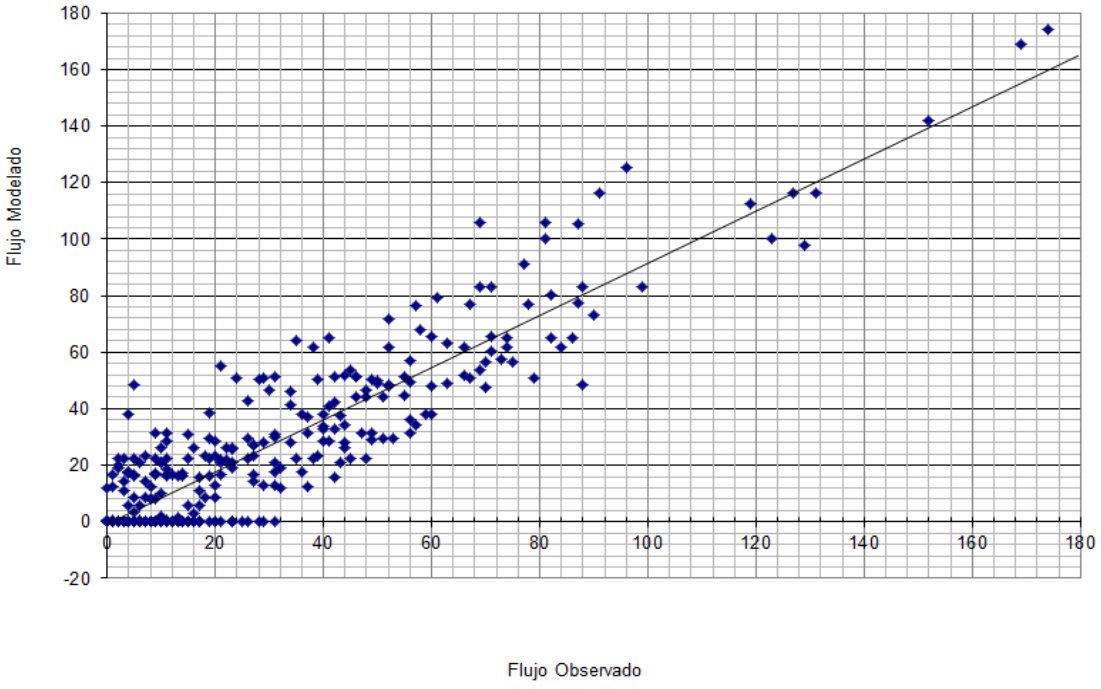
En las figuras siguientes se muestran gráficos que dan cuenta del nivel de ajuste logrado en la calibración y en el cuadro posterior se entregan resultados numéricos.

Figura 4-14: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones simples (PM)



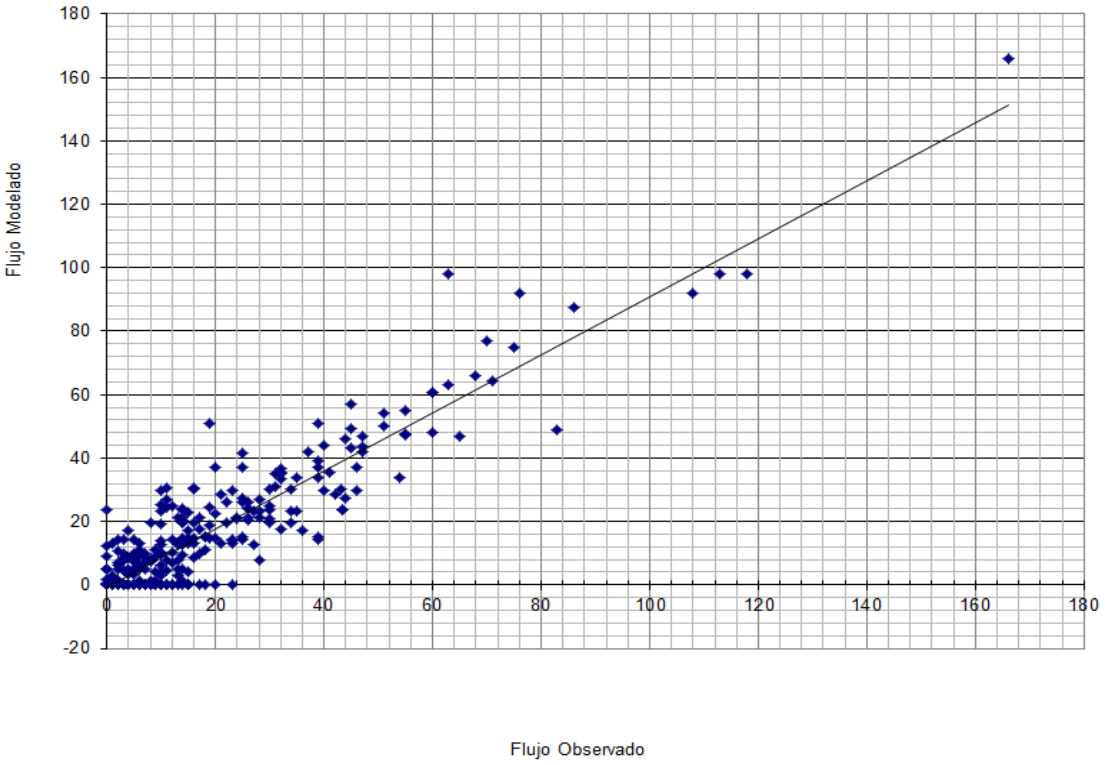

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-15: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones simples (FP)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-16: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones simples (PT)




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-8: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones simples

| Periodo | Modelo | Parámetros | | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | |
| **Punta Mañana** | Y = A + B * X | 0,90 | 0,15 | 0,85 |
| | Y = B * X | - | 0,89 | 0,85 |
| | Y = X | - | - | 0,85 |
| **Fuera de Punta** | Y = A + B * X | 0,93 | 0,14 | 0,88 |
| | Y = B * X | - | 0,91 | 0,88 |
| | Y = X | - | - | 0,88 |
| **Punta Tarde** | Y = A + B * X | 0,92 | 0,56 | 0,86 |
| | Y = B * X | - | 0,90 | 0,86 |
| | Y = X | - | - | 0,86 |

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, tanto en los gráficos como en los resultados numéricos presentados, la calibración de frecuencias de simples reprodujo los flujos medidos en el área de estudio de manera razonable, si bien menos precisa que los procesos asociados a rutas de transporte público, situación esperable tal como se ha comentado en el comienzo de este acápite.

e) Calibración rutas de camiones articulados

El proceso de calibración de camiones articulados se llevó a cabo de acuerdo a la misma metodología y consideraciones que los camiones simples, si bien se puede esperar mejores ajustes debido a que circulan típicamente por vías de mayor jerarquía.

El listado de rutas considerado, así como las frecuencias obtenidas, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4-9: Frecuencia calibradas para camiones articulados

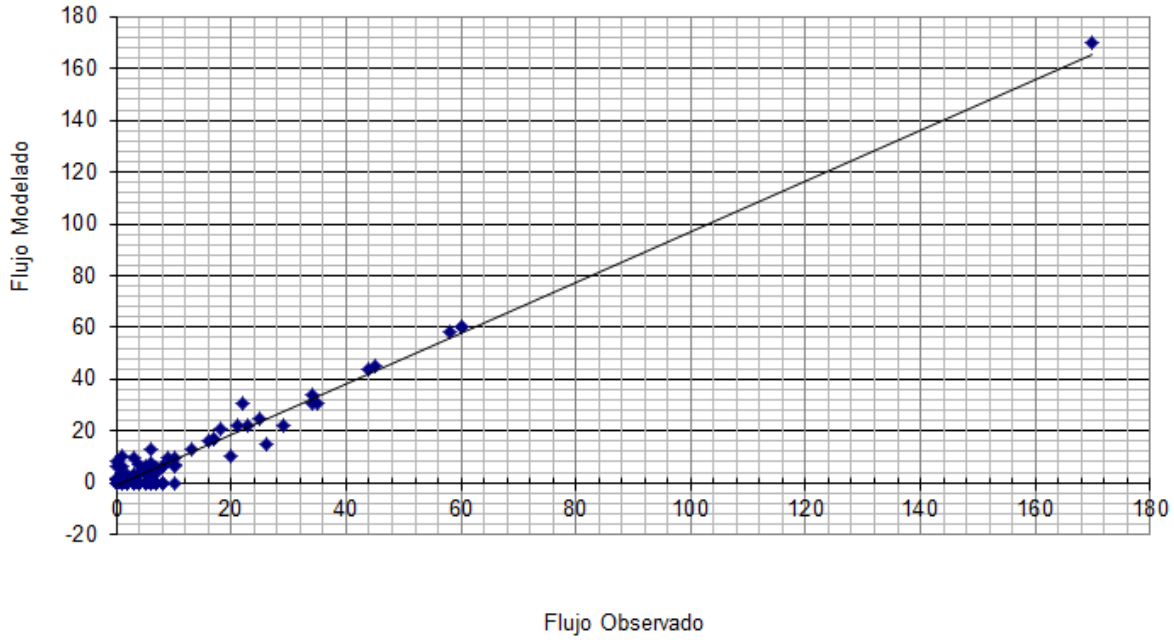
| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 1200 | 52 | 60 | 17 |
| 1201 | 16 | 27 | 23 |
| 1202 | 22 | 47 | 9 |
| 1203 | 5 | 5 | 5 |
| 1204 | 5 | 5 | 5 |
| 1205 | 5 | 5 | 5 |
| 1206 | 3 | 7 | 3 |
| 1207 | 0 | 0 | 0 |
| 1208 | 15 | 19 | 18 |
| 1209 | 5 | 5 | 5 |
| 1210 | 6 | 4 | 1 |
| 1211 | 5 | 5 | 5 |
| 1212 | 5 | 5 | 5 |
| 1213 | 5 | 5 | 5 |
| 1214 | 5 | 5 | 5 |
| 1215 | 4 | 8 | 7 |
| 1216 | 3 | 7 | 3 |
| 1217 | 16 | 39 | 22 |
| 1218 | 10 | 8 | 2 |
| 1219 | 1 | 0 | 0 |
| 1220 | 15 | 19 | 18 |
| 1221 | 5 | 5 | 5 |
| 1222 | 5 | 5 | 5 |
| 1223 | 5 | 5 | 5 |
| 1224 | 5 | 5 | 5 |
| 1225 | 0 | 0 | 0 |
| 1226 | 5 | 5 | 5 |
| 1227 | 0 | 0 | 0 |
| 1228 | 0 | 1 | 0 |
| 1229 | 3 | 42 | 7 |
| 1230 | 5 | 5 | 5 |
| 1231 | 44 | 47 | 45 |
| 1232 | 4 | 10 | 5 |
| 1233 | 1 | 1 | 0 |
| 1234 | 10 | 3 | 2 |
| 1235 | 5 | 5 | 5 |
| 1236 | 5 | 5 | 5 |
| 1237 | 2 | 14 | 15 |

| Ruta Saturn | Frecuencia Calibrada (veh/h) | | |
|---|---|---|---|
| | AM | FP | PT |
| 1238 | 5 | 5 | 5 |
| 1239 | 74 | 100 | 85 |
| 1240 | 1 | 2 | 1 |
| 1241 | 1 | 7 | 7 |
| 1242 | 75 | 100 | 85 |
| 1243 | 5 | 5 | 5 |
| 1244 | 3 | 1 | 2 |
| 1245 | 8 | 16 | 6 |
| 1246 | 42 | 96 | 53 |
| 1247 | 0 | 0 | 0 |
| 1248 | 2 | 5 | 14 |
| 1249 | 3 | 5 | 4 |
| 1250 | 1 | 7 | 6 |
| 1251 | 1 | 27 | 5 |
| 1252 | 0 | 1 | 1 |
| 1253 | 1 | 10 | 3 |
| 1254 | 13 | 13 | 3 |
| 1255 | 0 | 0 | 0 |
| 1256 | 1 | 1 | 1 |
| 1257 | 1 | 3 | 3 |
| 1258 | 6 | 11 | 3 |
| 1259 | 0 | 0 | 0 |
| 1260 | 6 | 0 | 0 |
| 1261 | 34 | 14 | 0 |
| 1262 | 25 | 23 | 41 |
| 1263 | 17 | 34 | 12 |
| 1264 | 7 | 38 | 40 |
| 1265 | 3 | 3 | 1 |
| 1266 | 13 | 30 | 25 |
| 1267 | 0 | 0 | 0 |
| 1268 | 6 | 27 | 14 |
| $R^2$ | 0,97 | 0,95 | 0,96 |

Fuente: Elaboración propia

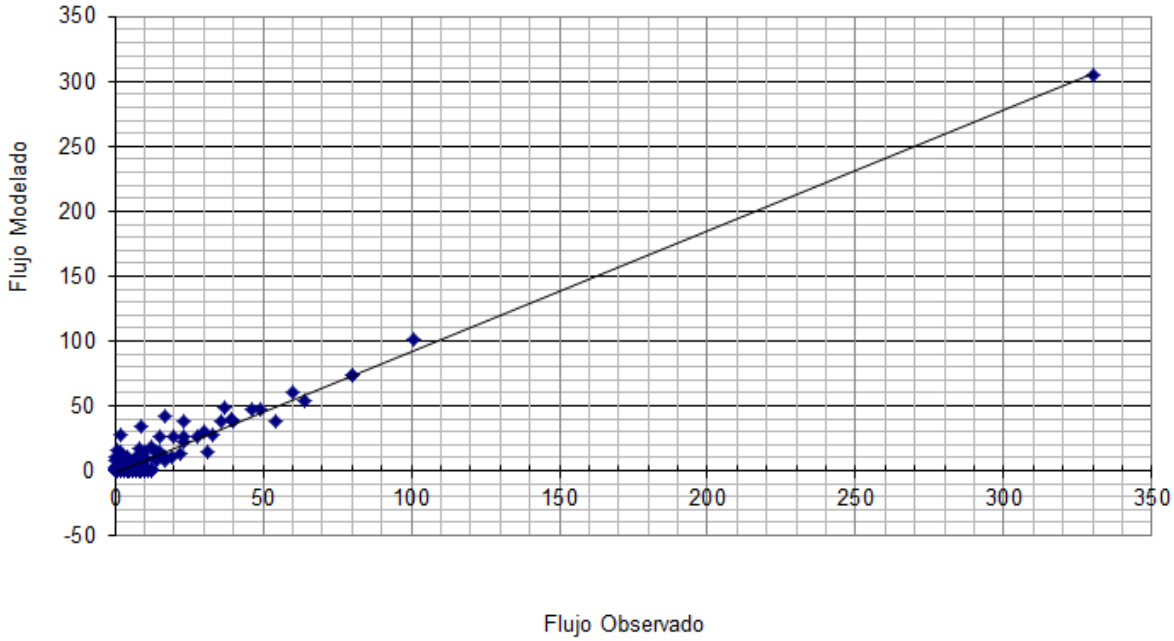
En las figuras siguientes se muestran gráficos que dan cuenta del nivel de ajuste logrado en la calibración y en el cuadro posterior se entregan resultados numéricos.

Figura 4-17: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones de camiones articulados (PM)



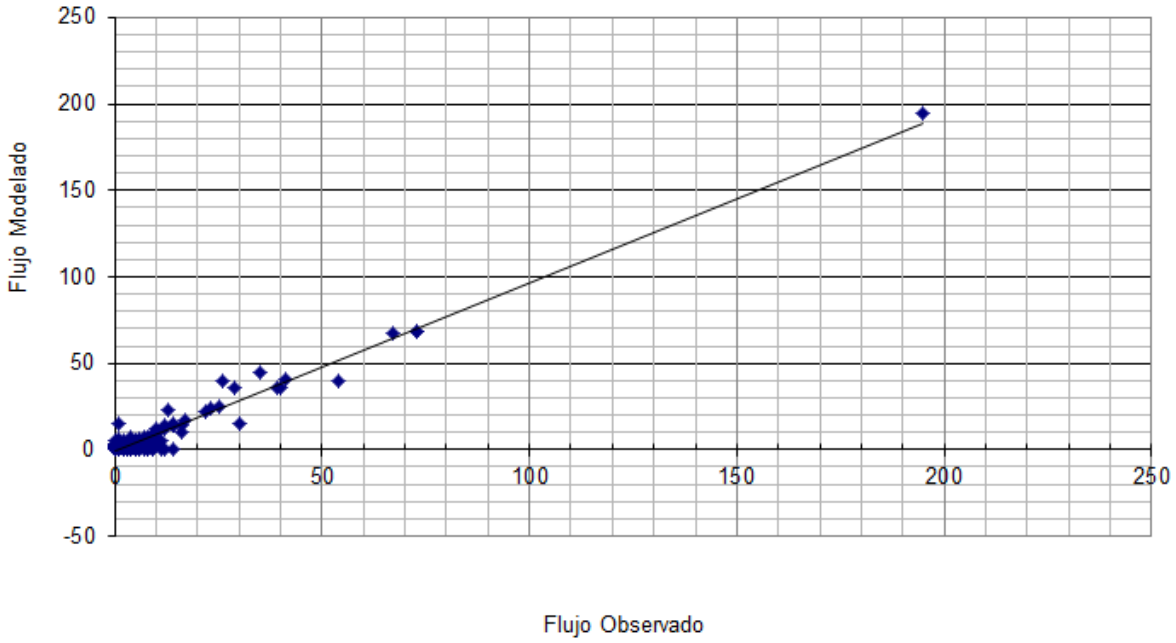

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-18: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones de camiones articulados (FP)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-19: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones de camiones articulados (PT)




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-10: Ajuste de calibración de frecuencias de camiones articulados

| Periodo | Modelo | Parámetros | | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | | A | B | |
| Punta Mañana | Y = A + B * X | 0,98 | 0,59 | 0,97 |
| | Y = B * X | - | 0,96 | 0,96 |
| | Y = X | - | - | 0,97 |
| Fuera de Punta | Y = A + B * X | 0,93 | 0,75 | 0,95 |
| | Y = B * X | - | 0,92 | 0,95 |
| | Y = X | - | - | 0,95 |
| Punta Tarde | Y = A + B * X | 0,97 | 0,72 | 0,96 |
| | Y = B * X | - | 0,96 | 0,95 |
| | Y = X | - | - | 0,96 |

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar, tanto en los gráficos como en los resultados numéricos presentados, la calibración de frecuencias de camiones articulados reprodujo en forma satisfactoria los flujos medidos en el área de estudio.

### 4.2.2 Calibración de redes y matrices OD

a) Metodología de calibración

A partir de las matrices a priori correspondientes al año 2010, cuya construcción se reportó previamente, se procedió a estimar nuevas matrices que representen la

distribución actual de los viajes que son relevantes para el estudio de mejoramiento del eje Fermín Vivaceta en los tres períodos definidos.

El proceso de calibración de redes está destinado, en una primera instancia, a la readecuación de los distintos parámetros que considera el modelo de asignación, de forma de reproducir la realidad con un nivel de precisión tal, que tienda a optimizar el compromiso costo-precisión con las restricciones propias de este tipo de análisis de transporte.

Dentro de este enfoque, la calibración estará destinada a reproducir, de acuerdo a lo observado, la estructura y magnitud de los flujos asignados por el modelo y las variables de servicio asociadas. Para esto se realizó en una primera etapa un proceso de calibración gruesa, empleando para la asignación, la matriz a priori determinada en el estudio, a partir del cual se reproduce la estructura de los flujos en la red, mediante cambios en la estructura y conectividad de la red, como, por ejemplo:

- Cambios en la codificación de los movimientos a nivel de nodos de la red interna
- Cambios en la accesibilidad de zonas.
- Cambios de capacidad de los arcos.
- Cambios de velocidad de flujo libre.
- Cambios en la topología de la red (arcos y nodos) que deberán considerarse también en la codificación de las rutas de locomoción colectiva y vehículos de transporte de carga (si es el caso).

Luego se realizó una nueva instancia de calibración mediante ajustes de las matrices a conteos vehiculares por movimientos y a variables de servicio medidas en la red, mediante el uso del módulo SATME2 de SATURN.

En esta etapa se busca una calibración fina del modelo, orientada a reproducir las magnitudes de flujo y variables de servicio relevantes. Este último proceso interactúa fuertemente con el proceso de estimación de la matriz de viajes más probable mediante el módulo SATME2. La calibración fina puede igualmente implicar una serie de cambios en la modelación, entre otros, ajustes en los conectores, en la capacidad de los arcos y su velocidad.

Un aspecto de gran importancia en la construcción del modelo en cada período es la estimación de la matriz de viajes con SATME2. El programa SATME2 estima la matriz de viajes a partir del análisis de las “pijas”, las cuales representan la proporción de cada par OD de la matriz que circula por un arco o movimiento modelado en donde se han realizado conteos de flujo vehicular. Las “pijas”, se obtienen a través del programa SATPIJA, el cual se corre a continuación de la asignación SATURN (usando la opción SAVEIT).

El modelo utiliza un proceso iterativo para encontrar un conjunto de factores de balance asociados a cada conteo (ponderando los viajes OD que por él pasan) de modo de reproducir el flujo observado en el arco o movimiento. La ecuación utilizada puede ser escrita como sigue:

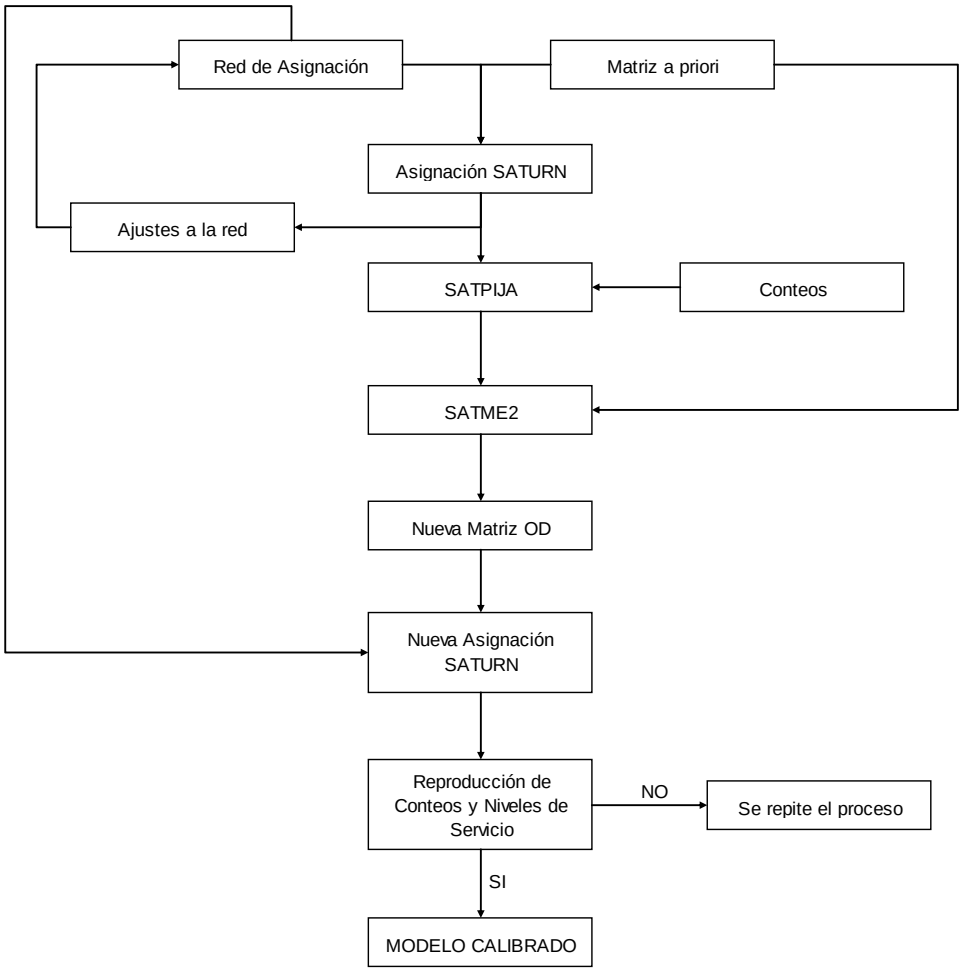
$$T_{ij} = t_{ij} \prod_{a} X_{a}^{Pija}$$

Donde:

$T_{ij}$: es la matriz resultante
$t_{ij}$: es la matriz a priori
$X_a$: es el factor de balance asociado al conteo en el arco a
$Pija$: es la proporción del viaje de i a j que pasa por el arco a

El proceso de calibración del modelo de asignación y matrices de viaje puede esquematizarse como muestra la siguiente figura.

Figura 4-20: Ajuste Esquema proceso de calibración



Si la matriz a priori utilizada representa adecuadamente la estructura de los viajes en el área de interés entonces se debe procurar mantener su estructura OD tanto como sea posible. Esto se logra ajustando los parámetros de SATME2 para que los cambios en la matriz que se introduzcan para reproducir los conteos sean leves. En este sentido el valor que se otorgue al parámetro XAMAX (máximo factor de ponderación) resulta muy relevante, el que idealmente no debiera superar el valor de 5,0. También es relevante el número de iteraciones con el modelo (entendiéndolas como aplicaciones sucesivamente sobre la matriz modificada de la iteración anterior). Es importante tener en cuenta que realizando múltiples iteraciones se puede lograr un ajuste excelente de flujos pero probablemente a costa de alterar radicalmente la estructura de OD de la matriz, con lo cual el modelo perdería su capacidad predictiva.

Un procedimiento recomendable es el de realizar varias corridas de SATME2 utilizando la matriz modificada en la corrida previa para obtener nuevos valores de “pijas”, pero luego aplicar las ponderaciones sobre la matriz a priori original. Esto permite que las “pijas” se ajusten mejor a la asignación de la matriz modificada, ya que se obtienen de una matriz más “parecida” a la que se busca obtener, tanto en magnitud como estructura, pero siempre se pondera la matriz a priori original. En general, cuando se cuenta con matrices a priori adecuadas, este procedimiento suele arrojar resultados satisfactorios con una sola ponderación. Solo si fue estrictamente necesario, se consideró una segunda ponderación de SATME2, es decir, aplicar el procedimiento anterior ponderando una matriz resultante de la primera ponderación.

Como indicadores del ajuste se utilizaron datos recogidos en los estudios de base de tránsito: el ajuste de los flujos a través de los indicadores $R^2$ y GEH, y la comparación de tiempos de viaje mediante el análisis de gráficos de tiempo acumulado por eje (observados y modelados).

En el caso de la ciudad de Santiago, la existencia de autopistas tarificadas impone una complejidad adicional a la calibración del modelo de asignación, debido a que distintos tipos de usuarios (segmentados típicamente por su nivel de ingreso) poseen diferentes disponibilidades a pagar por ahorros de tiempo, lo cual hace que perciban el costo de la tarifa en forma diferente. Ello lleva a la necesidad de construir y asignar matrices por categoría de usuario. Luego, el proceso de calibración de matrices debe efectuarse en forma iterativa, ya que no existe un procedimiento conjunto aplicable, pues la modificación de una de las matrices altera la asignación de las otras. Una complejidad adicional es el hecho de que no es posible medir los flujos vehiculares por categoría de usuario (se asume que las otras variables de calibración son indistintas por tipo de usuario), por lo que se debe incorporar supuestos al proceso.

Luego, el procedimiento de ajuste se realizó según lo siguiente:

1. Se realiza una primera asignación de las matrices a priori construidas

2. Se determina, para cada uno de los arcos y movimientos para los cuales se dispone de conteos, la distribución obtenida en la primera asignación para cada tipo de usuario.

3. Los porcentajes anteriores se aplican a los conteos y se obtiene una estimación del conteo por tipo de usuario.

4. Se realiza un primer ajuste de las matrices con SATME2 y se determina nuevamente los porcentajes por tipo de usuario (finales). Esto se hace por si en el proceso de ponderación se producen variaciones significativas en las rutas elegidas.

5. Se aplica el proceso secuencial de ajuste de cada matriz. En cada iteración se revisa el ajuste logrado en los conteos y tiempos de viaje, y se introducen modificaciones si es necesario y se vuelve a iterar. Se considera siempre solo una ponderación de la matriz a priori, aunque se realizan varias asignaciones con matrices resultantes para obtener nuevas pijas.

6. Si el ajuste a los conteos no se consideró plenamente satisfactorio, se procedió a aumentar el factor de ponderación máxima XAMAX (valor inicial =5).

   Los resultados obtenidos para cada uno de los 3 períodos de modelación se presentan y comentan en los puntos siguientes.

b) Período Punta Mañana

El primer paso en el proceso de calibración fue el de asignar las matrices a priori de cada tipo de usuario y buscar el mejor ajuste posible solo a través de modificaciones en la red. Esta asignación inicial, para el período punta mañana, arrojó resultados bastante razonables, obteniéndose los niveles de ajuste inicial (antes de SATME2) que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 4-11: Resumen Estadístico Calibración Punta Mañana Asignación Inicial (matrices a priori)

| Categoría de usuario | Modelo | Parámetros | | Indicador Estadístico | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | $R^2$ | GEH |
| 1 (clases 1, 2 y 3 de Estraus) | Y = A + B * X | 25,54 | 1,03 | 0,608 | 9,94 |
| | Y = B * X | - | 1,07 | 0,605 | |
| | Y = X | - | - | 0,600 | |
| 2 (clase 4 de Estraus) | Y = A + B * X | 3,13 | 1,06 | 0,799 | 6,50 |
| | Y = B * X | - | 1,07 | 0,798 | |
| | Y = X | - | - | 0,793 | |
| 3 (clase 5 de Estraus) | Y = A + B * X | 16,90 | 0,76 | 0,786 | 6,02 |
| | Y = B * X | - | 0,78 | 0,783 | |
| | Y = X | - | - | 0,710 | |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se pueden observar en el directorio “Calibración modelo de transporte/Saturn/PM2/As0” que se entrega en el Anexo óptico y que corresponde a la asignación a la red de las matrices a priori.

Se observa que las clases de usuario 2 y 3 entregan resultados más o menos razonables en la asignación de la matriz a priori, logrando valores de $R^2$ cercanos a 0,8 y GEH de poco más de 6. El caso de la categoría 1 es diferente, donde se obtiene un resultado mucho menos satisfactorio.

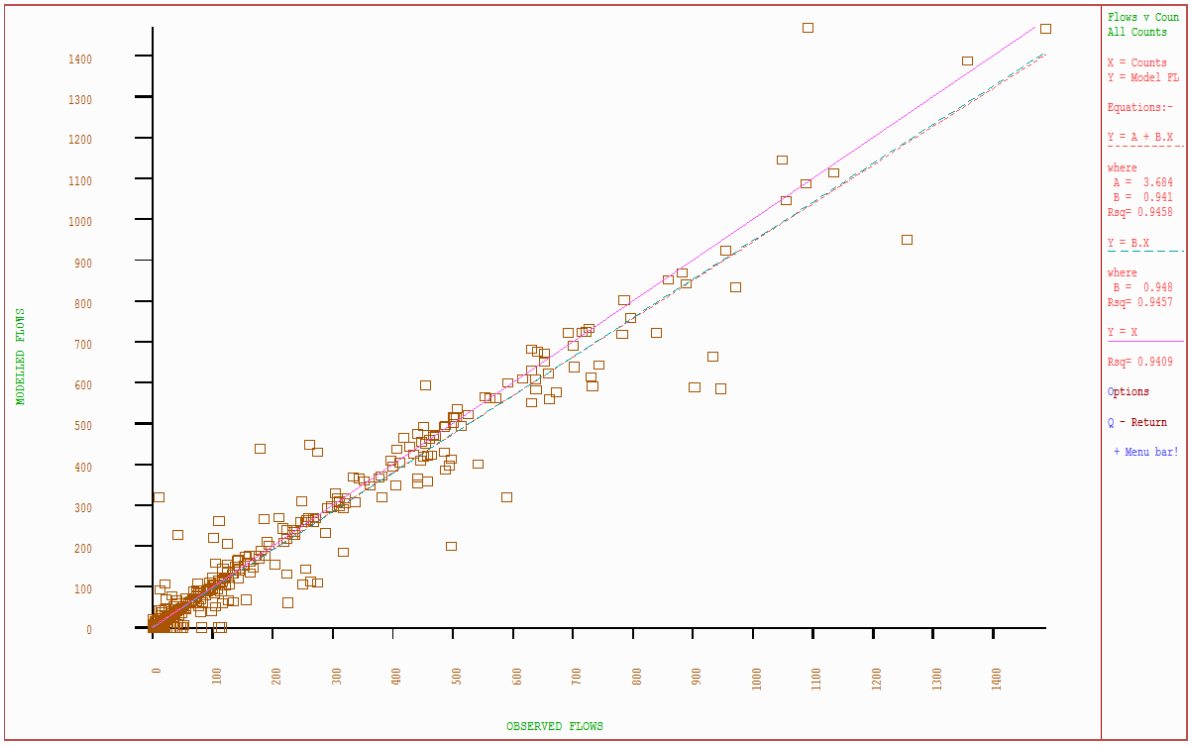
Considerando el estado inicial del ajuste, la matriz de la categoría 1 requirió de un factor de ponderación máxima mayor (XAMAX) para obtener resultados satisfactorios. Para la matriz categoría 1 se utilizó un valor de 10 y para las de categoría 2 y 3 un valor de 5. Las matrices solo se ponderaron una vez.

Cabe mencionar que, existen conteos que resultan muy difíciles de reproducir, existiendo en opinión del consultor dos razones principales. La primera tiene relación con la construcción del modelo, el cual es solo una representación de la realidad que considera agregaciones, en donde las conexiones a la red son más limitadas que en la realidad. Otra razón, que en el presente estudio se ha verificado, dice relación con las magnitudes de flujo resultantes en algunos de los arcos de entrada/salida de la red, que quedan definidos por el corte de las matrices a partir de una asignación de la red Estraus. Si la asignación en dichos arcos en la red Estraus es muy diferente a la realidad, ello condiciona tanto la cantidad de pijas que pasan por dicho arco como las posibilidades de ponderación, aspecto que solo podría ser subsanado a partir de un proceso de semillado de la matriz, que se descarta debido a la subjetividad inherente a él y debido a que las situaciones que se producen no se consideran críticas debido a su lejanía con el eje en estudio.

Un ejemplo de lo anterior, es el caso de la Av. Jorge Hirmas (zona externa 80), en que la matriz a priori indica que salen por dicho arco (asignación Estraus) solo 123 veh/h, mientras que los conteos en ese lugar en la punta mañana sobrepasan los 1.700 veh/h. Esta gran diferencia no es posible de superar considerando los criterios de ponderador máximo utilizados. De hecho en la asignación final con la matriz calibrada, el flujo total en el arco aludido fue de 351 veh/h, es decir fue ponderado aproximadamente por 3. Si bien lo descrito representa un mal ajuste para ese conteo particular, ésta es la única situación de este tipo (al menos tan severa) que se produce en la red, la cual se estima no reviste mayor problema debido, como ya se ha dicho, a su lejanía del eje en estudio.

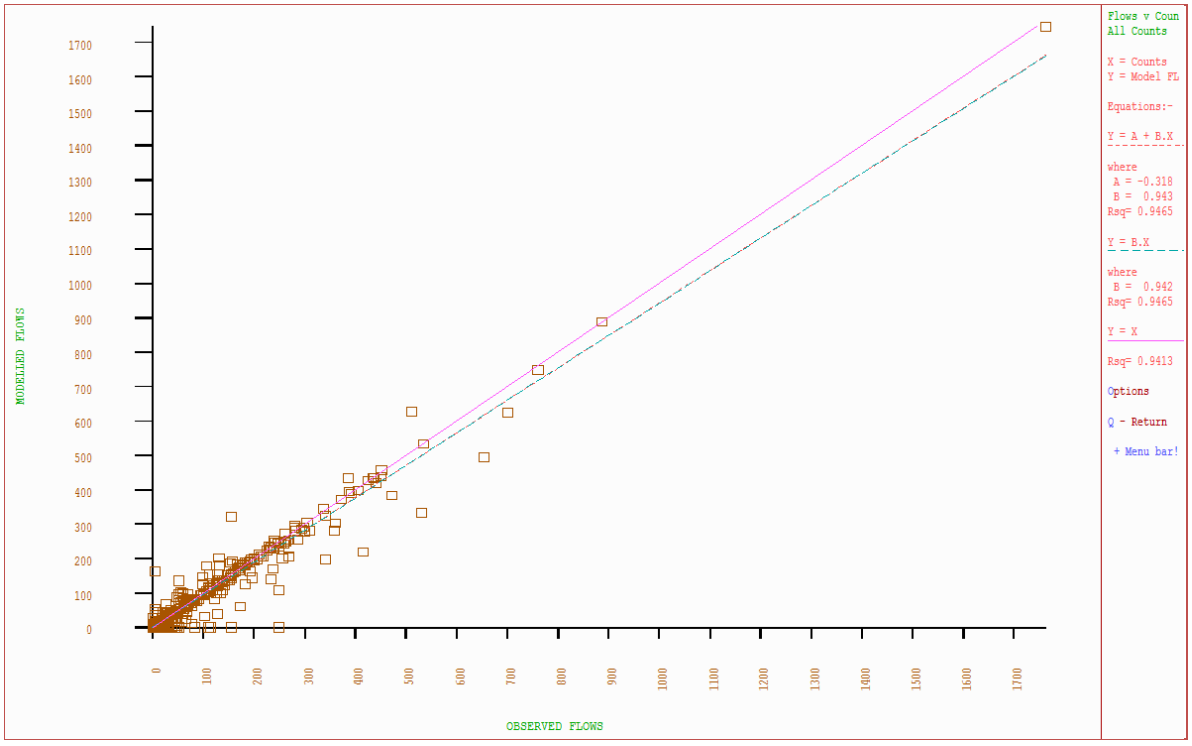
En la figura y cuadro siguiente se presenta la comparación de flujos medidos y asignados, y los indicadores de ajuste de calibración del modelo para el período Punta Mañana.

Figura 4-21: Ajuste asignación de flujos, Punta Mañana, categoría 1



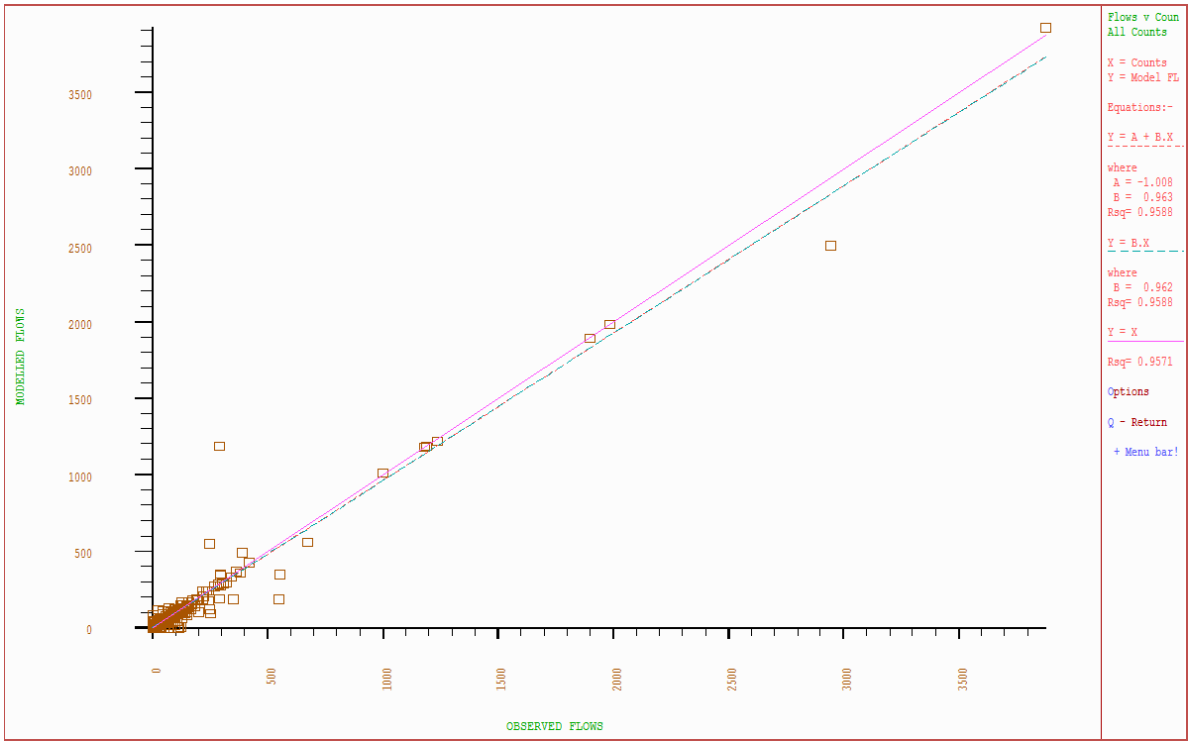

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-22: Ajuste asignación de flujos, Punta Mañana, categoría 2




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-23: Ajuste asignación de flujos, Punta Mañana, categoría 3




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-12: Resumen Estadístico Calibración Punta Mañana

| Categoría de usuario | Modelo | Parámetros | | Indicador Estadístico | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | $R^2$ | GEH |
| 1 (clases 1, 2 y 3 de Estraus) | Y = A + B * X | 3,68 | 0,94 | 0,946 | 4,30 |
| | Y = B * X | - | 0,95 | 0,946 | |
| | Y = X | - | - | 0,941 | |
| 2 (clase 4 de Estraus) | Y = A + B * X | -0,32 | 0,94 | 0,947 | 3,78 |
| | Y = B * X | - | 0,94 | 0,947 | |
| | Y = X | - | - | 0,941 | |
| 3 (clase 5 de Estraus) | Y = A + B * X | -1,01 | 0,96 | 0,959 | 3,92 |
| | Y = B * X | - | 0,96 | 0,959 | |
| | Y = X | - | - | 0,957 | |

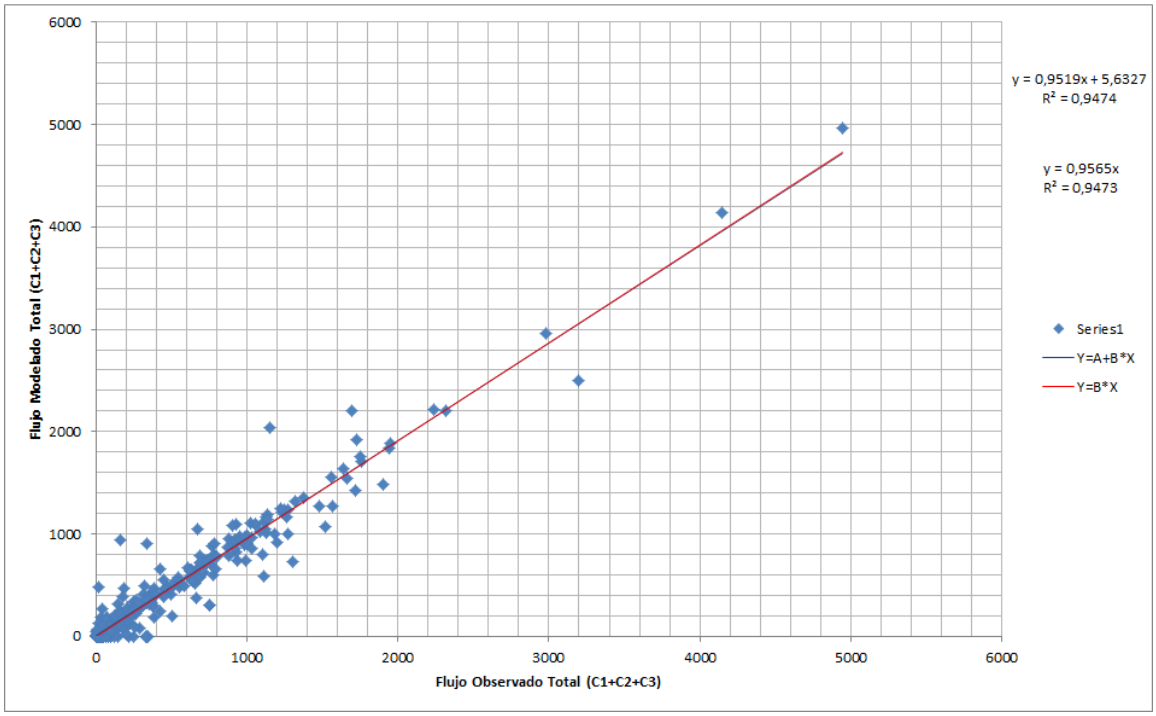
Fuente: Elaboración propia

El modelo alcanzó el ajuste debido de acuerdo con los criterios usualmente establecidos ($R^2$>0,9 y GEH<5), por lo que se estimó que el resultado era satisfactorio.

Los valores tabulados de la comparación de los flujos asignados y modelados pueden observarse en los archivos LPP de cada corrida que se entregan en el Anexo Digital.

Adicionalmente, resulta de interés también apreciar el nivel de ajuste de los flujos totales, para lo cual se elaboró externamente el gráfico ad-hoc que se presenta a continuación, en el que además se han incluido los indicadores de ajuste.

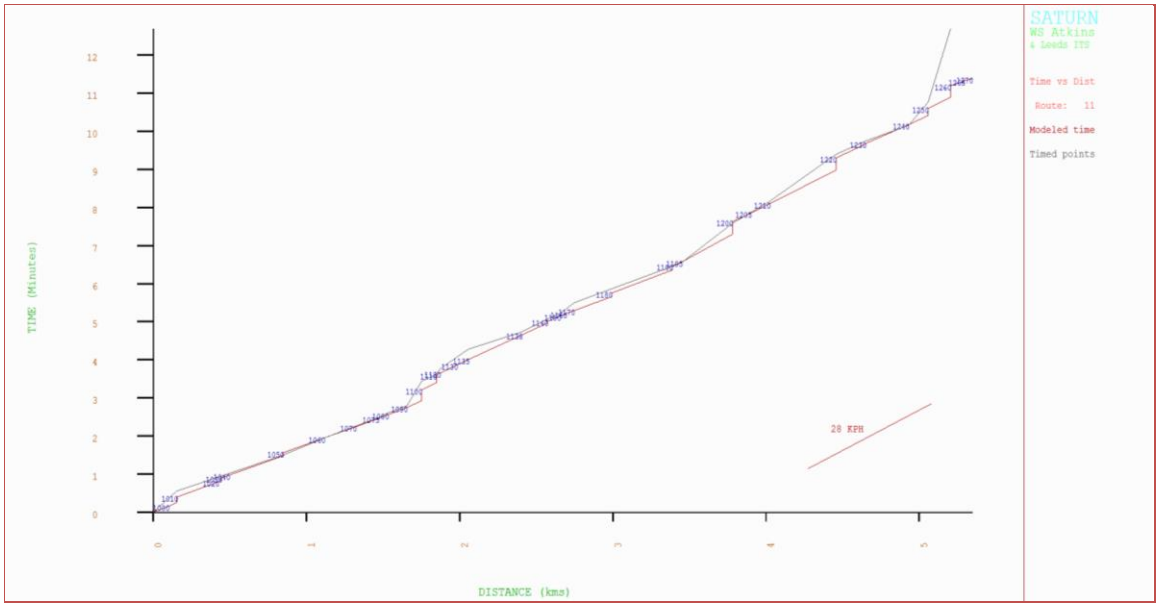
Figura 4-24: Ajuste asignación de flujos, Punta Mañana, todas las categorías




Fuente: Elaboración propia

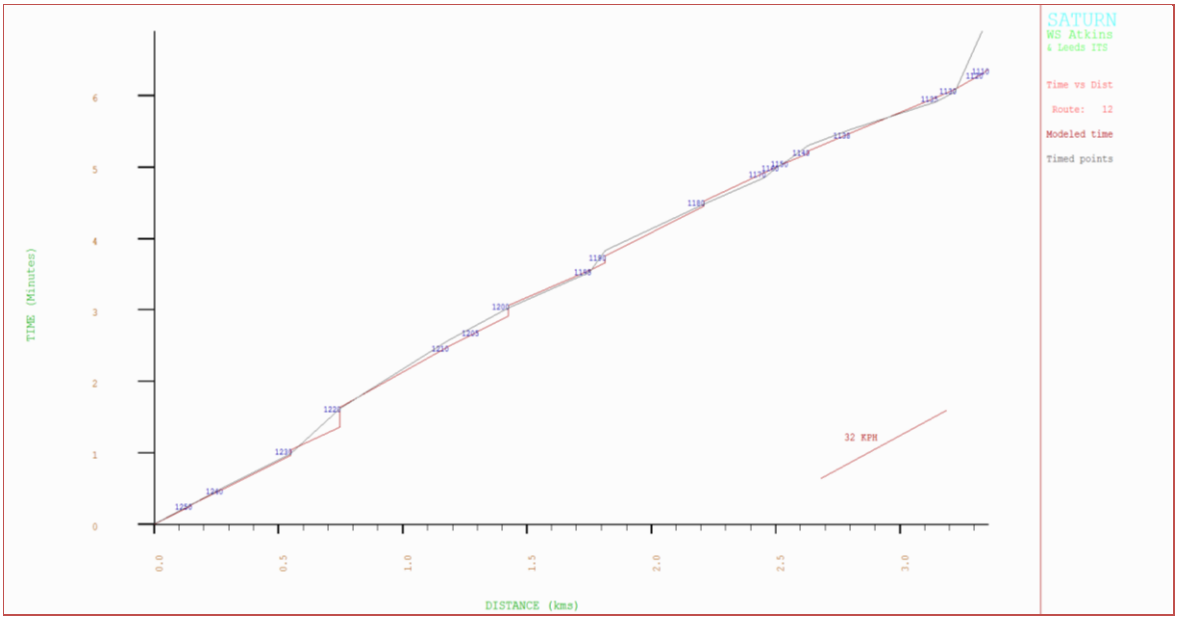
En los gráficos siguientes (elaborados directamente en Saturn), se aprecia las trayectorias espacio-temporales en el conjunto de ejes en que se hizo mediciones de tiempo de viaje, comparando los tiempos medidos con los tiempos modelados.

Figura 4-25: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 11 (Eje Vivaceta, sentido Norte – Sur)



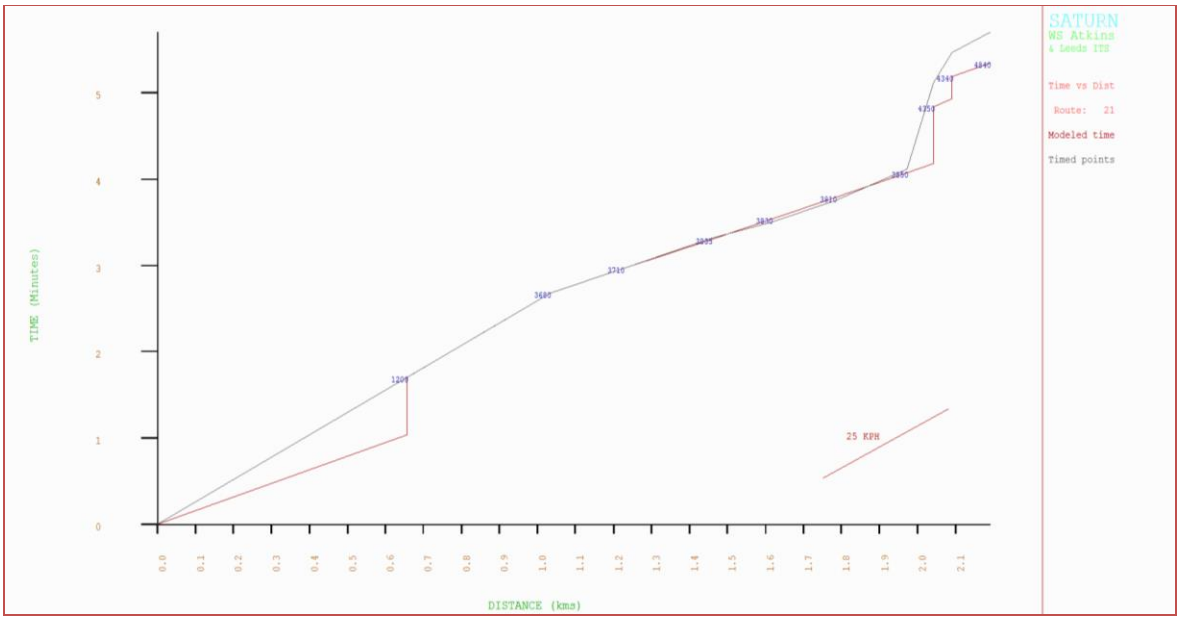

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-26: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 12 (Eje Vivaceta, sentido Sur – Norte)



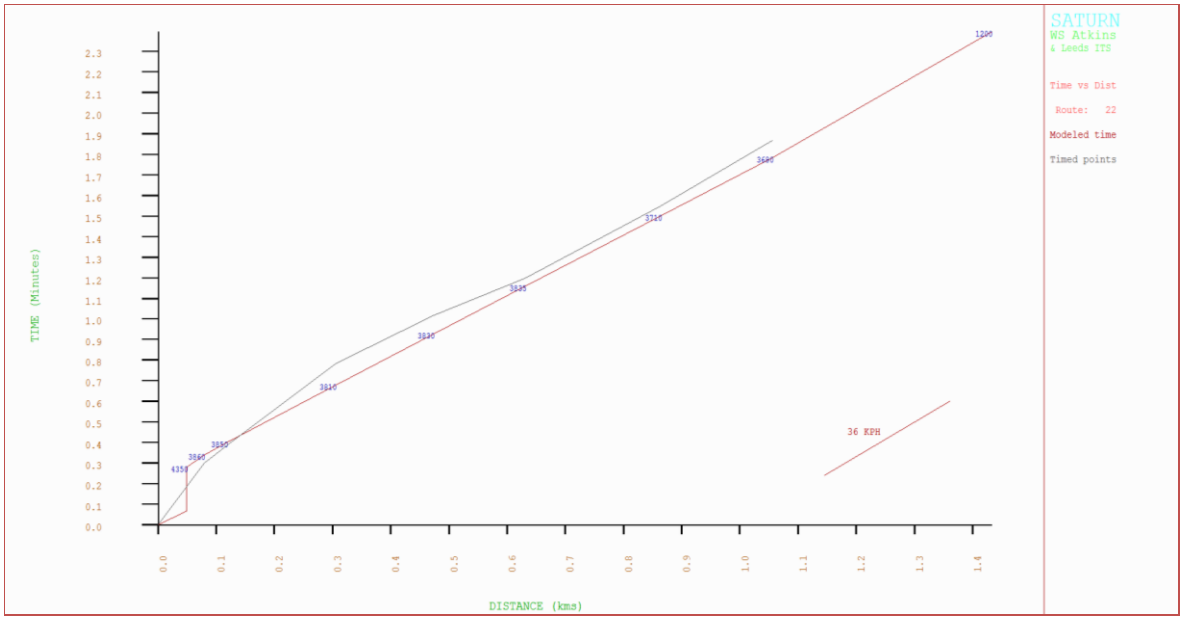

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-27: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 21 (Eje Domingo Santa María, sentido Oriente – Poniente)



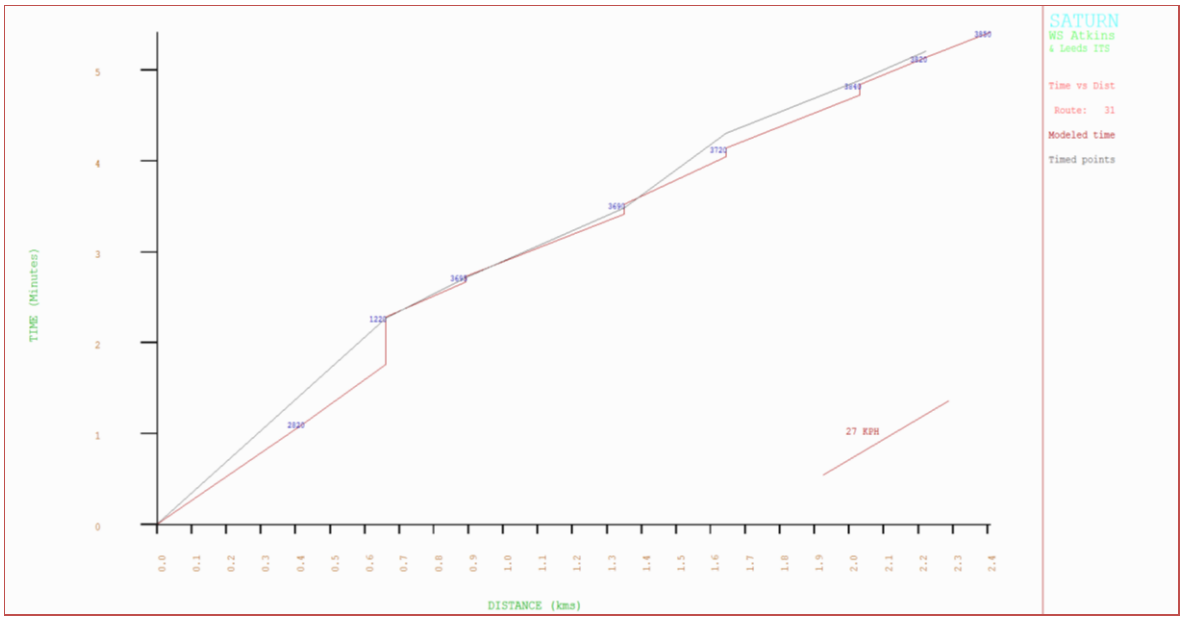

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-28: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 22 (Eje Domingo Santa María, sentido Poniente – Oriente )



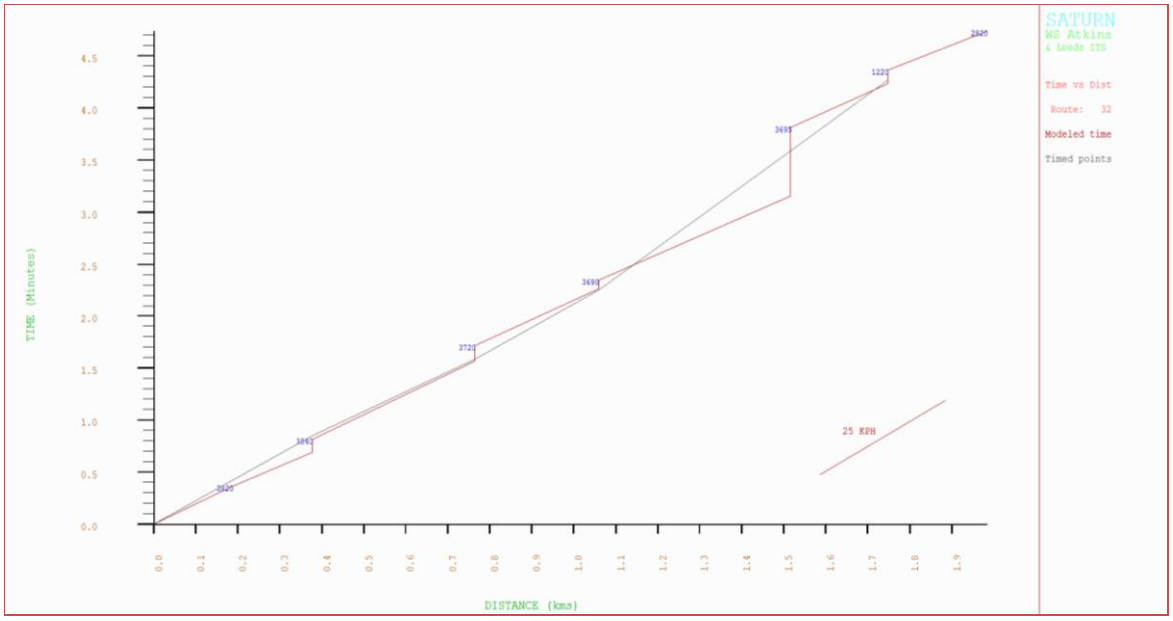

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-29: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 31 (Eje Gamero/Salomón Sack, sentido Oriente – Poniente)



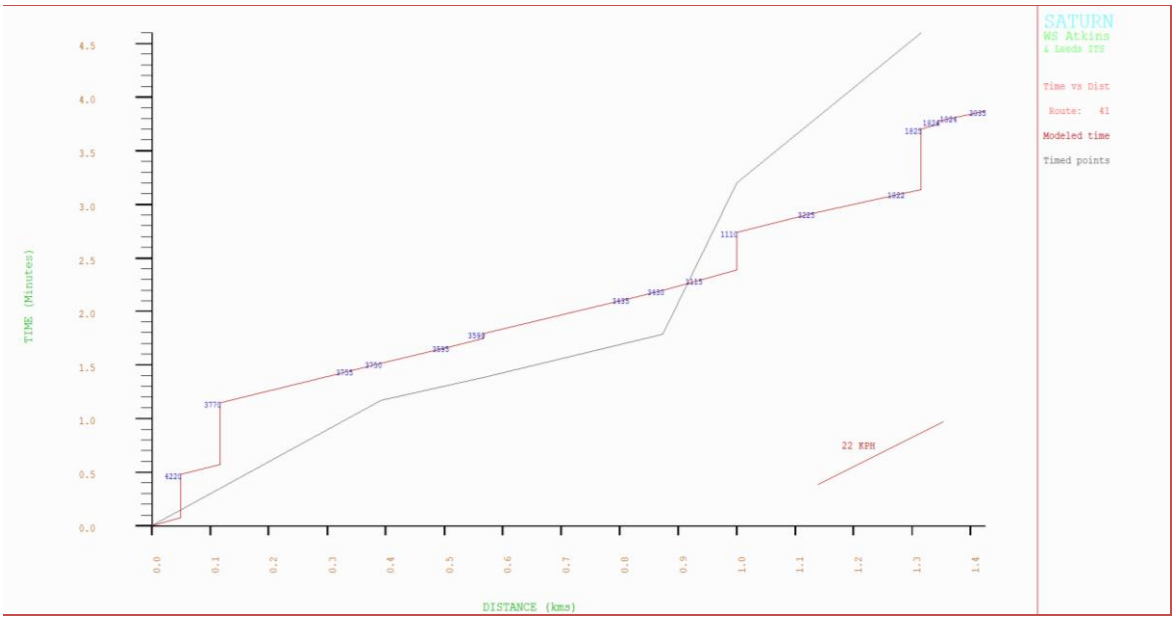

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-30: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 32 (Eje Gamero/Salomón Sack, sentido Poniente – Oriente)



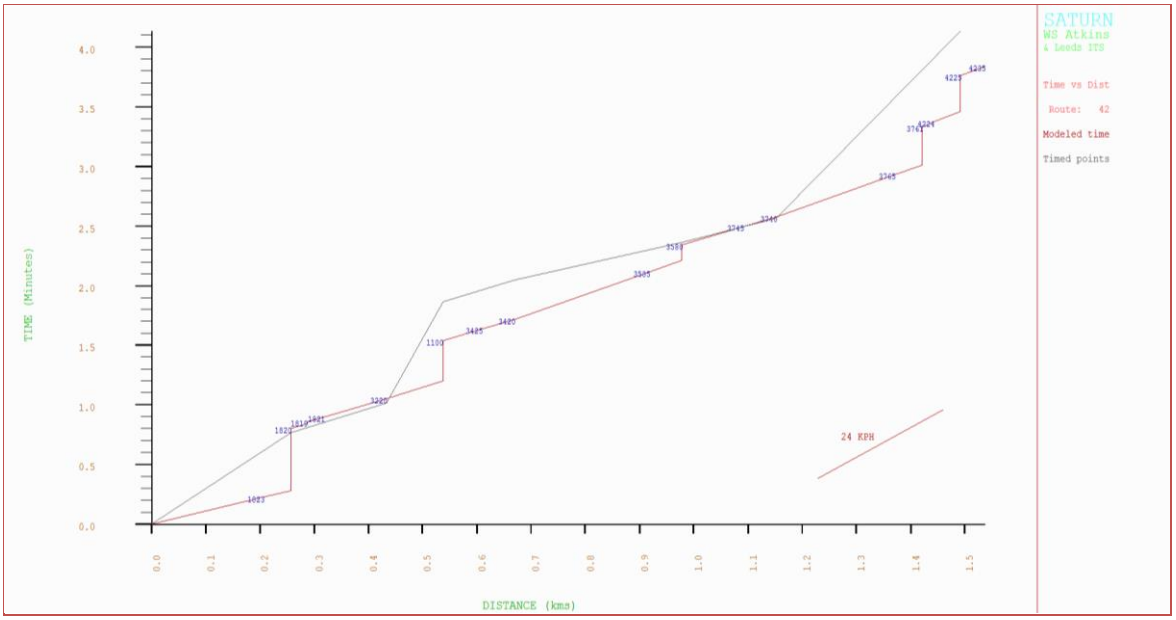

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-31: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 41 (Eje 14 de la Fama - Dorsal, sentido Poniente - Oriente)



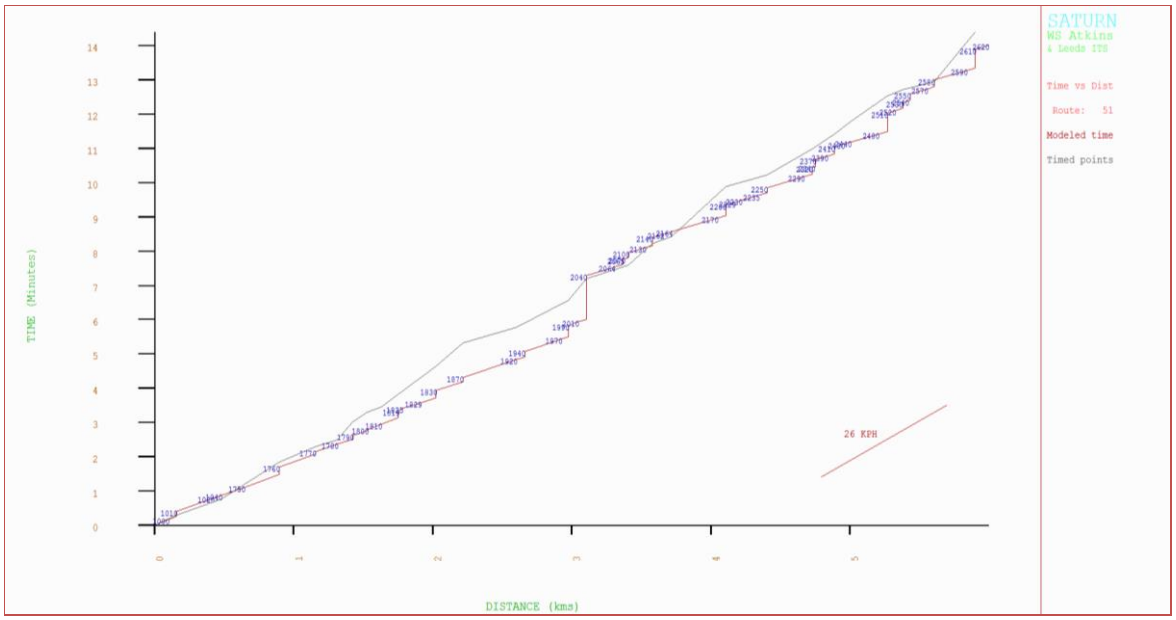

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-32: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 42 (Eje Dorsal - Roma, sentido Oriente - Poniente)



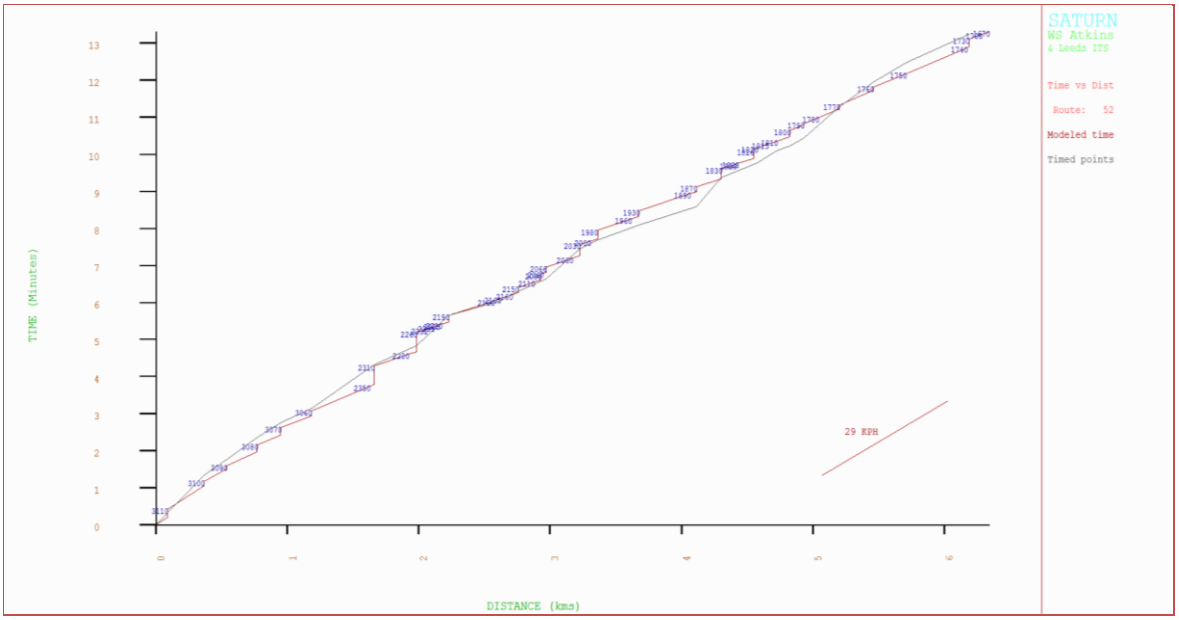

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-33: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 51 (Eje La Paz/Independencia, sentido Norte – Sur)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-34: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 52 (Eje Independencia, sentido Sur - Norte)

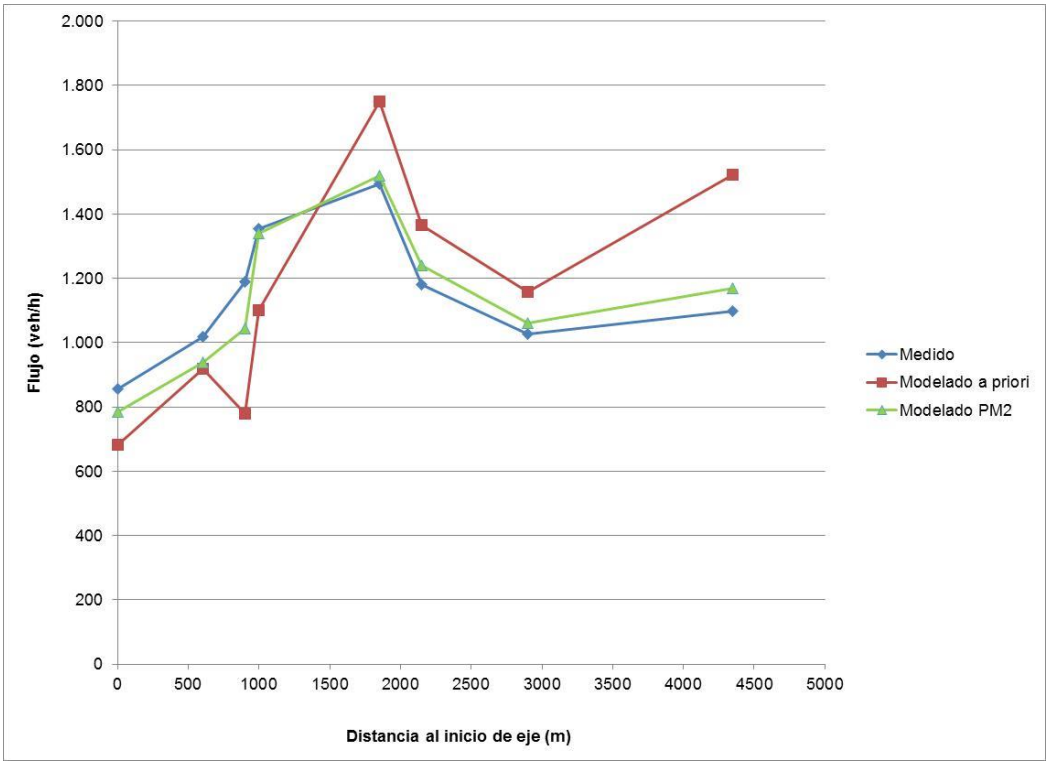



Fuente: Elaboración propia

El análisis del ajuste obtenido en los tiempos de viaje indicó que los resultados fueron satisfactorios. Se observa que la evolución de los tiempos de viaje en los distintos ejes de la red analizados reproduce en forma bastante fiel los tiempos observados en terreno. La única excepción la constituye el eje 14 de la Fama – Dorsal, en donde los tiempos medidos (línea en color gris) no muestran mayores demoras al inicio del eje (14 de la Fama con la caletera oriente de la norte-sur y con la calle Bajos de Jimenez) y en la modelación se observan demoras medias de unos 40 s y 30 s respectivamente. Posteriormente, en forma inversa a lo anterior, los tiempos observados muestran una demora importante a la altura de 14 de la Fama con Vivaceta, la cual solo es reproducida en parte por el modelo, estimando una demora menor para dicho acceso. Este tipo de situaciones siempre pueden producirse, ya sea porque al no ser simultáneas las mediciones de tiempo de viaje y flujo, se pueden producir variaciones en estos últimos que provoquen diferencias importante en la operación del eje, o bien, otra opción es que en la realidad se producen ciertos fenómenos que no son posibles de reproducir con el modelo (uno de los más típicos son los efectos producidos por bloqueos en arcos aguas arriba).

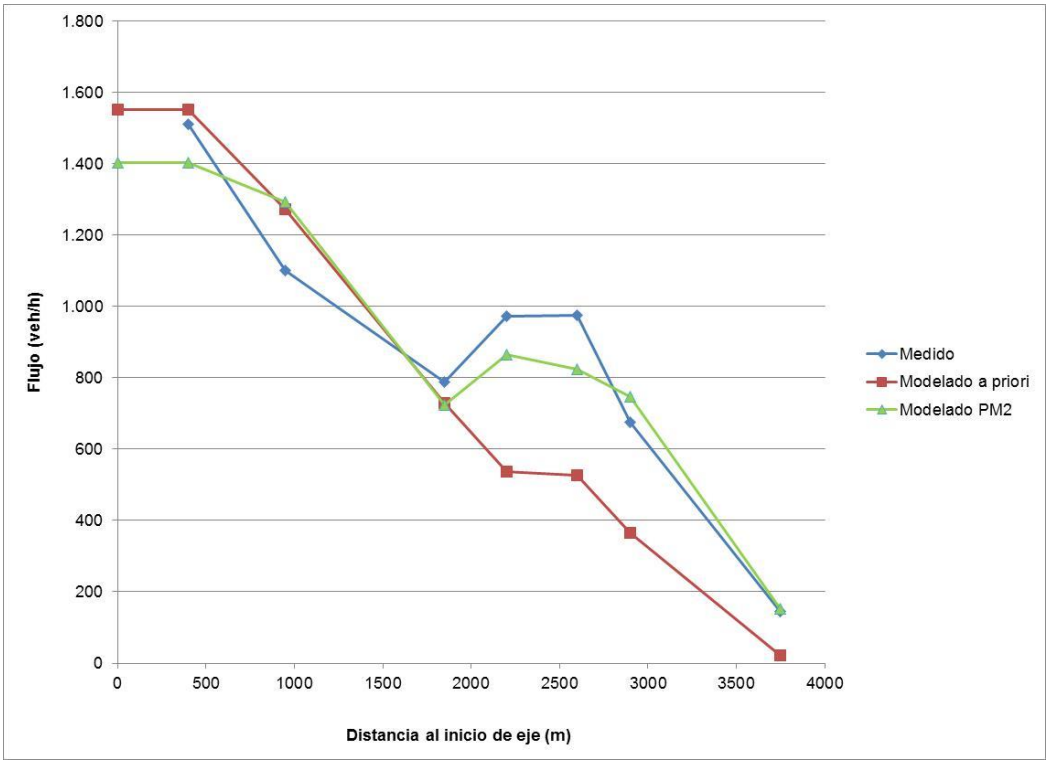
Adicionalmente, se revisó los resultados del proceso de ajuste de los flujos a nivel del flujo en el eje de proyecto (Vivaceta) y en su principal eje competitivo (Independencia). Para cada uno de esos ejes se preparó un gráfico que muestra el perfil de flujo en función de la distancia comparando el flujo medido, el asignado con la matriz a priori y el resultante final.

Figura 4-35: Ajuste de perfil de flujo, eje Vivaceta, sentido Norte-Sur



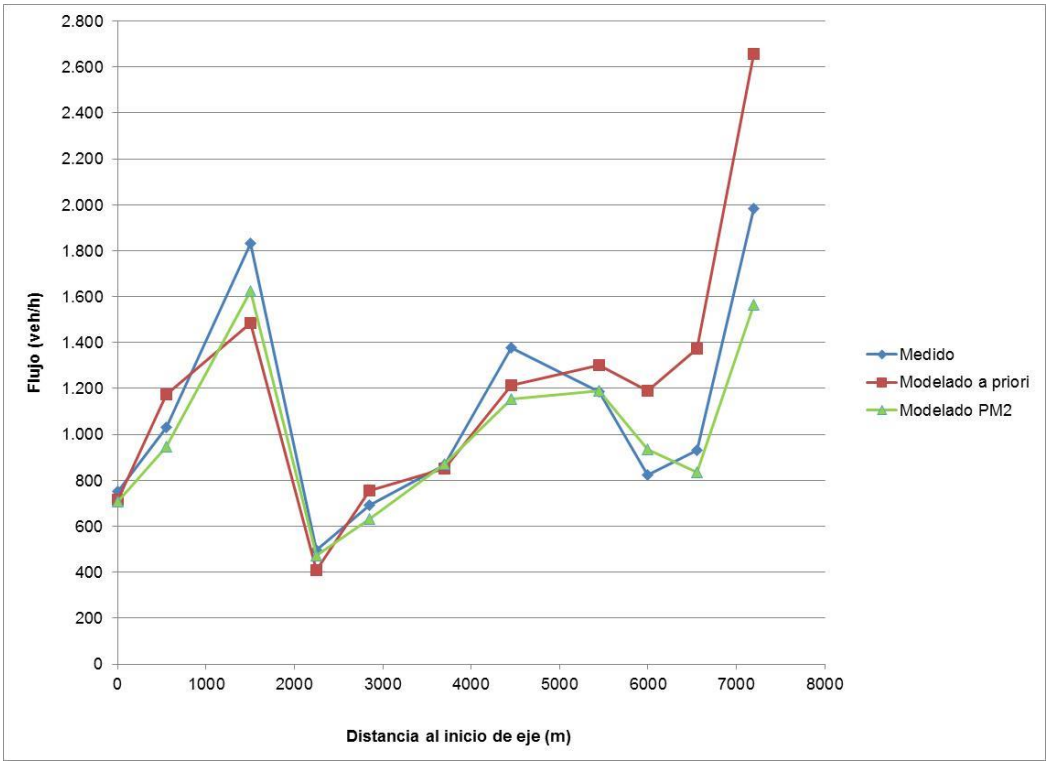

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-36: Ajuste de perfil de flujo, eje Vivaceta, sentido Sur-Norte



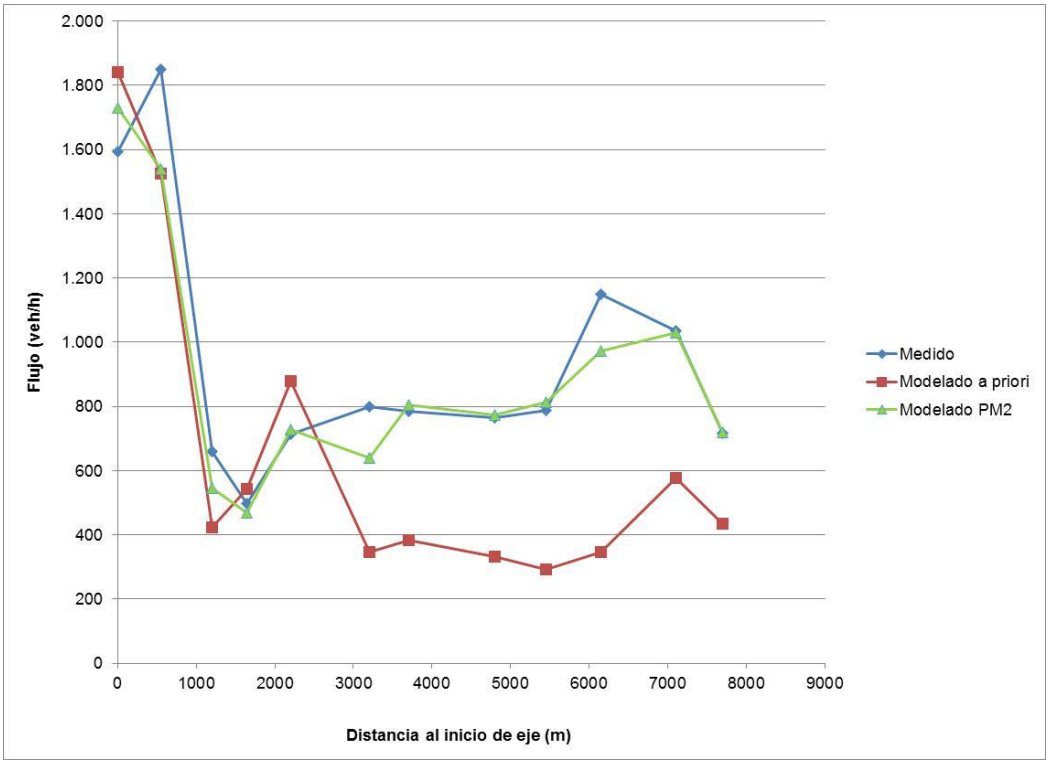

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-37: Ajuste de perfil de flujo, eje Independencia, sentido Norte-Sur




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-38: Ajuste de perfil de flujo, eje Independencia, sentido Sur-Norte




Fuente: Elaboración propia

El ajuste de los perfiles en general resulta satisfactorio, sin perjuicio de que existen algunos puntos específicos en que hay diferencias mayores, típicamente explicables por la estructura de la matriz de origen y que no pueden ser mejorados sin aumentar excesivamente los parámetros de modificación de la matriz mediante el proceso de SATME2. Cabe hacer notar que en el eje Vivaceta no hay puntos que superen 200 veh/h de diferencia entre el flujo medido y el calibrado.

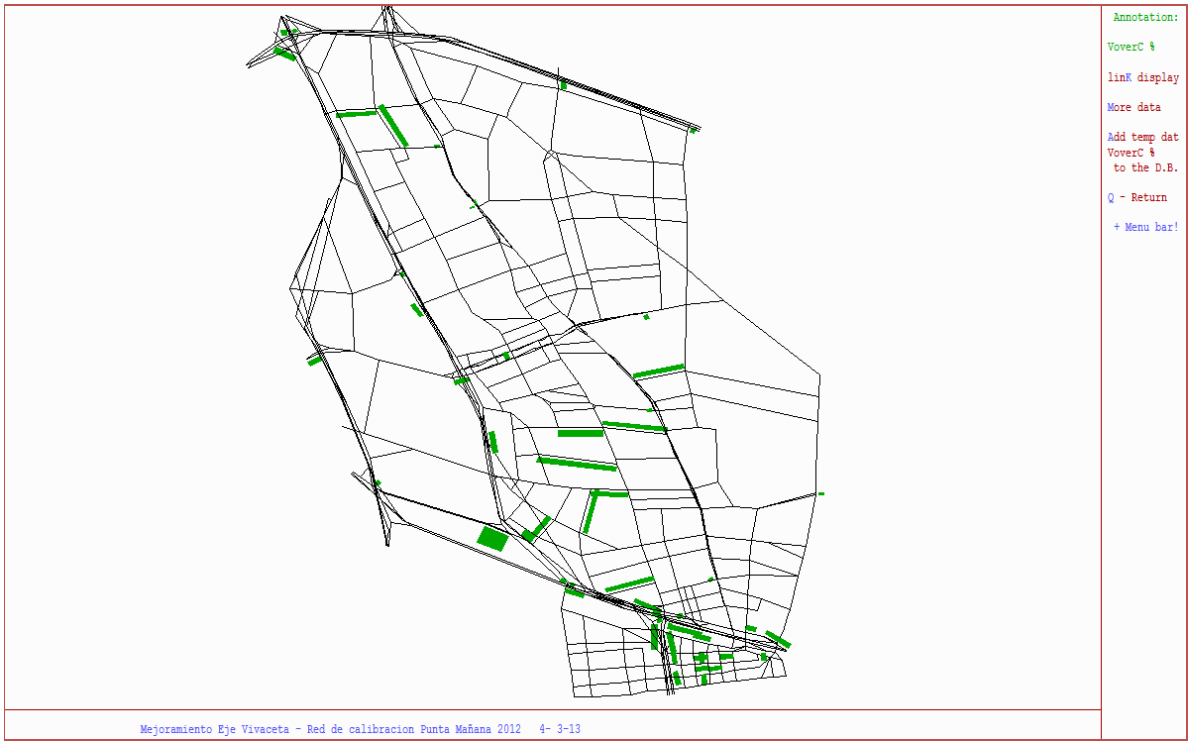
Finalmente, se presenta en las figuras siguientes un análisis sobre el nivel de congestión de la red, para lo cual se ha destacado en la red aquellos arcos que superan un determinado grado de saturación. En la primera figura se muestra destacados los arcos que superan el 85% en el cociente flujo/capacidad (VoC), mientras que en la segunda se muestra los arcos que superan el 100%.

Figura 4-39: Arcos con VoC sobre 85%




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-40: Arcos con VoC sobre 100%




Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que si bien existen algunos arcos con grado de saturación elevado (sobre 85%) la mayoría de ellos no se encuentran en la red interna, ni pertenecen a los ejes de proyecto ni a sus alternativas principales, tratándose básicamente de arcos perpendiculares a Vivaceta.

En definitiva, y a pesar del caso particular descrito, los resultados del proceso de calibración permiten asegurar que la estructura de costos de las principales rutas (medida en términos del tiempo de viaje), así como la magnitud y estructura de los flujos en la red, se reprodujo con un adecuado nivel de exactitud para este periodo.

c) Período Fuera de Punta

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos en la asignación inicial, es decir, considerando las matrices a priori del período fuera de punta. Este representa el punto de partida para el proceso de calibración de matrices.

Cuadro 4-13: Resumen Estadístico Calibración Fuera de Punta Asignación Inicial (matrices a priori)

| Categoría de usuario | Modelo | Parámetros | | Indicador Estadístico | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | $R^2$ | GEH |
| 1 (clases 1, 2 y 3 de Estraus) | Y = A + B * X | 27,32 | 0,98 | 0,573 | 9,62 |
| | Y = B * X | - | 1,04 | 0,567 | |
| | Y = X | - | - | 0,566 | |
| 2 (clase 4 de Estraus) | Y = A + B * X | 8,76 | 0,87 | 0,650 | 5,88 |
| | Y = B * X | - | 0,909 | 0,646 | |
| | Y = X | - | - | 0,636 | |
| 3 (clase 5 de Estraus) | Y = A + B * X | -12,02 | 1,32 | 0,924 | 5,27 |
| | Y = B * X | - | 1,30 | 0,923 | |
| | Y = X | - | - | 0,870 | |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se pueden observar en el directorio “Calibración modelo de transporte/Saturn/FP2/As0” que se entrega en el Anexo óptico y que corresponde a la asignación a la red de las matrices a priori.

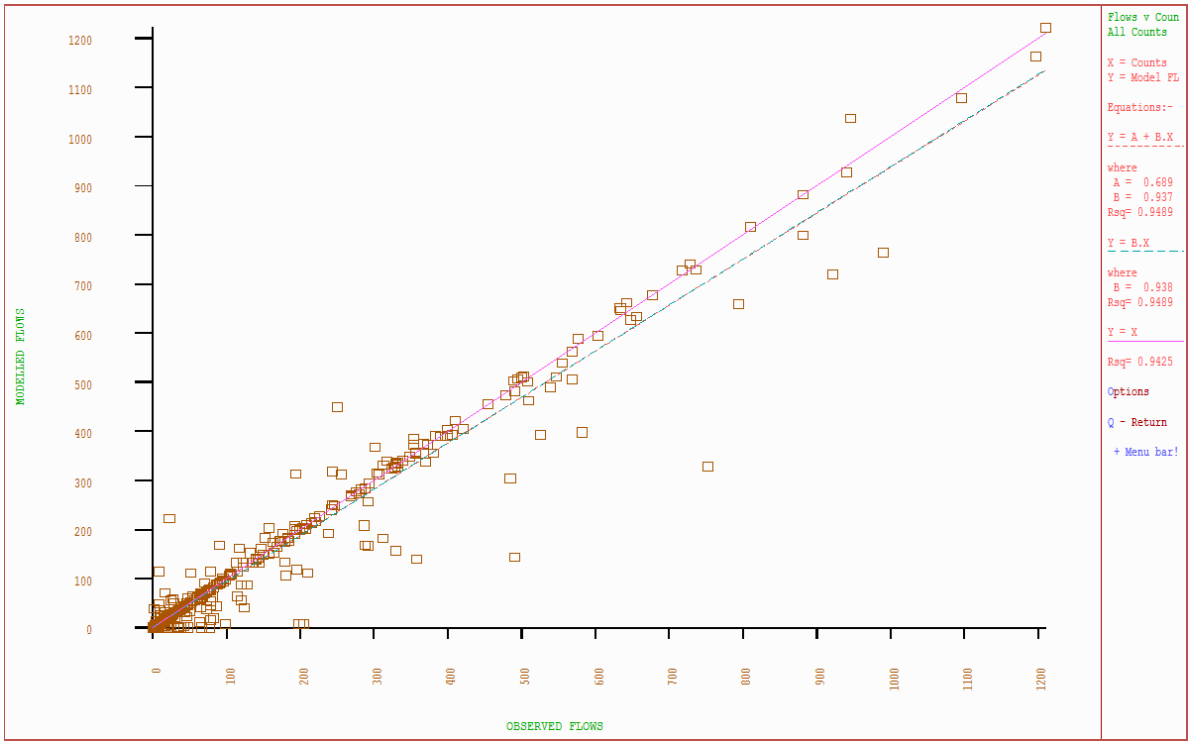
Se observa que la clase de usuario 3 entrega resultados muy buenos en la asignación de la matriz a priori, logrando valores de $R^2$ sobre 0,9 y GEH menor a 6. El caso de las categorías 1 y 2 es diferente, donde se obtienen resultados menos satisfactorios, en particular, para categoría 1 (bastante similar a lo obtenido para la punta mañana).

Considerando el estado inicial del ajuste, la matriz de la categoría 1 requirió de un facor de ponderación máximo XAMAX = 10, mientras que las categorías 2 y 3 sec utilizó un factor igual a 5, para obtener resultados satisfactorios.

Para este período también se producen casos como lo comentado para la punta mañana, en que ciertos conteos no pueden reproducirse correctamente debido a fallas en la matriz a priori originadas de la asignación Estraus en los arcos de entrada/salida de la red de este estudio, u otros por construcción de la red. En todo caso estas situaciones son muy pocas y se estima que no afectarán el proceso de modelación del proyecto.

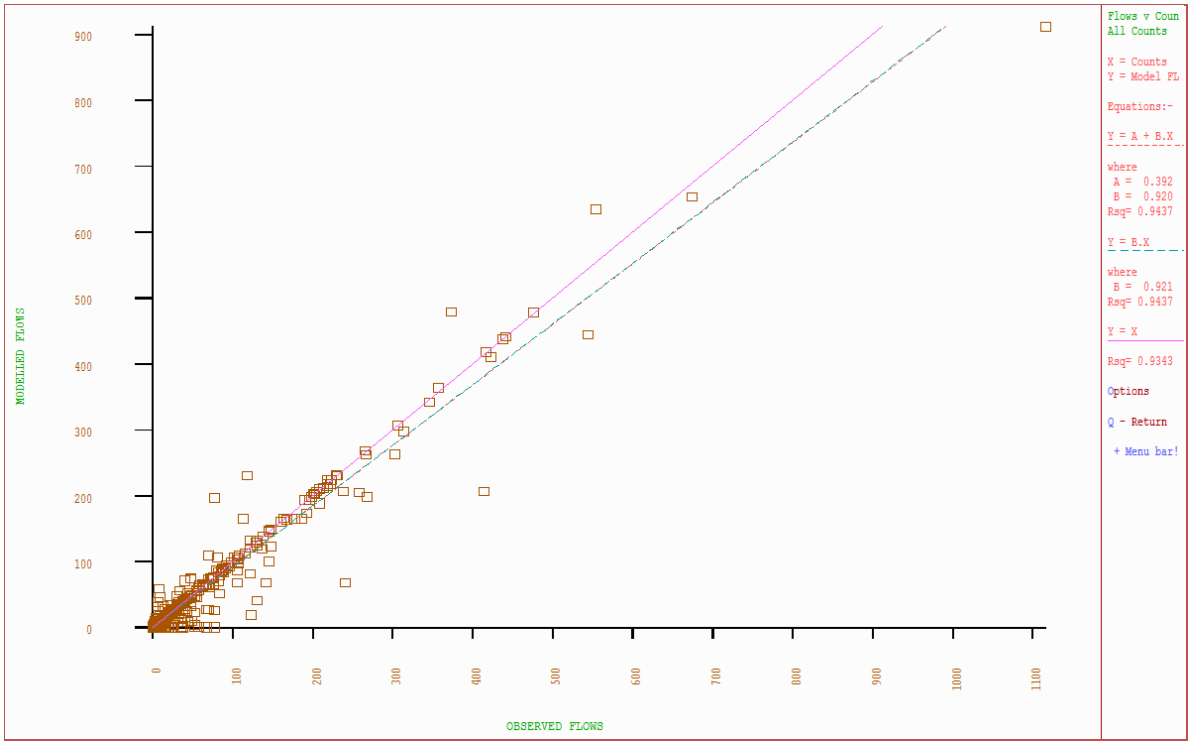
En las figuras y cuadro siguiente se presenta la comparación de flujos medidos y asignados, y los indicadores de ajuste de calibración en la red para el período Fuera de Punta.

Figura 4-41: Ajuste asignación de flujos, Fuera de Punta, categoría 1



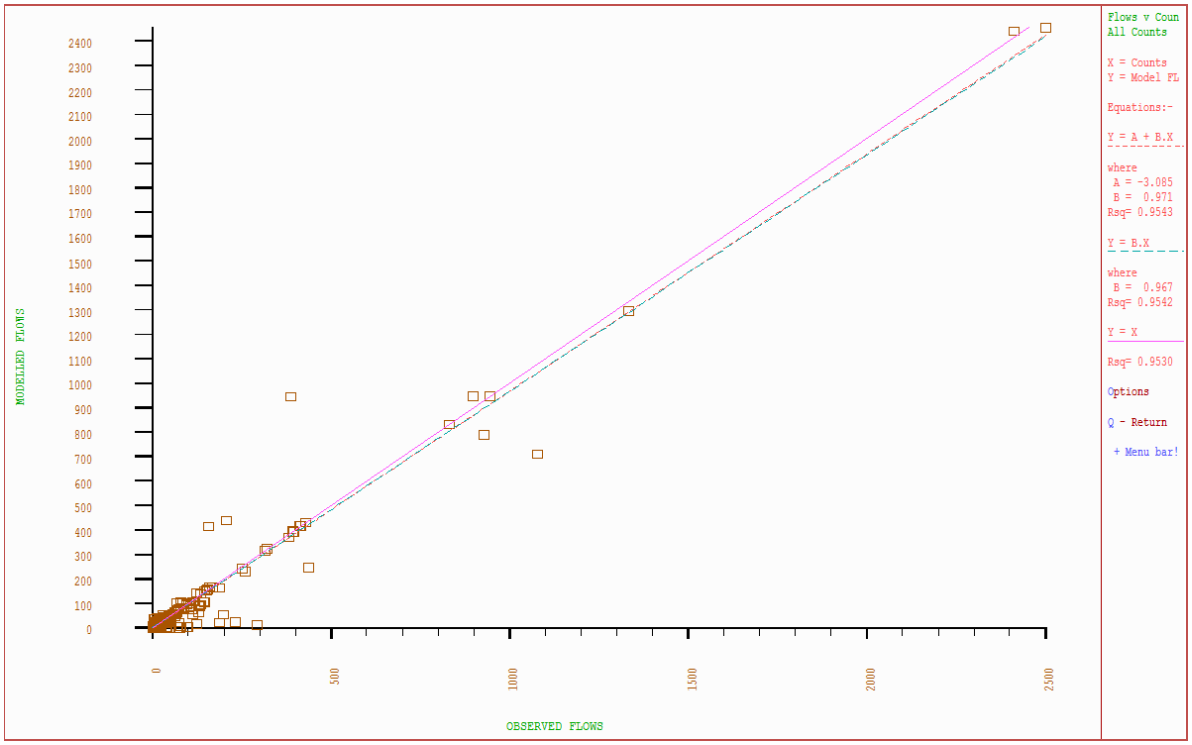

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-42: Ajuste asignación de flujos, Fuera de Punta, categoría 2




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-43: Ajuste asignación de flujos, Fuera de Punta, categoría 3




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-14: Resumen Estadístico Calibración Fuera de Punta

| Categoría de usuario | Modelo | Parámetros | | Indicador Estadístico | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | $R^2$ | GEH |
| 1 (clases 1, 2 y 3 de Estraus) | Y = A + B * X | 0,69 | 0,94 | 0,949 | 3,92 |
| | Y = B * X | - | 0,94 | 0,949 | |
| | Y = X | - | - | 0,943 | |
| 2 (clase 4 de Estraus) | Y = A + B * X | 0,39 | 0,92 | 0,944 | 2,98 |
| | Y = B * X | - | 0,92 | 0,944 | |
| | Y = X | - | - | 0,934 | |
| 3 (clase 5 de Estraus) | Y = A + B * X | -3,09 | 0,97 | 0,954 | 3,66 |
| | Y = B * X | - | 0,97 | 0,954 | |
| | Y = X | - | - | 0,953 | |

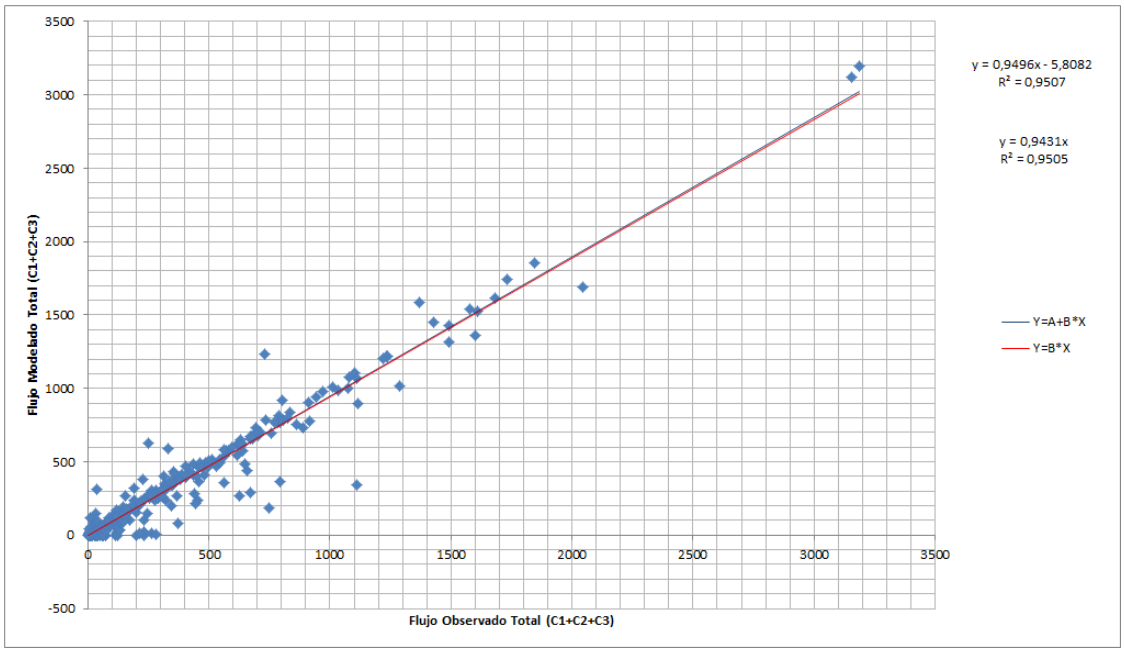
Fuente: Elaboración propia

El modelo alcanzó un nivel de ajuste adecuado de acuerdo con los criterios establecidos, por lo que se estimó que el resultado era satisfactorio.

Los valores tabulados de la comparación de los flujos asignados y modelados pueden observarse en los archivos LPP de cada corrida que se entregan en el Anexo Digital.

Adicionalmente, resulta de interés también apreciar el nivel de ajuste de los flujos totales, para lo cual se elaboró externamente el gráfico ad-hoc que se presenta a continuación, en el que además se han incluido los indicadores de ajuste.

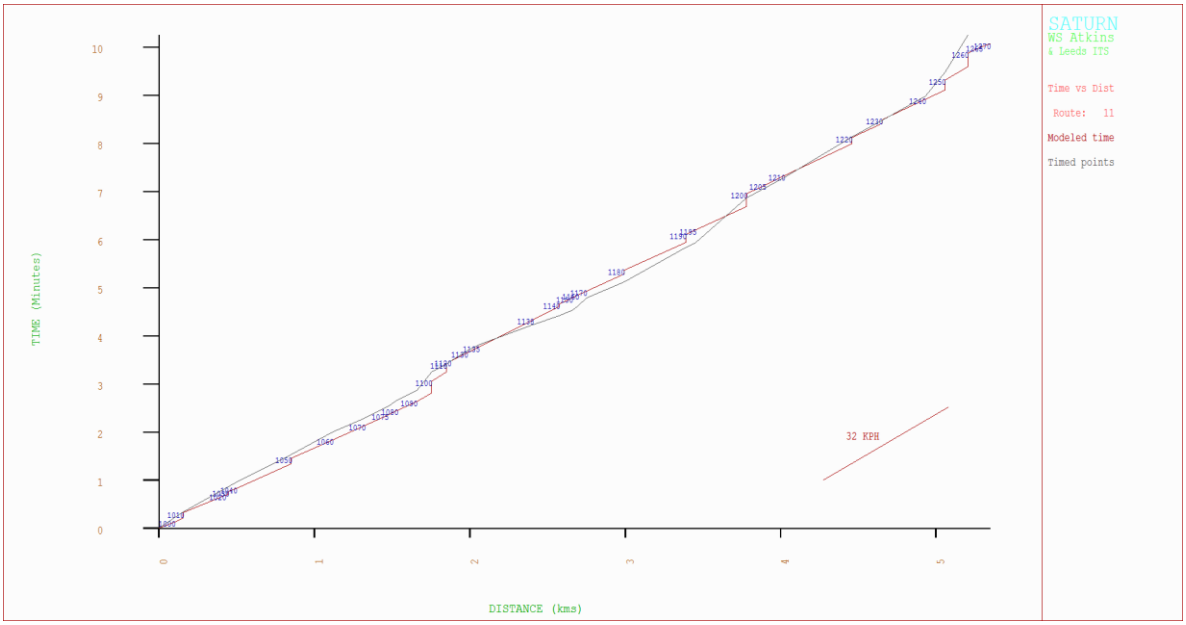
Figura 4-44: Ajuste asignación de flujos, Fuera de Punta, todas las categorías




Fuente: Elaboración propia

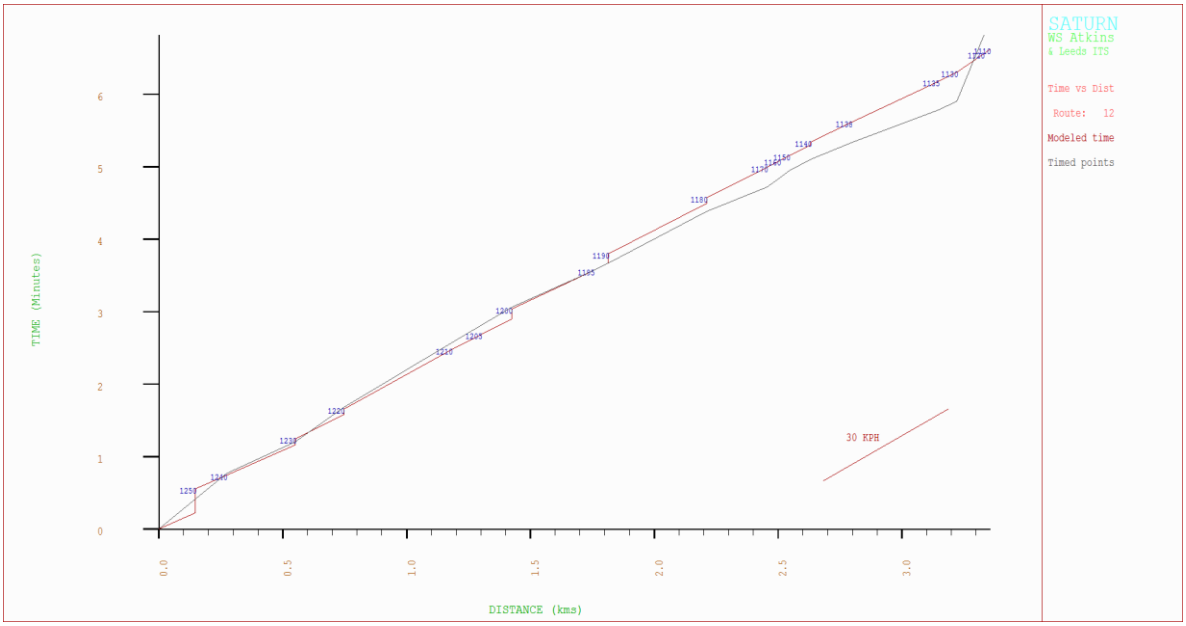
En los gráficos siguientes (elaborados directamente en Saturn), se aprecia las trayectorias espacio-temporales en el conjunto de ejes en que se hizo mediciones de tiempo de viaje, comparando los tiempos medidos con los tiempos modelados.

Figura 4-45: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 11 (Eje Vivaceta, sentido Norte – Sur)



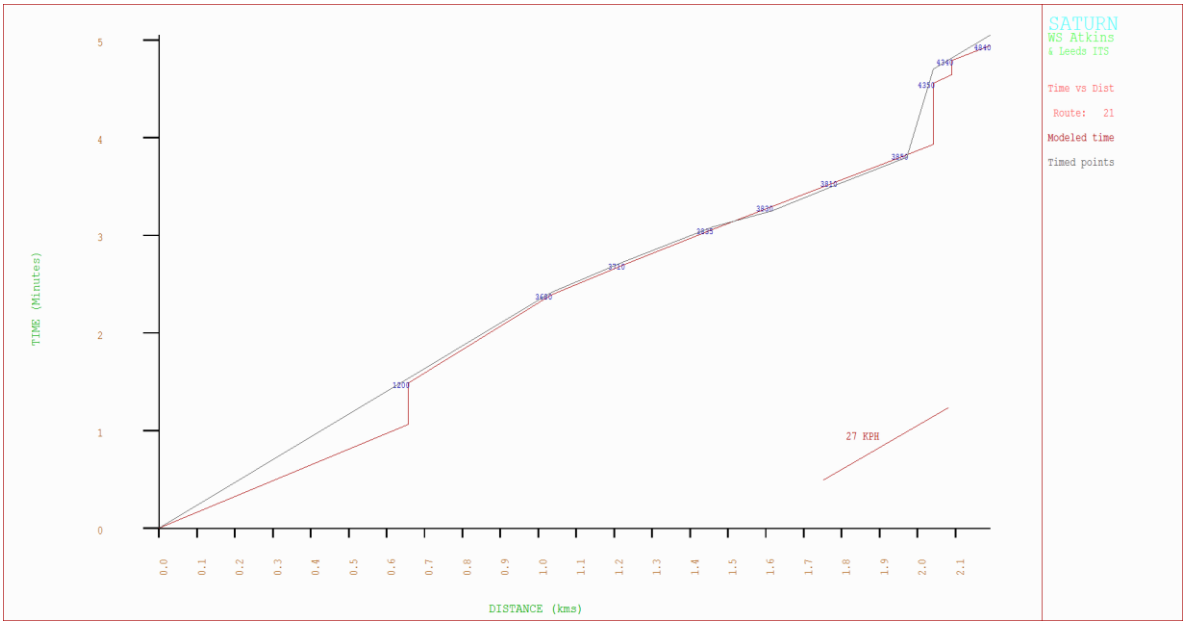

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-46: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 12 (Eje Vivaceta, sentido Sur – Norte)



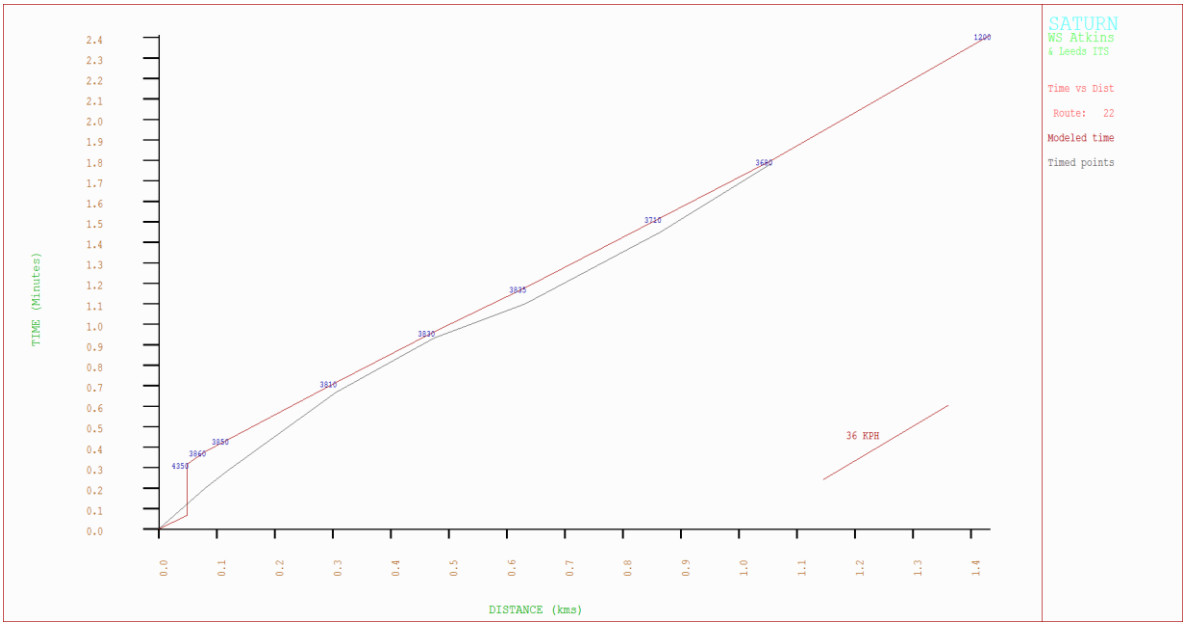

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-47: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 21 (Eje Domingo Santa María, sentido Oriente – Poniente)



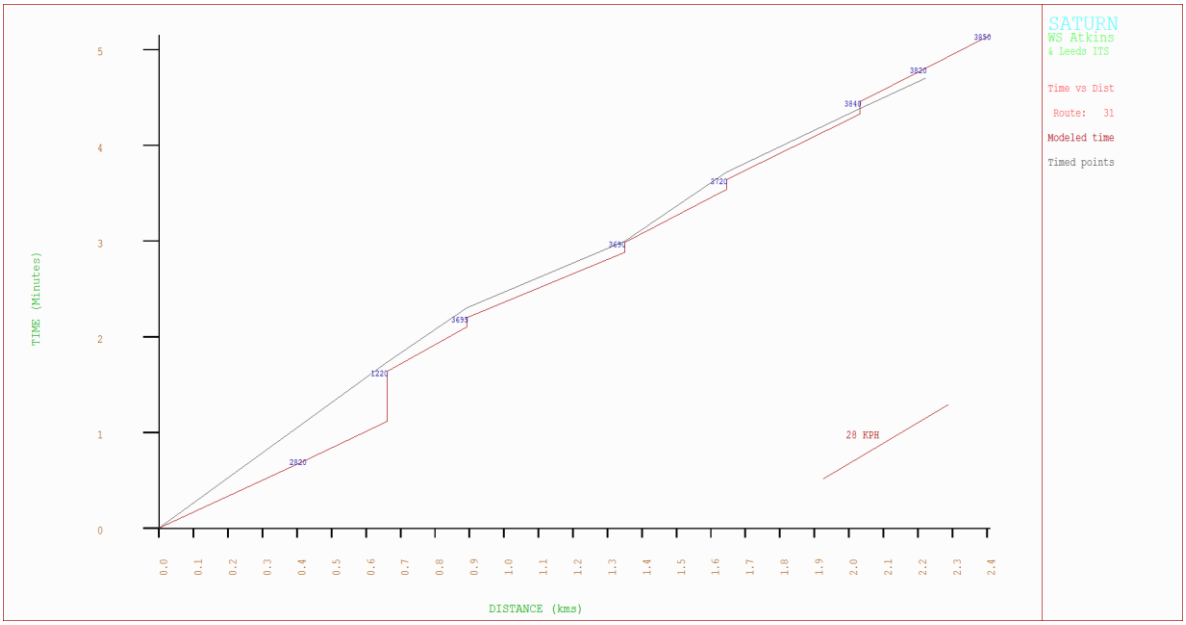

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-48: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 22 (Eje Domingo Santa María, sentido Poniente – Oriente )



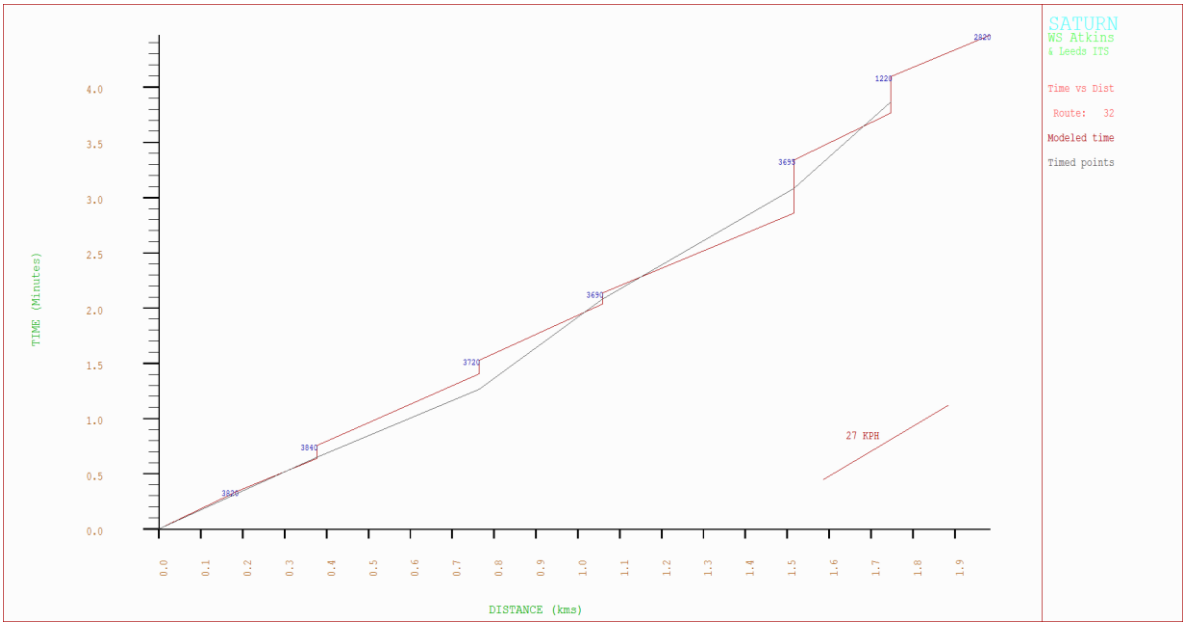

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-49: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 31 (Eje Gamero/Salomón Sack, sentido Oriente – Poniente)



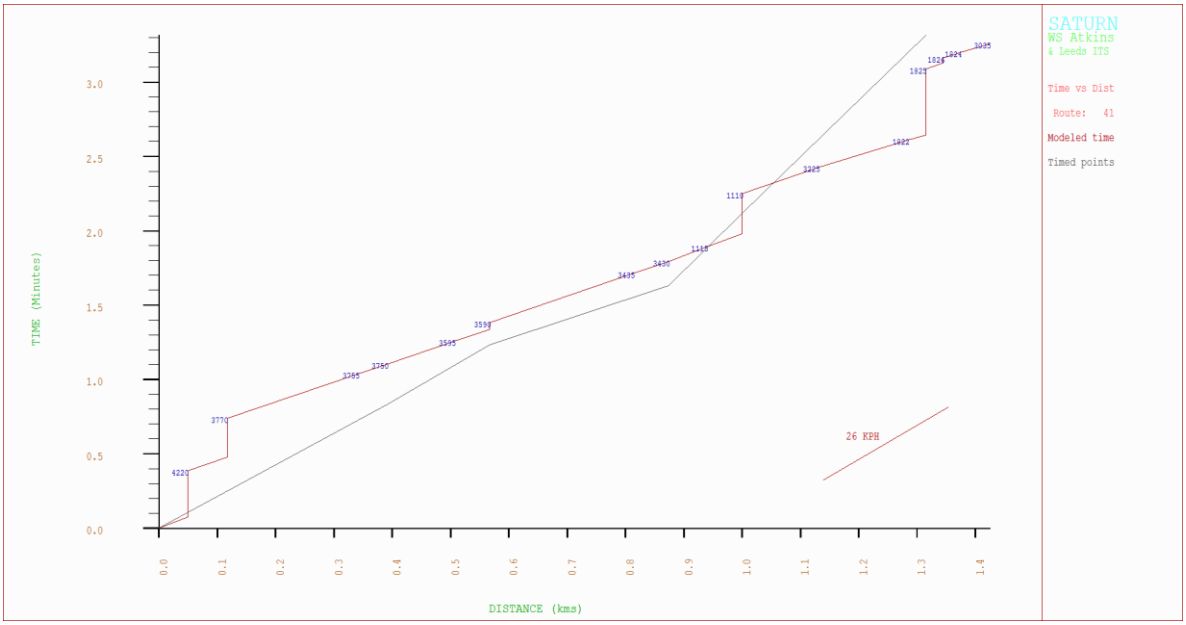

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-50: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 32 (Eje Gamero/Salomón Sack, sentido Poniente – Oriente)



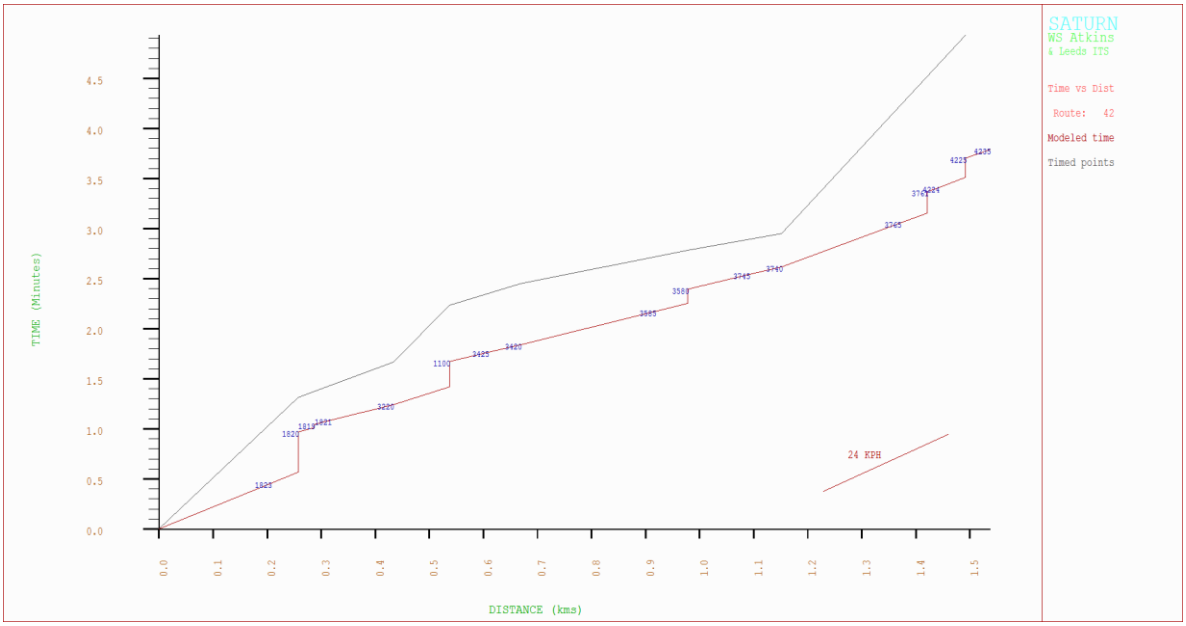

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-51: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 41 (Eje Dorsal/14 de la Fama, sentido Poniente - Oriente)



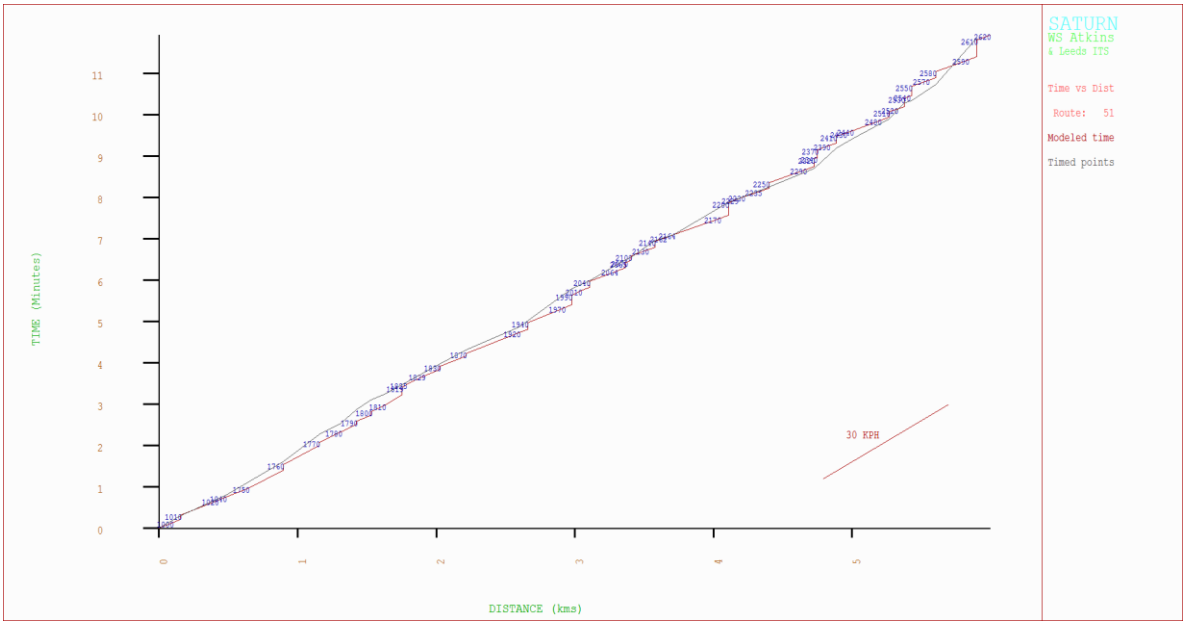

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-52: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 42 (Eje Dorsal/Roma, sentido Oriente - Poniente)



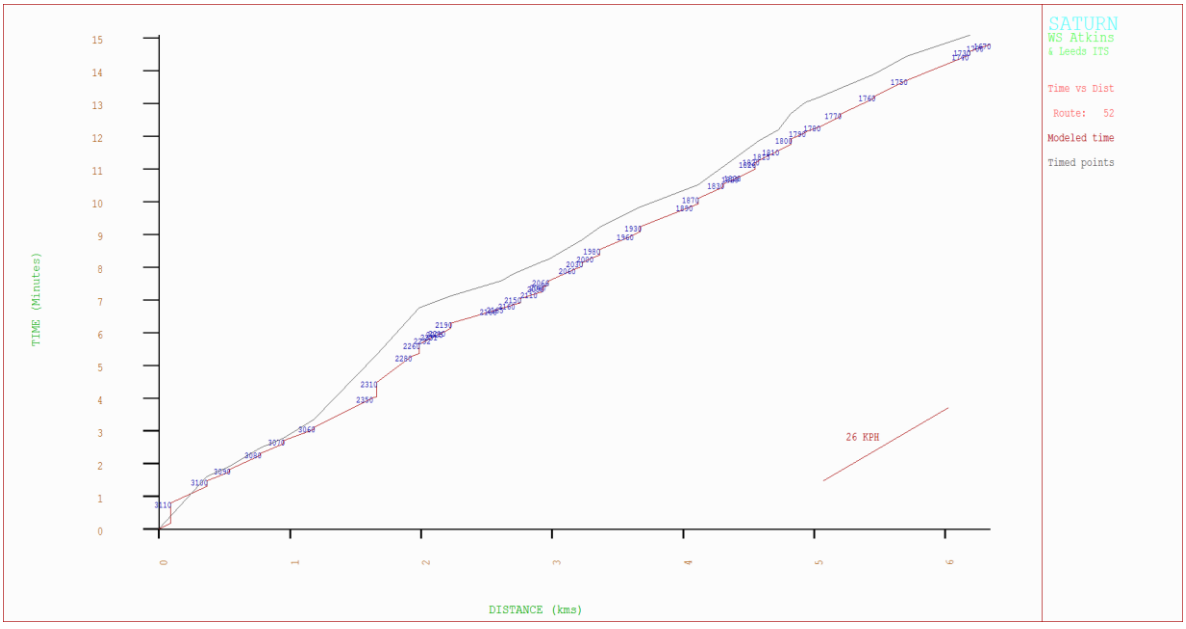

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-53: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 51 (Eje La Paz/Independencia, sentido Norte – Sur)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-54: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 52 (Eje Independencia, sentido Sur - Norte)

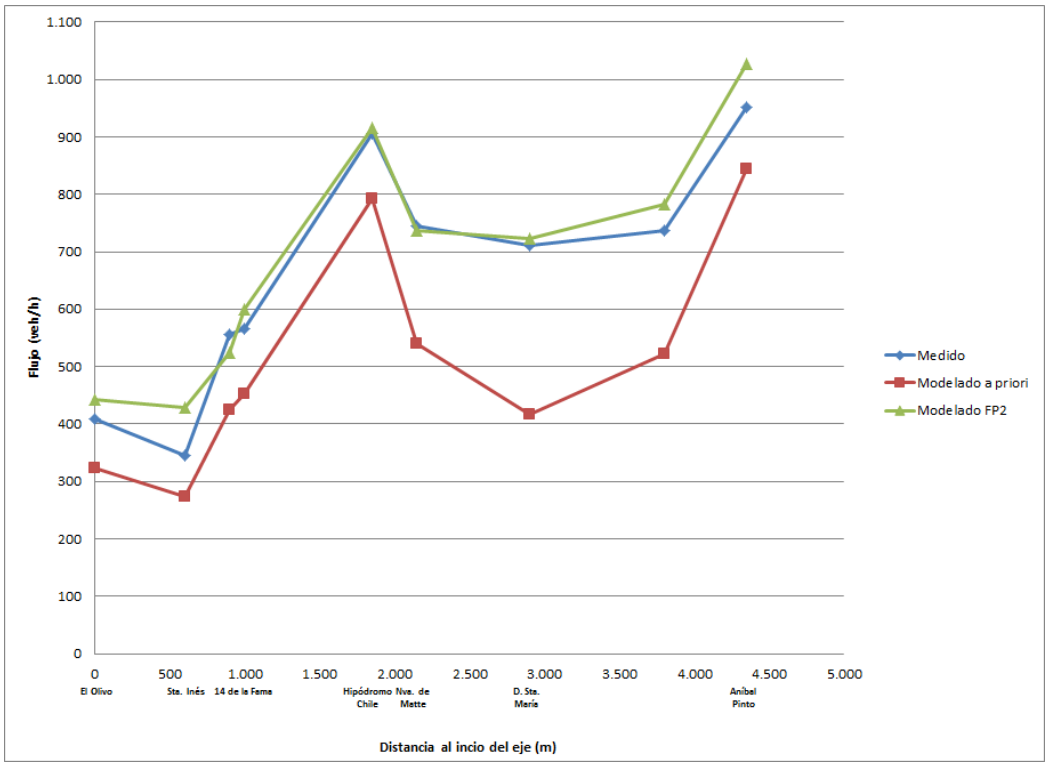



Fuente: Elaboración propia

El análisis del ajuste obtenido en los tiempos de viaje indicó que los resultados fueron satisfactorios. Solo el caso de Dorsal – 14 de la Fama – Roma presenta una reproducción un poco menos precisa de los tiempos de viaje, aunque se considera igualmente satisfactorio

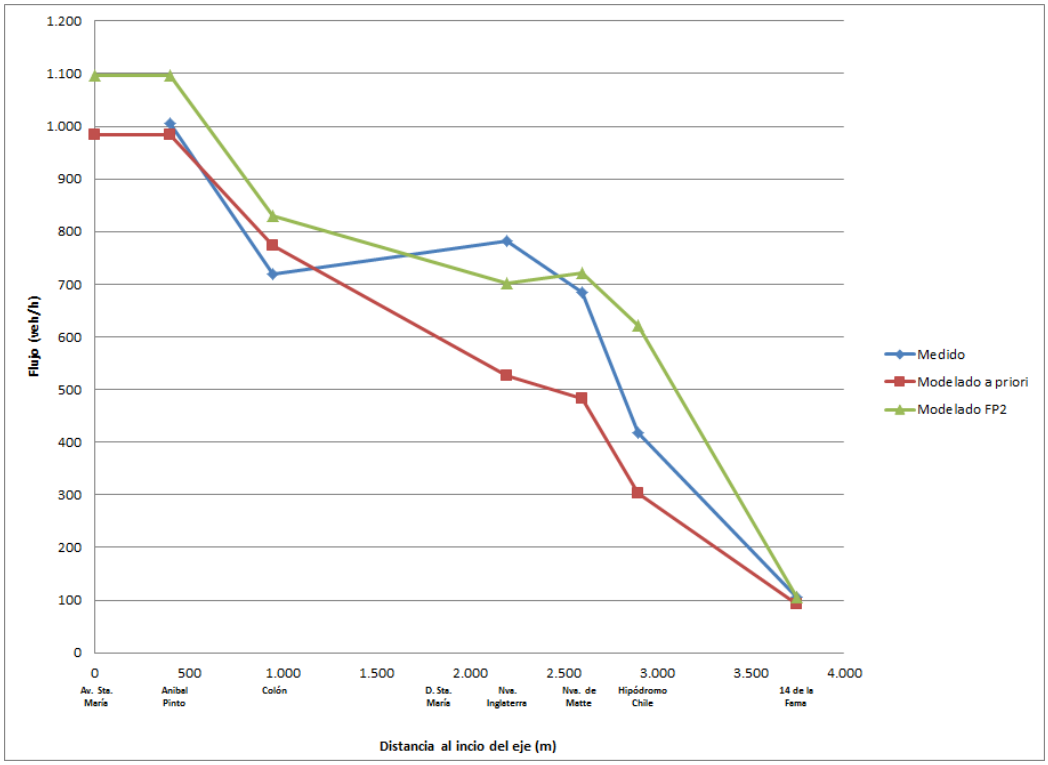
Adicionalmente, se revisó los resultados del proceso de ajuste de los flujos a nivel del flujo en el eje de proyecto (Vivaceta) y en su principal eje competitivo (Independencia). Para cada uno de esos ejes se preparó un gráfico que muestra el perfil de flujo en función de la distancia comparando el flujo medido, el asignado con la matriz a priori y el resultante final.

Figura 4-55: Ajuste de perfil de flujo, eje Vivaceta, sentido Norte-Sur



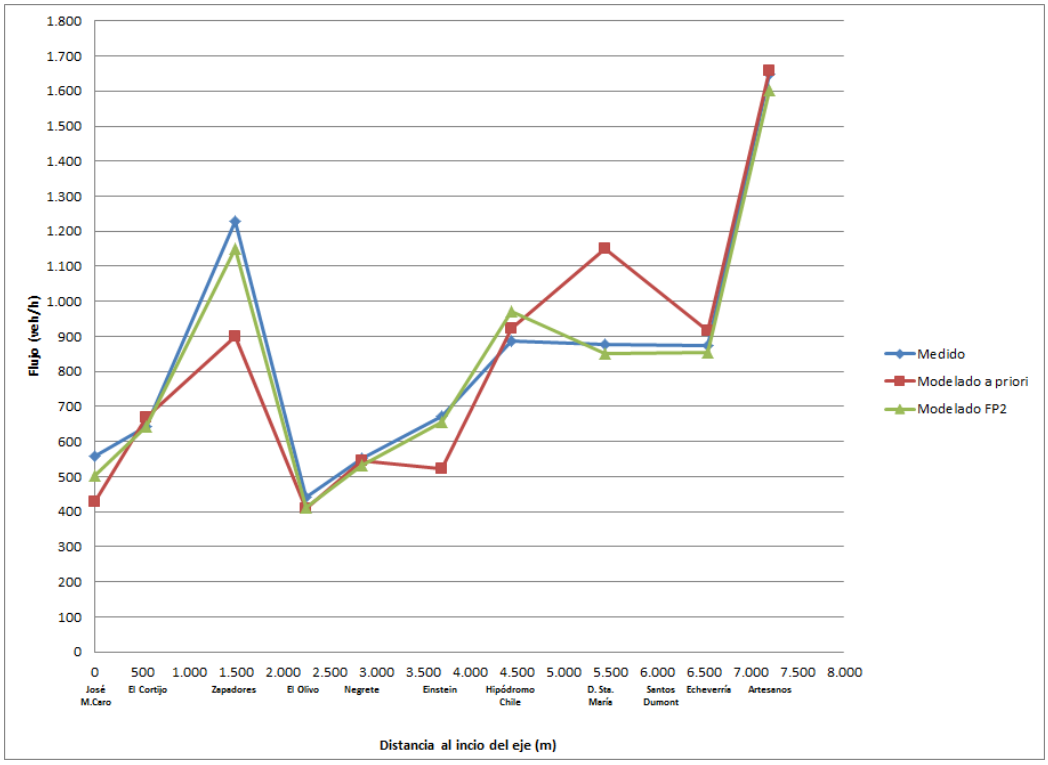

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-56: Ajuste de perfil de flujo, eje Vivaceta, sentido Sur-Norte



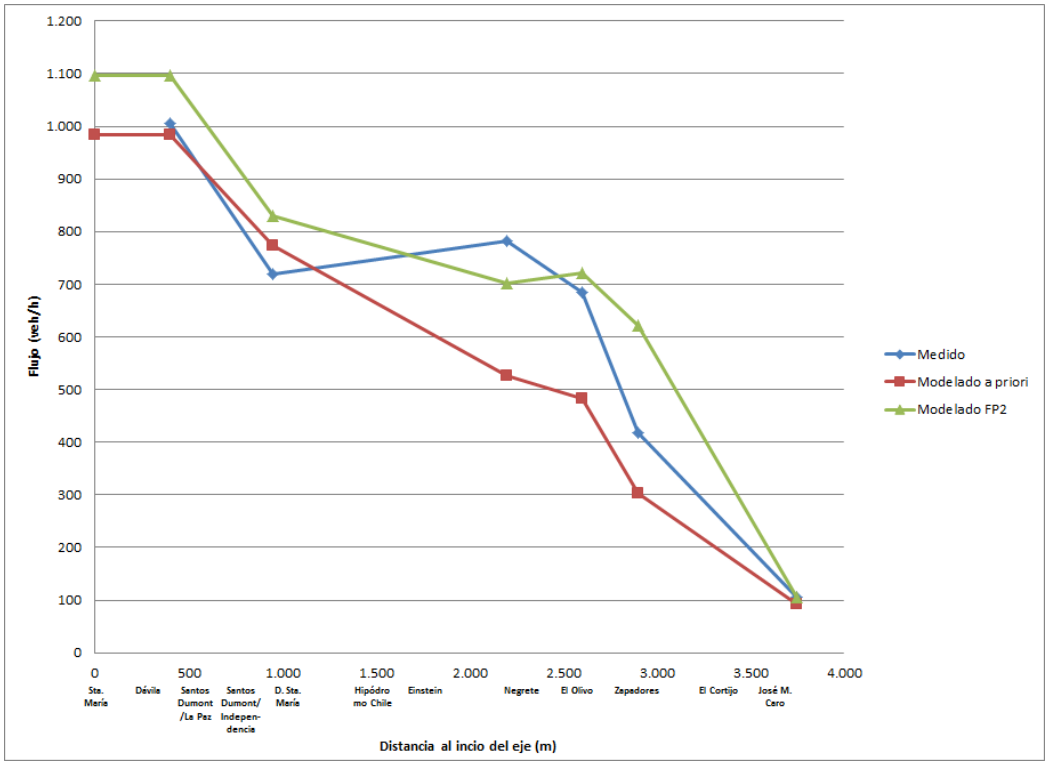

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-57: Ajuste de perfil de flujo, eje Independencia, sentido Norte-Sur




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-58: Ajuste de perfil de flujo, eje Independencia, sentido Sur-Norte




Fuente: Elaboración propia

El ajuste de los perfiles en general resulta satisfactorio, sin perjuicio de que existen algunos puntos específicos en que hay diferencias mayores, típicamente explicables por la estructura de la matriz de origen y que no pueden ser mejorados sin aumentar excesivamente los parámetros de modificación de la matriz mediante el proceso de SATME2. El caso del movimiento directo por Vivaceta en el sentido Sur-Norte, en el punto de control Hipódromo Chile, es el único que supera los 200 veh/h de diferencia, aunque por un margen muy pequeño (3 veh/h).

Finalmente, se presenta en las figuras siguientes un análisis sobre el nivel de congestión de la red, para lo cual se ha destacado en la red aquellos arcos que superan un determinado grado de saturación. En la primera figura se muestra destacados los arcos que superan el 85% en el cociente flujo/capacidad (VoC), mientras que en la segunda se muestra los arcos que superan el 100%.

Figura 4-59: Arcos con VoC sobre 85%




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-60: Arcos con VoC sobre 100%




Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que si bien existen algunos arcos con grado de saturación elevado (sobre 85%), se trata de una cantidad bastante acotada y cuya mayoría se encuentra fuera de la red interna.

En definitiva, los buenos resultados del proceso de calibración permiten asegurar que la estructura de costos de las principales rutas (medida en términos del tiempo de viaje), así como la magnitud y estructura de los flujos en la red, se reprodujo con un adecuado nivel de exactitud para este periodo.

d) Período Punta Tarde

Las matrices a priori de este período provienen del estudio Punta Tarde Estraus, el cual generó una matriz PT para la ciudad de Santiago. Sin embargo, esta matriz no se basa en el modelo de 4 etapas tradicional de Estraus, sino que está construida sobre la base de una corrida bimodal. El procedimiento de corte de las matrices por categoría de usuario es el mismo empleado para los otros períodos. Sin embargo, ya desde el procedimiento de corte de la matriz se observaron resultados raros. En primer lugar, los viajes totales en la matriz a priori resultante son menos que los obtenidos para la matriz cortada del fuera de punta. En efecto, la suma de las matrices a priori resultantes en la punta tarde es de 34.450 viajes/h, mientras que las del fuera de punta suman 51.362 viajes/h. Obviamente esto hace dudar de la confiabilidad de las matrices punta tarde, pero si el problema es solo de magnitud de viajes y no de estructura, es posible lograr resultados satisfactorios.

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos en la asignación inicial, es decir, considerando las matrices a priori del período punta tarde. Este representa el punto de partida para el proceso de calibración de matrices.

Cuadro 4-15: Resumen Estadístico Calibración Punta Tarde Asignación Inicial (matrices a priori)

| Categoría de usuario | Modelo | Parámetros | | Indicador Estadístico | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | $R^2$ | GEH |
| 1 (clases 1, 2 y 3 de Estraus) | Y = A + B * X | 5,11 | 0,54 | 0,420 | 11,40 |
| | Y = B * X | - | 0,55 | 0,420 | |
| | Y = X | - | - | - | |
| 2 (clase 4 de Estraus) | Y = A + B * X | -2,07 | 0,58 | 0,590 | 8,13 |
| | Y = B * X | - | 0,57 | 0,589 | |
| | Y = X | - | - | 0,118 | |
| 3 (clase 5 de Estraus) | Y = A + B * X | 6,08 | 0,44 | 0,695 | 8,26 |
| | Y = B * X | - | 0,45 | 0,695 | |
| | Y = X | - | - | - | |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se pueden observar en el directorio “Calibración modelo de transporte/Saturn/PT2/As0” que se entrega en el Anexo óptico y que corresponde a la asignación a la red de las matrices a priori.

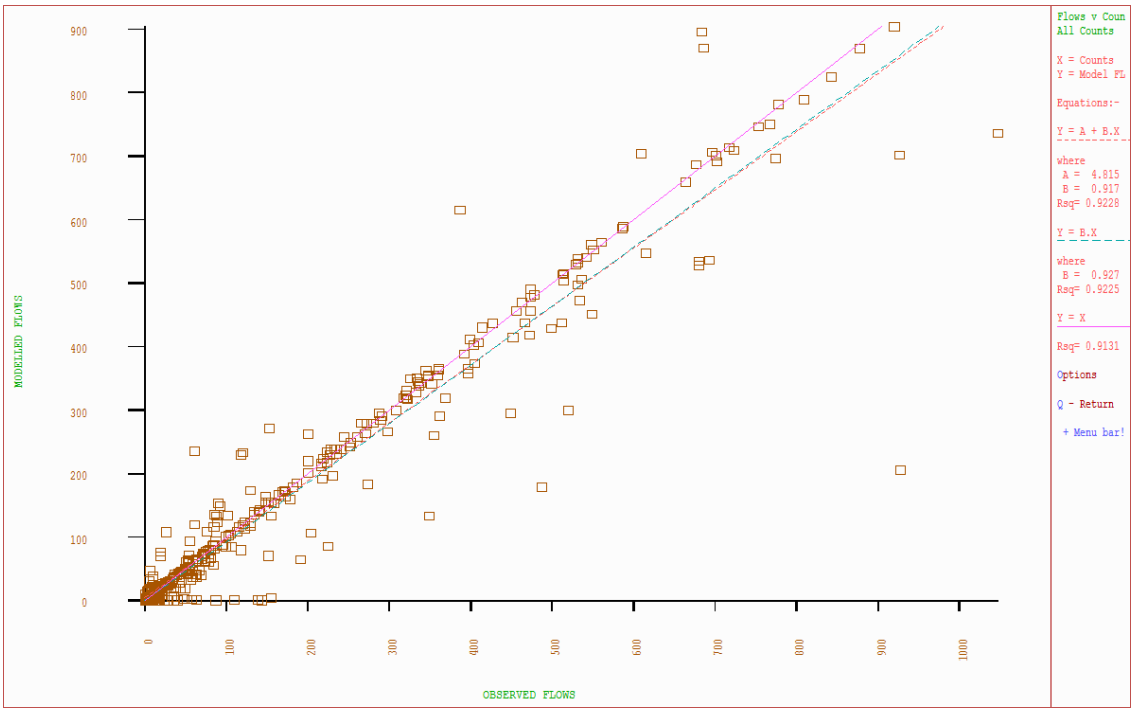
Se observa en este caso que los resultados iniciales son significativamente peores a los que se lograron en los otros dos períodos, con $R^2$ menores a 0,70 para todos los tipos de usuarios. Las pendientes resultantes en el ajuste lineal muestran la importante subestimación de los flujos asignados, consistente con el hecho de que la matriz cortada de Estraus PT tuviera una cantidad de viajes totales muy inferior a la del fuera de punta, lo cual evidentemente es una prueba de su baja calidad.

Considerando el estado inicial del ajuste, las matrices de las 3 categorías requirieron de factores de ponderación máxima (XAMAX) más elevados que los otros períodos, requiriéndose valores de 15, 15 y 10 para las categorías 1, 2 y 3 respectivamente.

También para este período se producen casos como lo comentado para la punta mañana, en que ciertos conteos no pueden reproducirse correctamente debido a fallas en la matriz a priori originadas de la asignación Estraus en los arcos de entrada/salida de la red de este estudio, u otros por construcción de la red. En todo caso estas situaciones son pocas y se estima que no afectarán el proceso de modelación del proyecto.

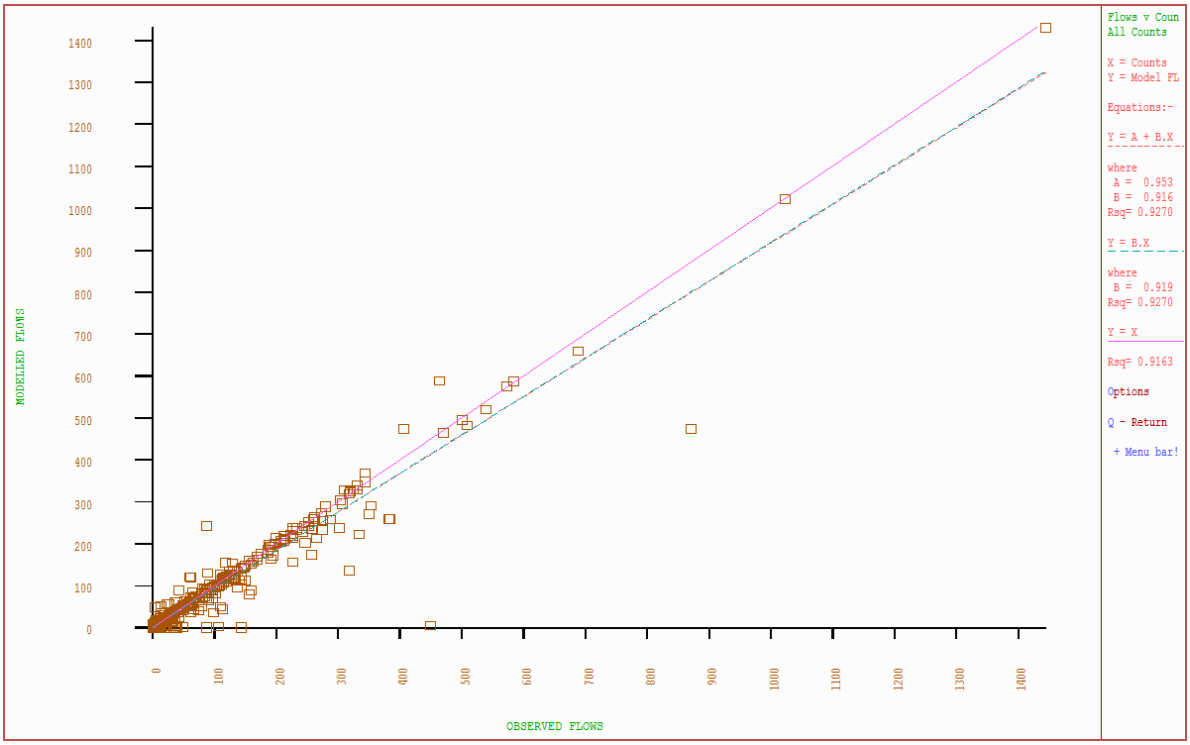
En las figuras y cuadro siguiente se presenta la comparación de flujos medidos y asignados, e indicadores de ajuste de calibración en la red para el período Punta Tarde.

Figura 4-61: Ajuste asignación de flujos, Punta Tarde, categoría 1



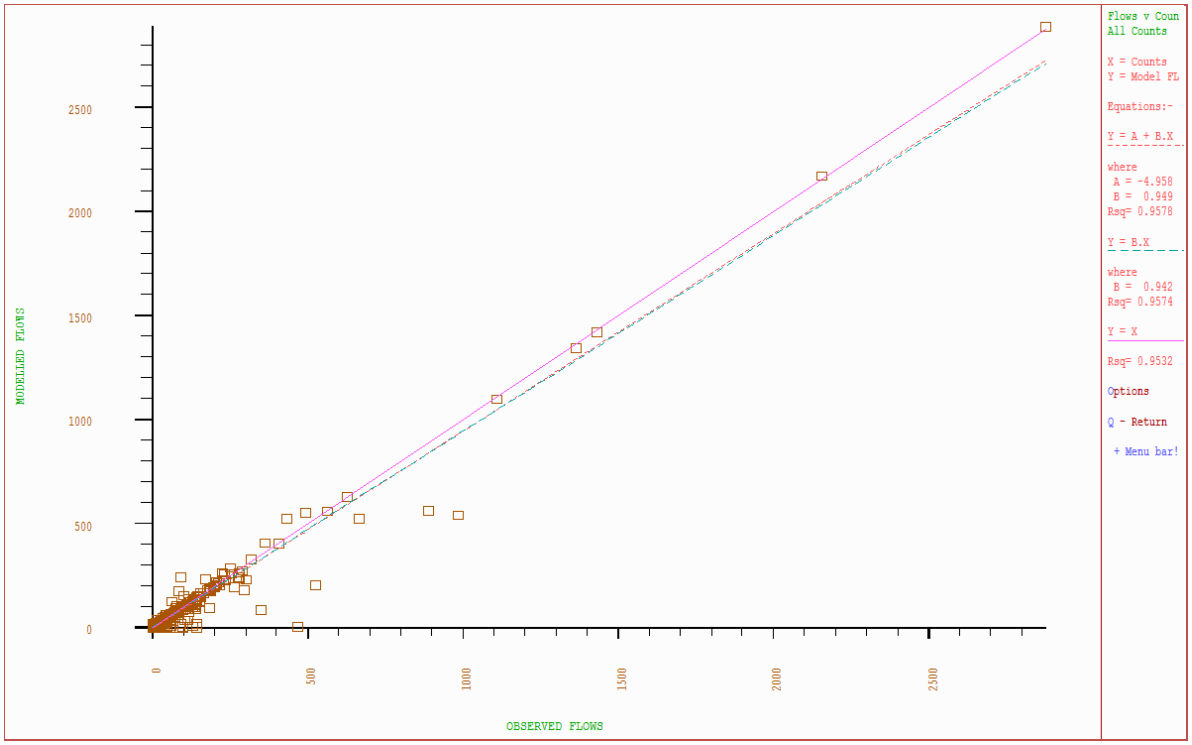

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-62: Ajuste asignación de flujos, Punta Tarde, categoría 2




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-63: Ajuste asignación de flujos, Punta Tarde, categoría 3




Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4-16: Resumen Estadístico Calibración Punta Tarde

| Categoría de usuario | Modelo | Parámetros | | Indicador Estadístico | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | $R^2$ | GEH |
| 1 (clases 1, 2 y 3 de Estraus) | Y = A + B * X | 4,82 | 0,92 | 0,923 | 4,11 |
| | Y = B * X | - | 0,93 | 0,923 | |
| | Y = X | - | - | 0,913 | |
| 2 (clase 4 de Estraus) | Y = A + B * X | 0,95 | 0,92 | 0,927 | 3,38 |
| | Y = B * X | - | 0,92 | 0,927 | |
| | Y = X | - | - | 0,916 | |
| 3 (clase 5 de Estraus) | Y = A + B * X | -4,96 | 0,95 | 0,958 | 3,85 |
| | Y = B * X | - | 0,94 | 0,957 | |
| | Y = X | - | - | 0,953 | |

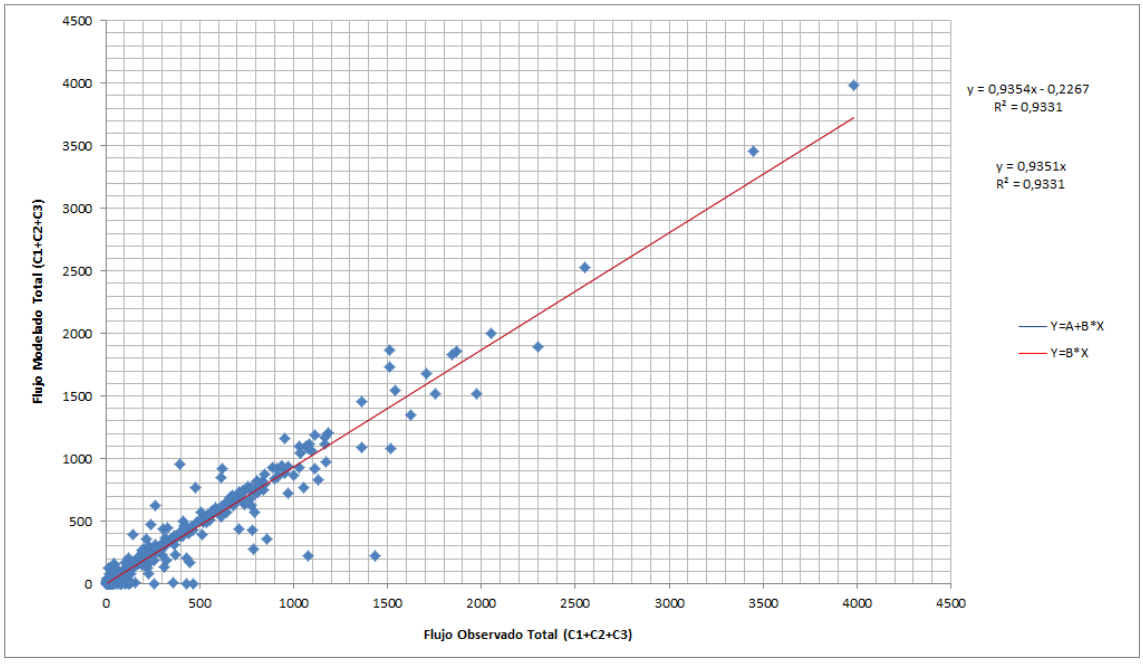
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que, a pesar de contar con un ajuste inicial bastante pobre, el modelo alcanzó un ajuste razonable de acuerdo con los criterios establecidos, por lo que se estimó que el resultado era satisfactorio.

Los valores tabulados de la comparación de los flujos asignados y modelados pueden observarse en los archivos LPP de cada corrida que se entregan en el Anexo Digital.

Adicionalmente, resulta de interés también apreciar el nivel de ajuste de los flujos totales, para lo cual se elaboró externamente el gráfico ad-hoc que se presenta a continuación, en el que además se han incluido los indicadores de ajuste.

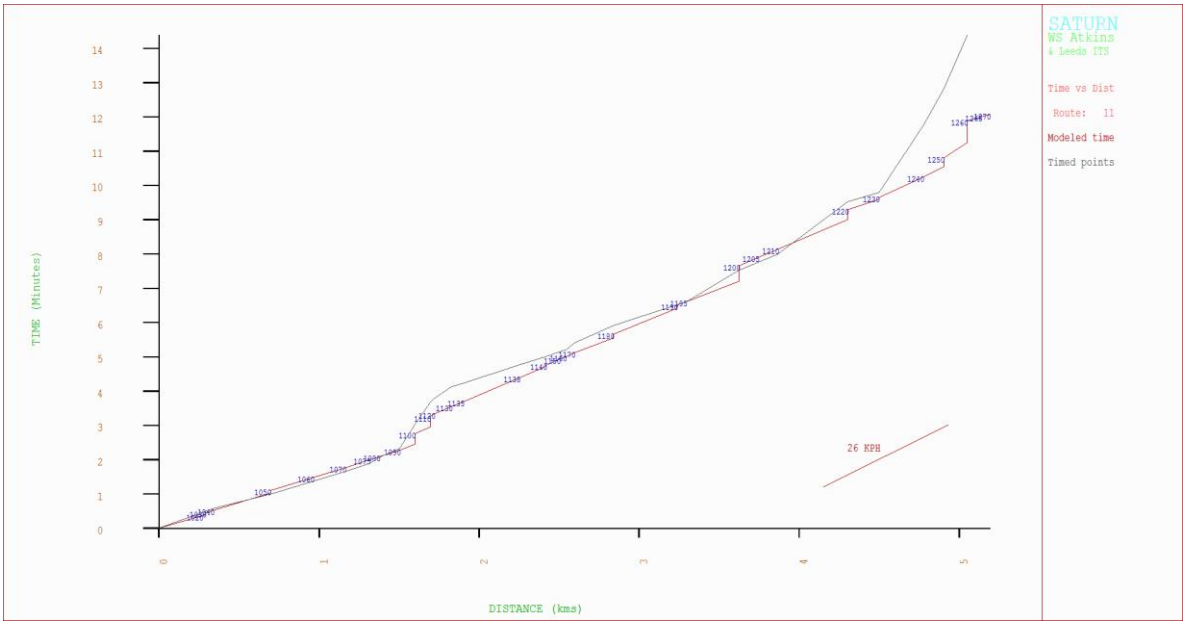
Figura 4-64: Ajuste asignación de flujos, Fuera de Punta, todas las categorías




Fuente: Elaboración propia

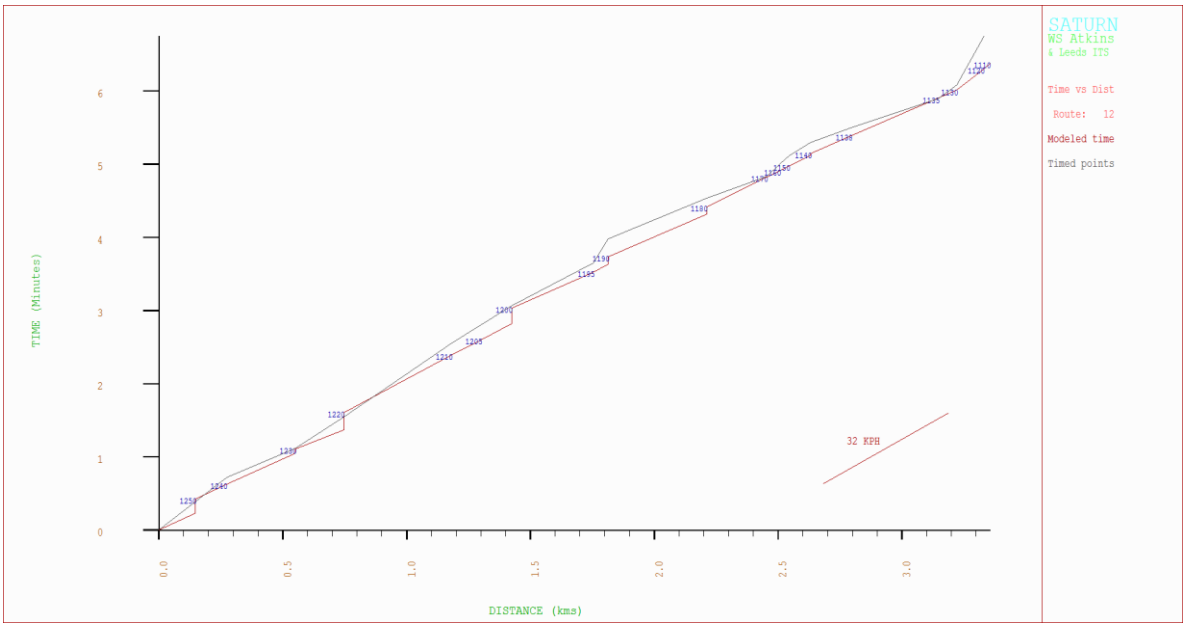
En los gráficos siguientes (elaborados directamente en Saturn), se aprecia las trayectorias espacio-temporales en el conjunto de ejes en que se hizo mediciones de tiempo de viaje, comparando los tiempos medidos con los tiempos modelados.

Figura 4-65: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 11 (Eje Vivaceta, sentido Norte – Sur)



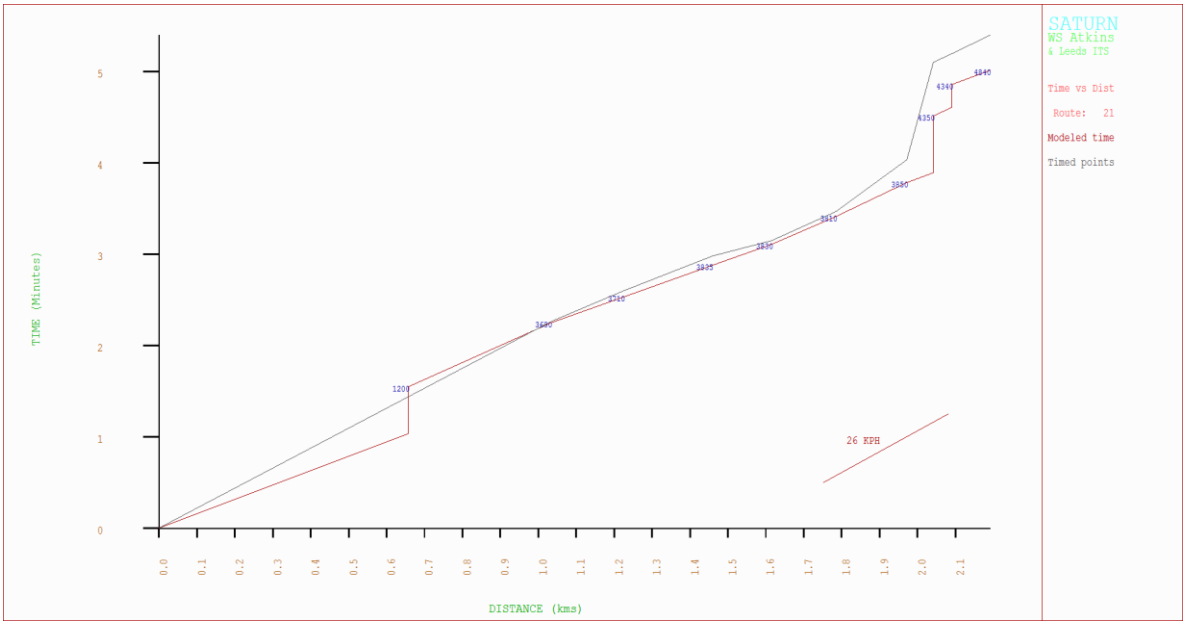

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-66: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 12 (Eje Vivaceta, sentido Sur – Norte)



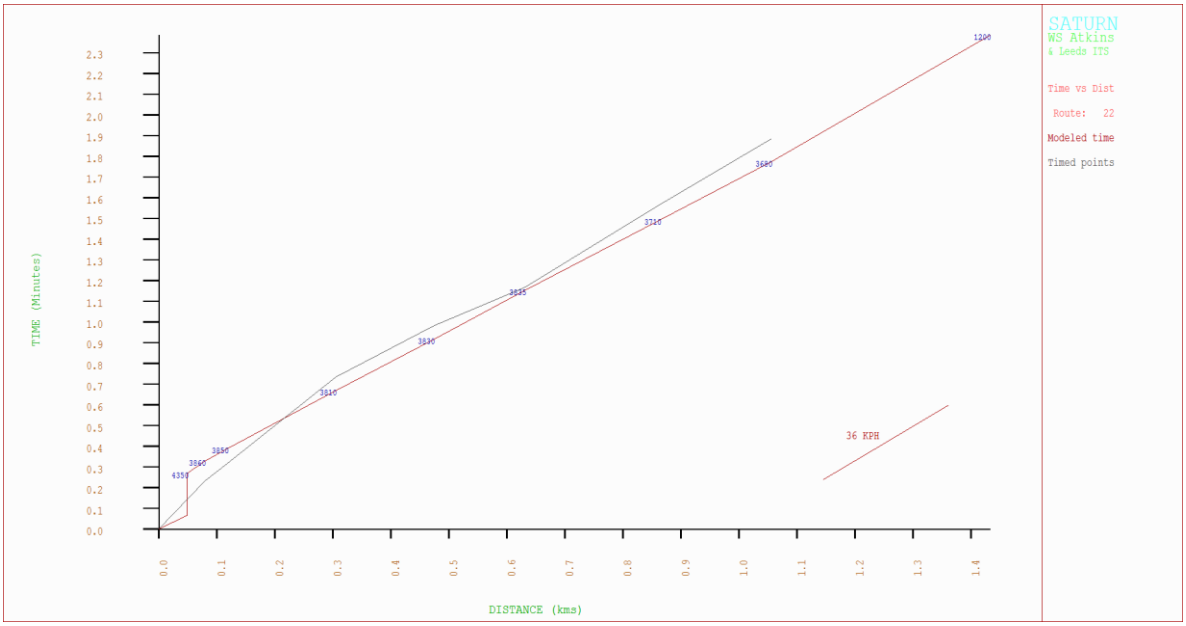

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-67: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 21 (Eje Domingo Santa María, sentido Oriente – Poniente)



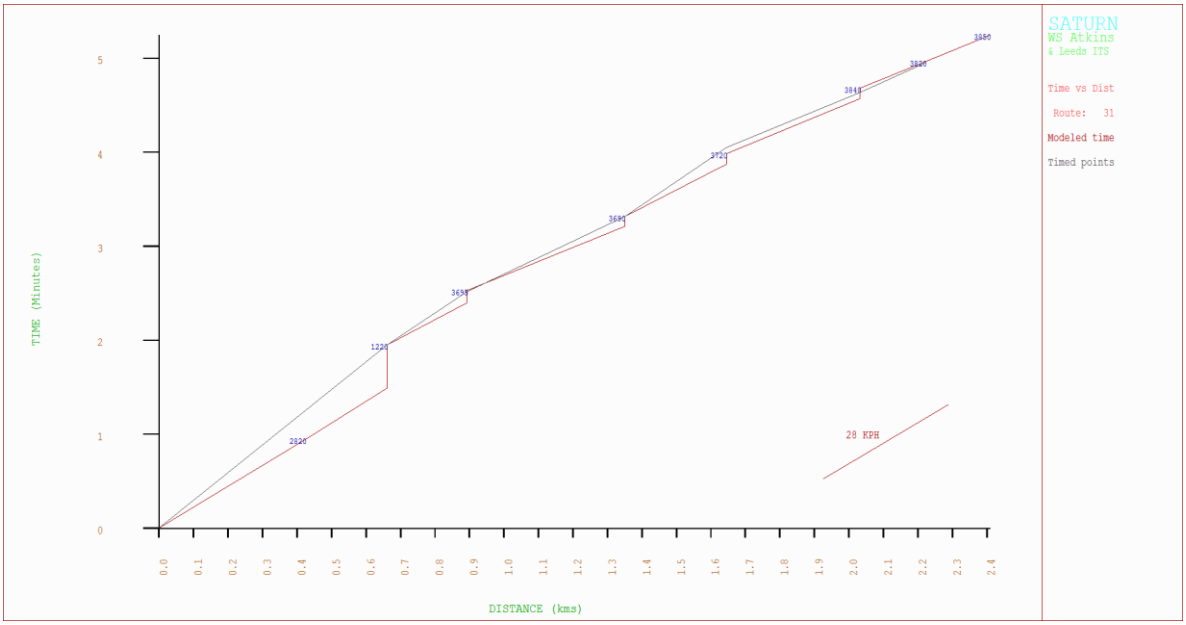

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-68: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 22 (Eje Domingo Santa María, sentido Poniente – Oriente )



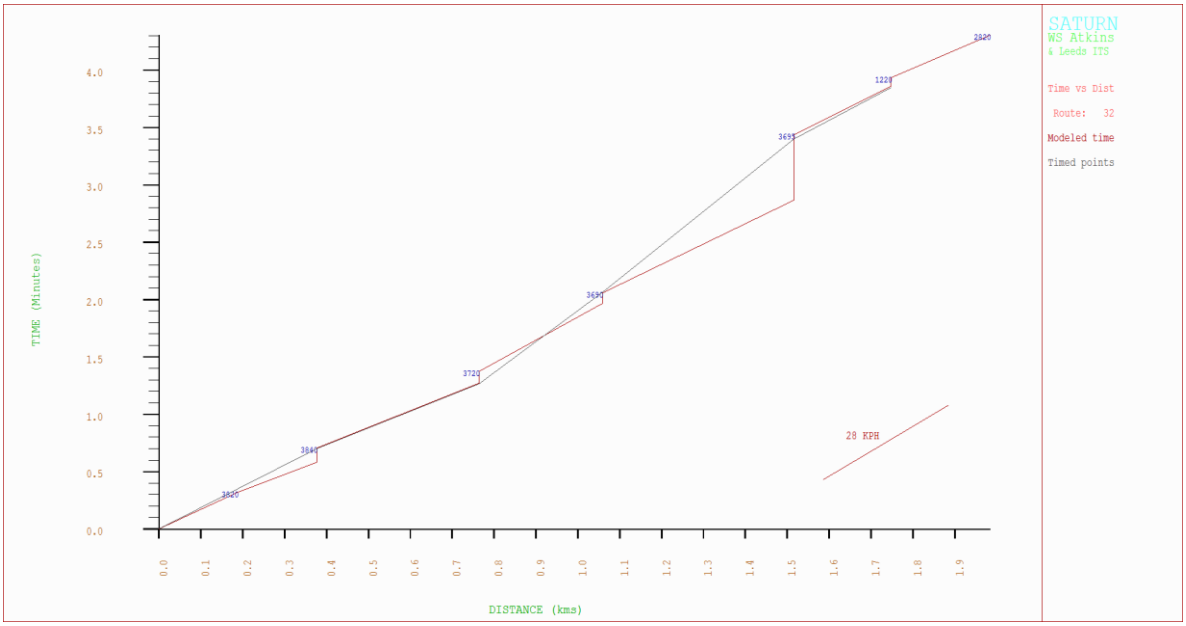

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-69: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 31 (Eje Gamero/Salomón Sack, sentido Oriente – Poniente)



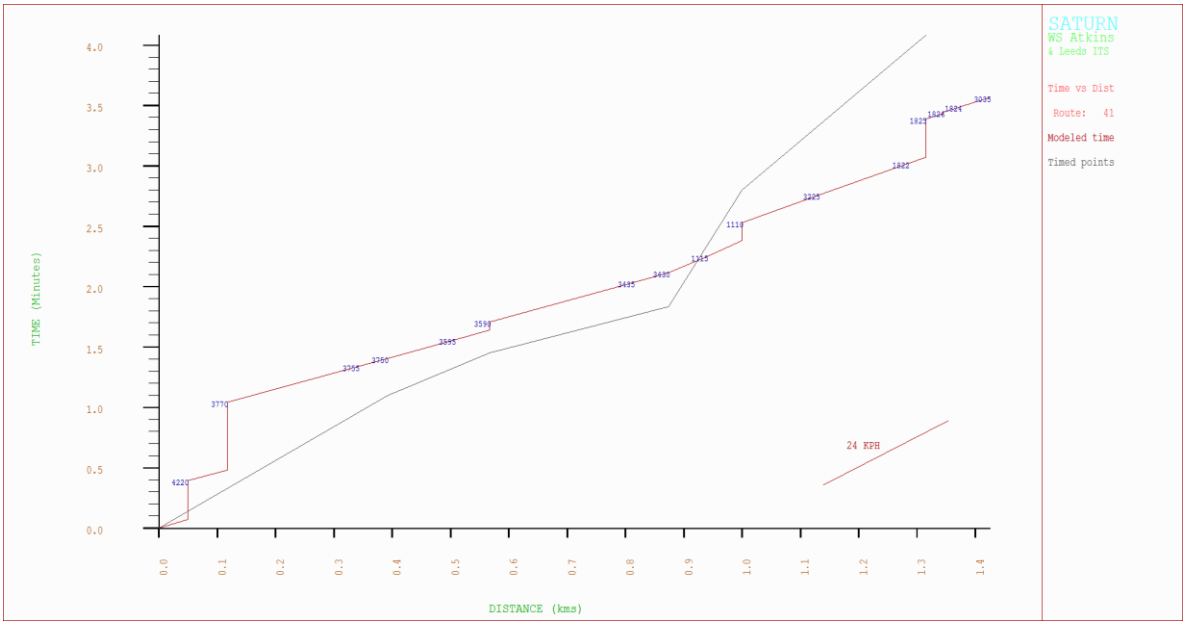

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-70: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 32 (Eje Gamero/Salomón Sack, sentido Poniente – Oriente)



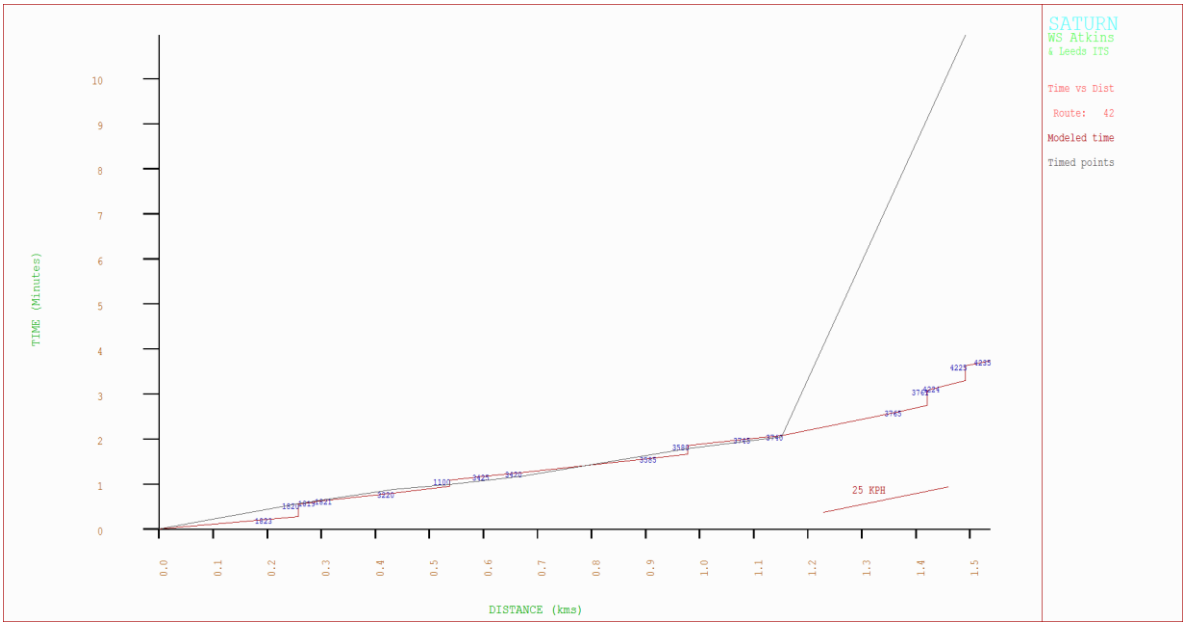

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-71: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 41 (Eje Dorsal/14 de la Fama, sentido Poniente - Oriente)



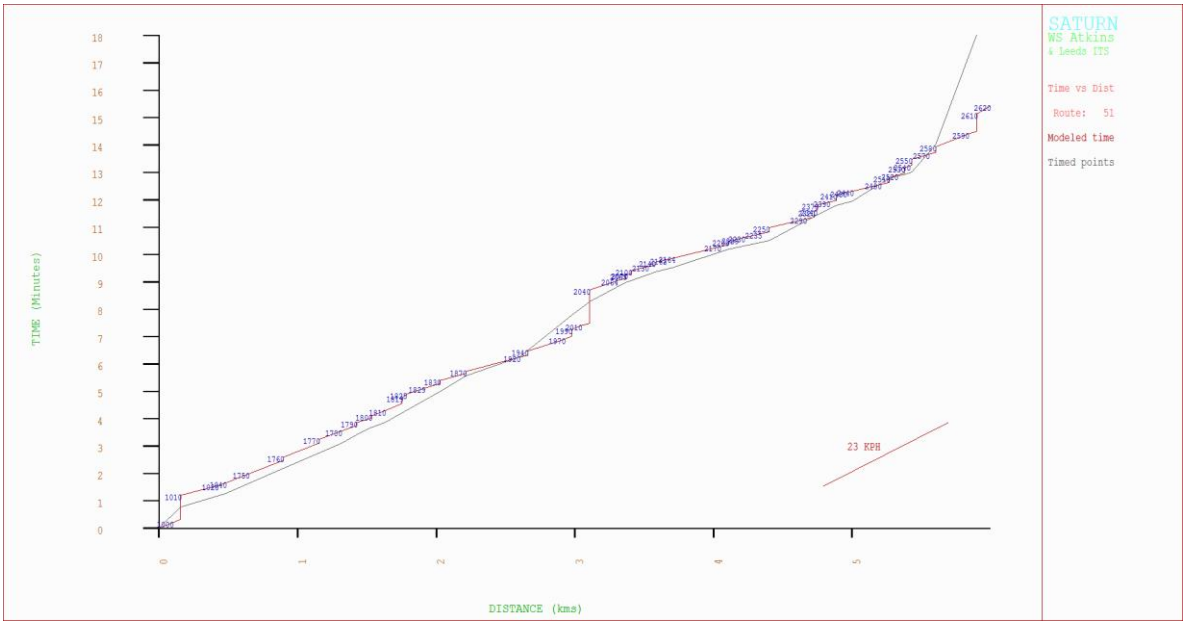

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-72: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 42 (Eje Dorsal/Roma, sentido Oriente - Poniente)



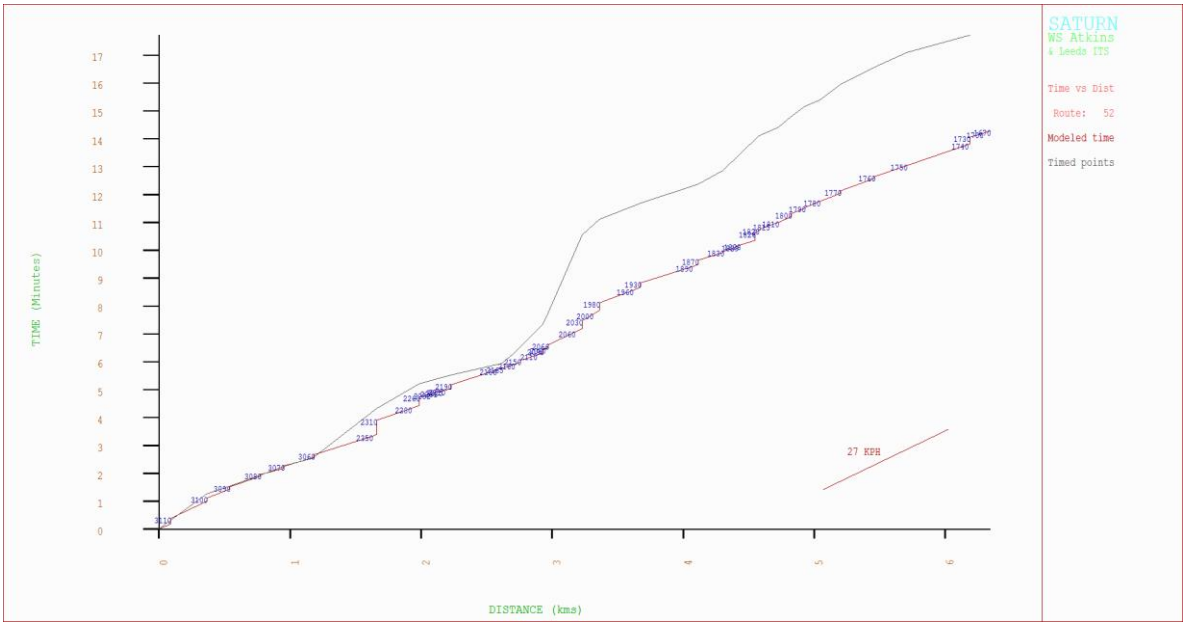

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-73: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 51 (Eje La Paz/Independencia, sentido Norte – Sur)




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-74: Ajuste de tiempos de viaje por arco, Ruta 52 (Eje Independencia, sentido Sur - Norte)




Fuente: Elaboración propia

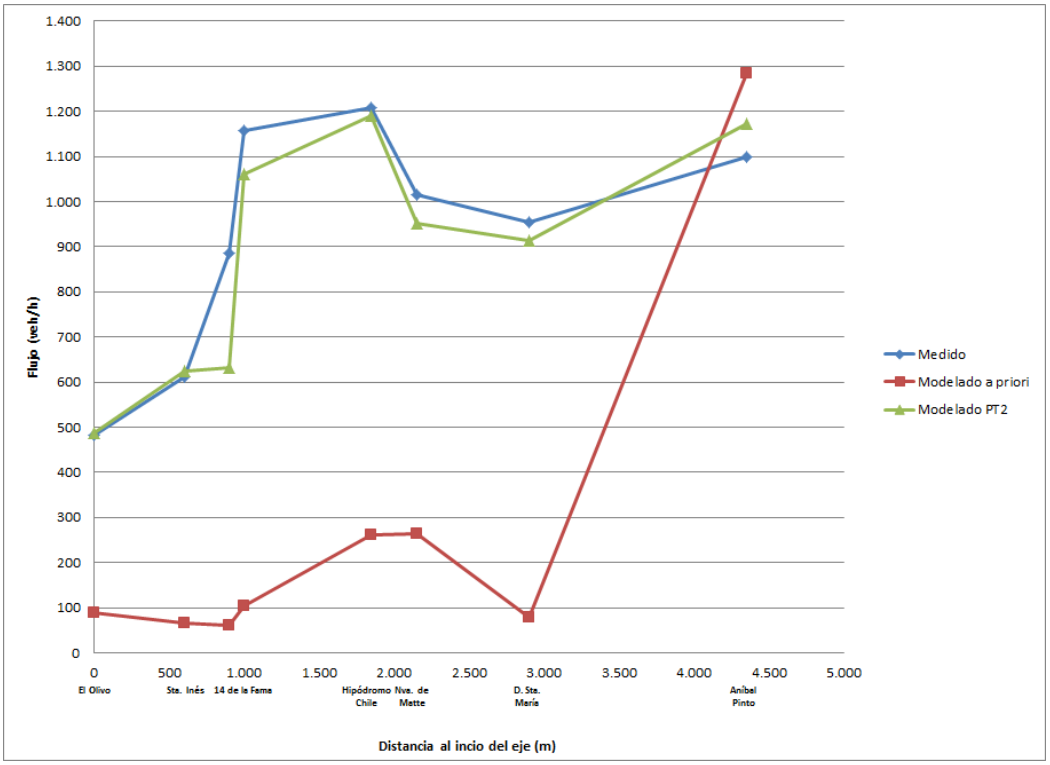
El análisis del ajuste obtenido en los tiempos de viaje indicó que los resultados fueron satisfactorios. En particular para Vivaceta, Gamero – S. Sack y Dgo. Sta. María, se reproducen en forma muy precisa los tiempos de viaje. Sin embargo, nuevamente se produjeron algunas diferencias en el circuito Dorsal – Roma – 14 de la Fama, similares a

lo sucedido en los otros dos períodos. En 14 de la Fama con Vivaceta (sentido P-O), las mediciones muestran una demora mayor a la obtenida con el modelo. En el sentido O-P se observa un muy buen resultado a lo largo del eje, pero la medición muestra una demora significativa al final al llegar a las caleteras de la Autopista Central, que no son reproducidas por el modelo. Este último caso se estima se debe a situaciones de bloqueo que se producen debido a los arcos cortos existentes en los cruces con las caleteras de la Norte – Sur, situación que no puede ser reproducida por el modelo. Valga comentar que los niveles de flujo en dicho acceso se reproducen con adecuada precisión y que, a pesar de haber llevado al límite los valores de los parámetros del acceso (velocidad y flujo de saturación), el modelo no logra reproducir los niveles de demora observados. También es importante mencionar que las mediciones de tiempo no pudieron ser llevadas a cabo siempre simultáneamente con los flujos, por lo que puede ser que las demoras medidas se produjeran a flujos mayores a los observados en los conteos vehiculares.

Mención aparte merece el caso del eje Independencia. En el sentido N-S el modelo reproduce adecuadamente los tiempos de viaje a lo largo de todo el eje, pero en el sentido S-N las mediciones muestran una importante demora a la altura de la Plaza Chacabuco, la cual no es reproducida adecuadamente por el modelo, aun cuando se llevaron los parámetros de capacidad y velocidad a valores límite. Posterior a ese punto, el modelo vuelve a reproducir correctamente los tiempos de viaje observados. Posiblemente, durante la mediciones de tiempo de viaje, se produjeron allí fenómenos que no son bien simulados por el modelo, aún si son sistemáticos, tales como conflictos con peatones y bloqueos por arcos cortos.

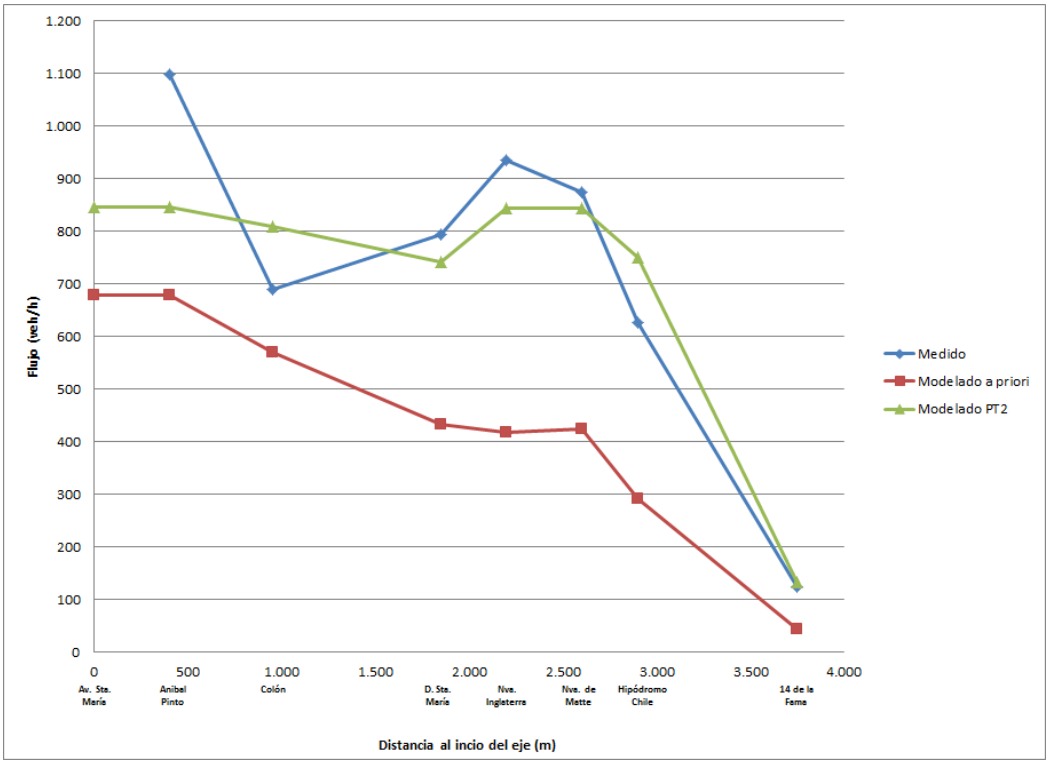
Adicionalmente, se revisó los resultados del proceso de ajuste de los flujos a nivel del flujo en el eje de proyecto (Vivaceta) y en su principal eje competitivo (Independencia). Para cada uno de esos ejes se preparó un gráfico que muestra el perfil de flujo en función de la distancia comparando el flujo medido, el asignado con la matriz a priori y el resultante final.

Figura 4-75: Ajuste de perfil de flujo, eje Vivaceta, sentido Norte-Sur



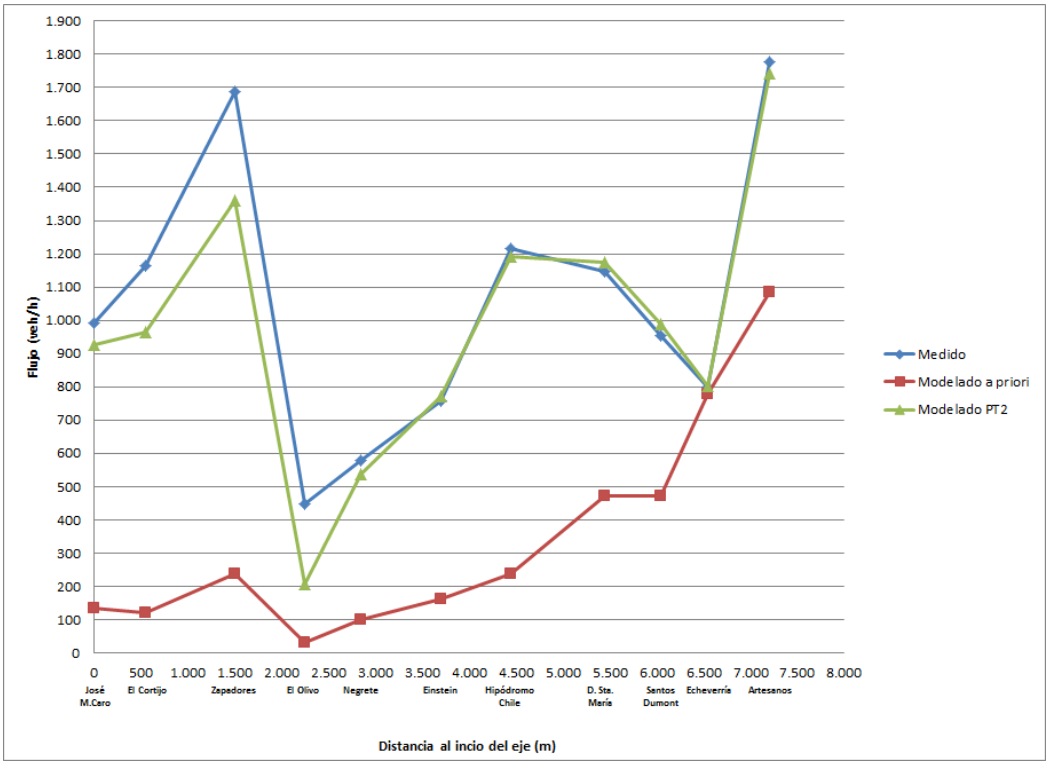

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-76: Ajuste de perfil de flujo, eje Vivaceta, sentido Sur-Norte



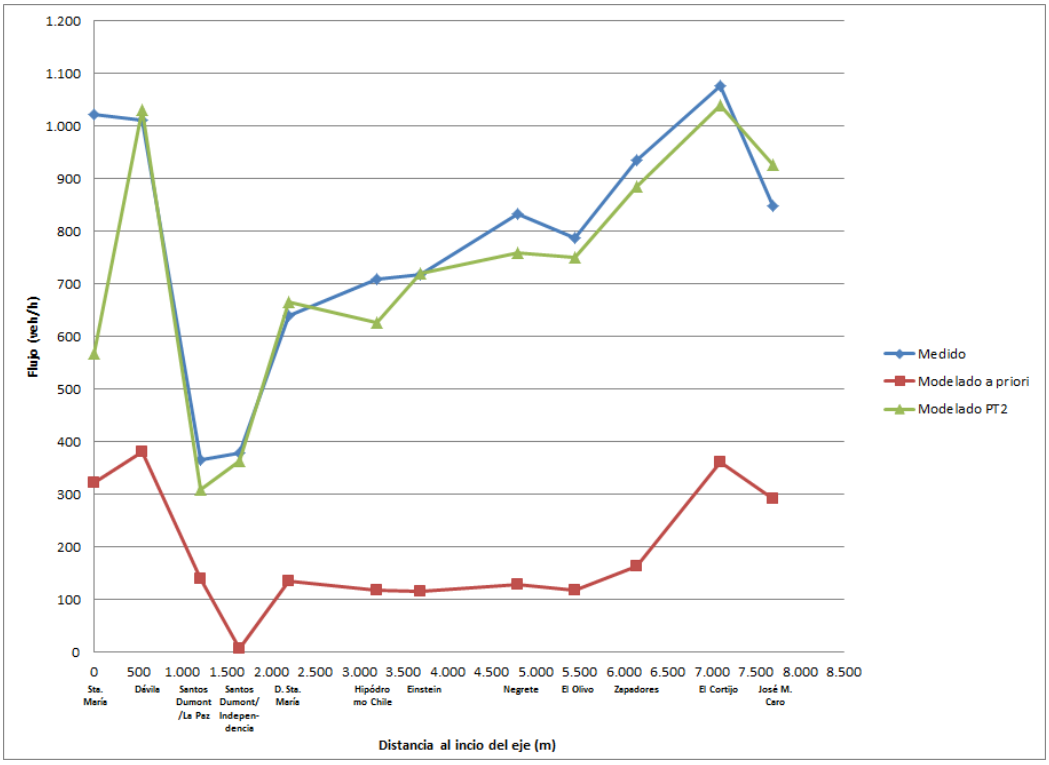

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-77: Ajuste de perfil de flujo, eje Independencia, sentido Norte-Sur




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-78: Ajuste de perfil de flujo, eje Independencia, sentido Sur-Norte




Fuente: Elaboración propia

El ajuste de los perfiles en general resulta satisfactorio, sin perjuicio de que existen algunos puntos específicos en que hay diferencias mayores, típicamente explicables por la estructura de la matriz a priori y que no pueden ser mejorados sin aumentar excesivamente los parámetros de modificación de la matriz mediante el proceso de SATME2. En el eje Vivaceta se encuentran dos puntos que superan los 200 veh/h de diferencia: en sentido Norte-Sur a la altura de Roma se midió 885 veh/h y el modelo sólo asigna 633; en sentido Sur-Norte, a la altura de Aníbal Pinto, se midió 1.098 veh/h y el modelo asigna 847 veh/h. El eje Indenpendencia, por su parte, también presenta algunas diferencias relevantes. En el sentido N-S, en el tramo El Cortijo-El Olivo hay tres puntos de control, en todos los cuales se verifica sub-asignación de 200 o más veh/h. En el sentido contrario, se verifica una diferencia importante sólo al inicio del eje en Artesanos (en realidad, corresponde a la intersección de La Paz con Artesanos).

Finalmente, se presenta en las figuras siguientes un análisis sobre el nivel de congestión de la red, para lo cual se ha destacado en la red aquellos arcos que superan un determinado nivel de congestión. En la primera figura se muestra destacados los arcos que superan el 85% en el cociente flujo/capacidad (VoC), mientras que en la segunda se muestra los arcos que superan el 100%.

Figura 4-79: Arcos con VoC sobre 85%




Fuente: Elaboración propia

Figura 4-80: Arcos con VoC sobre 100%




Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que si bien existen algunos arcos con grado de saturación elevado (sobre 85%), se trata de una cantidad bastante acotada y cuya mayoría se encuentra fuera de la red interna. Producto de lo anterior, se estima que el nivel de congestión identificado en la red no generará problemas durante el proceso de evaluación de alternativas.

En definitiva, los resultados del proceso de calibración permiten asegurar que la estructura de costos de las principales rutas (medida en términos del tiempo de viaje), así como la magnitud y estructura de los flujos en la red, se reprodujo con un adecuado nivel de exactitud para este período.

e) Resumen matrices calibradas

Finalmente, en el cuadro siguiente se presentan los viajes totales de las matrices a priori y calibradas para cada período considerado.

Cuadro 4-17 Viajes Totales Matrices calibradas

| Período | Categoría | Matriz a priori Viajes/h | Matriz calibrada Viajes/h |
|---|---|---|---|
| Punta Mañana | 1 | 28.673 | 27.948 |
| | 2 | 21.272 | 18.856 |
| | 3 | 22.111 | 22.440 |
| | **Total** | **72.056** | **69.244** |
| Fuera de Punta | 1 | 23.601 | 20.856 |
| | 2 | 11.896 | 11.205 |
| | 3 | 15.865 | 13.411 |
| | **Total** | **51.362** | **45.472** |
| Punta Tarde | 1 | 14.165 | 20.173 |
| | 2 | 9.761 | 13.786 |
| | 3 | 10.524 | 16.183 |
| | **Total** | **34.450** | **50.143** |

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el cuadro anterior, tal como era esperable, que las matrices del período punta tarde fueron las que mayor modificación sufrieron, incrementándose los viajes totales de 34.450 viajes/h a 50.143 viajes/h, lo que implica un aumento de más del 50%. Aun así, si bien el modelo reproduce adecuadamente los conteos en la punta tarde, el total de viajes obtenido parece igualmente bajo si se le compara con la punta de la mañana (69.244 viajes/h), que posee un 40% más de viajes, y con el fuera de punta, que tiene 45.472 viajes/h, es decir, poco menos de 5 mil viajes menos (solo un 10% menos). Si bien es normal que los viajes por hora en la punta tarde sean inferiores a los de la punta mañana, se espera que sean significativamente superiores a los del período fuera de punta, lo cual en este caso no ocurre.

En el caso de la punta mañana y el fuera de punta, los viajes totales se redujeron en un 3,9% y 11,5% respectivamente.

De acuerdo con los datos presentados precedentemente, se concluyó que el modelo fue exitosamente calibrado y podía ser utilizado para la modelación de la Situación Base y Alternativas de Proyecto.

Todas las corridas del modelo en el proceso de calibración, así como esquemas de la red de asignación en Transcad y KMZ (Google Earth) se entregan en el directorio “Calibración modelo de transporte” en el Anexo óptico adjunto al informe.

# 5 Definición de la situación base

## 5.1 General

Conceptualmente, la situación base corresponde a la situación que se espera existiría en el área de estudio de no ejecutarse el proyecto analizado. Además, ésta sirve de referencia para determinar los beneficios sociales del proyecto.

En primer lugar, la situación base debe considerar todos los proyectos que podrían tener un impacto en la estructura y magnitud de la demanda, así como los que modifiquen las características operacionales del eje.

Adicionalmente, como el proyecto (y la situación base) se analizan y modelan en cortes temporales futuros, es necesario también considerar la optimización de las programaciones de semáforos en la red, así como cualquier otra gestión puntual que se considere apropiada, para lograr con ello lo que se denomina la situación base optimizada.

Además de servir de referencia, la situación base (situación actual proyectada) se utilizó para realizar el diagnóstico de tránsito en el eje en estudio.

La situación base se definió de común acuerdo con la contraparte técnica del estudio.

## 5.2 Proyectos incluidos en la situación base

En el marco de este estudio se recopiló información relativa a diversos proyectos en carpeta con estudios de ingeniería en diversos grados de avance. Entre estos proyectos, se acordó con la contraparte técnica solo considerar aquellos para los cuales existían estudios de ingeniería de detalles, es decir, están a la espera de ser ejecutados o que están actualmente en ejecución.

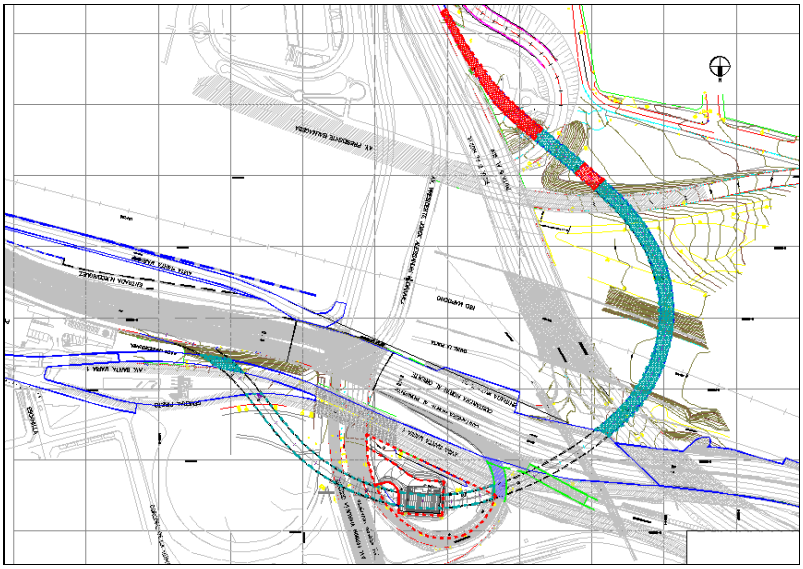
Dadas estas condiciones, solo 3 proyectos fueron considerados en la situación base:

- Nueva conexión entre la autopista Costanera Norte y la Autopista Central
- Corredor Av. Dorsal entre Diagonal José María Caro y El Salto
- Línea 3 del Metro

El primer proyecto consiste en habilitar un nuevo ramal subterráneo para canalizar los flujos que vienen del oriente por Costanera Norte y se dirigen hacia el sur por la Autopista Central. Esta nueva conexión inicia y termina directamente en las vías expresas de cada autopista, por lo que no hace uso de las vías locales que son las que actualmente

presentan importantes niveles de congestión. Este proyecto mejora significativamente la conexión de las dos autopistas y reducirá en forma importante los niveles de congestión, colas y bloqueos que actualmente se producen en la calle local poniente de la Autopista Central desde el semáforo de San Pablo y que se propaga fuertemente llegando en ocasiones incluso hasta Vivaceta con Aníbal Pinto. Las figuras siguientes muestran esta nueva conexión.

Figura 5-1 Conexión Costanera Norte – Autopista Central



Fuente: Concesiones del MOP

El segundo proyecto corresponde a la continuación del corredor de buses de Av. Dorsal hacia el oriente, entre Diagonal José María Caro y El Salto. En este caso, este proyecto se ubica en los límites del área de modelación, ya que la red de modelación se extiende solo hasta Diagonal José María Caro, así que no representa mayor impacto en la red del estudio.

Por último, el tercer proyecto, la Línea 3 del Metro, que recorre completo el eje Independencia, no constituye ninguna modificación a la infraestructura vial, pero tiene un importante impacto en los flujos de buses en el área de estudio, en especial en el eje Independencia, además del impacto en las tasas de crecimiento de pasajeros en bus. Este impacto se incorpora en la modelación a partir de la reducción de las frecuencias de buses de ciertos ejes competitivos con el metro y de la estimación de la tasa de crecimiento de los flujos de buses para los cortes temporales futuros. Este tema se expone en la sección de proyección de la demanda en el acápite 5.3.2.

Adicionalmente, la situación base consideró la semaforización de dos intersecciones en el área de estudio:

- Vivaceta con Santa María
- Domingo Santa María con Salomón Sack

## 5.3 Proyección de la demanda

### 5.3.1 Proyección de matrices de transporte privado

La proyección de las matrices de transporte privado se realizó a partir de las modelaciones Estraus de los tres períodos de análisis: punta mañana, fuera de punta y punta tarde.

Para ello se dispuso de matrices de transporte privado de Estraus para los cortes temporales 2010 y 2015 de los tres períodos.

El método se basa en la proyección de los vectores origen y destino de las matrices calibradas del estudio (año 2012) a partir de tasas de crecimiento obtenidas para las zonas equivalentes en Estraus. Luego, a través de método de Furness proyectar la matriz celda a celda.

Para proyectar los vectores origen y destino, se debió en primer lugar, asignar las matrices 2010 y 2015 a la red vial de Estraus y proceder a "cortarlas" a partir del cordón definido por los límites de la red de modelación del presente estudio y luego procesarlas (agregando y desagregando zonas) para obtener matrices consistentes con la zonificación de este estudio.

Cabe recordar que la red de modelación del estudio cuenta con un total de 139 zonas, 70 corresponden a zonas internas y 69 a zonas externas. Éstas últimas no son más que los arcos de entrada y salida de la red, definidos por el límite del área de modelación, a través de los cuales el área se conecta con el resto de la ciudad.

Obtenidas las matrices "cortadas" y procesadas a la zonificación del estudio para cada período, se obtuvo los vectores origen y destino para cada corte temporal (2010 y 2015) y categoría de usuario (3 categorías), a partir de los cuales se determinó tasas de crecimiento anuales por zona y categoría.

Luego, las tasas de crecimiento anuales se aplicaron a los vectores origen y destino (según categoría de usuario), obteniendo vectores proyectados al año 2016 (año acordado con la contraparte técnica del estudio como primer año de operación del proyecto).

Un aspecto importante que se tuvo presente fue que las zonas externas al área de modelación poseen un límite de crecimiento representado por la capacidad del arco de acceso o salida. En efecto, si dicha capacidad es, por ejemplo, de 2.000 veq/h y dicho arco posee un flujo fijo de 300 veq/h, teóricamente el flujo de vehículos privados de entrada o salida, según sea el caso, no podría superar los 1.700 veq/h. En la práctica, no es que la demanda deje de crecer, sino que saturado un acceso a la red debe reasignarse a otros accesos para realizar el viaje a través de ella. En el caso de arcos de salida el concepto es el mismo.

Dado lo anterior, se determinó el flujo máximo posible de acuerdo con la capacidad y flujo fijo de cada arco de entrada o salida de la red (que representa una zona externa) y se limitó a dicho valor el crecimiento de dicha zona externa. Para esto, se comparó el flujo proyectado con la capacidad máxima y si ésta era superada, el valor del vector en esa zona corresponderá a la capacidad y la diferencia se prorrateó entre los otros accesos a la red (en forma proporcional a sus flujos).

Cabe señalar que, de no hacer lo anterior, se corre el riesgo de sobresaturar algunos accesos a la red, lo cual además de no ser realista, puede generar inestabilidades en el modelo y generar resultados con mayores niveles de incertidumbre.

Cabe hacer notar que para el corte temporal 2016, solo se produjo la situación descrita en 3 arcos de acceso y 3 de salida en la punta mañana, ningún caso en el fuera de punta, y solo un arco de entrada en la punta tarde. El proceso de cálculo de los vectores proyectados se presenta en el archivo Proyección matrices 2016.xlsx en el Anexo Óptico (dir. 05. Proyección de demanda).

A partir de estos nuevos vectores y de las matrices calibradas para el año 2012, se procedió a aplicar el método de Furness para el balance de las matrices, el cual se encuentra implementado en el módulo utilitario MX de SATURN.

Se realizó también una proyección a un segundo corte temporal, teniendo presente que se produzca una eventual sobre saturación de la red. En el período punta mañana, la situación base mostró altos niveles saturación por sobre el año 2020 (produciendo también grandes dificultades para lograr la adecuada convergencia del modelo), por lo que para este período se consideró el 2020 como segundo corte temporal (año 5 de operación del proyecto). Los períodos fuera de punta y punta tarde no presentaron problema importantes de saturación, por lo que fueron modelados en el año 2025 (año 10 de operación del proyecto).

En esta proyección se debe tener en cuenta que no es necesariamente realista extrapolar las tasas de crecimiento por zona para la proyección de los vectores. Esto debido a que dichas tasas responden a los escenarios de uso de suelos definidos en los cortes temporales de Estraus, en este caso 2010 y 2015, los cuales van definiendo la localización de nuevos hogares en función de proyectos inmobiliarios conocidos y cabidas en las distintas zonas, las cuales pueden irse agotando al consolidarse sectores, los cuales pueden haber crecido fuertemente durante un cierto tiempo, pero luego dejan de crecer o crecen a tasas mucho menores. Por otra parte, las tasas de crecimiento producen una proyección exponencial, por lo que un crecimiento de un 1% anual en una zona con mucha generación, puede representar un crecimiento de un 5% anual a nivel de toda la matriz. En efecto, este fenómeno ocurre en el presente caso. Por ejemplo, para la punta de la mañana la matriz resultante del 2016 representó un crecimiento global a partir de la matriz calibrada del 2012 de un 3,3% anual. Al aplicar las mismas tasas de

crecimiento por zona obtenidas de las matrices de Estraus 2010 y 2015 para proyectar al año 2020, el crecimiento global de la matriz resulta ser de un 5,7% anual.

Para acotar el crecimiento global de la matriz, se consideró como criterio no superar el valor de tasa anual obtenido para la matriz del 2016, en el caso del punta mañana 3,3% anual. Para esto se procedió aplicando un factor a las tasas de crecimiento por zona obtenidas de Estraus, tal que el crecimiento anual global de la matriz fuera igual al obtenido para la proyección al año 2016.

La proyección de los vectores al año 2020 y 2025 se entrega en el archivo Proyección matrices 2020.xlsx y Proyección matrices 2025.xlsx en el Anexo Óptico (dir. 05. Proyección de demanda.

En el cuadro siguiente se entregan los totales de viajes por matriz según año, período y tipo de usuario y los valores resultantes de las tasas de crecimiento anuales.

Cuadro 5-1 Proyección matrices de transporte privado

| Período | Tipo usuario | 2012 viajes/h | 2016 viajes/h | 2020 viajes/h | 2025 viajes/h | 2012-2016 %/año | 2012-2020 %/año | 2012-2025 %/año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Punta mañana | 1 | 27.948 | 29.332 | 33.033 | - | 1,2% | 2,1% | - |
| | 2 | 18.856 | 20.733 | 22.178 | - | 2,4% | 2,0% | - |
| | 3 | 22.440 | 28.651 | 34.270 | - | 6,3% | 5,4% | - |
| | Todas | 69.244 | 78.715 | 89.481 | - | 3,3% | 3,3% | - |
| Fuera de punta | 1 | 20.856 | 22.674 | 24.833 | 30.933 | 2,1% | 2,2% | 3,1% |
| | 2 | 11.205 | 12.401 | 13.483 | 14.373 | 2,6% | 2,3% | 1,9% |
| | 3 | 13.411 | 16.708 | 20.651 | 24.062 | 5,6% | 5,5% | 4,6% |
| | Todas | 45.472 | 51.782 | 58.968 | 69.368 | 3,3% | 3,3% | 3,3% |
| Punta tarde | 1 | 20.173 | 22.479 | 25.062 | 28.761 | 2,7% | 2,7% | 2,8% |
| | 2 | 13.786 | 15.481 | 17.378 | 20.093 | 2,9% | 2,9% | 2,9% |
| | 3 | 16.183 | 18.066 | 20.159 | 23.056 | 2,8% | 2,8% | 2,8% |
| | Todas | 50.143 | 56.026 | 62.599 | 71.910 | 2,8% | 2,8% | 2,8% |

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2 Proyección frecuencias de transporte público

El eje Vivaceta prácticamente no posee transporte público, por lo que el proyecto en estudio no generará mayores beneficios a este modo de transporte. Sin embargo, es igualmente necesario estimar el crecimiento de los flujos de buses en toda el área modelada, ya que ello puede generar impactos en la asignación a la red vial.

Adicionalmente, tal como se mencionó en 5.2, se encuentra en construcción la nueva Línea 3 del Metro de Santiago, que se desarrolla a lo largo del eje Independencia. Si bien es sabido que las nuevas líneas de metro no producen un impacto muy significativo en el transporte privado, si lo hacen en los servicios de buses. En efecto, es esperable que una vez operando esta nueva línea, se produzca un importante traspaso de pasajeros desde los buses al metro. Por supuesto, esta importante disminución de la demanda del

transporte público de superficie debe provocar también una disminución más o menos equivalente de los flujos de buses.

Luego, en la proyección de los flujos de buses se combinan dos efectos: el aumento general de la demanda por transporte público y la disminución de los pasajeros de buses debido al cambio modal hacia el metro.

Para analizar esto y considerar apropiadamente los impactos de la nueva línea de metro en el área de influencia del eje Vivaceta, se utilizó información de demanda de pasajeros en bus, en diversos puntos de la red de modelación de Vivaceta, proveniente de corridas Estraus sin y con la línea 3 del metro, para los períodos punta mañana y fuera de punta, en los años 2010 y 2015.

El proceso de cálculo que justifica las proposiciones que aquí se hacen se presenta en la planilla “Proyección demanda TP.xlsx” en el Anexo Óptico (dir. 05. Proyección de demanda). En dicho archivo se han registrado las cargas de pasajeros en bus en diversos arcos de la red y en distintos ejes (Independencia, Vivaceta, Gamero, Dorsal, Caleteras Autopista Central). El objetivo fue comparar las cargas entre cortes temporales sin y con metro a fin de inferir, por una parte, una tasa de crecimiento de la demanda por transporte público en el área de modelación y, por otra, determinar un factor de impacto en las frecuencias de buses producido por la puesta en operación de la nueva línea 3.

El método consiste en aplicar primero un factor de reducción a las frecuencias de los buses en los ejes que sufren impacto por el metro (es decir sólo a las rutas que pasan por dicho eje), derivado de comparar las cargas en los arcos para el mismo año sin y con la línea 3. Por otra parte, estimar una tasa de crecimiento anual de los flujos de buses, comparando entre cortes temporales.

En el archivo se incluyen las corridas PM y FP, 2010 y 2015, sin y con metro (8 en total). Para cada corrida se extrajo el dato de carga pax/h y capacidad en el arco. Lo segundo permite analizar la consistencia de los valores, ya que por ejemplo, se puede ver que en los arcos de Independencia en el sentido NS se produce una disminución de los pax entre las corridas am10 sin L3 y am15 sin L3, lo cual es raro (implica una disminución de la demanda por TP), pero se puede observar que las capacidades ofrecidas también son diferentes, siendo menor la del 2015 (lo cual no es muy lógico y se atribuye a algún error en la modelación (observar que en los otros 3 casos (am10 con L3-am15 con L3; fp10 sin L3-fp15 sin L3; y fp10 con L3-fp15 con L3) siempre la capacidad aumenta un poco.

Dentro de las conclusiones obvias y directas que se pueden sacar de estos datos, se tiene:

- La línea 3 genera un impacto significativo en la demanda por buses en el área
- En Independencia: la carga disminuye a poco menos de la mitad en PM (factor 0,47) y a menos del 15% (factor 0,14) en FP

- Se observa también que se produce un impacto significativo en los recorridos que circulan por las caleteras de la Autopista Central (seguramente la L3 atrae gente por alimentadoras desde Quilicura al metro en la estación A. Vespucio), esta reducción alcanza un factor de 0,7 en PM y 0,72 en FP

- En el caso de los recorridos por el eje Dorsal y por Gamero (representantes de rutas transversales), se observa un impacto mucho menor: 0,93 y 0,97 en PM y FP respectivamente

- Finalmente, resulta bastante claro que en Vivaceta es irrelevante el transporte público: además de muy poca oferta, la carga es muy baja.

Por otra parte, comparando el crecimiento de la demanda entre cortes temporales de la misma situación (ya sea sin o con metro) se puede inferir una tasa de crecimiento anual de la demanda. En este caso, dada la situación particular de la corrida am15 sin L3, ésta se excluyó del análisis.

- En PM (comparando 2010 y 2015 con L3), se observa un crecimiento negativo en Independencia (-0,5% anual), pero bastante mayor en los otros ejes (2,9% anual)

- En FP en Independencia se observa un crecimiento de 1,2% anual (corridas 2010 y 2015 sin L3) y 3,2 (2010 y 2015 con L3). Para el resto de los ejes, los valores son de 2,8% anual (corridas 2010 y 2015 sin L3) y de 1,7% anual ((corridas 2010 y 2015 con L3).

Tomando en cuenta todo lo anterior, se propuso lo siguiente:

- Aplicar a las frecuencias de las rutas de buses que transitan por Independencia, calibradas para el 2012 un factor de corrección por la L3 de 0,5 en los 3 períodos

- En el caso del período fuera de punta, si bien la disminución de carga es mayor aun, se debe considerar frecuencias mínimas. Dado que las frecuencias ya son menores que en los períodos punta, aplicar un factor mayor a 0,5 podría implicar una reducción demasiado grande del nivel de servicio.

- En el caso de los recorridos que circulan por las caleteras de la NS, aplicar un factor 0,75 en los 3 períodos.

- En el caso de los recorridos que circulan por vías transversales (Dorsal, Gamero, etc.) se propone no aplicar factor alguno.

Los factores anteriores se aplican una sola vez y luego se aplica sobre el resultado una tasa de crecimiento.

Se propuso considerar una tasa de crecimiento pareja de un 2% anual para todos los períodos. Este se propone como un valor razonable y prudente, que no se obtiene de

promediar los valores resultantes en el análisis, pero se estima representa una situación media entre todas las tasas obtenidas.

### 5.3.3 Proyección flujos de transporte de carga

En relación a los flujos de transporte de carga: camiones simples y articulados; se consideró la tasa de crecimiento anual utilizada en el estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM”, Sectra 2010, cuyo valor fue de 4,5% anual para los dos tipos de camiones.

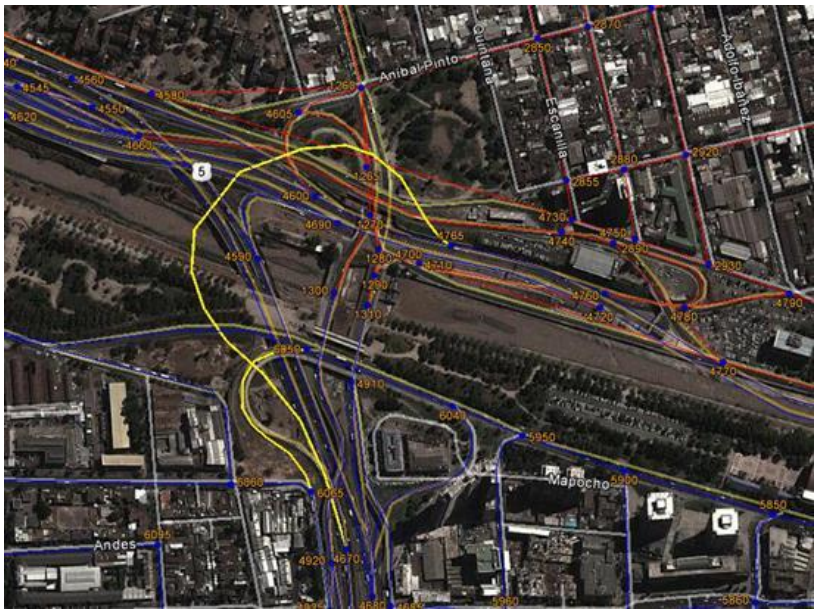
## 5.4 Simulación de la situación base

### 5.4.1 Metodología

La metodología de simulación de la situación base se basa en dos aspectos. El primero corresponde a la codificación de los proyectos viales que se incluyen en ella, y el segundo, al proceso de optimización de las programaciones de las redes de semáforos definidas en el área de modelación (inner).

Son 2 los proyectos viales incluidos en la situación base cuya área de modelación se muestran en la Figura 5-2 y en la Figura 5-3.

Figura 5-2 Modelación conexión vial Costanera Norte – Autopista Central




Fuente: Elaboración propia

Figura 5-3 Modelación Corredor de Buses Dorsal




Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó antes, el proyecto de continuación del corredor de Dorsal inicia en Diagonal José María Caro hacia el oriente hasta Av. El Salto. Como se aprecia en la figura anterior, la Av. Diagonal José María Caro es el límite de la red de modelación, por lo que el proyecto en cuestión queda en rigor fuera de ella.

Se modeló y simuló la situación base para dos cortes temporales futuros, años 2016 para los tres períodos (primer año de operación del proyecto) y 2020 para la punta mañana (quinto año de operación del proyecto) y 2025 para el fuera de punta y punta tarde (décimo año de operación del proyecto). En el proceso de simulación de estos dos cortes temporales, se analizó en cada período la necesidad de introducir modificaciones, en especial, requerimientos de nuevas intersecciones semaforizadas y pequeños cambios en las programaciones o usos de pistas a fin de resolver problemas de congestión que se presenten.

Definidas las redes semaforizadas, el proceso de optimización de programaciones se realizó a partir de los programas SATED y SATOFF, los cuales forman parte del paquete SATURN. El primero permite la optimización de repartos y el segundo de desfases. Nótese que no existe en SATURN un programa que optimice los tiempos de ciclo. Dado esto último, la modificación del tiempo de ciclo se realizó manualmente (según se explica más adelante).

La optimización de las programaciones de los semáforos es un proceso iterativo que no tiene garantizada su convergencia, pues al optimizar las programaciones varía la asignación y al variar esta varían las programaciones. Si bien podría existir una convergencia a nivel de flujos, es decir, que éstos ya no varíen significativamente entre una iteración y la siguiente, ello no asegura que el equilibrio que se obtenga corresponde al de mínimo costo global en la red.

Por lo anterior, lo que se hace, dada la facilidad que provee la automatización del proceso, es correr muchas iteraciones (se consideró 10 iteraciones de optimización de repartos y 5 de desfases) y seleccionar de entre ellas aquella que arrojó los menores costos globales en la red SATURN.

Dado que ambos programas de SATURN, SATED y SATOFF no corren simultáneamente (el primero corre dentro del módulo P1X y el segundo desde la línea de comando), se procedió de la siguiente manera:

- Codificada la red (base o alternativa de proyecto), se itera optimizando los repartos de los semáforos, es decir, se asigna y luego se optimiza los repartos con los flujos asignados y con estos nuevos repartos se vuelve a asignar. Este procedimiento se realizó 10 veces para cada red/período/corte temporal.
- De las 10 corridas se elige la que entregó los resultados globales más bajos.
- Se itera 5 veces optimizando los desfases.
- Se elige el resultado con de costos más bajos (representados por la demora total en la red en PCU-h/h).
- La corrida elegida en el punto anterior representa el resultado final, sobre el cual se analizó los niveles de saturación que presentan las intersecciones semaforizadas en la red. Si existen nodos que presentan sobre saturación, se procedió a repetir todo el proceso de optimización pero aumentando el tiempo de ciclo de la o las redes que presentaron semáforos sobre saturados.

Cabe consignar que con este procedimiento se obtuvo resultados más consistentes y costos globales en la red de modelación mucho más bajos en todas las alternativas y períodos que con el procedimiento tradicional iterando en con los programas SATURN y TRASYT.

### 5.4.2 Definición de las redes semaforizadas

La definición de las redes semaforizadas en el área de modelación provienen de la UOCT de Santiago.

Como parte de la situación base, sólo se ha hecho necesario agregar un nuevo semáforo en la intersección de Domingo Santa María con Salomón Sack, dadas las altas demoras resultantes en dicho cruce para los cortes temporales futuros simulados. Esta intersección se agregó a la red UOCT 107.

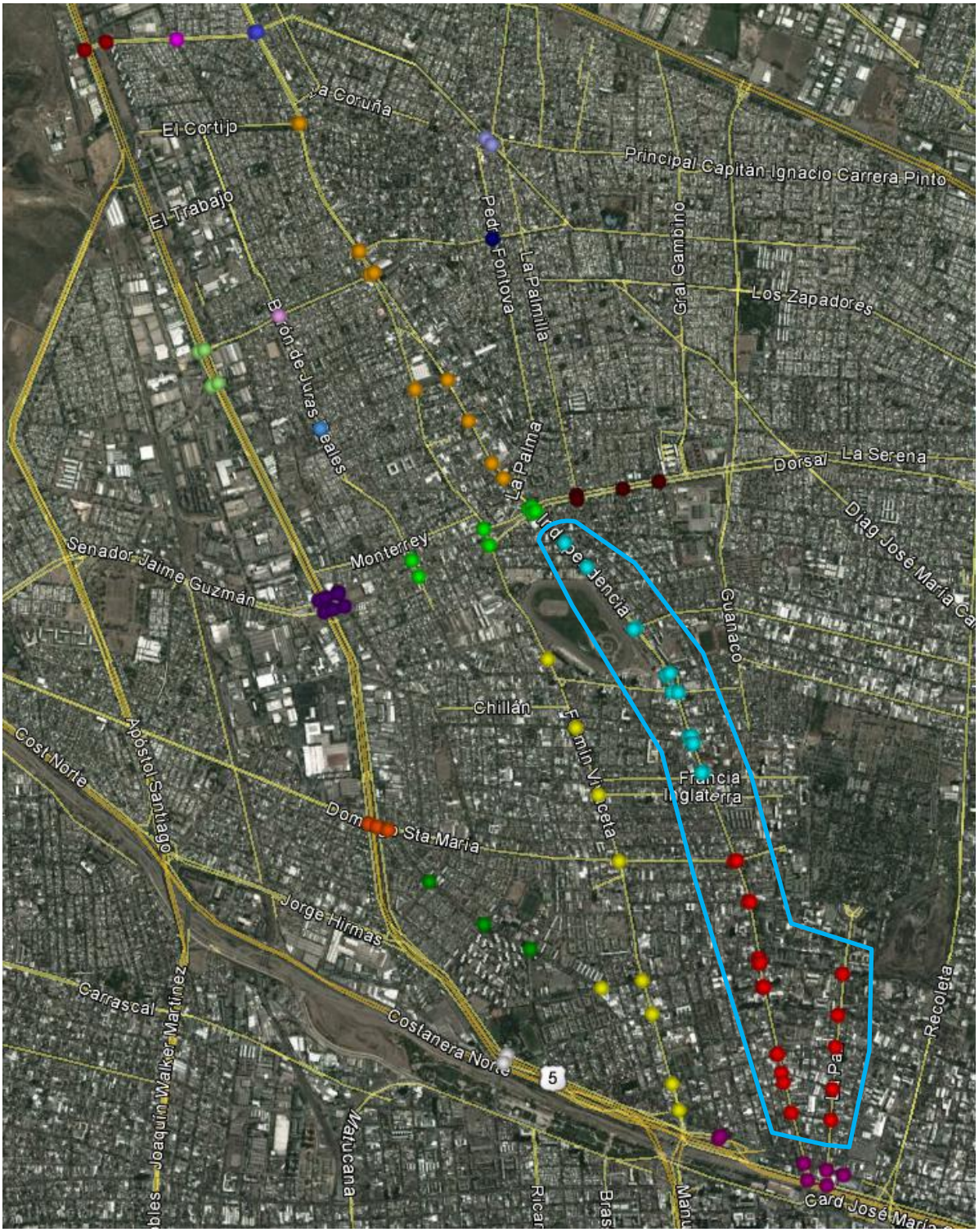
Cabe hacer notar que, la operación en red de los cruces semaforizados se verifica cuando todos poseen el mismo tiempo de ciclo. La conformación de redes semaforizadas puede variar entre períodos. En efecto, el conjunto de intersecciones reunidas bajo un código de

red del sistema centralizado de semáforos de la UOCT, normalmente operarán en cada período con un mismo tiempo de ciclo, sin embargo, muchas veces dichas redes se dividen en algún período, o incluso se trata de varios cruces aislados codificados como una red, pero en realidad operan con ciclos diferentes, e incluso, se localizan distantes uno de otros.

Por lo anterior, la conformación de redes considerada para la modelación respeta los códigos de número de red de la UOCT pero define operacionalmente redes diferentes (distinto tiempo de ciclo) en algunos casos. Para identificar esto, se agregó al código UOCT un número correlativo adicional, es decir, si la red 107 se divide operacionalmente en 3 redes distintas en un cierto período, se codifican las redes 107, 1071 y 1072.

En la Figura 5-4 se muestran todas las redes de semáforos consideradas (incluyendo semáforos aislados). En total son 18 redes en la punta mañana y 19 en fuera de punta y punta tarde, ya que en estos períodos se divide la red 7 en la 7 y la 71, como muestra también la figura citada.

Figura 5-4 Redes semaforizadas área de modelación inner




Fuente: Elaboración propia basada en redes SCAT Santiago

Nota: Las redes demarcadas corresponden a las redes 7 y 71 que operan como una sola red (red 7) en la punta mañana.

### 5.4.3 Resultados de costos de operación

En esta etapa preliminar, se determinaron para la evaluación económica preliminar, sólo los costos de operación de tiempo y combustible, para los 3 períodos de análisis y ambos cortes temporales (2016 y 2020).

La metodología utilizada para el cálculo corresponde a la definida en el MESPIVU.

a) Tiempo de viaje

En los cuadros siguientes se presenta los consumos físicos (h/h) y costos ($/h), para cada período considerado y tipo de vehículo, correspondientes al tiempo de viaje.

Cuadro 5-2 Costos de tiempo de viaje, situación base 2016

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 8.194 | 11.471 | 16.243 |
| Bus | 27,60 | 257 | 7.103 | 10.058 |
| Bus Articulado | 48,30 | 42 | 2.014 | 2.851 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 175 | 472 | 669 |
| Camión Simple | 1,40 | 195 | 272 | 386 |
| Camión Articulado | 1,40 | 68 | 96 | 136 |
| | | | 21.429 | 30.343 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 4.402 | 6.162 | 8.726 |
| Bus | 18,30 | 165 | 3.013 | 4.266 |
| Bus Articulado | 26,70 | 33 | 869 | 1.231 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 133 | 346 | 490 |
| Camión Simple | 1,40 | 314 | 440 | 623 |
| Camión Articulado | 1,40 | 89 | 125 | 177 |
| | | | 10.955 | 15.512 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 5.373 | 8.060 | 11.413 |
| Bus | 24,70 | 220 | 5.428 | 7.686 |
| Bus Articulado | 36,20 | 41 | 1.481 | 2.098 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 114 | 274 | 388 |
| Camión Simple | 1,40 | 196 | 275 | 389 |
| Camión Articulado | 1,40 | 67 | 94 | 133 |
| | | | 15.611 | 22.106 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5-3 Costos de tiempo de viaje, situación base 2020

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.324 | 15.854 | 22.449 |
| Bus | 27,60 | 326 | 9.007 | 12.754 |
| Bus Articulado | 48,30 | 50 | 2.419 | 3.425 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 217 | 587 | 831 |
| Camión Simple | 1,40 | 276 | 387 | 548 |
| Camión Articulado | 1,40 | 102 | 143 | 203 |
| | | | 28.396 | 40.209 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5-4 Costos de tiempo de viaje, situación base 2025

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.874 | 16.624 | 23.539 |
| Bus | 18,30 | 269 | 4.929 | 6.979 |
| Bus Articulado | 26,70 | 48 | 1.288 | 1.823 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 192 | 500 | 707 |
| Camión Simple | 1,40 | 799 | 1.119 | 1.584 |
| Camión Articulado | 1,40 | 249 | 348 | 493 |
| | | | 24.807 | 35.126 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 12.162 | 18.243 | 25.831 |
| Bus | 24,70 | 357 | 8.826 | 12.498 |
| Bus Articulado | 36,20 | 72 | 2.591 | 3.669 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 167 | 402 | 569 |
| Camión Simple | 1,40 | 405 | 567 | 803 |
| Camión Articulado | 1,40 | 157 | 220 | 312 |
| | | | 30.849 | 43.682 |

Fuente: Elaboración Propia

b) Combustible

El costo de combustible se divide en 3 componentes: en movimiento, en ralentí y por detenciones. En los cuadros siguientes se presentan los resultados obtenidos en unidades físicas (l/h) y costos ($/h), para cada período considerado y tipo de vehículo.

Cuadro 5-5 Costo combustible en movimiento, situación base

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 26.918 | 12.759 | 31.565 | 14.962 | - | - |
| Bus | 2.298 | 1.103 | 2.489 | 1.195 | - | - |
| Bus Articulado | 507 | 244 | 550 | 264 | - | - |
| Taxi Colectivo | 366 | 173 | 396 | 188 | - | - |
| Camión Simple | 1.373 | 659 | 1.637 | 786 | - | - |
| Camión Articulado | 2.538 | 1.218 | 3.025 | 1.452 | - | - |
| | 34.001 | 16.157 | 39.662 | 18.846 | - | - |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 16.896 | 8.009 | - | - | 26.037 | 12.342 |
| Bus | 1.609 | 772 | - | - | 1.924 | 924 |
| Bus Articulado | 410 | 197 | - | - | 490 | 235 |
| Taxi Colectivo | 331 | 157 | - | - | 396 | 188 |
| Camión Simple | 2.572 | 1.234 | - | - | 3.820 | 1.834 |
| Camión Articulado | 4.065 | 1.951 | - | - | 6.038 | 2.898 |
| | 25.883 | 12.321 | - | - | 38.706 | 18.420 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 17.775 | 8.425 | - | - | 24.254 | 11.497 |
| Bus | 2.300 | 1.104 | - | - | 2.751 | 1.320 |
| Bus Articulado | 538 | 258 | - | - | 643 | 309 |
| Taxi Colectivo | 279 | 132 | - | - | 334 | 158 |
| Camión Simple | 1.590 | 763 | - | - | 2.361 | 1.133 |
| Camión Articulado | 2.815 | 1.351 | - | - | 4.180 | 2.007 |
| | 25.296 | 12.034 | - | - | 34.524 | 16.424 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5-6 Costo combustible en ralentí, situación base

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 2.128 | 1.009 | 4.301 | 2.039 | - | - |
| Bus | 139 | 67 | 251 | 121 | - | - |
| Bus Articulado | 17 | 8 | 29 | 14 | - | - |
| Taxi Colectivo | 47 | 22 | 80 | 38 | - | - |
| Camión Simple | 80 | 39 | 190 | 91 | - | - |
| Camión Articulado | 34 | 16 | 85 | 41 | - | - |
| | 2.446 | 1.161 | 4.935 | 2.343 | - | - |

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 479 | 227 | - | - | 6.640 | 3.147 |
| Bus | 33 | 16 | - | - | 198 | 95 |
| Bus Articulado | 8 | 4 | - | - | 31 | 15 |
| Taxi Colectivo | 14 | 7 | - | - | 52 | 24 |
| Camión Simple | 67 | 32 | - | - | 837 | 402 |
| Camión Articulado | 16 | 8 | - | - | 278 | 134 |
| | 618 | 294 | - | - | 8.036 | 3.817 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 982 | 466 | - | - | 6.514 | 3.088 |
| Bus | 70 | 33 | - | - | 286 | 137 |
| Bus Articulado | 11 | 5 | - | - | 62 | 30 |
| Taxi Colectivo | 13 | 6 | - | - | 46 | 22 |
| Camión Simple | 47 | 22 | - | - | 315 | 151 |
| Camión Articulado | 30 | 14 | - | - | 169 | 81 |
| | 1.153 | 547 | - | - | 7.393 | 3.509 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5-7 Costo combustible por detenciones, situación base

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.758 | 1.307 | 3.573 | 1.694 | - | - |
| Fuera de Punta | 1.833 | 869 | - | - | 2.799 | 1.327 |
| Punta Tarde | 2.157 | 1.022 | - | - | 3.774 | 1.789 |

Fuente: Elaboración Propia

# 6 Diagnóstico del eje Fermín Vivaceta

## 6.1 Diagnóstico de infraestructura

A continuación se presenta el diagnóstico de infraestructura del eje Fermín Vivaceta, el cual se desarrolla a través de las comunas de Independencia (entre Av. Santa María y el sector del Hipódromo Chile) y Conchalí (al norte del Hipódromo Chile)[1]. Tiene una extensión de poco menos de 5,5 km y posee una calzada simple bidireccional al sur de Av. Dorsal y unidireccional (norte – sur) al norte de ese eje.

El eje Vivaceta se clasifica como vía Troncal en el PRMS y su código en ese plan es T12N. En el PRMS los anchos de faja previstos son:

Cuadro 6-1 Características del eje Vivaceta según el PRMS

| Nombre y tramo | Ancho mín. L.O (m) | Comuna |
|---|---|---|
| Av. Independencia – Dorsal | 35 | Conchalí |
| Dorsal - Av. Hipódromo Chile | 35 | Independencia |
| Av. Hipódromo Chile – Autopista Central | 40 | Independencia |

Fuente: Ordenanza del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, Seremi MINVU

Cabe destacar que en la comuna de Conchalí debería resguardarse espacio para incluir en la faja del proyecto la iniciativa relativa de Rutas Patrimoniales. Respecto de las alternativas a considerar para la debida acogida de este proyecto de rutas patrimoniales, en el punto 1.1.2 se adelantaron algunas, que más tarde fueron consideradas en las alternativas de diseño del eje Vivaceta en el sector involucrado. Por otra parte, de la revisión de antecedentes se ha concluido que la faja del proyecto no afecta inmuebles de conservación histórica, porque no existen.

En la comuna de Independencia, hay expropiaciones comprometidas para materializar el perfil del PRMS (35 m al norte de calle Hipódromo Chile y 40 m al sur de la misma calle). Un caso particularmente difícil corresponde al terreno del Molino La Estampa, donde la expropiación implica demoler buena parte del edificio de esta industria y otro en el sector del hipódromo en donde las expropiaciones de acuerdo con las líneas oficiales definidas en el PRC comunal afectan la pista del hipódromo.

[1] El límite comunal entre Independencia y Conchalí se encuentra en la calle Cañete hacia el oriente de Av. Vivaceta y en la Av. 14 de la Fama hacia el poniente

Cabe destacar, por otra parte, que en el caso de la comuna de Conchalí no existe definición de emplazamiento de líneas oficiales para la vía estudiada, por lo que éstas quedarán definidas por el proyecto propuesto.

El diagnóstico de Vivaceta, se realizará comparando su situación actual con las normativas a las que está afecto. Para ello el análisis se desagregará en dos perspectivas, la primera de las cuales es más bien global sobre el eje, y en la segunda, el análisis es abordado por tramos.

### 6.1.1 Normas vs realidad

Para diagnosticar la infraestructura del eje Vivaceta, un ejercicio útil es comparar los instrumentos normativos de ministerios relacionados con vialidad urbana que rigen la operación. Estos instrumentos suponen la existencia de cierta infraestructura no siempre disponible.

Al comparar lo establecido en el OGUC de Minvu con la operación actual del eje Vivaceta, es posible concluir lo siguiente:

- El eje efectivamente cumple el rol de conectar diferentes zonas urbanas de una intercomuna, en este caso entre Conchalí, Independencia y Santiago.
- Su calzada permite desplazamientos del orden de 6 km de longitud pero a velocidades medias muy menores a 50 kph, por la capacidad disponible.
- El único cruce de este eje con una vía expresa, como es Autopista Central, ha sido resuelto con un desnivel.
- En su extremo norte, el eje Vivaceta forma, desde el punto de vista operacional (ya que no están definidos como tal en el PRMS), un par vial con Av. Independencia, con un elemento separador entre ambas que varía desde una mediana de 10 metros a una faja de 50 m con edificaciones incluso. El eje Vivaceta en este tramo posee un ancho entre líneas de cierro de menos de 20 metros y ancho de calzada pavimentada de 7 metros.
- Si bien existen aceras a ambos costados de Vivaceta e Independencia, en el tramo que operan como “par vial”, sus anchos no son de 3,5 metros o más en toda su extensión.

Por otra parte, al comparar lo establecido en el Decreto 83/85 de Mintratel con la operación actual del eje Vivaceta, es posible concluir lo siguiente:

- Una vía troncal debería operar con una velocidad máxima en el rango de 50 a 80 kph; no obstante, la combinación entre capacidad y demandas sobre el eje Vivaceta solo permite una velocidad de operación que varía entre 17 y 31 kph, dependiendo del sentido y período del día laboral normal considerados.

- El eje no cuenta con medidas de gestión de tránsito ni de infraestructura, salvo por la existencia de paradas de buses, que favorezcan o prioricen en modo alguno la operación del sistema de transporte público. Cabe destacar que esas paradas no están segregadas de las pistas de circulación y también el hecho de que por este eje solo circulan dos recorridos alimentadores con baja frecuencia.
- Tal como lo prohíbe el decreto en cuestión, la vía no presenta circulación de vehículos a tracción animal y humana. No obstante, si se observa esporádicamente a ciclistas compartiendo capacidad con el transporte motorizado, pues no existen ciclovías ni ciclopistas a lo largo del eje.
- En Vivaceta no existen ferias libres en ningún día o período de la semana.
- No se constató en terreno la circulación de camiones de basura, por lo que se asume que la recolección ocurre de madrugada (20:00 a 7:00 h en días laborales, y después de las 14:00 h en fin de semana).
- Ocasionalmente se observa camiones en maniobras de estacionamiento o carga/descarga en horario hábil.

Es claro que varios de los requisitos del DS 83/85 de Mintratel y de la OGUC no se verifican en la actualidad. Uno de los más relevantes es que la calzada vehicular del eje no cumple el ancho mínimo (14 m). Otra condición que no se cumple es referida a los cruces peatonales, los cuales no siempre cuentan con facilidades explícitas. Estas situaciones se explican probablemente porque la Av. Vivaceta se construyó antes de su designación como vía troncal. Esto tiene gran importancia para los mejoramientos que se propongan como parte del estudio, porque ellos deben respetar la normativa de la red vial básica y de la OGUC.

### 6.1.2 Análisis por tramos del eje Vivaceta

Para el análisis detallado de este diagnóstico, el eje se ha subdividido en tramos correspondientes a:

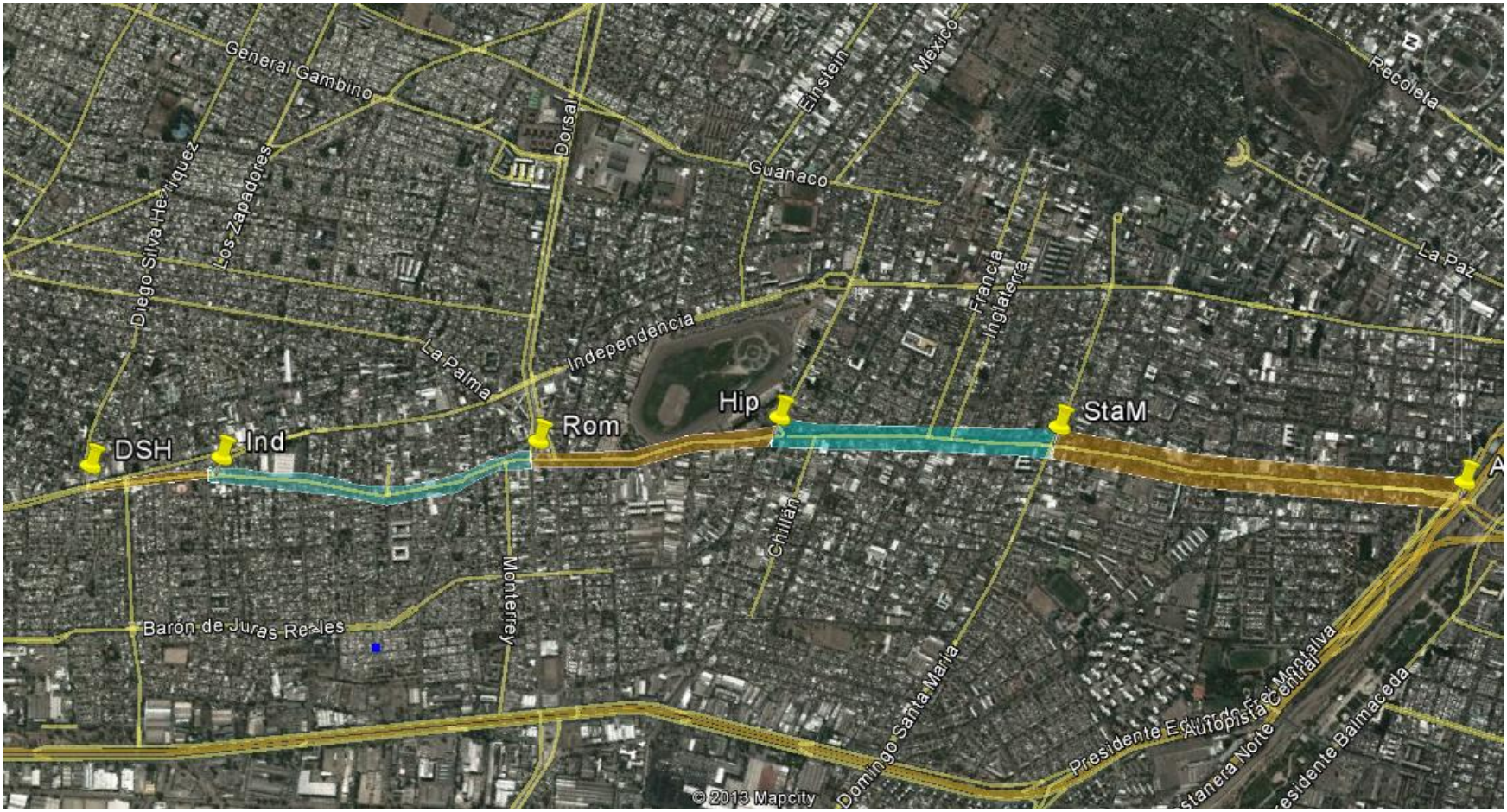
Cuadro 6-2: Tramos de Análisis Eje Vivaceta – Diagnóstico Infraestructura de Transporte

| Tramo | Desde | Hasta | Longitud (Km) | Ancho mín. L.O. (m). PRMS |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Av. D. Silva Henríquez | Independencia | 0,49 | 35 |
| 2 | Independencia | Roma | 1,26 | 35 |
| 3 | Roma | Av. Hipódromo Chile | 0,95 | 35 |
| 4 | Av. Hipódromo Chile | Av. Dgo. Santa María | 1,08 | 40 |
| 5 | Av. Dgo. Santa María | Autopista Central | 1,54 | 40 |

Fuente: Elaboración propia

La figura siguiente muestra la división definida para el análisis:

Figura 6-1: Tramos Eje Vivaceta




Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

A continuación, para cada uno de estos tramos, se reporta una síntesis del estado de infraestructura de transporte, pavimentos y servicios públicos del eje Vivaceta.

a) Tramo 1: Diego Silva Henríquez - Independencia

Este tramo es unidireccional de norte a sur, cuenta con una calzada de asfalto de 2 pistas en toda su longitud (490 m). Las aceras tienen un ancho variable de 4 a 12,6 metros. El sector donde la acera se reduce a 4 metros corresponde al borde oriente del eje, entre Zapadores y Módulo Lunar.

Figura 6-2: Eje Vivaceta. Tramo 1: Diego Silva Henríquez - Independencia




Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

Las características por subtramo de este tramo se sintetizan en el cuadro siguiente:

Cuadro 6-3: Infraestructura Transporte Vivaceta. Tramo 1: Diego Silva Henríquez – Independencia

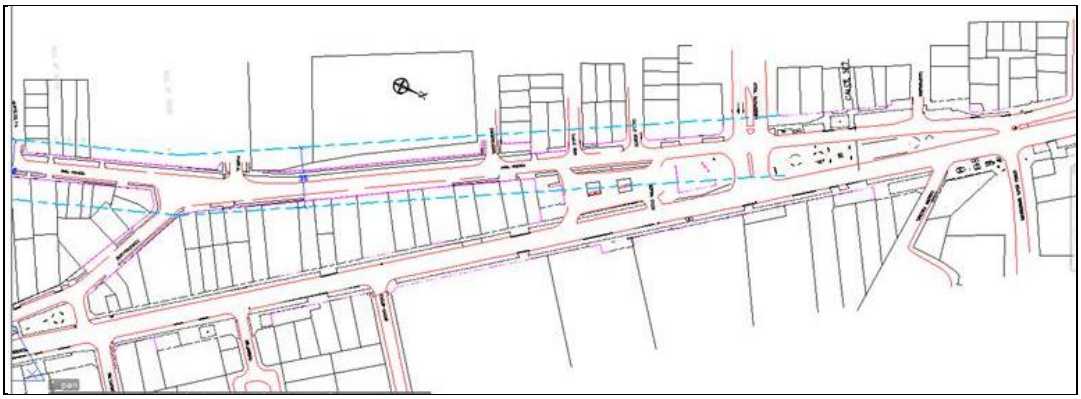
| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Av. Diego Silva Henríquez | Av. Los Zapadores | NS | 146 | 35 | SN | Residencias 1 piso, locales comerciales de 1, óptica 2 piso, otros locales comerciales 2 pisos | 1,5 | 1,6 | 7,9 | 3,5 | 0 | 3,5 | 12,6 | | | Área verde: bandejón Independencia | Parada bus 40 al norte de Zapadores, costado poniente; grifo 15 m al sur de Diego Silva Henríquez, costado poniente |
| 1 | Av. Diego Silva Henríquez | Av. Los Zapadores | NS | ST20 | 35 | SN | Postación luminarias vehiculares y peatonales al costado izquierdo | | H | T | A | | A | T | H | | Poste publicidad 0.3m diámetro | |
| 1 | Av. Diego Silva Henríquez | Av. Los Zapadores | NS | 30.6 | 35 | SN | Árboles de 0.2 a 0.6 m diámetro; postes semáforos (Zapadores) y de Diego Silva Henríquez, quiosco | | M | E | B | | B | | R | | Árboles de 0.3 a 0.1 m diámetro; postes semáforos (Zapadores) y de Diego Silva Henríquez | |
| 2 | Av. Los Zapadores | Módulo Lunar | NS | 298 | 35 | SN | Recinto privado 30 m frontis; sede club deportivo San Lorenzo 30 m frontis; terreno baldío 60 m frente; sede club deportivo Manuel Rodríguez; locales comerciales; materiales construcción Juan Jaque 30 m frontis | 1 | 2 | 3,5 | 3,5 | 0 | 3,5 | 2,1 | 1,5 | | Residencias 1 (predominante) y 2 pisos; recinto privado 30 m frontis, talleres mecánica automotriz, distribuidor pinturas Ceresita; estación servicio Petrobras; venta áridos | Parada bus 60 al norte de Módulo Lunar, costado poniente; Grifo 15 al norte de Módulo Lunar, costado poniente; Parada bus 40 al sur de Zapadores, costado poniente |
| 2 | Av. Los Zapadores | Módulo Lunar | NS | ST19 | 35 | SN | Postación servicio eléctrico | T | H | T | A | | A | T | H | | Postación de iluminación al costado derecho | |
| 2 | Av. Los Zapadores | Módulo Lunar | NS | 17.1 | 35 | SN | Árboles de 0.2 a 0.6 m diámetro; postes semáforos (Zapadores) y controlador | | M | E | B | | B | E | R | | Árboles de 0.2 a 1 m diámetro; postes semáforos (Zapadores) | |

Fuente: Elaboración propia a partir de catastros y Google Earth (Street View)

Carpetas: H: hormigón; A: asfalto; T: tierra Estado: B: bueno; R: regular; M: malo;
Uso como estacionamiento: E: estacionamiento habitual; E Ais: estacionamientos aislados u ocasionalmente observados

Como se desprende del cuadro, el ancho entre líneas de cierro varía entre 17,1 y 30,6 m y el definido en el PRMS es de 35 m. Al superponer el ancho de la faja según PRMS sobre la situación actual, el resultado es el siguiente:

Figura 6-3: Relación faja PRMS vs Situación actual. Tramo 1 Vivaceta

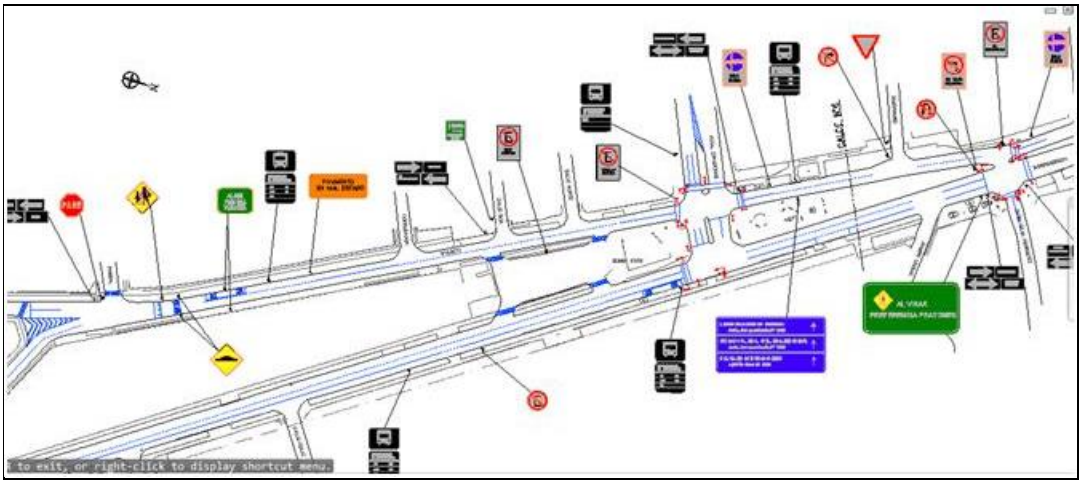


Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el borde poniente de tramo, se destaca la existencia de edificios comerciales de material sólido y de 2 pisos, además del local Juan Jaque de materiales de construcción. En tanto que en el borde oriente del tramo, existe un cierro de albañilería de unos 30 m de frontis (probablemente un industria) y una estación de servicio Petrobras. Los casos señalados corresponden a las edificaciones más relevantes en el tramo; no obstante, también existen residencias de un piso.

En el tramo hay 2 paradas de buses y la distancia entre ellas es de 270 m aproximadamente. La parada Zapadores soporta 400 subidas en punta mañana, constituyéndose en la parada de mayor actividad del eje Vivaceta, durante el todo el día; en tanto, en Módulo Lunar las subidas son del orden de 180 pasajeros, también en punta mañana. Nótese que solo por este tramo de Av. Vivaceta circulan flujos relevantes de transporte público (recorridos troncales) que corresponden al sentido norte sur, los cuales retornan (sentido sur-norte) por el del eje Independencia.

Figura 6-4: Catastro Operacional. Tramo 1 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia.

En el subtramo 1 la acera poniente es utilizada como estacionamiento, motivado por locales comerciales allí emplazados. En el subtramo 2 ambas aceras se utilizan como estacionamiento, en especial en las cercanías de Zapadores, originados por los locales comerciales ubicados al sur de la intersección. En particular la venta de materiales de construcción y áridos provoca maniobras de carga y descarga en ambas aceras.

En este tramo de Vivaceta existen 2 cruces semaforizados y pertenecen a las siguientes redes UOCT:

Cuadro 6-4: Semáforos Tramo 1: Diego Silva Henríquez – Independencia

| Red | Código | Intersección |
|---|---|---|
| 207 | J007122 | Vivaceta - Zapadores |
| 207 | J007131 | Independencia - Diego Silva Henríquez |

Fuente: UOCT

De acuerdo a los recorridos realizados por el eje, en este tramo en particular, la actividad peatonal se concentra en los cruces señalados, en especial en Zapadores. No obstante, en el cruce Módulo Lunar con Vivaceta existe un colegio, cuyo flujo de peatones asociado justifican la existencia de un paso cebra y un reductor de velocidad en el eje, aguas arriba y aguas abajo del cruce, respectivamente. Cabe destacar que entre el paso cebra mencionado y el semáforo de Zapadores no hay facilidades para cruces de peatones (el tramo es de 330 m aproximadamente).

En cuanto a las definiciones de la OGUC, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- El eje cuenta con 2 pistas unidireccionales de norte a sur, lo que implica un flujo de saturación de 3.600 ade/h, valor que aún afectado por las razones de verde efectivo, en general, supera los 2.000 veh/h de capacidad en ambos sentidos establecidos para una vía troncal.

- Efectivamente el flujo predominante es de locomoción colectiva y automóviles; no obstante, no existe restricción explícita para vehículos de tracción animal y humana.
- Los paraderos del tramo están distanciados por 270 m, espaciamiento menor al definido en 500 m.
- No se aprecia en el tramo una segregación especial entre calzada y aceras peatonales, como lo plantea la norma, que establece como necesario que exista al menos una segregación parcial. En particular, no se aprecia que los accesos a la vía sean normalizados, salvo por en el caso de la estación de servicio Petrobras que aparentemente presenta accesos normalizados (según Redevu).
- Respecto de la prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada, efectivamente esto se verifica en este tramo del eje.
- La distancia entre líneas de cierro es de 30,6 m en el subtramo 1 (que incluye el ancho de Av. Independencia) y de 17,1 en el subtramo 2, por lo que el eje Vivaceta no cumple la condición de ser mayor o igual a 30 m. que requiere una vía troncal.
- El ancho mínimo de su calzada pavimentada es de 7 m por lo que no cumple con ser mayor o igual a los 14 m que requiere una vía troncal.

Por otra parte, en cuanto a las definiciones del DS 83/85, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- Se cumple que los cruces peatonales están prohibidos salvo en semáforos (con lámparas peatonales) y en pasos cebra.
- Se cumple que el tránsito vehicular no está afecto a interrupciones, salvo por semáforos y pasos cebras.
- Se cumple que los cruces semaforizados de Vivaceta operan en red.
- Los paraderos del tramo están distanciados por 270 m, espaciamiento menor al definido en 400 m. Si bien en la práctica se cumple que los vehículos provenientes de una vía local tienen acceso restringido al eje, esto no está señalizado explícitamente con señales de prioridad en Comendador, Calle Sur, Calle Norte y en la salida de estación de servicio Petrobras.
- Se cumple que sólo se permite el estacionamiento de vehículos en áreas especialmente destinadas a dicho fin y físicamente segregadas de la calzada, aunque cabe señalar que se utiliza la acera para estacionar.

En materia de pavimentos, las inspecciones del tramo 1 permiten concluir que la calzada del eje es de asfalto y su estado es malo. El cálculo de índice de serviciabilidad (p) para este tramo es de 1,8, por lo que se califica como mala serviciabilidad del pavimento. Esto se traduce en agrietamientos de entre 15 y 30 $m^2$ en la carpeta (en distintos sectores), baches y ahuellamientos leves en paradas de buses. Una cuestión anexa es la escasa

altura de la solera respecto de la calzada que no supera los 10 cm, cuando ésta existe, en cualquiera de los bordes de la calzada.

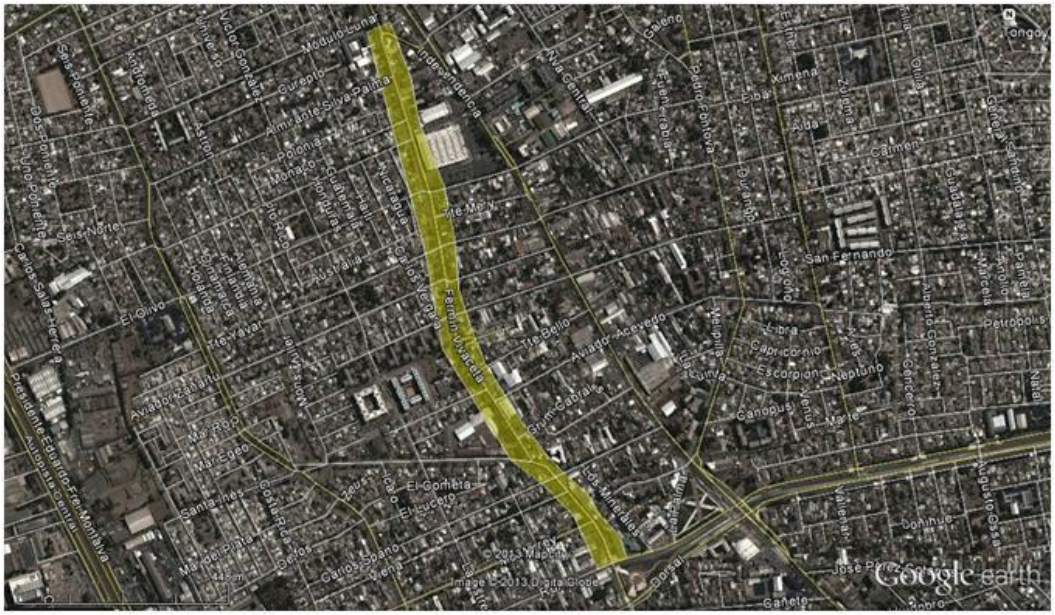
En materia de tendidos aéreos de servicios públicos, en este tramo del eje y sin distinción de empresas, la faja del PRMS contiene 18 postes (13 de hormigón y 5 de madera) del costado poniente y 17 postes (17 de hormigón y 0 de madera) del oriente. Esta infraestructura soporta fundamentalmente servicios de telefonía y electricidad (baja tensión). Además, el cableado aéreo cruza la calzada en 5 puntos del tramo.

En materia de tendidos subterráneos de servicios públicos, en este tramo hay 10 cámaras de alcantarillado, 11 válvulas de agua potable y 3 grifos. Además, el trazado de las tuberías de alcantarillado se desarrolla por el centro de la calzada actual y el de agua potable por el borde poniente y dentro de la faja del PRMS.

b) Tramo 2: Independencia – Roma

Este tramo es unidireccional de norte a sur, cuenta con una calzada de asfalto de 2 pistas, con una longitud de 1.030 m, más un tramo final de 3 pistas de unos 230 m. Las aceras tienen un ancho variable de 2,8 a 11,4 metros. El sector donde la acera se reduce a menos de 3 metros corresponde al borde oriente del eje, entre Santa Inés y Tte. Bello.

Figura 6-5: Eje Vivaceta. Tramo 2: Independencia - Roma




Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

Las características por subtramo de este tramo se sintetizan en el cuadro siguiente:

## Cuadro 6-5: Infraestructura Transporte Vivaceta. Tramo 2: Independencia – Roma

| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Módulo Lunar | Regimiento Esmeralda | NS | 230 | 35 | SN | Residencias de 1 (predominante), 2 y 3 pisos; abarrotes, iglesia, colegio | | 1,6 | 9,8 | 3,55 | 0 | 3,55 | 7,7 | 1,2 | | Residencia 1 piso, industria, hojalatería, fábrica ventanas | |
| 1 | Módulo Lunar | Regimiento Esmeralda | NS | ST18 | 35 | SN | Postación servicio eléctrico | | H | T | A | | A | T | H | | Postación de iluminación al costado derecho | |
| 1 | Módulo Lunar | Regimiento Esmeralda | NS | 27.4 | 35 | SN | Árboles de 0.2 a 1 m diámetro | | M | E | B | | B | E | R | | Árboles de 0.2 a 0.6 m diámetro | |
| 2 | Regimiento Esmeralda | Teniente Bello | NS | 566 | 35 | SN | Futuro conjunto departamentos de 100 m frontis, residencias 1 piso, blocks de 3 pisos; residencias 1 piso predominan (existe 2 residencias de 2 pisos); taller mecánica automotriz; Centro médico dental (El Olivo) y locales y residencias de 2 pisos; | | 1,5 | 9,8 | 3,55 | 0 | 3,55 | 7,7 | 1,2 | | Residencia 1 piso predominante, existen de 2 pisos aisladas; talleres mecánicos y servicio automotriz; Supermercado Líder con acceso directo a Vivaceta; recinto privado 30 metros de frontis | |
| 2 | Regimiento Esmeralda | Teniente Bello | NS | ST17 | 35 | SN | Postación servicio eléctrico | | H | T | A | | A | T | H | | Postación de media tensión y luminarias al costado derecho | |
| 2 | Regimiento Esmeralda | Teniente Bello | NS | 27.4 | 35 | SN | Árboles de 0.2 a 0.6 m diámetro; postes semáforos (El Olivo); quiosco; | | M | E | B | | B | | R | | Árboles de 0.2 a 0.6 m diámetro; postes semáforos (El Olivo) | |
| 3 | Teniente Bello | Santa Inés | NS | 225 | 35 | SN | Residencia 1 piso; industria 113 m frontis: residencias 1 piso | | 1,7 | 2,7 | 3,5 | 0 | 3,5 | 1,6 | 1,2 | | Población Patrimonial entorno a calle Grumete Cabrales y entre Tte. Ponce y Teniente Bello; residencias 1 piso; propiedad de 50 m de frontis en venta | |
| 3 | Teniente Bello | Santa Inés | NS | ST16 | 35 | SN | 3 Postes servicio eléctrico | | H | T | A | | A | T | H | | Postación de media tensión y luminarias en acera derecha | |
| 3 | Teniente Bello | Santa Inés | NS | 14.2 | 35 | SN | Árboles de 0.2 a 0.6 m diámetro | | R | E | B | | B | | R | | Árboles de 0.3 a 0.6 m diámetro | |
| 4 | Santa Inés | Monterrey | NS | 129 | 35 | SN | Residencias 1 piso predominante (existe una de 2 pisos); construcción 2 pisos abandonada | | 1,5 | 1,5 | 5 | 0 | 5 | 3,8 | 1 | | Residencias 1 piso; oficina contable, imprenta, abarrotes, colegio especial | Vía local discontinua, usada para estacionamientos |
| 4 | Santa Inés | Monterrey | NS | ST15 | 35 | SN | Postación media tensión, baja tensión y luminarias en acera izquierda | | H | T | A | | A | T | H | | Postación de servicios eléctricos en costado derecho | |

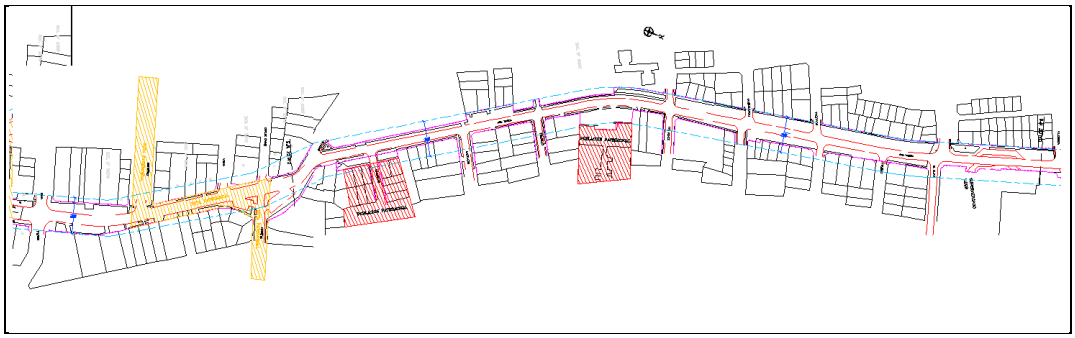
| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Santa Inés | Monterrey | NS | 19.7 | 35 | SN | 1 árbol de 0.3 m diámetro | | R | E Ais | B | | B | E | R | | 1 árbol de 0.4 m diámetro | |
| 5 | Monterrey | Dorsal | NS | 194 | 35 | SN | Motel, residencia de 1 piso, industrias 1 piso; panadería, servicio técnico automotriz, residencias de 1 y 2 pisos | | 1,5 | 4,7 | 6,5 | 0 | 6,5 | 2,8 | 1,9 | | Plaza, edificio Megasalud 2 pisos; residencias de 1 piso | Parada bus 30 m al norte de Dorsal, costado poniente |
| 5 | Monterrey | Dorsal | NS | ST14 | 35 | SN | Luminarias al costado izquierdo | | H | T | A | | A | T | H | | Luminaria vial (cables soterrados). | |
| 5 | Monterrey | Dorsal | NS | 23.9 | 35 | SN | Postes semáforos; pocos árboles de 0.4 m diámetros | | M | E | B | | B | E | R | | Postes semáforos | |

Fuente: Elaboración propia a partir de catastros y Google Earth (Street View)

Carpetas: H: hormigón; A: asfalto; T: tierra Estado: B: bueno; R: regular; M: malo;
Uso como estacionamiento: E: estacionamiento habitual; E Ais: estacionamientos aislados u ocasionalmente observados

Como se desprende del cuadro, el ancho entre líneas de cierro varía entre 14,2 y 27,4 m y el mínimo definido en el PRMS es de 35 m. Al superponer el ancho de la faja del PRMS sobre la situación actual, el resultado es el siguiente:

Figura 6-6: Relación faja PRMS vs Situación actual. Tramo 2 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el borde poniente del tramo, se destaca la existencia de iglesia y colegio en subtramo 1; conjunto de blocks de 3 pisos y futuro edificio de departamentos en subtramo 2; industria de más de 100 m de frontis en subtramo 3; panadería en subtramo 5.

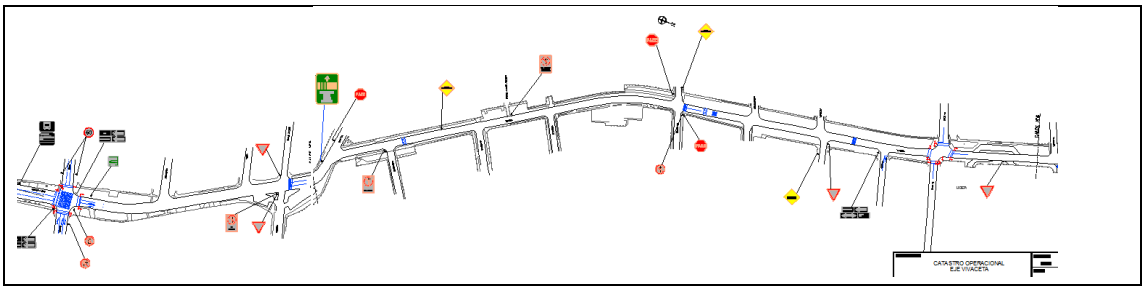
En tanto que en el borde oriente del tramo, existe un Supermercado Líder y recinto privado de 30 m de frontis en el subtramo 2; recinto privado de 50 m de frontis y poblaciones patrimoniales (sectores achurados en rojo en la figura anterior) en el subtramo 3; colegio especial en el subtramo 4; edificio de Megasalud en el subtramo 5.

Los casos señalados corresponden a las edificaciones más relevantes en el tramo; no obstante, existen residencias de un piso (predominantemente) y también de 2 pisos.

Cabe consignar además, que en este tramo se encuentra definido el proyecto de Rutas Patrimoniales (entre calle Negrete y El Olivo), que implica una restricción adicional en el diseño de alternativas.

En este tramo del eje no opera transporte público por lo que no hay paradas de buses en él.

Figura 6-7: Catastro Operacional. Tramo 2 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia.

En el tramo 2, y en el borde poniente del eje, las aceras se utilizan como estacionamiento pero son más bien aislados. En el borde oriente desde Santa Inés hasta Teniente Bello, no se usa la acera para estacionar pues es muy angosta para hacerlo. Otra razón de esto es, probablemente, la existencia del supermercado Líder. No obstante, en los subtramos 1, 4 y 5 la acera oriente es utilizada como estacionamiento, también motivado por locales o talleres comerciales allí emplazados.

En este tramo de Vivaceta existen 2 cruces semaforizados y pertenecen a las siguientes redes UOCT:

Cuadro 6-6: Semáforos Tramo 2: Independencia - Roma

| Red | Código | Intersección |
|---|---|---|
| 207 | J007361 | Vivaceta - El Olivo |
| 207 | J007371 | Vivaceta - Dorsal |

Fuente: UOCT

De acuerdo a los recorridos realizados por el eje, en este tramo en particular, la actividad peatonal se concentra en el cruce de Roma. No obstante, en el cruce El Olivo, la actividad inducida por el supermercado Líder es considerable. Existen pasos cebra en Carlos Spagno y Teniente Ponce, separados entre sí por 400 m. Además, entre el paso cebra de Teniente Ponce y el semáforo de El Olivo hay 460 m aproximadamente.

En este tramo del eje existen 2 reductores de velocidad, el primero de ellos ubicado en Grumete Cabrales y el segundo en Teniente Ponce, lo que representa un refuerzo de seguridad para cruces peatonales.

En cuanto a las definiciones de la OGUC, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- El eje cuenta con 2 pistas unidireccionales de norte a sur, lo que implica un flujo de saturación de 3.600 ade/h, valor que aún afectado por las razones de verde efectivo, en general, supera la capacidad de 2.000 veh/h en ambos sentidos establecidos para una vía troncal. Incluso en los subtramos 4 y 5, el eje cuenta con 3 pistas de circulación, equivalentes a 5.400 ade/h de flujo de saturación.

- Efectivamente el flujo predominante es de automóviles; no obstante, no existen restricción explícitas para vehículos de tracción animal y humana, de hecho se observan triciclistas.

- No se aprecia en el tramo una segregación especial entre calzada y aceras peatonales, como lo plantea la norma, que establece como necesario que exista al menos una segregación parcial.

- Respecto de la prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada, efectivamente esto se verifica en este tramo del eje.

- La distancia entre líneas oficiales más restrictiva es de 14,2 m en el subtramo 3, por lo que el eje Vivaceta no cumple la condición de poseer una faja mayor o igual a 30 m. que requiere una vía troncal.
- El ancho mínimo de su calzada pavimentada es de 7 m por lo que no cumple con ser mayor o igual a los 14 m que requiere una vía troncal.

Por otra parte, en cuanto a las definiciones del DS 83/85, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- Se cumple que los cruces peatonales están prohibidos salvo en semáforos (con lámparas peatonales) y en pasos cebra.
- Se cumple que el tránsito vehicular no está afecto a interrupciones, salvo por semáforos y pasos cebras.
- Se cumple que los cruces semaforizados de Vivaceta operan en red.
- Si bien en la práctica se cumple que los vehículos provenientes de una vía local tienen acceso restringido al eje, esto no está señalizado explícitamente con señales de prioridad en Aviador Zañartu, Teniente Bello, Aviador Acevedo, Grumete Cabrales, Viena y Monterrey.
- Se cumple que sólo se permite el estacionamiento de vehículos en áreas especialmente destinadas a dicho fin y físicamente segregadas de la calzada, aunque cabe señalar que se utiliza la acera para estacionar.

En materia de pavimentos, en el tramo 2, la carpeta de rodadura es de asfalto y su estado es malo, al igual que en el tramo 1, por lo que su índice p es igual a 1,8. Esta condición se mantiene en todo el tramo 2 salvo en su extremo sur, puesto que la intersección Dorsal con Vivaceta cuenta con una carpeta de hormigón en buen estado (recientemente construido, en el marco del corredor de buses Dorsal -14 de La Fama / Roma de Transantiago). Sin embargo, entre Santa Inés y Monterrey se encuentran diversas manifestaciones de un pavimento recapado en mal estado, en etapas de deterioro avanzado, con grietas en bloque, con pérdida de mezcla asfáltica, grietas longitudinales y transversales, asentamientos de la base o de la subrasante, grietas reflejadas de las juntas que aparecen con un distanciamiento constante de 4,5 a 5 metros.

En materia de tendidos aéreos de servicios públicos, en este tramo del eje y sin distinción de empresas, la faja del PRMS contiene 27 postes (26 de hormigón y 1 de madera) en el costado poniente y 56 postes (54 de hormigón y 2 de madera) en el oriente. Esta infraestructura soporta fundamentalmente servicios de telefonía y electricidad (media y baja tensión). Además, el cableado aéreo cruza la calzada en 21 puntos del tramo 2 de Vivaceta.

En materia de tendidos subterráneos de servicios públicos, en este tramo hay 35 cámaras de alcantarillado (19 al costado oriente y 16 al poniente), 25 válvulas de agua potable (8 al

lado oriente y 17 al poniente), más 5 grifos. Además, el trazado de las tuberías de alcantarillado y el de agua potable se desarrollan bajo las aceras de ambos costados de la vía y dentro de la faja del PRMS. Por último, cabe señalar que existe un trazado de tubería de gas entre Aviador Acevedo y Negrete, que se desarrolla por el borde poniente y cruza la calzada frente a calle Santa Inés, luego sigue hasta Negrete bajo la acera oriente.

c) Tramo 3: Roma – Hipódromo Chile

Este tramo es de 950 m de longitud total, opera de modo unidireccional de norte a sur en sus primeros 90 m y bidireccional en el resto. Cuenta con una calzada de 10 a 10,2 m de ancho, que se traducen en 3 pistas en el primer tramo y 1 ó 1,5 pistas por sentido en el resto del eje. Por su parte, las aceras tienen un ancho variable de 4,1 a 6 metros. El sector donde la acera se reduce a 4,1 metros corresponde al borde poniente del eje, entre Hipódromo Chile y Coronel Alvarado. Lo anterior, corresponde al perfil predominante del tramo; no obstante, entre Reina María y Las Enredaderas, la acera oriente de la vía tiene un ancho variable que oscila entre los 6 y 1 metro (o menos). El ancho crítico de la acera oriente se presenta a la altura de Coronel Alvarado, donde la línea de cierre del Hipódromo Chile dista 0,5 metros de la solera.

Figura 6-8: Eje Vivaceta. Tramo 3: Roma - Hipódromo Chile




Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

En el cuadro Cuadro 6-7 siguiente se muestra que el ancho entre líneas de cierro varía entre 19,7 y 20,6 m y el definido en el PRC comunal es de 35 m. Al superponer la definición de líneas oficiales del PRC de Independencia sobre la situación actual, el resultado se muestra en la Figura 6-9.

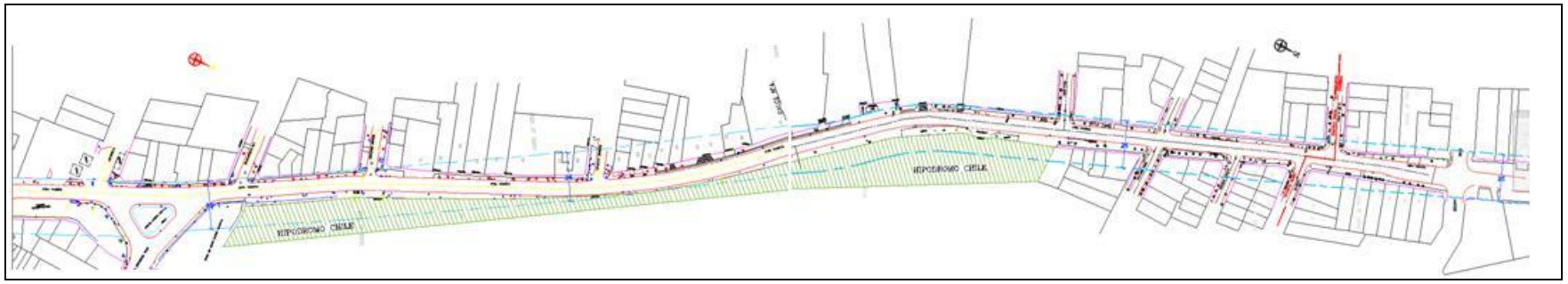
## Cuadro 6-7: Infraestructura Transporte Vivaceta. Tramo 3: Roma – Hipódromo Chile

| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtr a-mo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Dorsal | David Arellano | SN-NS | 129 | 35 | SN | Locales comerciales de 1 piso; residencia de 1 y 2 pisos; fábrica de baldosas 60 m de frontis | | 1,5 | 3 | 5 | 0 | 5 | 3,3 | 1,9 | | Venta pollos, peluquería, residencias 1 piso, abarrotes, botillería, plaza dura | Parada bus 10 m al sur de Cañete, costado oriente |
| 1 | Dorsal | David Arellano | SN-NS | ST13 | 35 | SN | Postación tendidos eléctricos y luminarias en acera izquierda | | H | T | A | | A | T | H | | Postación servicio eléctrico | |
| 1 | Dorsal | David Arellano | SN-NS | 19,7 | 35 | SN | Árboles de 0.3 a 0.8 m de diámetro; postes de semáforos | | M | | B | | B | | R | | Árboles de 0.5 a 0.8 m de diámetro; postes de semáforos | |
| 2 | David Arellano | Coronel Alvarado | SN-NS | 419 | 35 | SN | Residencias de 1 piso; recinto industrial 100 m de frente; comisaría; residencia de 1 piso; colegio; local comercial de 2 pisos | 1,2 | 1 | 2,9 | 5,1 | 0 | 5,1 | 5,3 | | | Hipódromo Chile (edif. Patrimonial) con acceso directo a Vivaceta; residencias de 1 piso | Parada bus 80 m al norte de Coronel Alvarado, costado poniente; Parada bus 10 m al sur de David Arellano, costado oriente |
| 2 | David Arellano | Coronel Alvarado | SN-NS | ST12 | 35 | SN | Postación media tensión y luminarias al costado izquierdo | T | H | T | A | | A | T | | | Los primeros 100 m de este tramo existe una acera muy estrecha en el lado oriente, que no posee vereda; postación alumbrado vehicular y servicios eléctricos | |
| 2 | David Arellano | Coronel Alvarado | SN-NS | 20,6 | 35 | SN | Pocos árboles de 0.3 m diámetro; controlador semáforo | | M | E | B | | B | E | | | Pocos árboles de 0.3 a 1 m diámetro | |
| 3 | Coronel Alvarado | Hipódromo Chile | SN-NS | 306 | 35 | SN | Residencia de 1 pisos; strip center 2 pisos; caballerizas; edificio 3 pisos; | | 1,7 | 2,4 | 5,1 | 0 | 5,1 | 4 | 2 | | Hipódromo Chile (edif. Patrimonial) con acceso directo a Vivaceta | Parada bus 10 m al norte de Isidoro Errázuriz, costado poniente; Parada bus 20 m al norte de Isidoro Errázuriz, costado oriente |
| 3 | Coronel Alvarado | Hipódromo Chile | SN-NS | ST11 | 35 | SN | Luminarias en costado izquierdo | | H | T | A | | A | T | H | | Postación servicios eléctricos en costado derecho | |
| 3 | Coronel Alvarado | Hipódromo Chile | SN-NS | 19,8 | 35 | SN | Postes de semáforos y controladores; muchos árboles de 0.2 a 0.4 m diámetro | | M | | B | | B | | R | | Poste semáforo; pocos árboles de 0.3 m diámetro o menos | |

Fuente: Elaboración propia a partir de catastros y Google Earth (Street View)

Carpetas: H: hormigón; A: asfalto; T: tierra Estado: B: bueno; R: regular; M: malo; Uso como estacionamiento: E: estacionamiento habitual; E Ais: estacionamientos aislados u ocasionalmente observados

Figura 6-9: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 3 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

Figura 6-10: Catastro Operacional. Tramo 3 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia

Dentro de las propiedades que se verían afectadas por expropiación, en el borde poniente del tramo y dentro de la faja de 35 m definidas por las líneas oficiales del PRC de Independencia, se destaca la existencia de una fábrica de baldosas con un frontis de 60 m en el subtramo 1; una comisaría, un colegio y un recinto industrial con 100 m de frente en subtramo 2; caballerizas y un edificio de 3 pisos de residencia y comercio en el subtramo 3.

En tanto que en el borde oriente del tramo, también dentro de la faja PRMS, se emplaza el Hipódromo Chile (Edificio Patrimonial, achurado en verde en la figura anterior), en los subtramos 2 y 3.

Los casos señalados corresponden a las edificaciones más relevantes en el tramo; no obstante, también existen residencias de uno (predominante) o dos pisos dentro de la faja normada, que en este tramo se concentran fundamentalmente en el costado poniente del eje.

Respecto de las paradas en el eje, en el tramo del eje hay 3 paradas de buses en el borde oriente (Isidoro Errázuriz, David Arellano y Cañete) y la distancia media entre ellos es de 340 m, pero entre las paradas de Errázuriz y Arellano hay 580 m aproximadamente. En el borde poniente hay 3 paradas (14 de La Fama, Reina María y Coronel Alvarado). La mayor distancia entre ellas es de 570 m, en tanto que la media es de 400 m. Cabe señalar que existe una cuarta parada en Isidoro Errázuriz sin señal, es decir, no tiene servicios Transantiago asignados. En este conjunto de paradas aquella que más actividad tiene es la de Reina María con 30 subidas/h en punta mañana hacia el sur; en tanto que la parada de Hipódromo Chile recibe 20 bajadas/h en cada período del día.

En el subtramo 2 ambas aceras se utilizan como estacionamiento, en especial frente a Hipódromo Chile. En todo caso este uso es más bien menor en ambos costados.

En este tramo de Vivaceta existen 2 cruces semaforizados y pertenecen a las siguientes redes UOCT:

Cuadro 6-8: Semáforos Tramo 3: Roma – Hipódromo Chile

| Red | Código | Intersección |
|---|---|---|
| 43 | J043121 | Vivaceta – Isidoro Errázuriz |
| 207 | J007371 | Vivaceta – Roma - 14 de La Fama |

Fuente: UOCT

De acuerdo a los recorridos realizados por el eje, en este tramo en particular, la actividad peatonal se concentra en los cruces de Vivaceta con Dorsal y Cañete, regulados por semáforos y paso cebra (reforzado con reductor de velocidad), respectivamente, que corresponde al sector más comercial del tramo. Otros casos de actividad peatonal mencionable son los cruces del eje con Reina María (reforzado con paso cebra) e Hipódromo Chile. Uno de los accesos a este recinto se encuentra precisamente en el cruce de Vivaceta con Hipódromo Chile, lo que hace suponer que en algún momento de la

semana este cruce podría tener una actividad peatonal relevante. Por último, cabe señalar que entre Reina María e Isidoro Errázuriz hay 540 m y no existen facilidades peatonales para cruzar la vía.

En cuanto a las definiciones de la OGUC, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- En este tramo 3 de Vivaceta predomina una calzada bidireccional con una pista por sentido, lo que define un flujo de saturación de 3.600 ade/h en ambos sentidos, valor que aún afectado por las razones de verde efectivo, supera la capacidad mínima de 2.000 vehículos/hora, considerado para una vía troncal.

- Efectivamente el flujo predominante es automóviles, pero no existen restricciones (señales) explícitas para vehículos de tracción animal y humana.

- Los paraderos de locomoción colectiva se distancian entre sí menos de 500 m en promedio; no obstante, existen casos en ambas aceras con distanciamientos cercanos a los 600 m.

- En el eje no se aprecia una segregación funcional con su entorno y debería existir al menos parcialmente. Tampoco se aprecia que los diseños de accesos del Hipódromo cumplan alguna normativa (Redevu).

- Normalmente, la calzada de Vivaceta no es utilizada para estacionamientos ni detenciones temporales.

- La distancia entre líneas oficiales es de 20 m aproximadamente en el tramo, por lo que no se cumple sea mayor o igual a 30 m.

- El ancho mínimo de su calzada pavimentada es de sólo 10 m, valor inferior a los 14 m que establece la OGUC para vías troncales.

Por otra parte, en cuanto a las definiciones del DS 83/85, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- Los cruces peatonales sólo están permitidos en semáforos (con lámparas peatonales) y en pasos cebra.

- El tránsito vehicular sólo se interrumpe por semáforos y pasos cebras.

- Los cruces semaforizados de Vivaceta en este tramo efectivamente pertenecen a la red 43 ó 207 de la UOCT.

- La distancia entre paraderos contiguos es de 340 m (en promedio) en el costado oriente y de 400 m (en promedio) en costado poniente del tramo, por lo que cumple parcialmente con ser mayor o igual a 400 metros.

- Se cumple que los vehículos provenientes de una vía local tendrán acceso restringido, mediante señales que regulan el acceso de sus flujos a Vivaceta.

- Sólo en el subtramo 2 del eje se utiliza la acera como estacionamiento, en ambos casos existen zonas segregadas para estacionar, aunque también los automovilistas invaden la acera y/o vereda no segregada, por lo que el cumplimiento estacionamiento de vehículos en áreas especialmente destinadas a dicho fin y físicamente segregadas en la calzada, es sólo parcial.

En materia de pavimentos, en el tramo 3 se distinguen 2 carpetas. La primera de hormigón en buen estado (p=3,7) entre Roma y Cañete, y la segunda de asfalto recapado en buen estado (p=3,4) entre Cañete y Las Enredaderas. Cabe precisar que el pavimento del tramo Roma – Cañete es de hormigón y se encuentra prácticamente nuevo y en buen estado y que la carpeta del cruce de Vivaceta – Hipódromo Chile tiene como base una pavimentación en adoquines.

Por otra parte, entre David Arellano y Reina María, en la calzada hay una huella diagonal que la atraviesa y que corresponde a un canal de aguas soterrado. Otros canales similares cruzan la calzada frente a la comisaría que existe en el tramo y en la intersección con Hipódromo Chile.

Por último, a pesar de que la condición global del pavimento del tramo 2 es buena, existen sectores en mal estado que abarcan cientos de $m^2$ de calzada agrietada (especialmente en la pista oriente, a lo largo del frente de Hipódromo Chile) incluso baches.

En materia de tendidos aéreos de servicios públicos, en este tramo del eje y sin distinción de empresas, la faja del PRMS contiene 47 postes (47 de hormigón y 0 de madera) del costado poniente y 21 postes (14 de hormigón y 7 de madera) del oriente. Esta infraestructura soporta fundamentalmente servicios de telefonía y electricidad (media y baja tensión). Además, el cableado aéreo cruza la calzada en 8 puntos del tramo 3 de Vivaceta.

En materia de tendidos subterráneos de servicios públicos, en este tramo hay 15 cámaras de alcantarillado (5 al costado oriente y 10 al poniente), 18 válvulas de agua potable (10 al lado oriente y 8 al poniente), más 1 grifo. Además, el trazado de las tuberías de alcantarillado se desarrolla, principalmente, bajo la acera del costado poniente y el de agua potable bajo las aceras del costado oriente. Ambos trazados se encuentran dentro de la faja del PRMS.

d) Tramo 4. Hipódromo Chile – Domingo Santa María

Este tramo es de 1.080 m de longitud total y cuenta con una calzada de 10 m, 1 ó 1,5 pistas por sentido. Por su parte, las aceras tienen un ancho variable de 3,7 a 15,2 m. El sector donde la acera se reduce a 3,7 m corresponde al borde poniente del eje, entre Faustino Gazziero y José Bisquert.

Figura 6-11: Eje Vivaceta. Tramo 4: Hipódromo Chile – Domingo Santa María




Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

Las características por subtramo de este tramo se sintetizan en el Cuadro 6-9, del cual se desprende que el ancho entre líneas de cierre varía entre 15,5 y 29,9 m y el definido en el PRC comunal es de 40 m. Al superponer la definición de líneas oficiales del PRC de Independencia sobre la situación actual, el resultado se muestra en la Figura 6-12.

Dentro de las propiedades que se verían afectadas por expropiación, en el borde oriente del tramo y dentro de la faja de 40 m definida, se destaca la existencia de blocks habitacionales de 3 pisos (ubicados entre Palermo y Venecia), residencias de 2 pisos y una serie de locales de 1 ó 2 pisos.

En tanto que en el borde poniente del tramo, la línea de edificación coincide con la línea oficial definida por el PRC, salvo entre Domingo Santa María y Blanco Fombona, donde precisamente existen dos construcciones contiguas (comercial-residencial) de 3 pisos.

En el borde poniente del tramo hay 4 paradas de buses (Nueva de Matte, Juliet, Padre Las Casas y Domingo Santa María) y la mayor distancia entre ellos es de 307 m aproximadamente, en tanto que la media es de 259 m. En la acera opuesta, hay 5 paradas (Domingo Santa María, Central, Francia, Nueva de Matte e Hipódromo Chile), donde las distancias mayor y media son 309 y 255 m, respectivamente. De este conjunto de paradas destaca la de Nueva de Matte que atiende 60 subidas/h y 60 bajadas/h en la punta mañana, y la de Domingo Santa María con 70 subidas/h en punta tarde, hacia el sur. En el sentido inverso, destacan las paradas de Nueva de Matte y Francia con más de 70 bajadas/h en punta mañana.

Cuadro 6-9: Infraestructura Transporte Vivaceta. Tramo 4: Hipódromo Chile – Domingo Santa María

| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hipódromo Chile | Bisquert | SN-NS | 415 | 40 | SN | Industria 60 m frontis; servicio automotriz; recinto educacional; residencias de 1 piso; servicio automotriz; abarrotes; ferretería; compra venta metales; estación servicio Shell; restaurante; edificio de 18 pisos | | 1,6 | 2,7 | 5 | 0 | 5 | 10,7 | 2 | 2,5 | Residencia y venta repuestos automotrices (3 pisos); residencias de 2 pisos; blocks de 3 pisos; residencia y ferretería 2 pisos; residencia y restaurante 2 pisos; plazoleta Hipódromo Chile | Parada bus 10 m al norte de Nva. Matte, costado poniente; Parada bus 10 m al sur de Nva. Matte, costado oriente; Parada bus 10 m al sur de Altamirano, costado oriente |
| 1 | Hipódromo Chile | Bisquert | SN-NS | ST10 | 40 | SN | Postación alumbrado vehicular y servicios eléctricos | | H | T | A | | A | T | H | T | Postación servicios eléctricos | |
| 1 | Hipódromo Chile | Bisquert | SN-NS | 29,5 | 40 | SN | Pocos árboles de 0.4 m diámetro | | M | E | B | | B | E | R | | Quiosco, postes de semáforos y controlador, poste publicidad, árboles de 0.2-0.6 m diámetro; poste publicidad 0.6 m diámetro | |
| 2 | Bisquert | Los Nidos | SN-NS | 113 | 40 | SN | Residencia de 1 piso; abarrotes; teatro Libertad (15m de alto) | | 3,7 | 0 | 5 | 0 | 5 | 13,2 | 1,8 | | Multicancha; plaza | |
| 2 | Bisquert | Los Nidos | SN-NS | ST9 | 40 | SN | Postación de media tensión y luminarias vehiculares acera izquierda | | H | | A | | A | T | H | | Postación servicios eléctricos | |
| 2 | Bisquert | Los Nidos | SN-NS | 15,5 | 40 | SN | Árboles de 0.4m diámetro | | M | E | B | | B | E | R | | Árboles de 0.4 m diámetro | |
| 3 | Los Nidos | Faustino Gazziero | SN-NS | 209 | 40 | SN | Carnicería, vidriería, reparadora calzado, supermercado de un piso, residencias de 1 piso | | 1,5 | 2,3 | 5 | 0 | 5 | 4,8 | 2,2 | | Talleres automotrices; residencias de 1 pisos; vulcanización; venta materiales construcción; escapes y embragues; plaza | Parada bus 10 m al norte de Juliet, costado poniente; Parada bus 10 m al sur de Francia, costado oriente |
| 3 | Los Nidos | Faustino Gazziero | SN-NS | ST8 | 40 | SN | Postación de media tensión y luminarias vehiculares acera izquierda | | H | T | A | | A | T | H | | Servicios eléctricos acera derecha | |
| 3 | Los Nidos | Faustino Gazziero | SN-NS | 20,8 | 40 | SN | Postes de semáforos; árboles de 0.2 a 0.4 m diámetro | | M | E | B | | B | E | R | | Postes semáforos y controlador; árboles de 0.2 a 0.5 m diámetro | |

| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Faustino Gazziero | Domingo Santa María | SN-NS | 332 | 40 | SN | Edificio locales y residencias de 3 pisos; taller motos; residencias 1 piso; abarrotes; ferreterías, servicios técnico automotriz | | 1,5 | 3,2 | 5 | 3 | 5 | 13,2 | 2 | | Residencia-taller muebles en 2 pisos; residencia 1 piso; Vulcanización-residencia en 2 pisos; barraca de fierro; residencia de 1 piso | Mediana sólo en 20 metros iniciales; Parada bus, 20 al sur de Central, costado oriente; parada bus 10 m al norte de D. Sta. María, costado poniente; parada 20 m al norte de Central, costado poniente |
| 4 | Faustino Gazziero | Domingo Santa María | SN-NS | ST7 | 40 | SN | Luminarias vehiculares acera izquierda | | H | T | A | | A | T | H | | Postación de media tensión y luminarias peatonales en acera derecha | |
| 4 | Faustino Gazziero | Domingo Santa María | SN-NS | 29,9 | 40 | SN | Árboles de 0.2 a 0.5 diámetro; quiosco; buzón correo; postes semáforos | | M | E | B | | B | E Ais | R | | Postes semáforos; árboles de 0.2 a 0.5 m diámetro | |

Fuente: Elaboración propia a partir de catastros y Google Earth (Street View)

Carpetas: H: hormigón; A: asfalto; T: tierra Estado: B: bueno; R: regular; M: malo;
Uso como estacionamiento: E: estacionamiento habitual; E Ais: estacionamientos aislados u ocasionalmente observados

Figura 6-12: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 4 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

Ambas aceras se utilizan como estacionamiento, en especial en las cercanías de Domingo Santa María. No obstante, el costado oriente del eje cuenta con una superficie amplia que es utilizada con cierta intensidad cerca de Domingo Santa María y de Hipódromo Chile, donde se concentran los locales comerciales del tramo.

En este tramo de Vivaceta existen 3 cruces semaforizados y pertenecen a las siguientes redes UOCT:

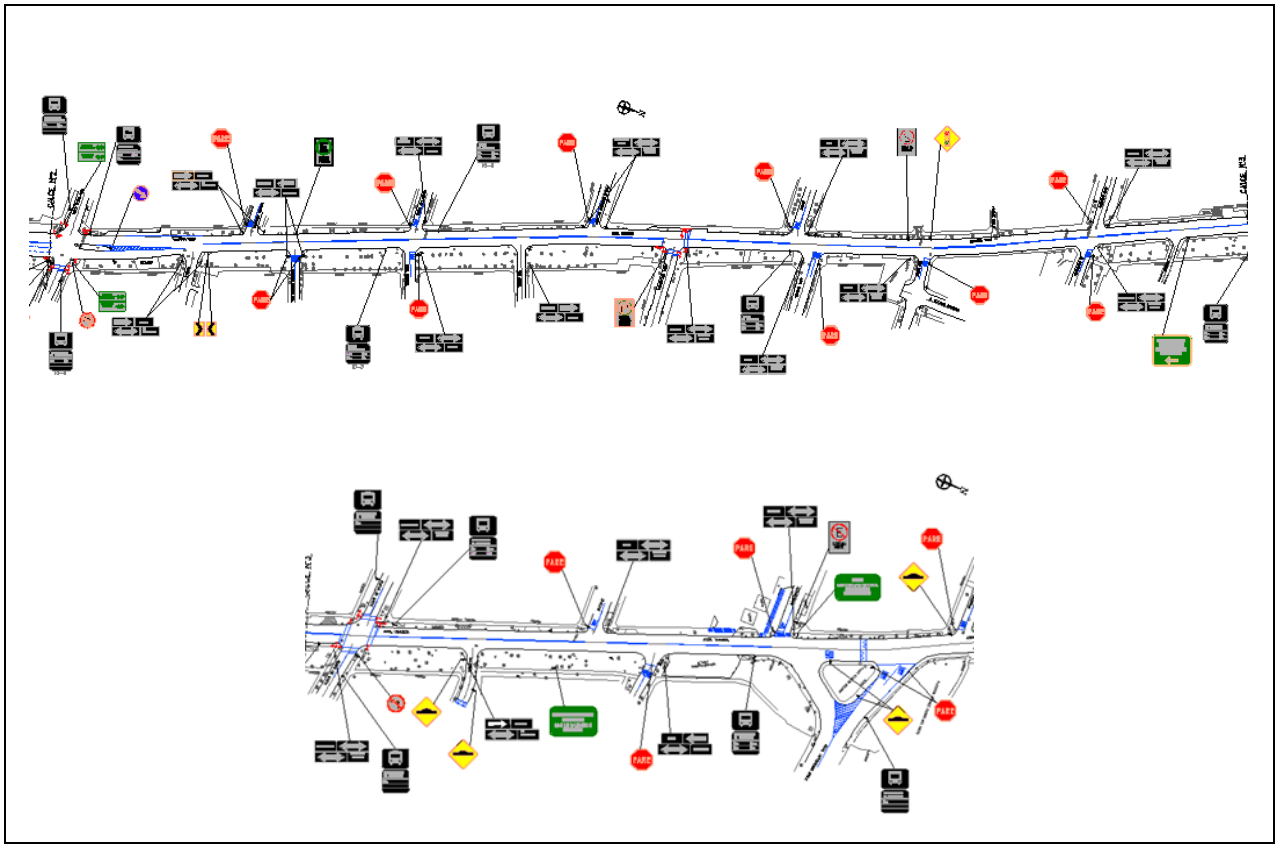
Cuadro 6-10: Semáforos Tramo 4: Hipódromo Chile – Domingo Santa María

| Red | Código | Intersección |
|---|---|---|
| 43 | J043131 | Vivaceta - Nueva de Matte |
| 43 | J043141 | Vivaceta - Inglaterra |
| 43 | J043151 | Vivaceta - Domingo Santa María |

Fuente: UOCT

En este tramo la actividad peatonal se concentra en los cruces de Domingo Santa María, Inglaterra y Nueva de Matte, cruces regulados por semáforos. A partir de las mediciones de subidas y bajadas en paradas, se desprende que hay una actividad peatonal no despreciable en Francia, pero menor a los casos antes señalados; no obstante, en este caso no existen facilidades peatonales para el atravieso de Vivaceta.

Figura 6-13: Catastro Operacional. Tramo 4 Vivaceta



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las definiciones de la OGUC, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- La calzada de Vivaceta en el tramo 4 cuenta con una pista por sentido, lo que se traduce en un flujo de saturación de 1800 ade/h por sentido, es decir, el flujo de saturación total del eje es 3.600 adeh/h, valor que aún afectado por las razones de verde efectivo supera 2.000 veh/h, en ambos sentidos, definidos para una vía troncal.

- El flujo predominante en el eje es de automóviles y no cuenta con prohibiciones explícitas para vehículos de tracción animal y humana.

- Las paradas de buses en el eje, en ambos sentidos, están distanciadas en promedio unos 260 m, valor mucho menor que el mínimo de 500 m establecido en la OGUC.

- Respecto de la segregación de la circulación en el eje y otras actividades en sus bordes, tal segregación no existe en el borde poniente. A diferencia de lo anterior, en el borde oriente, existe una franja verde de 10 o más metros en la mayor parte del eje, que se utiliza como estacionamiento funcionalmente separado de la calzada.

- La calzada del eje no es utilizada como estacionamiento y tampoco se observa con frecuencia maniobras de carga y descarga sobre ella.

- La distancia entre líneas oficiales es inferior a 30 m. entre Faustino Gazziero y José Bisquert, tramo de más de 300 m. En sus extremos, el tramo presenta anchos cercanos a los 30 m normados como mínimo.

- El ancho mínimo de la calzada de Vivaceta entre Domingo Santa María e Hipódromo Chile es de 10 m, valor inferior a 14 m definidos para una troncal.

Por otra parte, en cuanto a las definiciones del DS 83/85, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- Los cruces peatonales en el tramo 4 sólo están permitidos en cruces semaforizados. Estos cruces están distanciados por unos 380 m entre sí, en promedio.

- El tránsito vehicular sólo se ve interrumpido por cruces semaforizados. No existen pasos de cebra en el trama 4 de Vivaceta.

- Los 3 cruces semaforizados de Vivaceta pertenecen a la red 43 de UOCT.

- La distancia entre paraderos contiguos es del orden de 260 m en promedio, en ambas aceras del eje, no cumpliendo con que estén separados por 400 m según reza esta norma.

- Los vehículos provenientes de una vía local que tiene acceso al eje están regulados por señales de prioridad.

- En la práctica, la calzada de Vivaceta no se utiliza para estacionar ni detenerse. Existe sólo una señal en el costado poniente que prohíbe el estacionamiento en la cuadra comprendida entre José Bisquert y Francia. En el costado oriente, la acera del eje es usada como estacionamiento.

En materia de pavimentos, en el tramo 4 la carpeta es de asfalto recarpeteado en un estado regular a malo, cuyo índice de serviciabilidad (p) es de 2,9. En particular, en el tramo Hipódromo Chile – Sevilla el pavimento presenta grietas longitudinales y transversales de más de 20 mm a todo lo largo del tramo, grietas en bloque, grietas de borde, grietas reflejadas, baches, etc. Por ejemplo, frente a calle Chillán hay grietas que cruzan la calzada en todo su ancho, que reflejan el afloramiento de la base.

En materia de tendidos aéreos de servicios públicos, en este tramo del eje y sin distinción de empresas, la faja del PRMS contiene 53 postes (53 de hormigón y 0 de madera) del costado poniente y 46 postes (33 de hormigón y 13 de madera) del oriente. Esta infraestructura soporta fundamentalmente servicios de telefonía y electricidad (media y baja tensión). Además, el cableado aéreo cruza la calzada en 21 puntos del tramo 4 de Vivaceta.

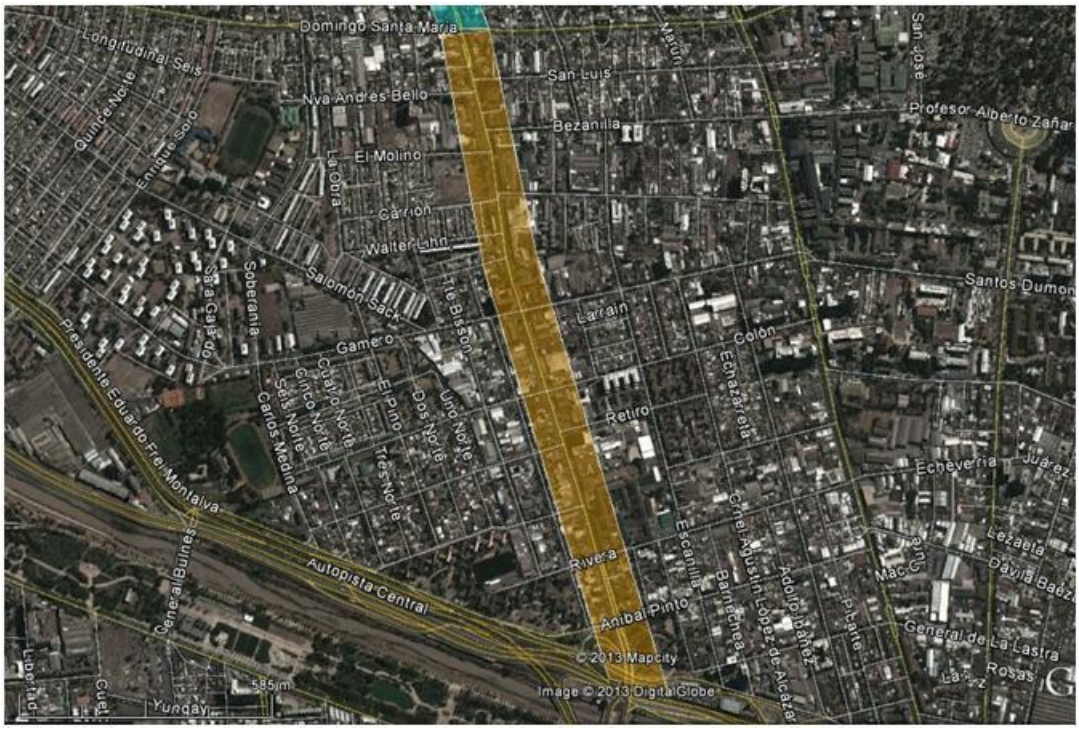
En materia de tendidos subterráneos de servicios públicos, en este tramo hay 58 cámaras de alcantarillado (42 al costado oriente y 16 al poniente), 42 válvulas de agua potable (25 al lado oriente y 17 al poniente), más 5 grifos. Además, dentro de la faja del PRMS, el trazado de las tuberías de alcantarillado se desarrolla bajo las aceras de ambos costados de la vía y el de agua potable se concentra en el costado oriente.

Por último, cabe señalar que existen trazados de tubería de gas entre Juliet y Domingo Santa María, que se desarrolla por el borde oriente con atraviesos de Vivaceta en todas las vías transversales de este tramo. También existe este tipo de red entre Boccardo e Hipódromo Chile, que se desarrollar de manera continua en la acera poniente y discontinua en la acera poniente del eje.

e) Tramo 5: Domingo Santa María – Av. Santa María

Este tramo es de 1,540 m de longitud total y cuenta con una calzada bidireccional con un ancho variable entre 10 y 16 m. Esta variabilidad en el ancho de calzada provoca lo propio en el número de pistas, que varían entre 1,5 y 2 por sentido. Por su parte, las aceras tienen un ancho variable de 3 a 10,5 m. El sector donde la acera se reduce a 3 m corresponde al borde poniente del eje, entre Carrión y Bezanilla (150 m) en el subtramo 2.

Figura 6-14: Eje Vivaceta. Tramo 5: Domingo Santa María – Av. Santa María




Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

Las características por subtramo de este tramo se sintetizan en el cuadro siguiente:

Cuadro 6-11: Infraestructura Transporte Vivaceta. Tramo 5: Domingo Santa María – Autopista Costanera Norte

| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Domingo Santa María | Bezanilla | SN-NS | 251 | 40 | SN | Talleres autos, distribuidor pintura Sherwin Williams; Edificio 7 pisos costado poniente; venta pollos asados; residencias de 1 piso predominante; hay 2 residencias de 2 pisos; restaurante chino; ferretería | | 1,7 | 5,2 | 7,5 | 0 | 7,5 | 6 | 1,8 | | Hotel San Luis (2 pisos); residencias en 2 pisos; plaza al llegar a San Luis; locales comerciales, taller mecánico, residencias en 1 y 2 pisos; ferretería | Parada bus 20 m al sur de D. Sta. María, costado oriente |
| 1 | Domingo Santa María | Bezanilla | SN-NS | ST6 | 40 | SN | Postación de media tensión y luminarias en la acera izquierda | | H | T | A | | A | T | H | | Postación de servicios eléctricos acera derecha | |
| 1 | Domingo Santa María | Bezanilla | SN-NS | 29,7 | 40 | SN | Árboles de 0.3.a 0.6 diámetro; postes y controlador de semáforo | | M | E | B | | B | E | R | | Árboles, jardineras, bandas de estacionamientos, 2 quioscos, postes de semáforos | |
| 2 | Bezanilla | Carrión | SN-NS | 150 | 40 | SN | Curtiembre: galpón más oficinas de 2 pisos (futuro edificio deptos.); funeraria, Estación servicio Copec | | 2,3 | 14,2 | 5 | 0 | 5 | 1 | 2 | | Molino La Estampa con acceso directo a Vivaceta (edificio patrimonial) | Parada bus 50 m al sur de Bezanilla en acera oriente y acera poniente |
| 2 | Bezanilla | Carrión | SN-NS | ST5 | 40 | SN | Postación de media tensión y luminarias en la acera izquierda | | H | T-H | H | | H | T | H | | Postación servicios eléctricos en costado derecho | |
| 2 | Bezanilla | Carrión | SN-NS | 29,5 | 40 | SN | Árboles de 0.2 a 0.5 diámetro; quiosco | | M | E | R | | R | | R | | Árboles de 0.4 a 0.7 diámetro | |
| 3 | Carrión | Colón | SN-NS | 477 | 40 | SN | Locales de talleres mecánica automotriz, pinturas Ceresita, hojalatería, Edificio 20 m frente; Estación servicio Petrobras; entre Gamero y Carrión hay Edificio 18 pisos; desde Gamero a Carrión predominan casa de 2 pisos y Blocks 4 pisos. | | 2 | 7,6 | 6,5 | 3 | 6,5 | 9,7 | 0,7 | | Supermercado Acuenta, taller motos (2 pisos), venta de autos, ferreterías | Parada bus, 20 al sur de Gamero, costado oriente; parada bus, 20 m al norte de Gamero, costado poniente; existe mediana de 3 metros desde Esso hasta Walter Lihn; Supermercado Líder cuenta con caletera y estacionamiento segregado de Vivaceta |
| 3 | Carrión | Colón | SN-NS | ST4 | 40 | SN | Postación domiciliaria en platabanda costado izquierdo; postación transformadores eléctricos costado poniente | | H | T | A | | A | T | H | | Postación y alumbrado público lado derecho, Postes y controlador de semáforos | |
| 3 | Carrión | Colón | SN-NS | 33 | 40 | SN | Árboles de 1 m diámetro; Postes semáforos en Colon, Gamero. Kiosco en acera. | | M | E Ais | B | | B | E | R | | Árboles de 0.3 a 1 m diámetro; 2 quioscos | |

| Sub Tramo | Calle 2 | Calle 1 | Sent. Tránsito | Longitud/Subtramo (ST)/Perfil (m) | Ancho min. L.O. PRMS | Sent. Catastro | Edificaciones | Franja Verde (m) | Vereda (m) | Platabanda (m) | Calzada (m) | Mediana (m) | Calzada (m) | Platabanda (m) | Vereda (m) | Franja Verde (m) | Edificaciones | Singularidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Colón | Retiro | SN-NS | 99 | 40 | SN | Locales comerciales abarrotes, restaurante, vulcanización, talleres mecánicos, existen 2 construcciones de 2 pisos | | 1,5 | 5,5 | 5 | 0 | 5 | 7,8 | 2,2 | | Estación servicio Copec, distribuidor pintura Sherwin Williams (edificio de 2 pisos) | Paradero transporte público con refugio: Entre Los Ángeles y Retiro, costado izquierdo. |
| 4 | Colón | Retiro | SN-NS | ST3 | 40 | SN | Postación domiciliaria en platabanda costado izquierdo | | H | T | A | | A | T | H | | Iluminación vehicular en platabanda costado derecho | |
| 4 | Colón | Retiro | SN-NS | 27 | 40 | SN | Postes semáforos | | M | E | B | | B | E | R | | Postes semáforos | |
| 5 | Retiro | Rivera | SN-NS | 303 | 40 | SN | Talleres automóviles, hojalatería, pesquería y residencias de 1 y 2 pisos | | 1,7 | 5,2 | 5 | 0 | 5 | 5,5 | 2 | 3 | Santuario María Santísima (edif. patrimonial) | Paradero transporte público con refugio: 30 m al norte de Rivera, costado izquierdo |
| 5 | Retiro | Rivera | SN-NS | ST2 | 40 | SN | Postación domiciliaria en platabanda costado izquierdo, 3 quioscos | | H | T | H | | H | T | H | T | Iluminación: Sobre platabanda costado derecho | |
| 5 | Retiro | Rivera | SN-NS | 27,4 | 40 | SN | Árboles en acera 0.2 a 0.4 m diámetro | | M | E | R | | R | E | R | | Árboles en acera 0.2 a 0.6 m diámetro | |
| 6 | Rivera | Pinto | SN-NS | 151 | 40 | SN | Talleres automóviles y residencias, de 1 piso | | 1,5 | 4 | 7 | 0 | 7 | 6,5 | 2 | 0 | Talleres automóviles y residencias de 1 piso (existe una de 2 pisos), hogar de ancianos. | Cruce con Rivera: Calzada de adoquín en mal estado. |
| 6 | Rivera | Pinto | SN-NS | ST1 | 40 | SN | Postación domiciliaria en platabanda costado izquierdo; postes semáforos | | H | T | H | | H | T | TH | | Iluminación vehicular en platabanda costado derecho; postes semáforos y controlador | |
| 6 | Rivera | Pinto | SN-NS | 28 | 40 | SN | Árboles en acera 0.2 a 1m diámetro | | R | E | R | | R | E | R | | Árboles en acera 0.2 a 1m diámetro | |
| 7 | Pinto | ACN | SN-NS | 160 | | SN | Áreas verdes (Vialidad) | | 3 | 20 | 10,5 | 3 | 7 | 50 | 4 | | Áreas verdes (Vialidad) | En Mediana existen pilares paso elevado Ruta 5 Norte |
| 7 | Pinto | ACN | SN-NS | ST0 | | SN | Rampas paso elevado Ruta 5 Norte | | H | T | H | | H | T | H | | Rampas paso elevado Ruta 5 Norte | |
| 7 | Pinto | ACN | SN-NS | 100 | | SN | | | B | | B | | B | | B | | | |

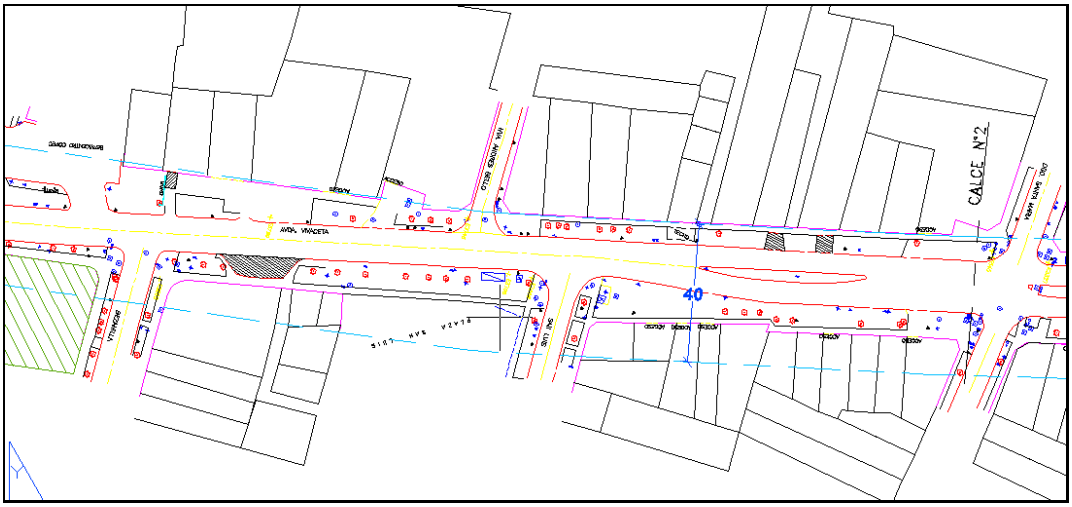
Fuente: Elaboración propia a partir de catastros y Google Earth (Street View)

Carpetas: H: hormigón; A: asfalto; T: tierra Estado: B: bueno; R: regular; M: malo;
Uso como estacionamiento: E: estacionamiento habitual; E Ais: estacionamientos aislados u ocasionalmente observados

Como se desprende del cuadro, el ancho entre líneas de cierro varía entre 27 y 39,7 m y el definido en el PRC es de 40 m. Al superponer la definición de líneas oficiales del PRC de Independencia sobre la situación actual, el resultado para cada subtramo se muestra en las figuras siguientes:

Figura 6-15: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta

Subtramo 1: Domingo Santa María – Bezanilla

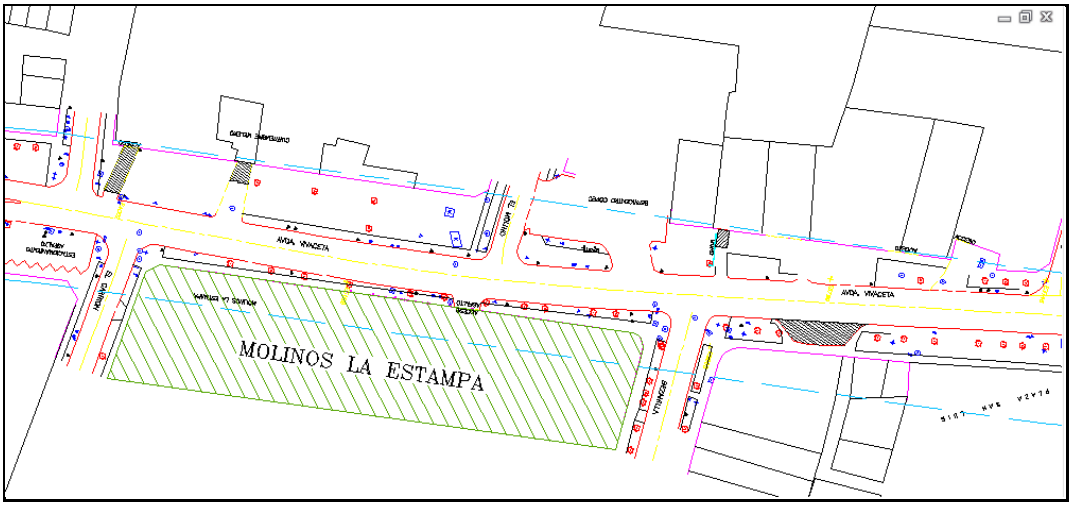



Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el subtramo 1 la línea de edificación en el costado poniente del eje coincide con la línea oficial, por lo que no hay construcciones afectas a la faja normada. En tanto que en el borde oriente del eje, existen edificaciones residenciales y comerciales de 1 y 2 pisos (incluso un hotel) dentro de la faja normada.

Figura 6-16: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta

Subtramo 2: Bezanilla – Carrión




Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el subtramo 2 las edificaciones dentro de la faja normada se encuentran en su borde oriente. En particular, en este subtramo se encuentra el Molino La Estampa, cuyos 10 silos (10 m de alto) más un edificio de oficinas (de 3 pisos) conforman un frontis de 130 m.

Figura 6-17: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta

Subtramo 3: Carrión – Colón

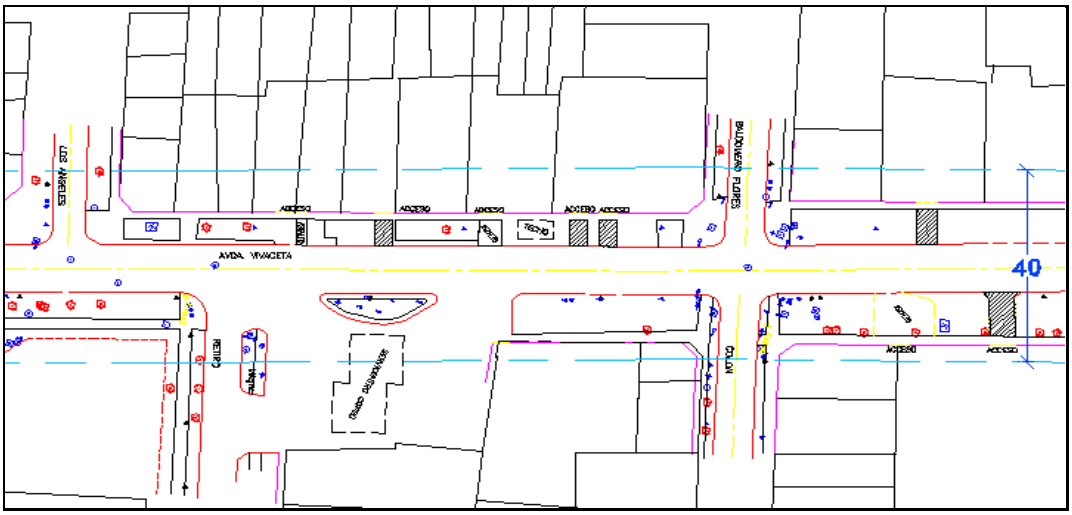


Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el subtramo 3, dentro de la faja normada se encuentran una serie de talleres automotrices y otros locales más una estación de servicio Petrobras, en el costado poniente. En tanto que en el costado oriente, se encuentran dentro de la faja normada el frontis del supermercado Acuenta (de 50 m de largo), una estación de servicio Shell y el centro comercial Vivaceta Plaza (170 m de frontis). Cabe señalar que frente a este centro comercial existen blocks residenciales de 4 pisos y casas de 2 pisos.

Figura 6-18: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta

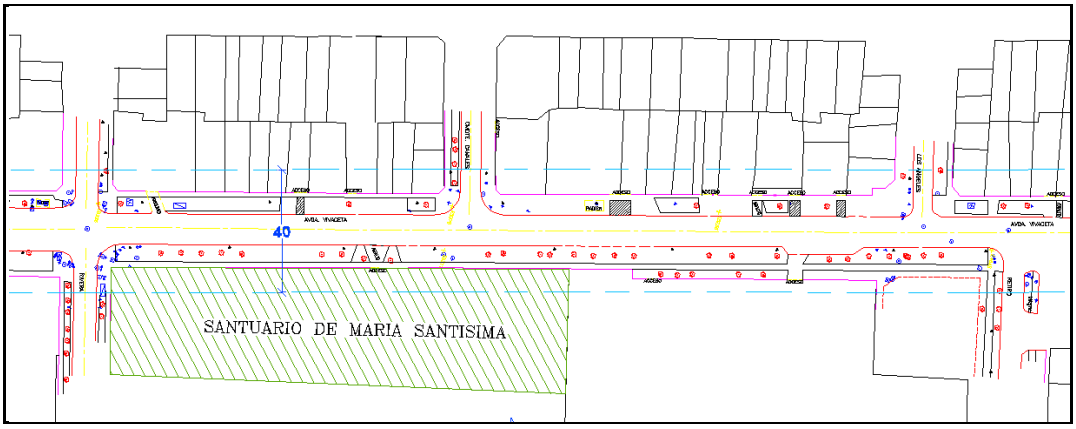
Subtramo 4: Colón – Retiro




Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el subtramo 4, dentro de la faja normada y al costado poniente del eje se encuentran 2 edificaciones de 2 pisos (y de material sólido) más varios talleres automotrices y locales comerciales. En tanto que en el costado oriente, la faja normada afecta parcialmente a un servicentro Copec y a una distribuidora de pinturas Sherwin Williams.

Figura 6-19: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta Subtramo 5: Retiro – Rivera




Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En el subtramo 5, dentro de la faja normada y al costado poniente del eje se encuentran diversos talleres automotrices y residencias de un piso más 2 edificaciones de 2 pisos, y al costado oriente existe el Santuario de María Santísima, identificado como edificio patrimonial (de 150 m de frontis).

Figura 6-20: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta Subtramo 6: Rivera – Pinto

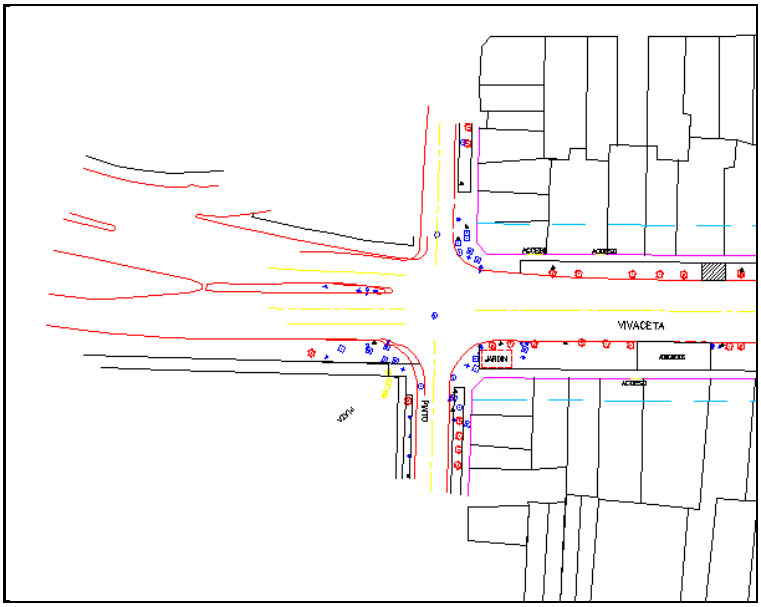



Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

En este subtramo 6, dentro de la faja normada y al costado poniente del eje se encuentran diversos talleres automotrices y residencias de un piso, y al costado oriente también hay talleres como los del frente más un hogar de ancianos y varias residencias de 1 piso (predominante) y una de 2 pisos.

Figura 6-21: Relación definición línea oficial PRC vs Situación actual. Tramo 5 Vivaceta

Subtramo 7: Pinto – Av. Santa María




Fuente: Elaboración propia a partir de PRMS y catastros.

Este tramo está rodeado de infraestructura vial (enlaces y conexiones de la Autopista Central con Costanera Norte) y áreas verdes.

En el tramo 5 de Vivaceta hay 4 paradas de buses (El Molino, Gamero, Los Ángeles y Rivera) en el borde poniente, y las distancias mayor y media entre ellas es de 368 y 317 m respectivamente. En el costado oriente, hay 4 paradas (Retiro, Gamero, Bezanilla y Domingo Santa María), donde la distancia mayor y media es 430 y 320 m, respectivamente. En el sentido norte – sur, la parada con mayor actividad es la de Gamero con 130 bajadas/h en punta mañana (probablemente para trasbordos con troncales de Gamero hacia el centro de Santiago). En el sentido inverso, las paradas de Bezanilla y Domingo Santa María concentran bajadas de 40 personas/h en punta mañana. En las figuras siguientes se puede apreciar la disposición de las paradas en el eje, y el resto de sus señales de tránsito.

Figura 6-22: Catastro Operacional. Tramo 5 Vivaceta

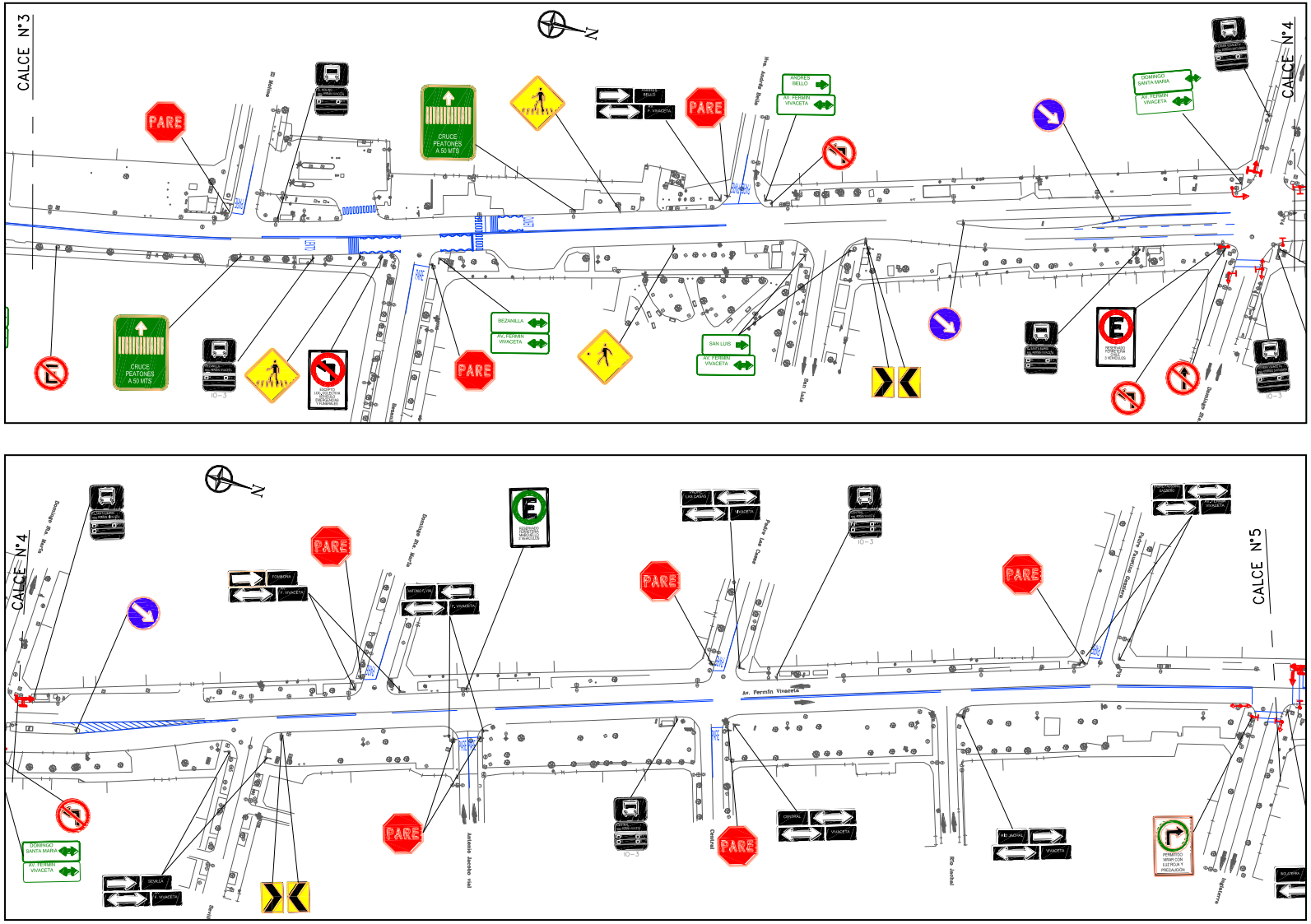
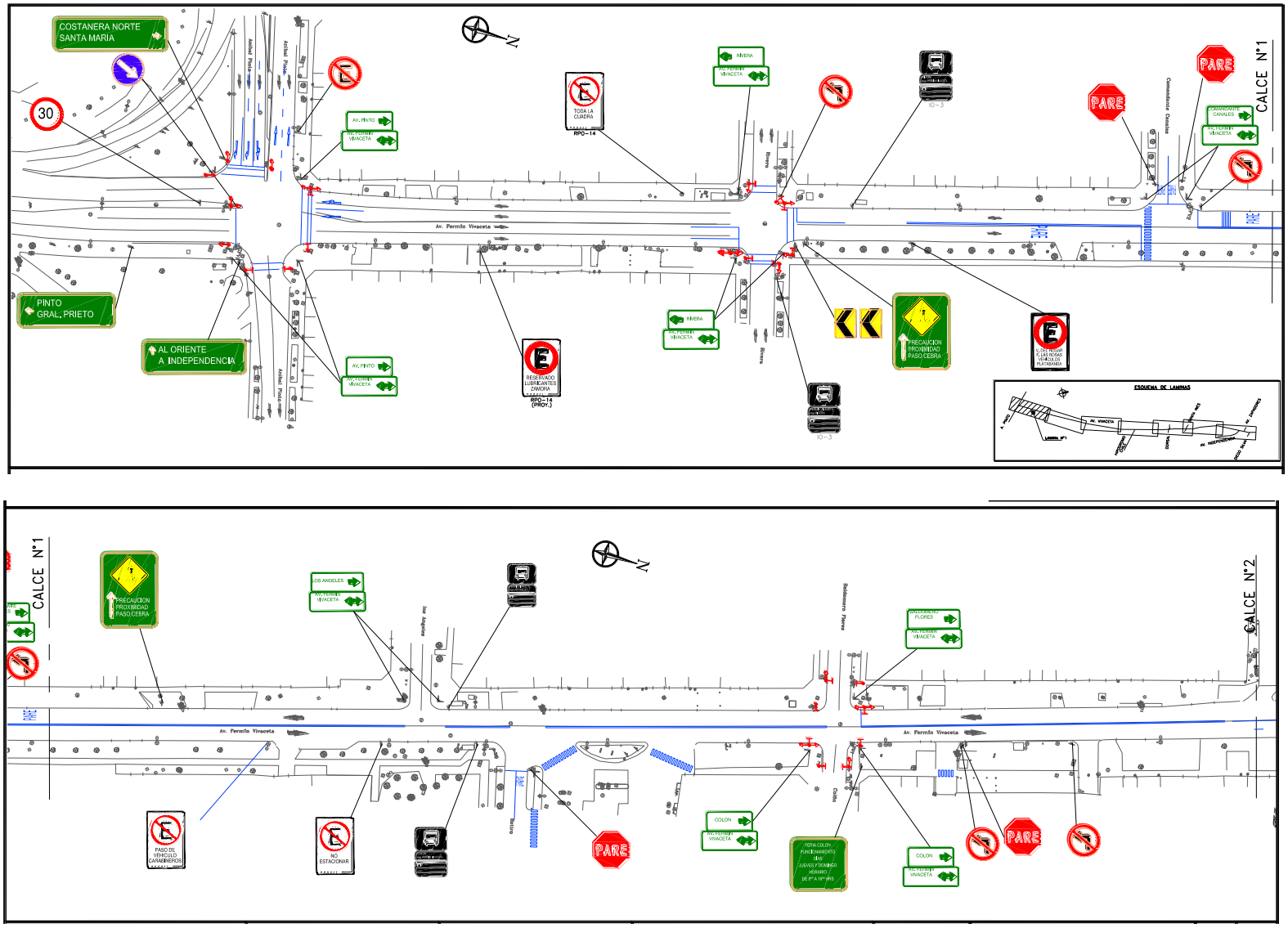


Figura 6-22: Catastro Operacional. Tramo 5 Vivaceta (continuación)




Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del tramo 5 de Vivaceta, sus aceras son utilizadas como estacionamientos, salvo el subtramo 3 (entre Carrión y Bezanilla) al costado oriente, donde la acera es muy angosta. Algo similar ocurre en el costado poniente entre El Molino y Gamero.

En este tramo de Vivaceta existen 4 cruces semaforizados y pertenecen a las siguientes redes UOCT:

Cuadro 6-12: Semáforos Tramo 5: Domingo Santa María – Autopista Costanera Norte

| Red | Código | Intersección |
|---|---|---|
| 43 | J043171 | Vivaceta - Gamero |
| 43 | J043181 | Vivaceta - Colón |
| 43 | J043191 | Vivacita - Rivera |
| 43 | J043192 | Vivaceta - Pinto |

Fuente: UOCT

El cruce de Gamero con Vivaceta es, sin dudas, el punto de mayor actividad peatonal en este tramo, motivado por trasbordos entre servicios de buses, la generación de demandas del edificio habitacional (18 pisos) emplazado en esta esquina y otras actividades circundantes (comercio y educación). Otro lugar de actividad peatonal considerable corresponde al cruce frente a Centro Comercial Vivaceta Plaza, entre Gamero y Carrión, resguardado con un paso de cebra. También existen otros pasos de cebra en Comandante Canales y Bezanilla, ambos de actividad muy reducida.

En cuanto a las definiciones de la OGUC, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- La calzada del eje cuenta con 4 pistas en buena parte del tramo 5, lo que implica un flujo de saturación de  de 5.400 ade/h, valor que aún afectado por razones de verde efectivo es superior a al mínimo de capacidad establecido en 2.000 veh/h en ambos sentidos para vías troncales.

- El flujo predominante es de automóviles y no existen prohibiciones explícitas para vehículos de tracción animal y humana.

- Las paradas de buses se distancian entre sí a menos de 500 m, que son los establecidos para una vía troncal.

- El tramo en general cuenta con aceras amplias, que son utilizadas como estacionamientos segregados. Y por otra parte, los accesos de estaciones de servicio se encuentran normalizados.

- Efectivamente se cumple que el estacionamiento y las detenciones se prohíbe en la calzada.

- La distancia entre líneas oficiales oscila entre 27 y 33 m. En 550 de los 1.540 m del tramo, el ancho entre líneas oficiales es menor a los 30 m que establece la norma.

- El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas es de 10 m en 550 m del tramo, lo que viola los 14 m como mínimo que establece la norma.

Por otra parte, en cuanto a las definiciones del DS 83/85, se tiene en este primer tramo de Vivaceta lo siguiente:

- Los cruces peatonales autorizados en el eje están regulados por semáforos o pasos de cebra.
- El tránsito vehicular sólo es interrumpido por semáforos y pasos cebras.
- Los cruces semaforizados de Vivaceta están en la red 43 de UOCT.
- La distancia entre paraderos contiguos es inferior a 400 metros, violando lo establecido en este decreto.
- Los vehículos provenientes de una vía local efectivamente tienen acceso restringido al eje, en su mayoría regulados por signos pare.
- Sólo se permitirá el estacionamiento de vehículos en aceras físicamente segregadas en la calzada.

En materia de pavimentos, en el tramo 5 la carpeta es de asfalto recarpeteado principalmente salvo el tramo Rivera – Pinto que es de hormigón. El tramo presenta diversidad de estados, cuyos índices de serviciabilidad se exponen a continuación:

- Domingo Santa María – San Luis: 3,4 (buen estado)
- San Luis – Brigadier Carlos Garrido: 2,9 (regular a mal estado)
- Brigadier Carlos Garrido – Gamero: 3,4 (buen estado)
- Gamero – Rivera: 2,9 (regular a mal estado)
- Rivera – Pinto: 3,7 (buen estado)

El pavimento del tramo desde San Luis a Brigadier Carlos Garrido presenta todo tipo de daños, correspondientes a un recapado que ha cumplido su vida útil, con baches, grietas, ahuellamiento e irregularidades varias. Algo similar pero en menor magnitud ocurre con el pavimento desde Gamero hasta Rivera.

El tramo de hormigón entre Rivera y Pinto (incluso hasta Autopista Costanera Norte) presenta un pavimento en buen estado. Una falla menor apreciable es la pérdida de sello en juntas transversales y longitudinales. Por último, la carpeta de la intersección de Rivera con Vivaceta es de adoquines y se encuentra en mal estado, de hecho el índice p calculado para este cruce es de 1,9.

En materia de tendidos aéreos de servicios públicos, en el tramo 5 del eje y sin distinción de empresas, la faja del PRMS contiene 59 postes (50 de hormigón y 9 de madera) del costado poniente y 55 postes (54 de hormigón y 1 de madera) del oriente. Esta

infraestructura soporta fundamentalmente servicios de telefonía y electricidad (media y baja tensión). Además, el cableado aéreo cruza la calzada en 28 puntos de este tramo de Vivaceta.

En materia de tendidos subterráneos de servicios públicos, en este tramo hay 24 cámaras de alcantarillado (13 al costado oriente y 11 al poniente), 37 válvulas de agua potable (22 al lado oriente y 15 al poniente), más 4 grifos. Además, el trazado de las tuberías de alcantarillado se desarrolla en ambas aceras del eje entre Domingo Santa María y El Molino. En tanto que entre El Molino y Pinto, la alcantarilla se desarrolla bajo la actual calzada de Vivaceta. Por su parte, la red de agua potable se desarrolla bajo las aceras de ambos costados de la vía desde Domingo Santa María hasta Gamero, y de Gamero al sur lo hace por el costado oriente, dentro de la faja del PRMS en todos los casos.

Por último, cabe señalar que en este tramo de Vivaceta sólo existe trazado de tubería de gas entre Domingo Santa María y Nueva Andrés Bello, que se desarrolla bajo la acera poniente del eje.

### 6.1.3 Infraestructura de absorción de aguas lluvia

Dados los sucesivos recarpeteos del eje Vivaceta, prácticamente en toda su extensión, los sumideros de aguas lluvias preexistentes, se encuentran medio tapados y absolutamente abandonados en cuanto a mantenimiento se refiere. Sólo en ciertos puntos, donde el pavimento de la calle ha sido reconstruido en el último tiempo, se aprecian sumideros en condiciones de absorber aguas. Tal es el caso de los drenajes de los cruces de Vivaceta con Roma, 14 de La Fama y Pinto.

Este bajo nivel de mantenimiento de los escasos sumideros existentes en el eje y la pequeña diferencia altimétrica entre solera y calzada en largos tramos de la vía, a propósito de los mismos recapados asfálticos, no resguardan las aceras de anegamientos en días de lluvia.

### 6.1.4 Planos temáticos

A continuación se presenta los planos temáticos asociados al diagnóstico de infraestructura de la situación actual:

- Planos de señalización y demarcación situación actual (ver el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_03 Catastro Operacional (Señales Tránsito))
- Planos del estado y tipo de pavimentos existentes en el área de proyecto (ver el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_09 Catastro Pavimentos y Sumideros)

- Planos de servicios de agua potable y alcantarillado en el área de proyecto (ver el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_08 Catastro Redes Subterráneas)
- Planos de redes aéreas en el área de proyecto (ver el directorio 04. Topografía y catastros en DVD adjunto en carpeta 3_07 Catastro Redes Aéreas)

## 6.2 Diagnóstico de transporte

### 6.2.1 Análisis general

Los procesos de calibración de la red de modelación considerada para el análisis del eje Vivaceta más las visitas a terreno en los períodos punta, han mostrado que el área de estudio, y en especial el eje Vivaceta, no presenta situaciones de congestión muy importantes. Sin perjuicio de ello, el eje presenta un bajo estándar de servicio derivado principalmente de:

- Calzadas estrechas (2 pistas que más bien corresponden a 1,5 pistas)
- Mal estado de los pavimentos
- Alta fricción lateral, debido a comercio y otras actividades, como talleres mecánicos que utilizan total o parcialmente las aceras, particularmente en la mitad sur del eje
- Existencia de virajes a la izquierda con oposición, tanto de transporte privado y como público, sin semáforo y sin pistas especiales de viraje
- Cruces semaforizados distanciados (entre 400 m y hasta 800 m), lo cual requiere, a pesar de que no se observa mucha intensidad de cruce peatonal, la existencia de facilidades peatonales explícitas (paso cebra), que en general existen, pero debe mejorarse su demarcación y señalización para hacerlos más seguros.
- Zonas laterales (aceras) de ancho muy variable (con largos tramos muy estrechos), veredas muy angostas y aceras (donde su ancho lo permite) que se utilizan como estacionamiento o zona de trabajo de talleres mecánicos.

Sin perjuicio de lo anterior, el eje no presenta mayores problemas de accidentabilidad, como lo muestra el análisis específico que se presenta en el punto siguiente.

### 6.2.2 Análisis de accidentabilidad

a) Antecedentes generales

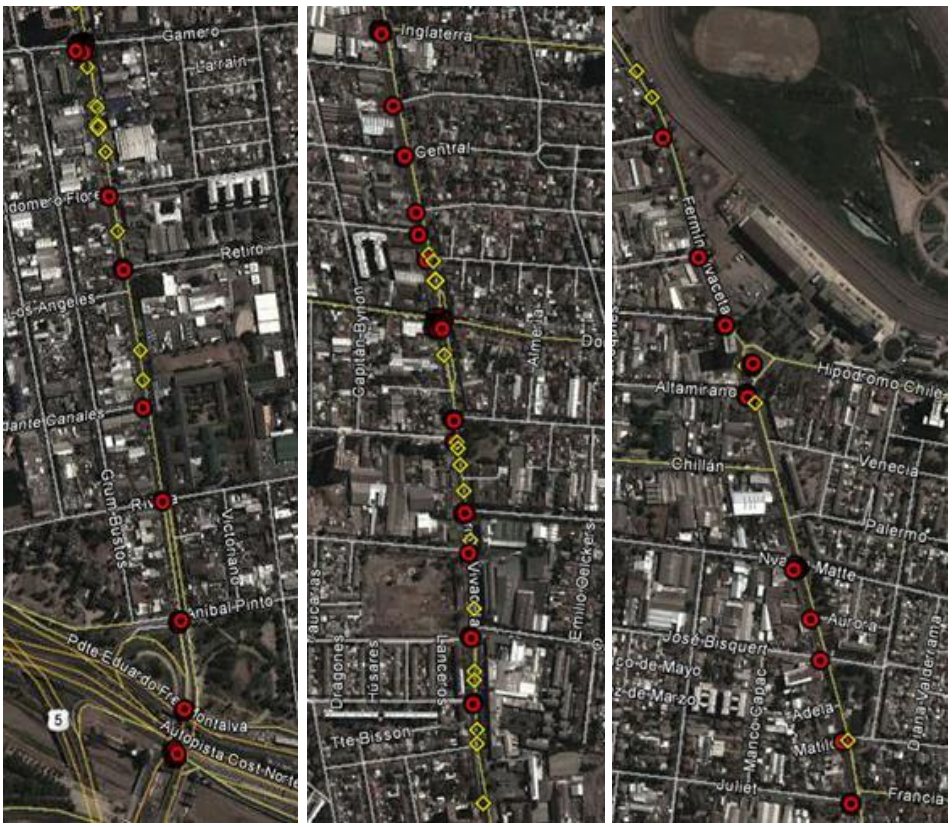
El análisis de accidentabilidad del eje Vivaceta se realizó a partir de la base de datos de Carabineros de Chile para los años 2010, 2011 y 2012, la cual fue solicitada directamente a Carabineros de Chile a través de su página web. La carta de respuesta a la solicitud se entrega en el Anexo Óptico, junto con la base de datos entregada y procesada por el consultor (archivo “02. Anexos\6_01 Accidentes\Accidentes Vivaceta Procesados.xlsx”).

La base de datos remitida por Carabineros registra un total de 226 accidentes en los 3 años de análisis: 86 el año 2010, 81 el año 2011 y 59 el año 2012.

b) Localización de los accidentes

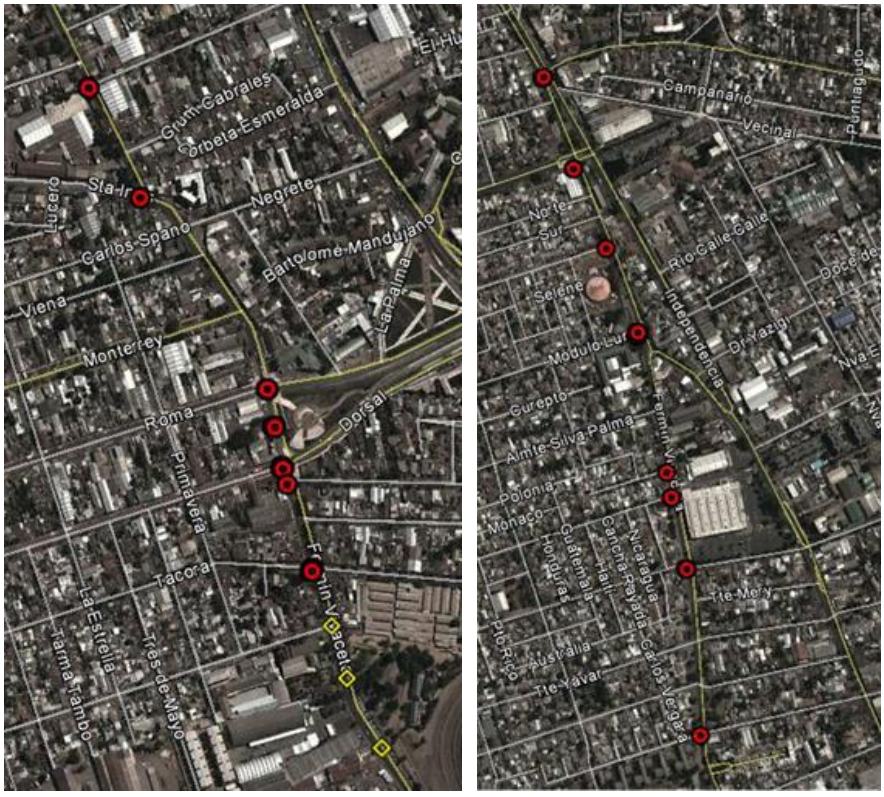
Se localizó espacialmente los accidentes de tránsito, separando aquellos que se produjeron en tramos de vía de los que se produjeron en intersecciones. Las figuras siguientes muestran esta información por tramos.

Figura 6-23 Localización accidentes de tránsito Santa María - Hipódromo




Fuente. Elaboración propia a partir de la base de datos de Carabineros de Chile 2010-2011-2012

Figura 6-24 Localización accidentes de tránsito Hipódromo – Diego Silva




Fuente. Elaboración propia a partir de la base de datos de Carabineros de Chile 2010-2011-2012

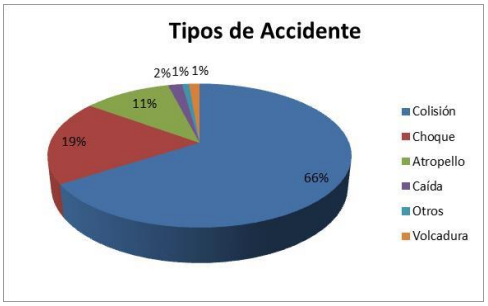
Esta localización de accidentes se entrega también en archivo kmz para ser visualizada en Google Earth, donde se puede apreciar mejor la cantidad de accidentes que se concentran en cada sector, especialmente en las intersecciones.

c) Tipología de accidentes

En el cuadro siguiente se muestra la distribución de los accidentes en el eje según el tipo de accidente.

Cuadro 6-13 Tipología accidentes eje Vivaceta

| Tipo de Accidente | N° Accidentes | % |
|---|---|---|
| Colisión | 149 | 66% |
| Choque | 43 | 19% |
| Atropello | 25 | 11% |
| Caída | 4 | 2% |
| Otros | 2 | 1% |
| Volcadura | 3 | 1% |
| **Total** | **226** | **100%** |




Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

Se puede apreciar del cuadro anterior, que 2/3 de los accidentes en el eje corresponden a colisiones, con un promedio de 50 por año y solo un 11% corresponden a atropellos, con poco más de 8 por año en promedio. Para un eje de más de 5 km, estos no representan valores excesivos de accidentabilidad.

d) Gravedad de los accidentes

Considerando la clasificación general de lesionados en accidentes, el cuadro siguiente muestra la distribución por gravedad del accidente y número de víctimas.

Cuadro 6-14 Gravedad de los accidentes y número de víctimas

| Gravedad del Accidente | N° | % | Muertos | Graves | M/Grave | Leves |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fatal | 5 | 2% | 6 | 3 | 1 | 3 |
| Grave | 7 | 3% | 0 | 8 | 0 | 1 |
| M/Grave | 4 | 2% | 0 | 0 | 4 | 0 |
| Leve | 76 | 34% | 0 | 0 | 0 | 94 |
| Ilesos | 134 | 59% | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Total** | **226** | **100%** | **6** | **11** | **5** | **98** |




Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

El cuadro anterior muestra que los accidentes que ocurren en el eje Vivaceta no son especialmente graves, probablemente debido a las bajas velocidades de circulación. Sin embargo, será bueno tomar en cuenta que debido al proyecto las velocidades de circulación en el eje subirán, por lo que será oportuno poner atención a los virajes a la izquierda sin semáforo (proveer pistas de viraje) y en los cruces peatonales (proveer paso cebra en zonas con semáforos distantes, bien demarcadas, visibles y señalizadas).

Se puede observar que sólo ocurrieron 5 accidentes con víctimas fatales (6 fallecido en total), lo que equivale a solo el 2% del total de accidentes. Otro 5% de los accidentes tuvieron víctimas graves o menos graves, con un total de 8 y 4 personas lesionadas respectivamente. El 34% de los accidentes solo tuvieron víctimas con lesiones leves y el 59% de los accidentes registrados no presentó lesionados.

De acuerdo con estas estadísticas, no parece en principio necesaria intervenciones especiales para reducir los accidentes o su gravedad. Seguramente con la homogenización de las calzadas del eje, la provisión total o parcial de medianas, el mejoramiento de los pavimentos, la protección de virajes a la izquierda con pistas exclusivas y mejoramiento de la visibilidad, señalización y demarcación de los pasos cebra, se producirá en el eje una importante reducción de los accidentes.

Sin perjuicio de lo mencionado en este punto, más adelante se hace un análisis específico de los lugares que concentran más de 3 accidentes por año.

e) Distribución según horario

En el gráfico siguiente se muestra la distribución de los accidentes según el horario del día.

Figura 6-25 Distribución accidentes según horario




Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

Se observa que los accidentes marcan una tendencia normal en relación a su hora de ocurrencia, marcando los máximos en horarios punta mañana (8 a 9 AM), punta tarde (6 a 7 PM) y mediodía (de 12 a 1 PM). Este último, seguramente marcado por una mayor actividad de peatones y actividad en las zonas más comerciales del eje (entre Aníbal Pinto e Hipódromo Chile). Si bien no parece verificarse nada especial respecto de accidentes en horarios nocturnos, no estará demás en el proyecto que se proponga poner atención a la iluminación del eje.

f) Análisis puntos de concentración de accidentes

Para realizar un análisis más específico, se han considerado los puntos del eje en que se hayan producido más de 3 accidentes por año (más de 9 en los tres años de registro analizado). Esta situación sólo se produce en 4 intersecciones a lo largo del eje en estudio, de acuerdo con lo siguiente.

Cuadro 6-15 Puntos de concentración de accidentes (accidentes en 3 años)

| Lugar del Accidente | N°Accidentes |
|---|---|
| FERMIN VIVACETA /DOMINGO SANTA MARIA | 16 |
| FERMIN VIVACETA /GAMERO | 14 |
| FERMIN VIVACETA /SANTA MARIA | 13 |
| FERMIN VIVACETA /NVA DE MATTE | 9 |

Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

A continuación se hace un análisis individual de cada intersección.

Cuadro 6-16 Accidentes en Vivaceta / Domingo Santa María

| Tipo de accidente | N° | Muertos | Graves | M/Grave | Leves |
|---|---|---|---|---|---|
| Atropello | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Choque | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Colisión | 11 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| **Total general** | **16** | **0** | **0** | **1** | **7** |

Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

La intersección de Vivaceta con Domingo Santa María es la que presenta el mayor número de accidentes, 16 en total en los 3 años. Solo hubo 2 atropellos, en los cuales en ambos casos las víctimas resultaron solo con lesiones leves. El principal tipo de accidente es la colisión, es decir, entre 2 o más vehículos en movimiento. La información entregada por Carabineros no permite distinguir si se trata de colisiones perpendiculares, frontales o laterales, sin embargo, será importante en este cruce asegurarse de que existe adecuada visibilidad a la señalización semafórica por los 4 accesos y que las instalaciones semafóricas cumplan cabalmente con las normas de semaforización de la UOCT.

Cuadro 6-17 Accidentes en Vivaceta / Gamero

| Tipo de accidente | N° | Muertos | Graves | M/Grave | Leves |
|---|---|---|---|---|---|
| Atropello | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Caída | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Choque | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Colisión | 9 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Otros | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Total general** | **14** | **0** | **0** | **0** | **8** |

Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

En la intersección con Gamero, se observa una situación muy similar a la de Domingo Santa María, en donde solo se produjeron 2 atropellos con lesionados leves y la mayoría de los accidentes son colisiones. Nótese que en los 14 accidentes que se produjeron en los 3 años en este cruce, arrojaron un saldo de solo 8 lesionados y todos leves. De igual manera que para la intersección de Domingo Santa María, la sugerencia se orienta a verificar la adecuada visibilidad de las señalizaciones semafóricas y que las instalaciones cumplan adecuadamente con las normas UOCT de instalación de semáforos.

Cuadro 6-18 Accidentes en Vivaceta / Santa María

| Tipo de accidente | N° | Muertos | Graves | M/Grave | Leves |
|---|---|---|---|---|---|
| Choque | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Colisión | 10 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| **Total general** | **13** | **1** | **0** | **0** | **7** |

Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

Esta intersección presenta la particularidad de que no es semaforizada y tiene un registro de 13 accidentes en 3 años. De acuerdo con la norma de justificación, la instalación de un semáforo se justifica cuando en el cruce existen más de 5 accidentes/año con lesionados. En este cruce solo 7 de los 13 accidentes produjo lesionados (todos leves), aunque también en uno de los accidentes hubo un fallecido. Con todo, ello no alcanza para justificar el semáforo por seguridad vial. Sin embargo, a juicio del consultor, este cruce presenta riesgos que justificarían su instalación, además que el incremento de flujo prioritario y secundario en los cortes temporales futuros podría generar aumentos importantes de demoras. Este aspecto se retoma en el análisis operacional de este cruce que se presenta más adelante.

Cuadro 6-19 Accidentes en Vivaceta / Nueva de Matte

| Tipo de accidente | N° | Muertos | Graves | M/Grave | Leves |
|---|---|---|---|---|---|
| Choque | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Colisión | 8 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| **Total general** | **9** | **0** | **0** | **0** | **6** |

Fuente: Base de datos Carabineros de Chile 2010-2011-2012

Nuevamente se observa que las colisiones son el principal tipo de accidente que se produce, sin embargo, las consecuencias son muy bajas, ya que solo hubo 6 víctimas con lesiones leves en los 9 accidentes registrados.

### 6.2.3 Análisis operacional

El análisis operacional que a continuación se expone, se basa en la operación de los períodos punta en el eje Vivaceta, tanto a partir de la simulación de la situación actual e inspección en terreno de los consultores, como de la modelación de la situación base (situación actual proyectada) para los 2 cortes temporales futuros modelados (2016 y 2020).

El análisis se hizo por tramos, especificando las situaciones de mayor conflicto operacional que en cada uno de ellos se produce actualmente y como pronóstico futuro basado en la simulación.

a) Tramo 1: Santa María – Gamero

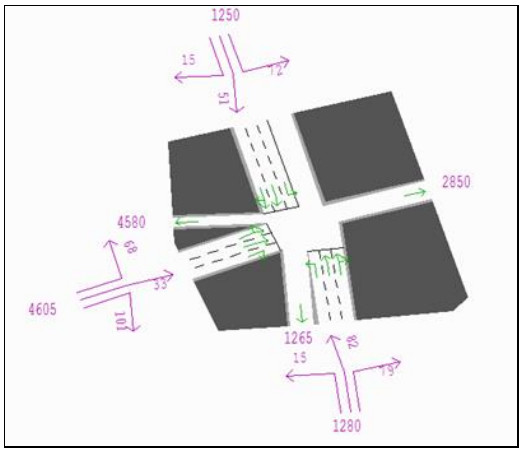
Este tramo, de 935 m de longitud, posee actualmente 4 intersecciones semaforizadas pertenecientes a la red 43 del SCAT de Santiago: Aníbal Pinto, Rivera, Baldomero Flores – Colón y Gamero. De éstas, solo Aníbal Pinto y Gamero merecen un análisis especial. Las otras dos, los flujos transversales son relativamente bajos y no generan mayores problemas operacionales. Por otra parte, también merece un análisis la intersección de Vivaceta con Santa María.

*Vivaceta / Aníbal Pinto*

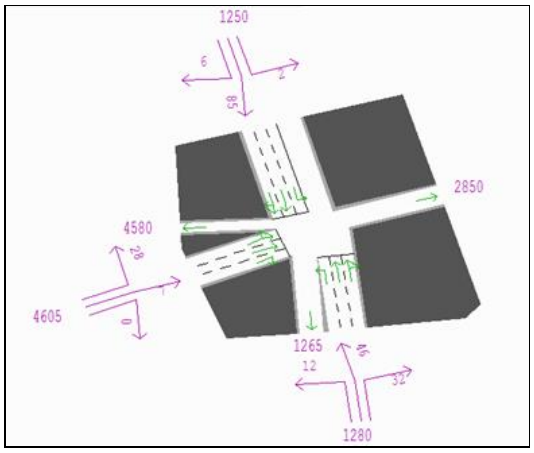
Este cruce, en general, no presenta problemas en la actualidad. Posee 3 fases y en la modelación de la situación actual no presentó grados de saturación muy elevados, con 82% en el acceso sur en la punta mañana y un 85% en el acceso norte en la punta tarde, lo que se aprecia en la figura siguiente.

Figura 6-26 Grados de saturación Vivaceta / Aníbal Pinto, Situación Actual

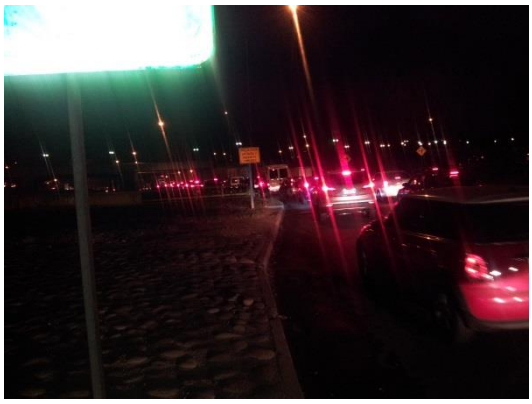
Punta mañana




Punta tarde




Un problema que se produce actualmente en las tardes, producto del importante flujo de intercambio entre la Costanera Norte y la Autopista Central (O-S), es que en los arcos aguas abajo del cruce Aníbal Pinto en el sentido N-S se generan largas colas de vehículos que buscan ingresar a la Autopista Central y a su calle local, las cuales en ocasiones llegan hasta la intersección, bloqueando la salida del acceso norte de Vivaceta y con ello, reduciendo el verde efectivo del acceso, aunque en rigor no es un problema de capacidad en el cruce. Esto no es bien captado por el modelo.



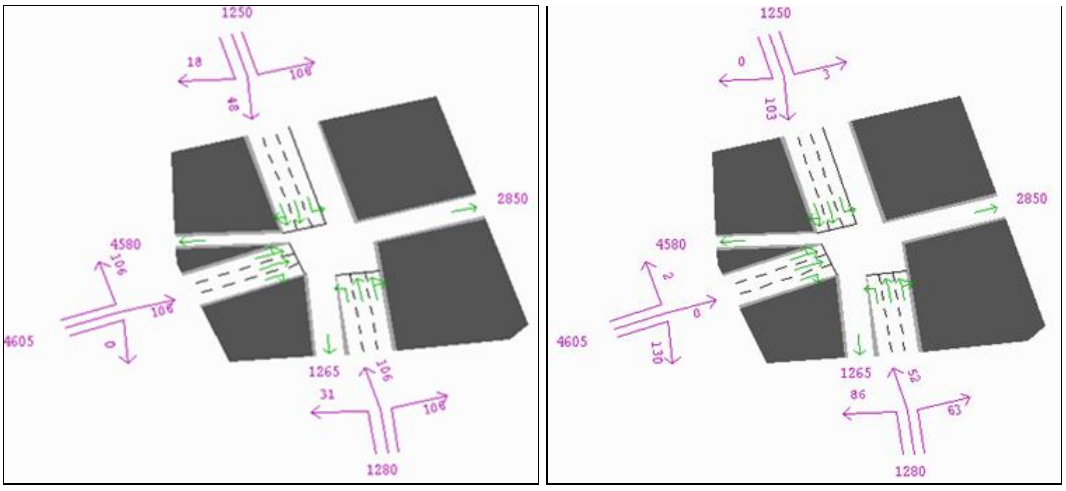


Sin embargo, se estima que este problema se resolverá con la construcción de la nueva conexión entre Costanera Norte y Autopista Central, ya que buena parte de los flujos que producen este problema quedarán conectados en forma directa entre las dos autopistas.

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) muestran que el nodo alcanza niveles de congestión del 100% en la punta mañana, pero no en la tarde, como se observa en la figura siguiente.

Figura 6-27 Grados de saturación Vivaceta / Aníbal Pinto, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025

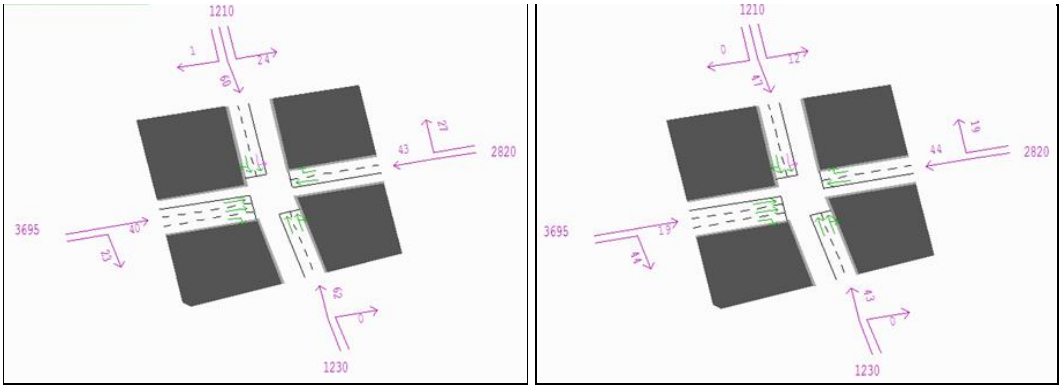



*Vivaceta / Gamero*

Este cruce en la actualidad tampoco presenta mayores problemas de congestión en los períodos punta, como puede verse en la figura siguiente.

Figura 6-28 Grados de saturación Vivaceta / Gamero, Situación Actual

Punta mañana Punta tarde




En este cruce se realizaron mediciones de demora por los 4 accesos y en los 3 períodos de análisis. Estas mediciones mostraron valores de demora muy bajos, con valores promedio máximos menores a los 45 segundos tanto para los accesos por Vivaceta como por Gamero, lo cual ratifica lo observado en terreno y los resultados de la modelación de la situación actual.

También se realizaron mediciones de longitud de colas por Vivaceta, obteniéndose valores máximos promedio del orden de los 17 y 26 veh/pista en la punta mañana para los accesos norte y sur respectivamente; y del orden de 15 a 16 veh/pista en la punta tarde en ambos accesos. No se observó en esas mediciones la existencia de colas

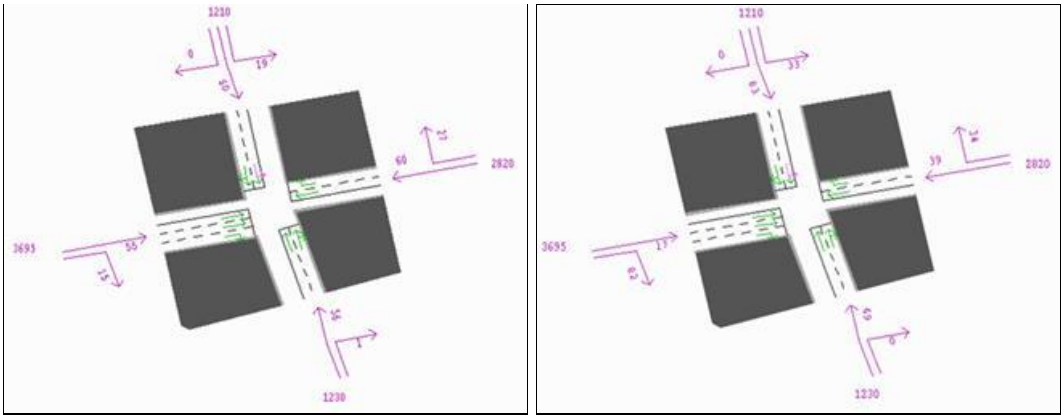
residuales, es decir, las formadas por lo vehículos que no logran descargarse en el período de verde. Esto reafirma también el bajo nivel de congestión que presenta el cruce.

En este cruce existen paraderos de buses por los 4 accesos con cierta actividad en términos relativos al resto de eje, pero de todos modos de muy baja actividad en términos absolutos. El paradero con mayor actividad es el que se encuentra en la esquina nor-poniente, el cual presenta 153 pax transferidos (128 bajan) en la punta mañana y en la tarde solo 52 pax transferidos (49 bajan).

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) no presentan niveles de congestión altos.

Figura 6-29 Grados de saturación Vivaceta / Gamero, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025

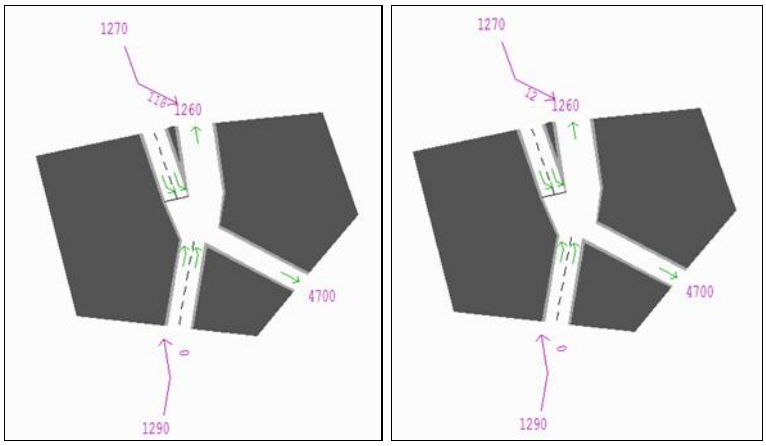


*Vivaceta / Santa María*

Esta intersección, si bien no es semaforizada, presenta algunos problemas de seguridad ya mencionados previamente en 6.2.2f). Al número de accidentes que ocurren en este cruce, se le debe sumar el hecho de que el flujo prioritario es intenso (flujo que proviene de la Autopista Central y de Manuel Rodríguez Oriente) y que su visibilidad no es del todo adecuada. Los flujos secundarios que viran en esta intersección sufren de valores altos de demoras medias (del orden de los 118 seg/veh, según la modelación), particularmente en la punta de la mañana. El resto de día, las demoras no son importantes.

Figura 6-30 Demoras Vivaceta / Santa María, Situación Actual

Punta mañana Punta tarde

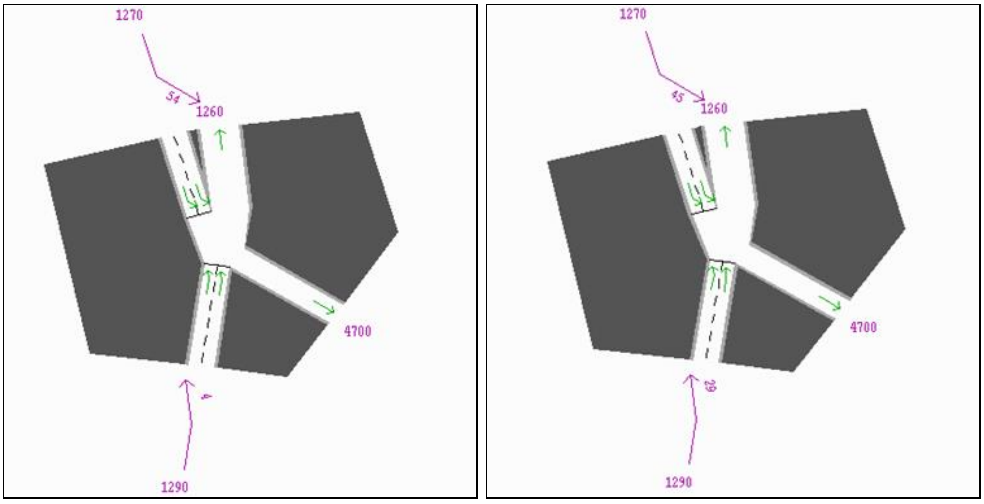



Sin embargo, estas demoras se ven fuertemente incrementadas en los cortes temporales 2016 y 2020, debido al incremento del flujo por Vivaceta de sur a norte, en especial en la punta mañana. Se estima que un semáforo mejoraría el nivel de servicio para el flujo secundario y le otorgaría también una mayor seguridad al cruce.

Tomando en cuenta la semaforización del cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT), muestran demoras moderadas para el acceso secundario y bajas para el prioritario, es decir, una operación adecuada.

Figura 6-31 Demoras Vivaceta / Santa María, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025




Por último, cabe consignar que entre los cruces semaforizados de Rivera y Baldomero Flores – Colón, existe una distancia de 400 m. En este tramo se encuentra ubicada una sede de la Fundación Las Rosas. Será conveniente en el desarrollo del anteproyecto analizar la disposición de pasos cebra en este tramo.

b) Tramo 2: Gamero – Hipódromo Chile

En este tramo de 1.735 m, existen actualmente 3 cruces semaforizados: Domingo Santa María, Inglaterra y Nueva de Matte.

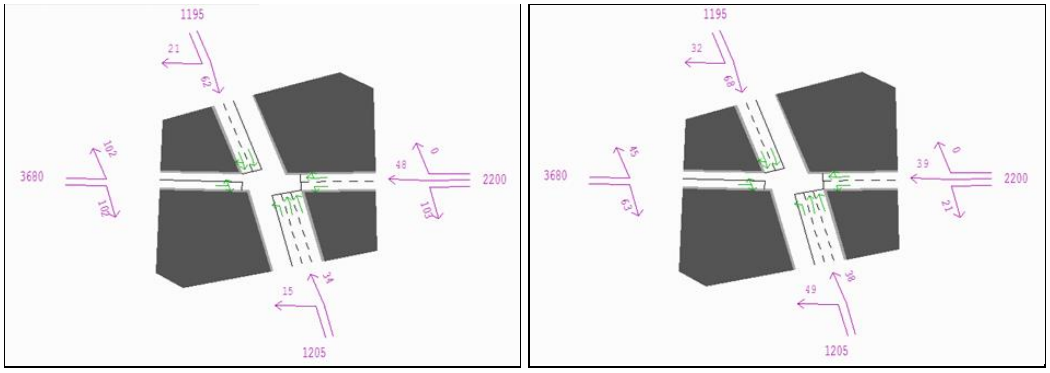
En el primer subtramo, entre Gamero y Domingo Santa María, de 680 m de longitud, existen 4 puntos particulares que merecen análisis: sector Centro Comercial Vivaceta Plaza, acceso al molino La Estampa, calle Bezanilla y calle San Luis. Además de ello, se debe dar solución a los cruces peatonales, los cuales no son muy intensos en el tramo, pero existe mucha distancia entre los cruces semaforizados. Además, la intersección de Vivaceta con Hipódromo Chile también merece algunos comentarios.

*Vivaceta / Domingo Santa María*

Este es uno de los cruces más relevantes de todo el eje Vivaceta, y como se analizó anteriormente, el que presenta también la mayor accidentabilidad (aunque no de mucha gravedad). No obstante lo anterior, el cruce no presenta mayores problemas de congestión ni operacionales. La simulación de la situación actual muestra un mayor nivel de saturación por los accesos de Domingo Santa María (en particular en la punta mañana), lo cual se debería solo a un inapropiado reparto de los verdes del semáforo. En la figura siguiente se observa que el grado de saturación máximo de Vivaceta en la mañana es de 62% y el de la tarde 68% (ambos por el acceso norte, ya que el acceso posee fases traslapadas y por ello un mayor período de verde), mientras que por Domingo Santa María en la punta mañana se alcanza un 100%.

Figura 6-32 Grados de saturación Vivaceta / Domingo Santa María, Situación Actual

Punta mañana Punta tarde




En esta intersección se midieron demoras, obteniéndose valores de demoras medias menores a 60 seg en los accesos por Vivaceta. Por Domingo Santa María, la demora mayor es la del acceso poniente con valores de hasta 1 min y 20 segundos por vehículo.

También se midió longitud de colas en este cruce. Por Vivaceta, las colas máximas promedio fueron de 27 y 30 veh/pista para los accesos norte y sur respectivamente en la

punta mañana, y de 20 veh/pista en la tarde en ambos acceso. No se registró colas residuales en ningunos de los dos accesos.

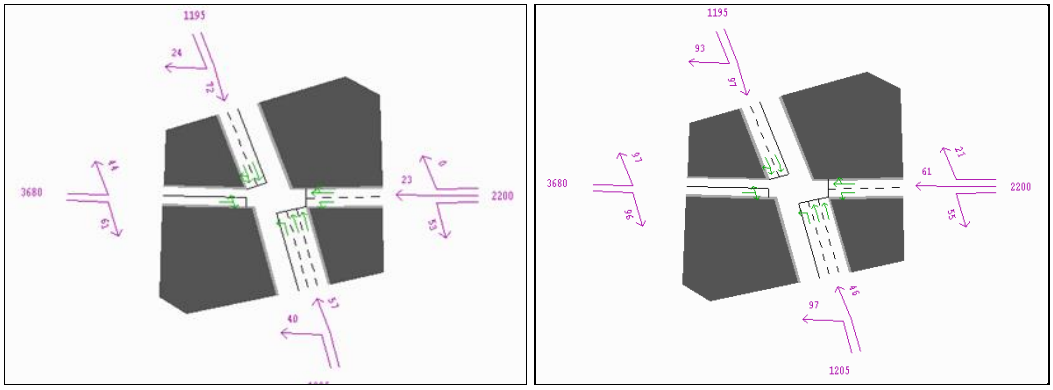
Esto ratifica los resultados obtenidos en la simulación, respecto del que este cruce no presenta altos niveles de congestión en la actualidad.

En este cruce existen paraderos de buses con cierta actividad en términos relativos al resto de eje, pero de todos modos de muy baja actividad en términos absolutos. El paradero con mayor actividad es el que se encuentra en la esquina nor-poniente, el cual presenta 79 pax transferidos (61 suben) en la punta mañana y en la tarde 84 pax transferidos (70 suben). En este lugar, la mayoría de los pasajeros suben a los buses, por lo que se debe considerar un paradero con refugio.

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (FP y PT), muestran un incremento importante en la saturación del acceso norte en la punta tarde. Esto se debe en buena parte a la baja capacidad del acceso poniente por Domingo Santa María, el cual solo posee una pista. Es oportuno pensar en una ampliación a al menos dos pistas por este acceso.

Figura 6-33 Grados de saturación Vivaceta / Dgo. Sta. María, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025




*Centro Comercial Vivaceta Plaza*

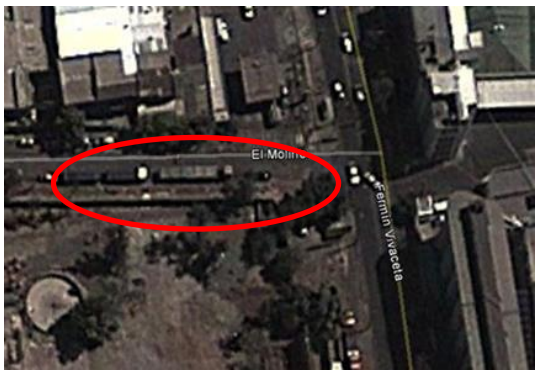
Este centro comercial cuenta con varios locales comerciales, además de un supermercado Santa Isabel. Posee estacionamientos en diagonal a lo largo de todo su frontis y segregados de la calzada de Vivaceta. Además, dispone de estacionamientos interiores, lo que requiere de pista exclusiva de viraje para acceder desde el norte (pista existente). Este sector, evidentemente presenta diversas interferencias por movimientos de acceso y salida de vehículos, así como interferencias vehículo/peatón, a las cuales hay que otorgarles espacios y diseños apropiados para una circulación segura y eficiente. Actualmente este punto no presenta mayores problemas de accidentabilidad, sin embargo, se debe tener presente que la velocidad de circulación hoy en este tramo es baja debido a la existencia de lomos de toro y un angostamiento de la calzada en este sector.



*Acceso al molino La Estampa*

En Av. Vivaceta, entre las calles Carrión y Bezanilla, se ubica el molino La Estampa, con casi 140 m de frente a Vivaceta. El acceso a esta instalación industrial se ubica justo frente a la calle El Molino, y por él ingresan camiones de alto tonelaje (como se observa en la fotografía).

Vista aérea




Vista a calle El Molino



El principal problema, es que la estreches del acceso al molino y los radios de giro disponibles no permiten que estos vehículos puedan ingresar desde Vivaceta, haciéndolo actualmente en forma frontal desde calle El Molino.



*Calle Bezanilla*

La calle Bezanilla es una vía de no mucho flujo vehicular, pero existe un recorrido de buses que vira desde el norte (Vivaceta) hacia el oriente (Bezanilla). En este punto solo

dicho recorrido puede virar, ya que el viraje está prohibido para otros tipos de vehículos. Esto implica que al considerar una mediana para el eje, será necesario dotar en este punto de una pista de viraje. Ya dispuesta una pista de viraje, podría eliminarse la prohibición de viraje. Esto ayudaría a redireccionar parte de los altos flujos que viran en la calle inmediatamente al norte (calle San Luis que se comenta a continuación).

*Calle San Luis*

La calle San Luis se ubica a escasos 125 m al sur de Domingo Santa María, avenida que al oriente de Vivaceta solo posee circulación de oriente a poniente. Por ello, San Luis representa, desde el punto de vista operacional, su par de poniente a oriente, que recibe flujos tanto provenientes de Domingo Santa María (que vienen del poniente) como de Vivaceta (desde el norte). En este viraje se forma, tanto en la punta mañana como en la punta tarde, una cola importante de vehículos que esperan brecha para virar, alcanzando en ocasiones hasta la misma intersección de Domingo Santa María, ocupando y bloqueando la pista izquierda del sentido norte sur. Cabe notar si, que dicha cola se descarga con bastante rapidez. No obstante, es aconsejable considerar una pista exclusiva para almacenar esta cola y realizar este viraje. Permitir el viraje en la cuadra siguiente ayudaría también a disminuir la cola que se forma, pues Bezanilla podría cumplir el mismo propósito.

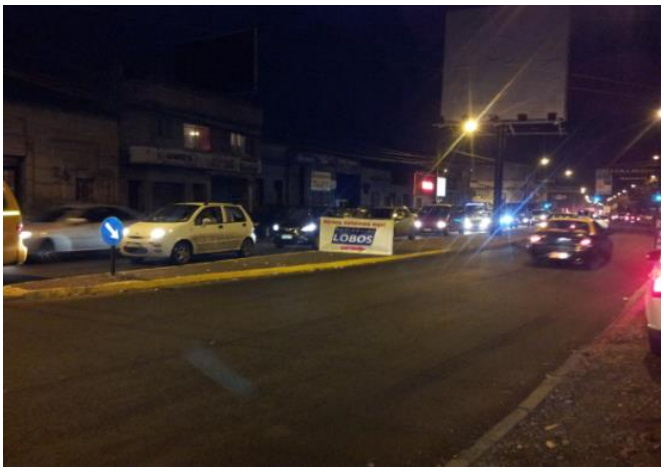
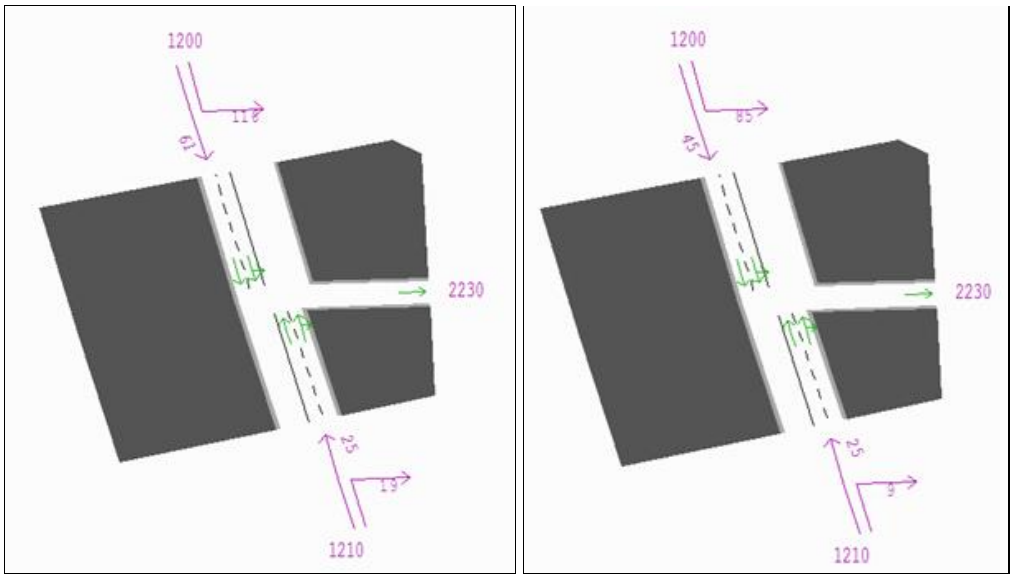


Figura 6-34 Grados de saturación viraje izquierda en calle San Luis, Situación actual

Punta mañana Punta tarde




*Vivaceta / Inglaterra*

Este cruce semaforizado, posee un flujo transversal (por calle Inglaterra) muy bajo, por lo que no presenta problemas operacionales.

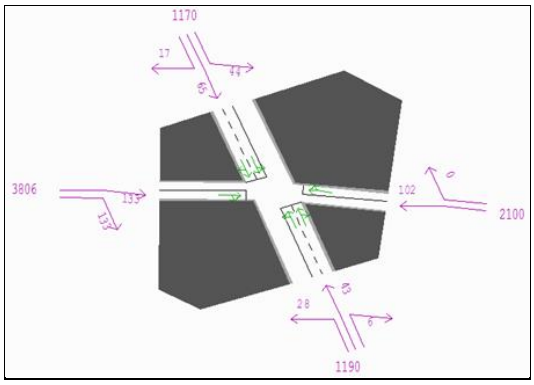
No obstante, se hace mención a que entre este cruce y el siguiente hacia el sur (Domingo Santa María) hay una distancia de 390 m, lo cual hace necesario disponer de algún cruce peatonal (cebra) entre ambos.

*Vivaceta / Nueva de Matte*

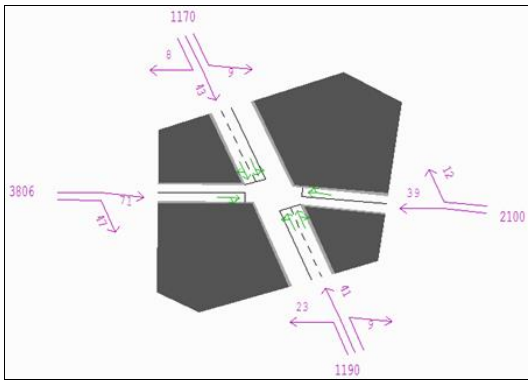
Esta intersección posee, igual que la anterior, un flujo relativamente reducido por Nueva de Matte. Sin embargo, actualmente el verde efectivo para dicho acceso es muy reducido (básicamente verde mínimo), lo cual genera grados de saturación altos para Nueva de Matte, a pesar que los flujos son reducidos (del orden de los 200 veh/h por sentido, tanto en la mañana como en la tarde). Por su parte, los accesos norte y sur, por Vivaceta, presentan bajos grados de saturación.

Figura 6-35 Grados de saturación Vivaceta / Nva. de Matte, Situación actual

Punta mañana



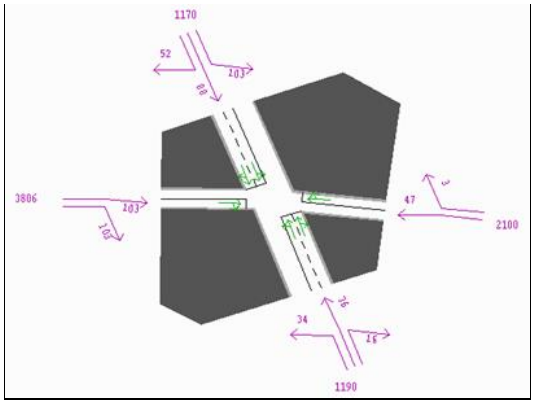

Punta tarde



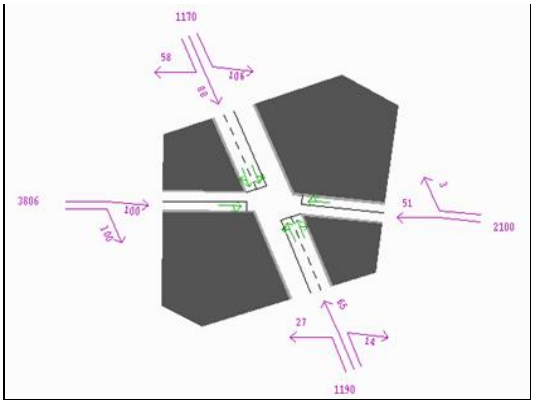

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) se observa un incremento de los grados de saturación de Vivaceta, aunque no a niveles críticos, salvo el viraje norte oriente que se satura. Por el acceso poniente de Nueva de Matte el acceso está saturado. Ampliar el acceso poniente agregando una pista para virar podría mejorar la situación del cruce.

Figura 6-36 Grados de saturación Vivaceta / Nva. de Matte, situación base

Punta mañana 2020




Punta tarde 2025




*Vivaceta / Hipódromo Chile*

Esta corresponde a una intersección no semaforizada que no presenta mayores problemas en la actualidad. Los flujos que acceden a Vivaceta desde Hipódromo Chile no son muy altos. Sin embargo, desde el norte hacia el oriente se produce un viraje de cierta intensidad que convendría canalizarlo con una pista de viraje exclusiva. Se debe tener en cuenta, en este sector, que se ubica uno de los acceso principales de público del hipódromo, por lo que es esperable que en ciertos días y horarios, en especial en fin de semana, exista alta actividad peatonal, por lo que debe considerarse la facilidades de circulación y cruce de las calzadas de Vivaceta.

c) Tramo 3: Hipódromo Chile – Dorsal

En este tramo de 965 m, existen actualmente 3 cruces semaforizados: Isidoro Errázuriz, 14 de la Fama y Roma. Adicionalmente el cruce con calle Las Enredaderas constituye un punto particular que debe ser tratado.

Además de ello, se debe dar solución a los cruces peatonales, los cuales no son muy intensos en el tramo, pero existe mucha distancia entre los cruces semaforizados (entre Isidoro Errázuriz y 14 de la Fama hay una distancia de 715 m).

*Vivaceta / Las Enredaderas*

La calle Las Enredaderas es una vía menor que se ubica hacia el poniente de Vivaceta a escasos 50 m al norte de la calle Hipódromo Chile, la cual posee circulación bidireccional. La particularidad de esta vía es que existen dos recorridos de buses que viran desde Vivaceta sur hacia el poniente por esta calle. Dado esto, se requiere mantener abierta la mediana, al menos para realizar este viraje, considerando necesaria la habilitación de una pista de viraje a fin de no entorpecer ni bloquear el tránsito de Vivaceta de sur a norte.

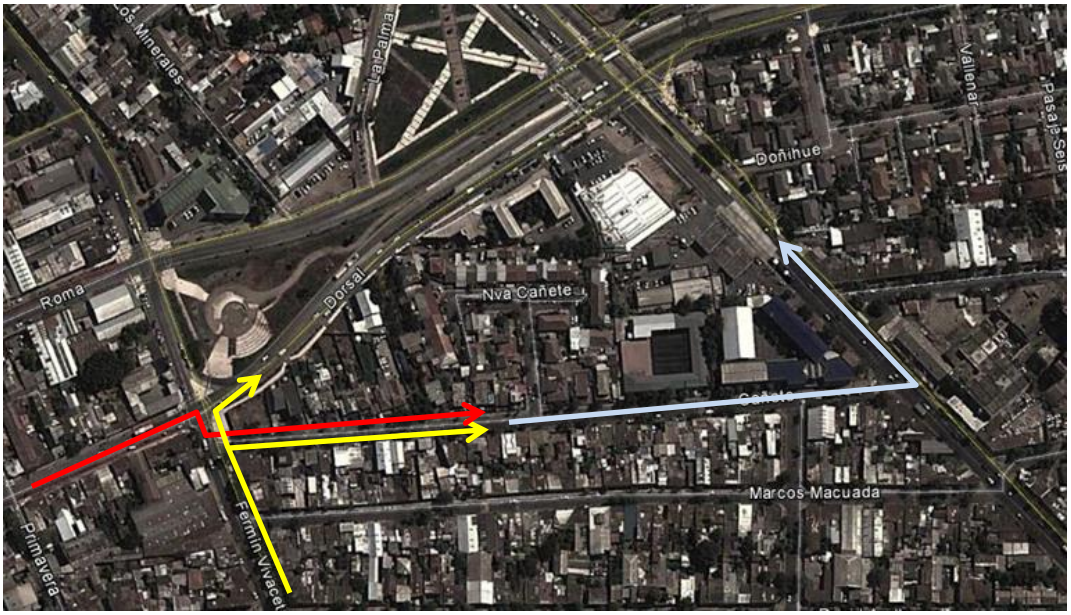
*Vivaceta / Isidoro Errázuriz*

La calle Isidoro Errázuriz es una vía unidireccional con sentido poniente oriente, la cual no presenta un flujo vehicular relevante. El semáforo ahí ubicado parece más bien justificado por el cruce peatonal y, en especial, por el hecho que directamente frente a esta calle se ubica un portón de acceso al hipódromo. En esta calle existen caballerizas y se observa con frecuencia el cruce de caballos de carrera hacia/desde el hipódromo.

Obviamente esta intersección no presenta problemática operacional alguna. El semáforo funciona actuado tanto por vehículos como peatones para el acceso secundario y cruce peatonal respectivamente.

*Vivaceta / 14 de la Fama – Cañete*

Esta intersección presenta algunos problemas operacionales derivados principalmente del acceso a calle Cañete. En efecto, los flujos que circulan de sur a norte por Vivaceta deben obligatoriamente virar a la derecha en Dorsal (14 de la Fama) ya que no pueden continuar actualmente hacia el norte por Vivaceta. Sin embargo, aquellos flujos que pretenden continuar hacia el norte por Independencia, deben virar en calle Cañete, ya que desde Dorsal no está permitido el viraje a la izquierda en Independencia. Esto no genera mayores problemas operacionales, ya que el flujo que llega desde el sur por Vivaceta es relativamente bajo. Del mismo modo, los flujos que circulan por 14 de la Fama hacia el oriente que tienen la intención de ir hacia el norte por Independencia, también deben entrar por calle Cañete. El problema es que en los períodos punta no es un flujo despreciable y deben virar a la izquierda con oposición, lo cual genera interferencias y bloqueos en Vivaceta. La imagen siguiente ilustra estos movimientos




En esta intersección se midió demoras, en donde el acceso poniente y sur, en la punta mañana, presentaron demoras sobre 1 min promedio por vehículo. En la punta tarde, las demoras medidas son muy bajas (menos de 40 seg promedio por veh). Evidentemente estos valores no representan niveles de congestión importantes.

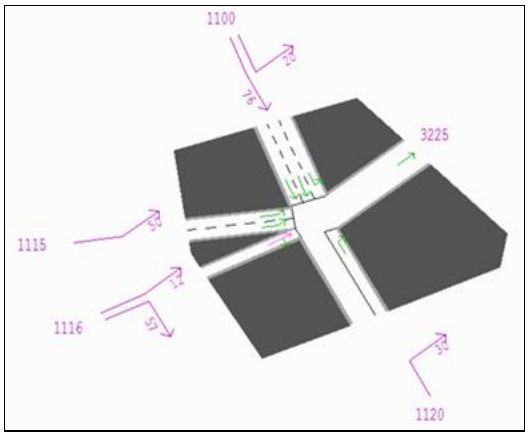
Se midió también longitud de cola en los accesos por Vivaceta. Por el norte la cola media máxima alcanzó de 25 y 28 veh en la punta mañana y punta tarde respectivamente, registrándose a penas valores de 1 y 4 veh como cola residual en los mismos períodos. Por el acceso sur, cabe consignar que Vivaceta posee solo 1 pista y la cola media máxima en la punta mañana alcanzó los 24 veh, pero además se midió casi 10 veh de cola residual. En la punta tarde la cola alcanzó un valor de 15 veh y no se observó cola residual. A pesar de los valores obtenidos en las mediciones en el acceso sur en la punta mañana, cabe mencionar que el consultor visitó en dos ocasiones adicionales este cruce en dicho período, no observando tantas colas.

Los paraderos de buses que existente en este cruce (al llegar a Cañete por el sur) y al llegar a 14 de la Fama por el norte, fueron medidos y presentan actividades bajísimas, con menos de 10 transferencias por hora.

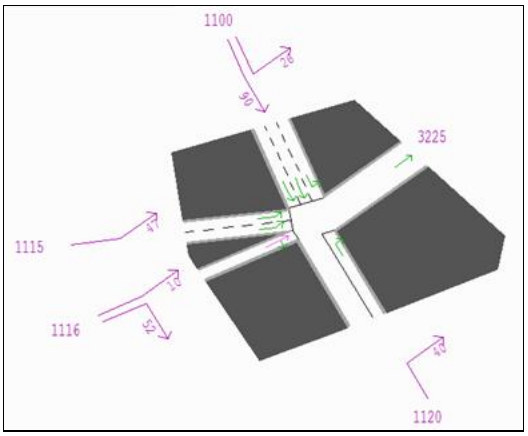
Con respecto a la modelación en la situación actual, el modelo muestra niveles bajos de congestión en este cruce, lo que concuerda con lo observado en terreno.

Figura 6-37 Grados de saturación Vivaceta / 14 de la Fama, Situación actual

Punta mañana



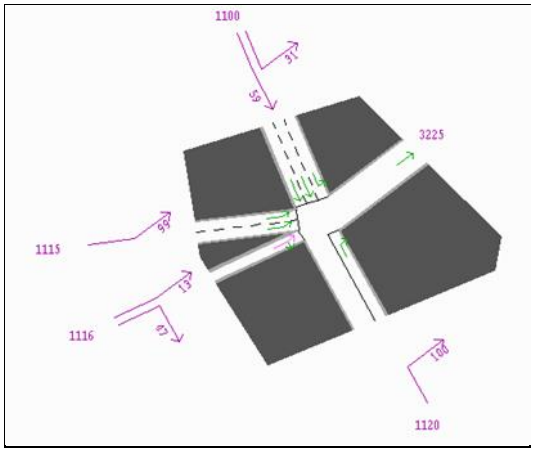

Punta tarde



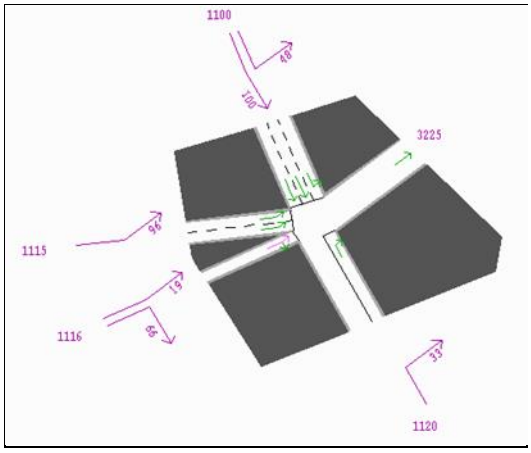

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT), se observa que los accesos sur y poniente se saturan en la punta mañana. En la punta tarde la saturación se produce por los accesos poniente y norte.

Figura 6-38 Grados de saturación Vivaceta / 14 de la Fama, situación base

Punta mañana 2020




Punta tarde 2025

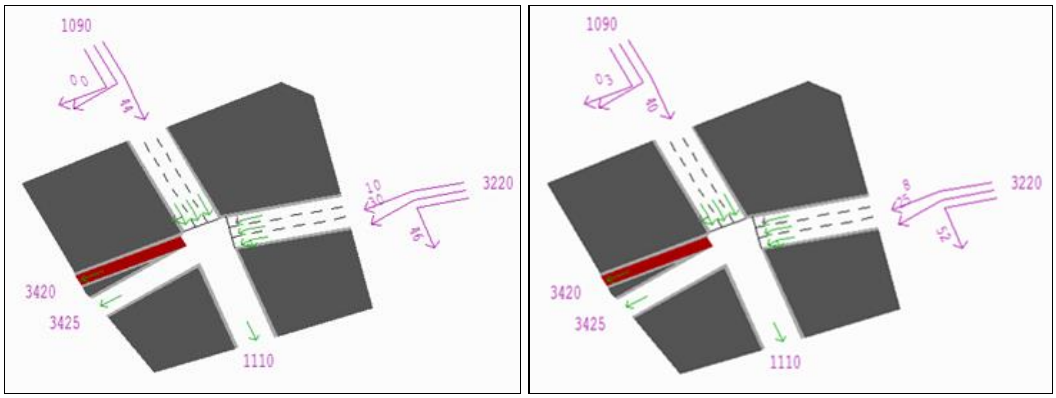



*Vivaceta / Roma*

Este cruce no presenta mayores problemas operacionales que hayan sido observados en terreno en la actualidad. La simulación de la situación actual lo corrobora como se puede observar en la figura siguiente

Figura 6-39 Grados de saturación Vivaceta / Roma, Situación actual

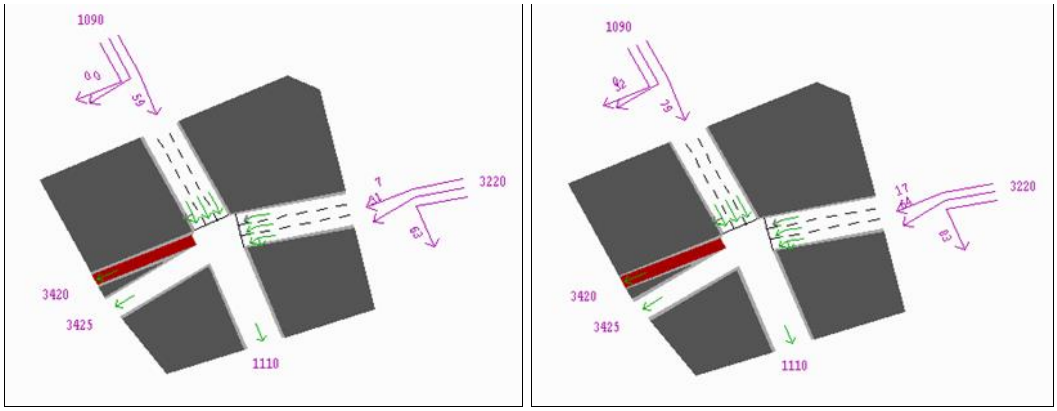
Punta mañana Punta tarde




En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) no muestran mayores problemas operacionales en esta intersección.

Figura 6-40 Grados de saturación Vivaceta / Roma, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025




d) Tramo 4: Dorsal – Independencia

Este tramo, de 1.260 m, solo posee una circulación unidireccional de norte a sur. En su desarrollo, solo existe una intersección semaforizada correspondiente al cruce con la calle El Olivo. El resto corresponde básicamente a calles menores de características principalmente residenciales y que presentan muy bajos flujos vehiculares, por lo que no representan un problema operacional.

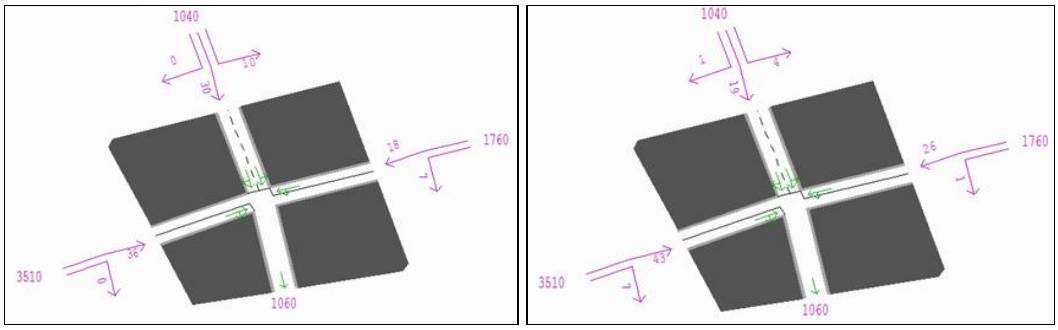
*Vivaceta / El Olivo*

Esta intersección semaforizada presenta bajos flujos transversales, por lo que no genera problemas de operación para los flujos que circulan por Vivaceta. No se observaron colas ni mayores conflictos vehículo-peatón.

La modelación de la situación actual corrobora lo indicado como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 6-41 Grados de saturación Vivaceta / El Olivo, Situación actual

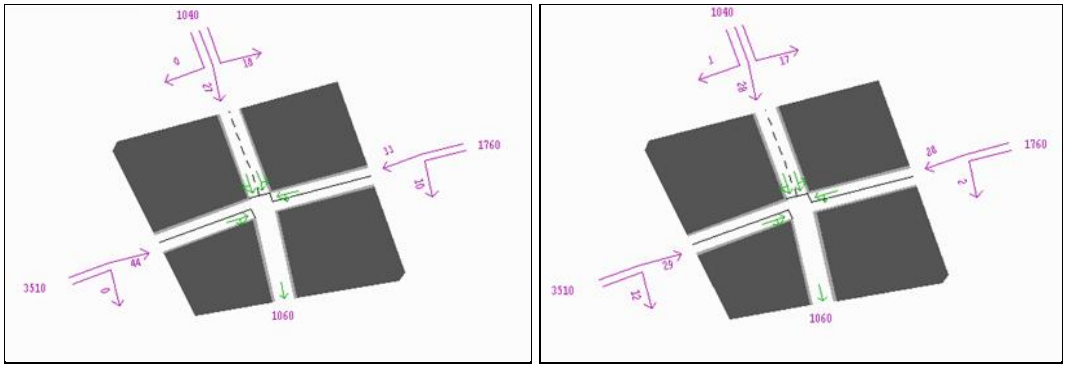
Punta mañana Punta tarde




En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) no muestran mayor problemas de operación en este cruce.

Figura 6-42 Grados de saturación Vivaceta / El Olivo, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2020




e) Tramo 5: Independencia – Diego Silva Henríquez

Este tramo, de 480 m de longitud, posee la característica particular que circulan de norte a sur los flujos que lo hacen por Av. Independencia en el sentido sur a norte. Por este tramo circula todo el transporte público de Independencia y un significativo porcentaje del flujo de tráfico general que sigue luego hacia el sur por Av. Independencia. Sin embargo, no presenta mayores problemas operacionales. En el tramo existen 2 intersecciones semaforizadas, Los Zapadores y Diego Silva Henríquez, y unas pocas de calles menores que se desarrollan hacia el poniente, con escaso flujo.

*Vivaceta / Los Zapadores*

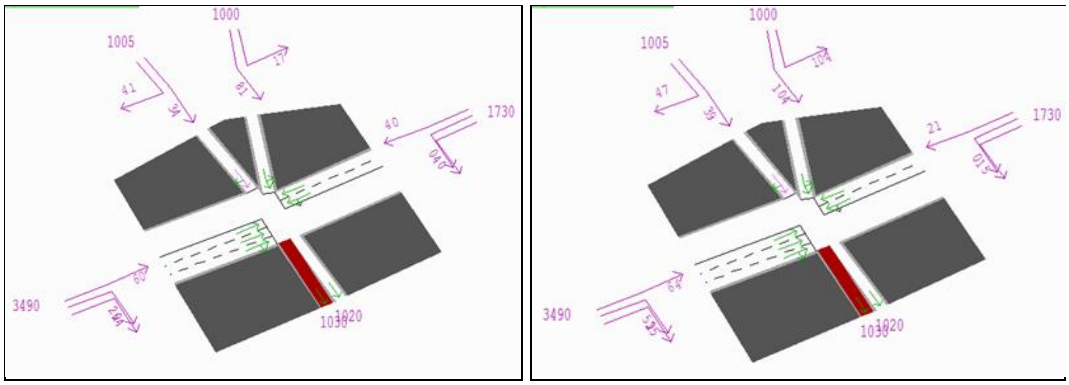
Esta intersección, si bien presenta flujos de mayor magnitud, no se observó grandes problemas de congestión en la punta mañana. En buena parte se debe a que la Av. Los Zapadores no tiene flujos tan intensos y sí muy buena capacidad, lo cual permite otorgar

al acceso por Vivaceta períodos de verde mayores. En la punta tarde, la situación es un tanto más precaria, existiendo un mayor grado de saturación para el acceso norte. Sin embargo, en este período el ciclo actual del semáforo es relativamente bajo (72 seg), por lo que puede aumentarse la capacidad del acceso aumentando dicho ciclo. La simulación de la situación actual corrobora lo anterior, como se observa en la figura siguiente.

Un aspecto adicional que se presenta en este cruce es el hecho de que por Vivaceta una de las dos pistas es exclusiva para buses, lo cual hace que la pista de tráfico general se congestione más. Sin embargo, es claro que en la realidad (así se observa en terreno), dicha pista (cuya demarcación se encuentra deteriorada) es poco respectada, siendo utilizada también por el tráfico general, disminuyendo el nivel de congestión observado. Esta situación no puede ser bien reproducida por el modelo, por cuanto al definir la pista como exclusiva de buses, ella no es utilizada por el tráfico general.

Figura 6-43 Grados de saturación Vivaceta / Los Zapadores, Sit. actual

Punta mañana Punta tarde

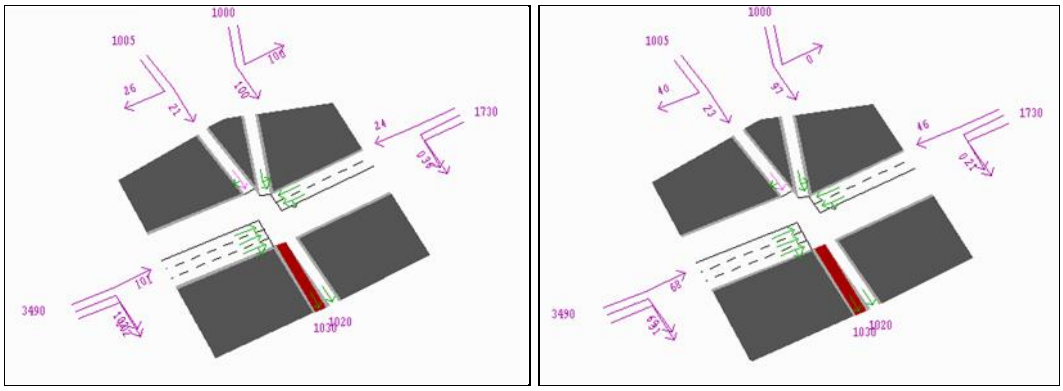



Se puede observar en la punta tarde como la pista de buses tienen solo un 39% de grado de saturación, mientras la de tráfico general 104%.

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) muestran, que se produce un incremento importante de los grados de saturación, en particular por la pista de vehículos privados del acceso norte en ambos períodos. Caben aquí los mismos comentarios respecto de la pista exclusiva de buses. Cabe notar también que, en esta modelación, la situación base considera operativo el metro Línea 3, el cual genera un impacto importante en los flujos de buses, lo cual hace que la pista exclusiva tenga una menor ocupación aun, poniendo en duda que se justifique. Podría buscarse ampliar este acceso a 3 pistas, de manera tal que posea una capacidad equivalente con el sentido sur-norte (Av. Independencia).

Figura 6-44 Grados de saturación Vivaceta / Los Zapadores, situación base

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025

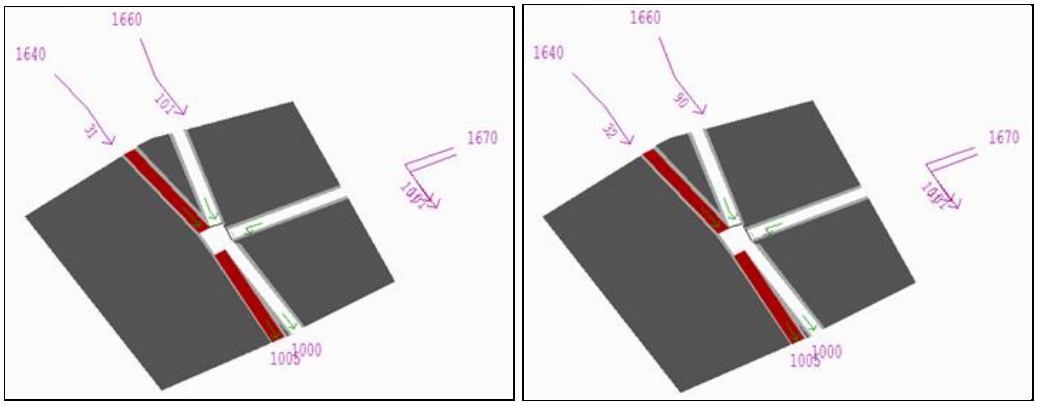



*Vivaceta / Diego Silva Henríquez*

En esta intersección, la situación es similar a la anterior. Si bien el grado de saturación del acceso por Vivaceta es alto, tanto en la punta mañana como en la punta tarde puede aumentarse significativamente el tiempo de ciclo, aumentando la capacidad del cruce y disminuyendo los grados de saturación. La situación de la pista exclusiva de buses en esta intersección es equivalente a lo mencionado para la intersección con Los Zapadores.

Figura 6-45 Grados de saturación Vivaceta / Diego Silva, Sit. actual

Punta mañana Punta tarde

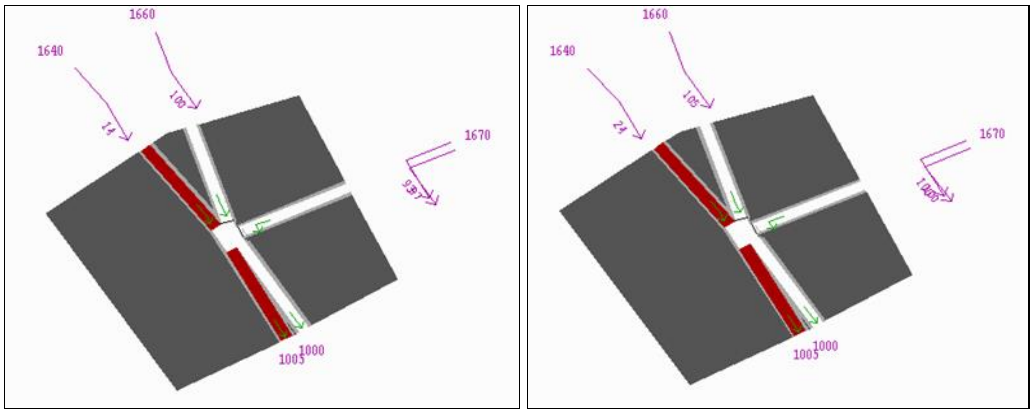



En la figura anterior, al igual que para el caso de Los Zapadores, se observa que el grado de saturación de la pista de buses es significativamente menor que la del tráfico general.

En relación al pronóstico de este cruce, las modelaciones de la situación base en 2020 (PM) y 2025 (PT) muestran que se mantiene la problemática mostrada para la situación actual, con el acceso por Vivaceta saturado, pero nótese lo bajo del grado de saturación de la pista de buses. Sería conveniente pensar en ampliar a 3 pistas este acceso.

Figura 6-46 Grados de saturación Vivaceta / Diego Silva, Sit. Base 2020

Punta mañana 2020 Punta tarde 2025



# 7 Análisis de alternativas preliminares

## 7.1 Diseño geométrico de alternativas preliminares

De manera preliminar se desarrolló 4 alternativas denominadas 1, 2, 3 y 4 que resuelven de distinta manera las deficiencias del eje detectadas en el diagnóstico. Para definir alternativas, se ha aceptado que su objetivo central es diseñar para Fermín Vivaceta un perfil de 4 pistas de circulación, dos en cada sentido de circulación. Como regla general, los trazados de las alternativas se ciñen al trazado actual de Fermín Vivaceta. Una descripción resumida de las alternativas se presenta a continuación.

Cuadro 7-1 Descripción de Alternativas

| Alter-nativa | Longitud (Km) | Descripción | Comentarios |
|---|---|---|---|
| 1 | 5,23 | Corresponde básicamente al mejoramiento de la situación actual, manteniendo 4 pistas de circulación entre Santa María y Dorsal y dos pistas en sentido norte-sur desde Dorsal hasta Independencia | Presenta aumento de capacidad entre Santa María y Dorsal<br>Expropiaciones mínimas<br>Incluye Ciclovía bidireccional con verdes mixta en algunos sectores |
| 2 | 5,27 | Se considera para toda la ruta una doble calzada más bandejón central de 4 m de ancho para permitir pistas de viraje | Aumento significativo de capacidad<br>Requiere expropiaciones sólo en donde no cabe el perfil propuesto<br>Incluye Ciclovías |
| 3 | 5,35 | Se considera para toda la vía una doble calzada más bandejón central de 6 m de ancho que permite pistas de viraje y paisajismo.<br>Basado en plano regulador, el sector de la comuna de Independencia se consolida en una faja de 40 m y el sector de la comuna de Conchalí se consolida en una faja de 35 m<br>Se otorga a Vivaceta el carácter de Vía Troncal | Aumento significativo de capacidad<br>Requiere expropiaciones para cumplir con las fajas estipuladas en plano regulador de las comunas involucradas<br>Incluye Ciclovías |
| 4 | 5,23 | Corresponde a la Alternativa 2 en el tramo entre Aníbal Pinto y Dorsal y a la Alternativa 1 entre Dorsal y Diego Silva Henríquez | Esta alternativa se generó al identificar mayor potencial de beneficios sobre la combinación de las alternativas 1 y 2 |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo del diseño geométrico se hizo sobre una topografía elaborada por el consultor, la cual fue visada y aprobada por Sectra.

Para abordar el diseño geométrico de este estudio, se consideraron las normas y recomendaciones del REDEVU, manual para vialidad urbana editado por el MINVU.

El presente capitulo se refiere al diseño geométrico de las alternativas presentadas y de la vialidad adyacente. Se consideró una velocidad de proyecto 60 kph, que implica siguientes parámetros para el diseño:

Cuadro 7-2 Parámetros de Diseño para 60 kph (Redevu)

| Perspectiva | Parámetro | Nomenclatura | Valores |
|---|---|---|---|
| Planta | Radio Mín | Rm (m) | 370 |
| | Desarrollo Mím (w =$9^g$/>$20^g$) | D (m) | 50 |
| | Recta Mín curva dist. Sentido | Lr (m) | 0 |
| | Recta Mín curva mismo Sentido | Lr (m) | 50 |
| Alzado | Pendiente Máx. | i (%) | 4,0 |
| | Curva Vertical Convexa | Kv (m) | 1000 |
| | Curva Vertical Cóncava iluminada | Kci (m) | 550 |
| | Long. Mín Curva | 2T (m) | 60 |

Nota: Teniendo en cuenta que este es un prediseño, los parámetros indicados son criterios generales, pudiéndose modificar en algunos casos.
Fuente: Elaboración propia.

La rasante para las tres alternativas que se presentan corresponde a una envolvente a la rasante actual, debido a que su trazado coincide con lo existente. Las pendientes transversales de las calzadas son de 2%, desde el eje hacia afuera, y las de las aceras también de 2% hacia las calzadas.

A continuación se indican las características principales de los prediseños, los perfiles tipo y las intersecciones más relevantes de cada una de las alternativas.

### 7.1.1 Alternativa 1

Considera el aprovechamiento óptimo de la faja existente, realizando el mínimo de expropiaciones. Por consiguiente, el perfil transversal tipo corresponde a lo actualmente habilitado.

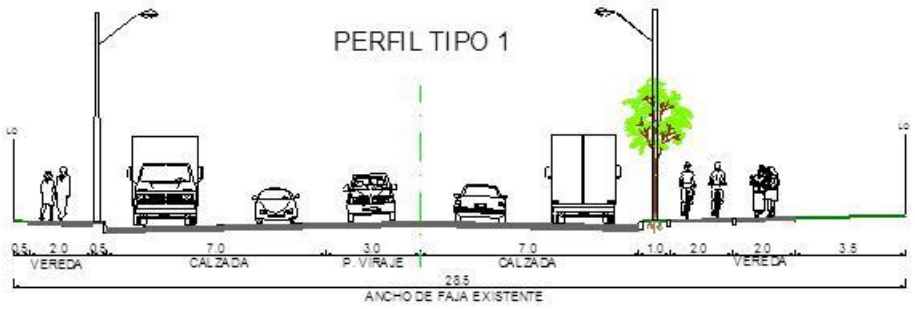
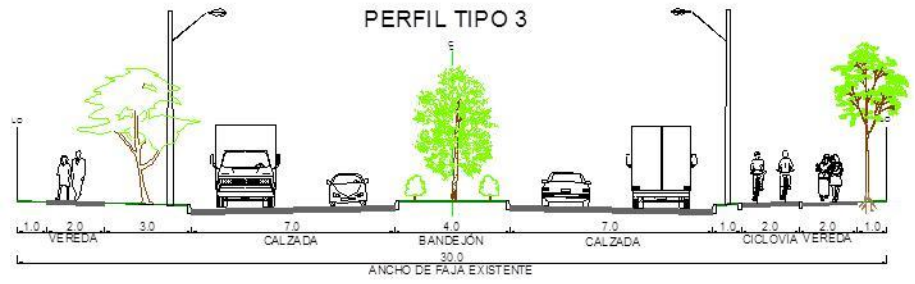
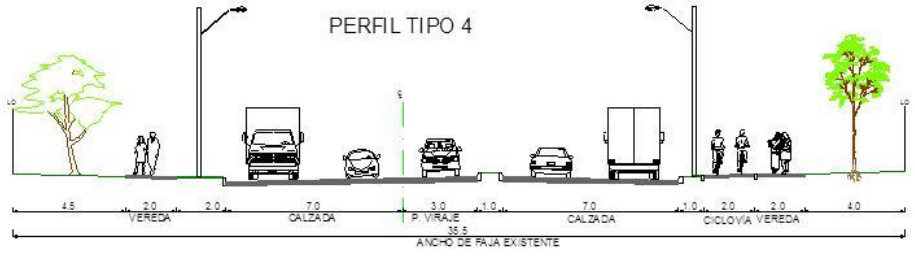
El perfil de esta alternativa consta de 4 pistas, entre Santa María y Dorsal, generando pistas exclusivas de viraje en las intersecciones donde los flujos las requieran. Además este perfil cuenta con veredas peatonales en ambos costados de 2 m de ancho en toda su longitud, que es de 5,23 Km.

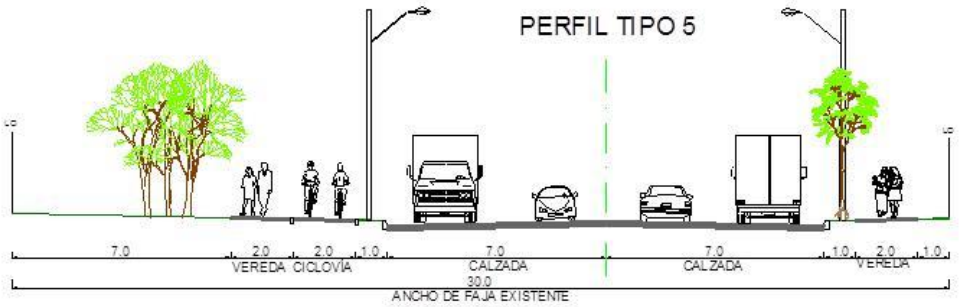
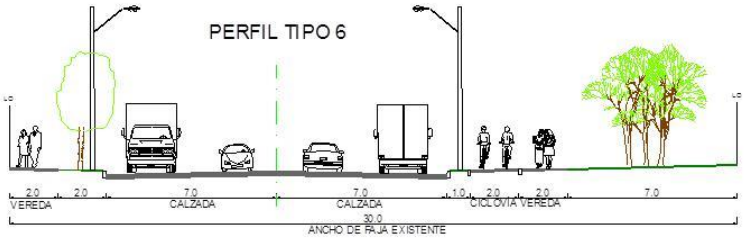
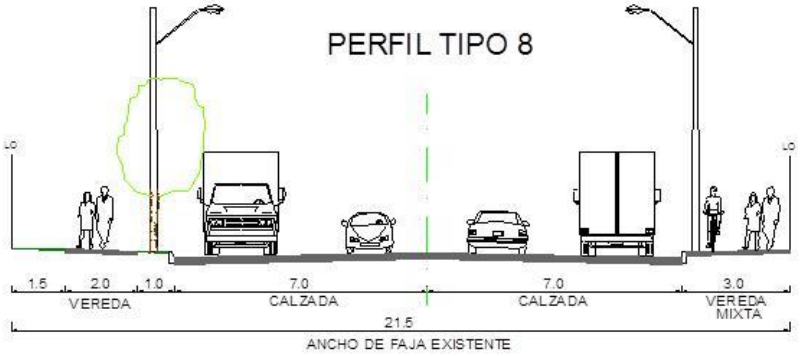
Principalmente esta alternativa sigue el trazado actual, haciendo mejoras geométricas en el eje de modo de evitar al máximo las expropiaciones

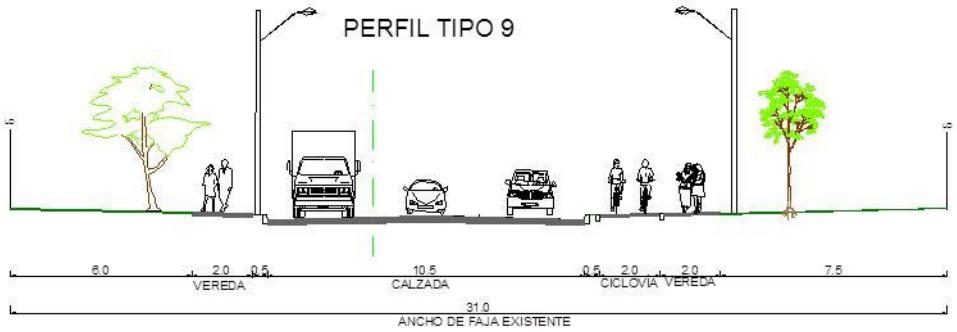
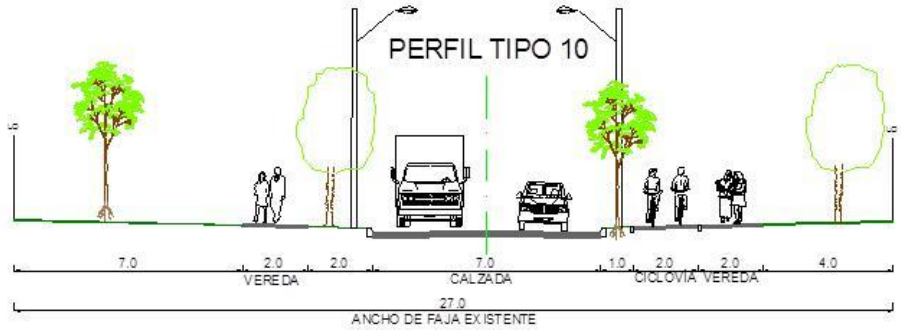
Los perfiles tipo característicos para este diseño se muestran en las figuras siguientes.

a) Perfiles Tipo Alternativa 1

Cuadro 7-3: Perfiles Tipo, Alternativa 1

| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 1 |
|---|---|
| Perfil Tipo 1. Bidireccional con pistas de viraje |  |
| Perfil Tipo 2. Bidireccional con 4 pistas |  |
| Perfil Tipo 3. Bidireccional con mediana |  |
| Perfil Tipo 4. Bidireccional con pistas de viraje y mediana |  |

| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 1 |
|---|---|
| Perfil Tipo 5 |  |
| Perfil tipo 6 |  |
| Perfil Tipo 7. Unidireccional con 3 pistas |  |
| Perfil Tipo 8. Unidireccional con 2 pistas |  |

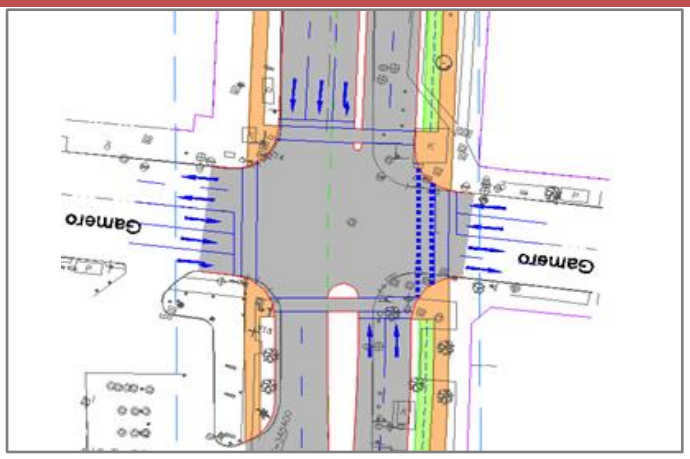
| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 1 |
|---|---|
| Perfil tipo 9 |  |
| Perfil tipo 10 |  |

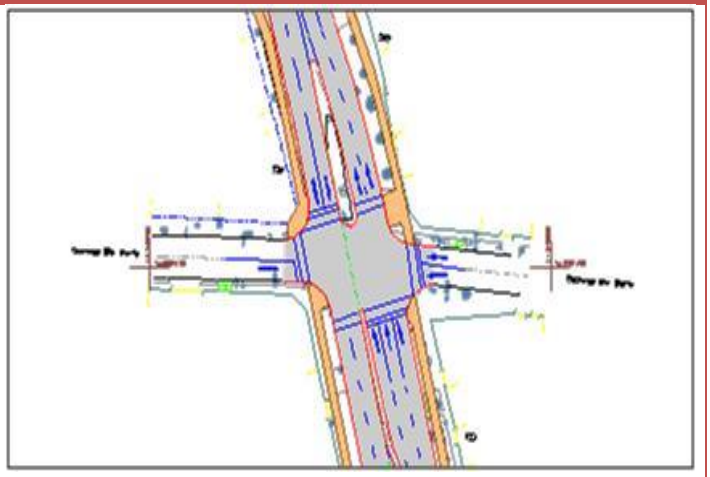
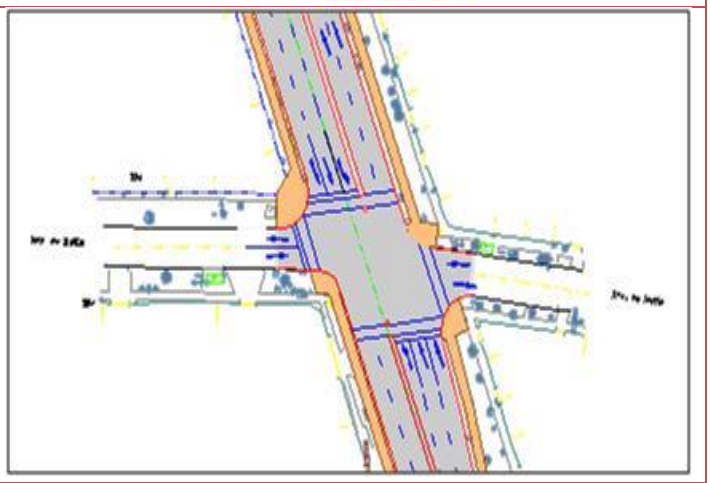
Fuente: Elaboración propia.

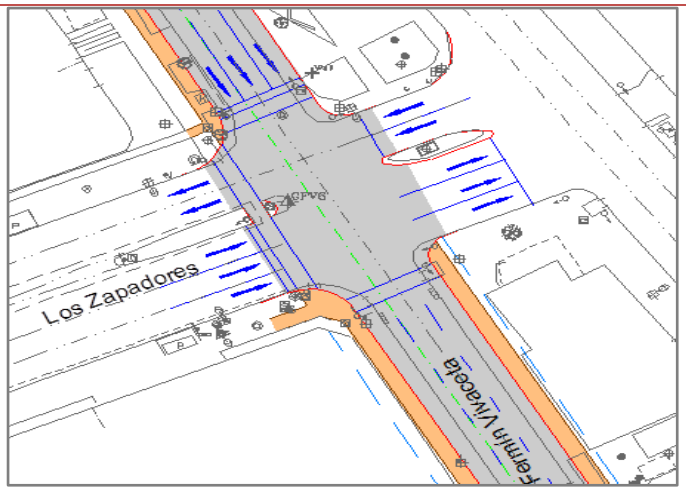
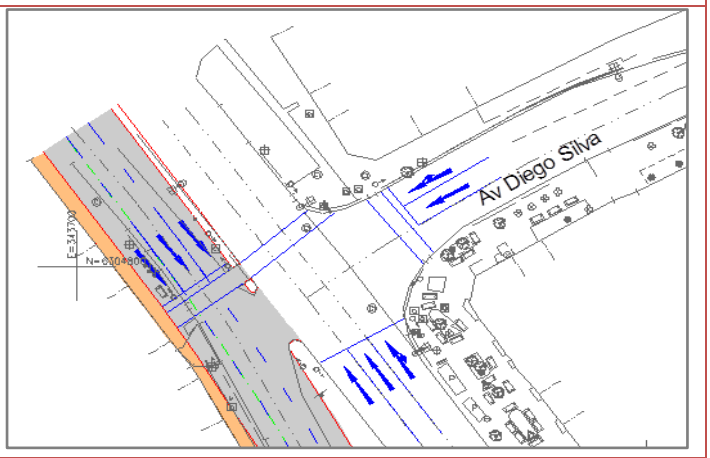
b) Intersecciones relevantes en Alternativa 1

En la Alternativa 1, se rediseñan los siguientes cruces e intersecciones:

Cuadro 7-4: Diseño Intersecciones Relevantes, Alternativa 1

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 1 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Gamero**, en esta intersección se generó una pista exclusiva de viraje izquierda desde el acceso norte de Vivaceta |  |

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 1 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Domingo Santa María**, se genera pista exclusiva de viraje desde el sur hacia el poniente |  |
| **Fermín Vivaceta con Nueva de Matte**, generación de pistas exclusivas de viraje izquierda desde Vivaceta al poniente y al oriente |  |
| **Fermín Vivaceta con Dorsal**, fin de la bidireccionalidad de Vivaceta, desde Dorsal al norte el sentido del tránsito es sólo de norte a sur |  |

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 1 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Negrete,** se rediseña esta intersección mejorando y alineando la geometría de Vivaceta |  |
| **Fermín Vivaceta con Zapadores,** se genera una tercera pista en el acceso norte. |  |
| **Fermín Vivaceta con Diego Silva Enríquez,** se genera una tercera pista en el acceso norte. |  |

Fuente: Elaboración propia.

Los diseños de esta alternativa se encuentran en DVD en la carpeta 06 Alternativas preliminares de diseño / Alternativa 1.

### 7.1.2 Alternativa 2

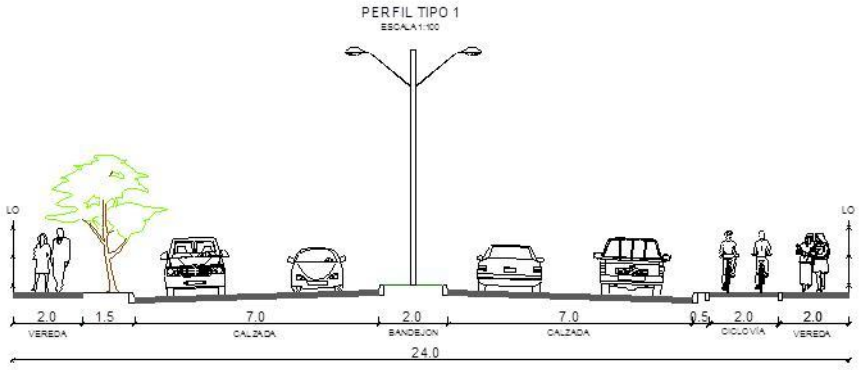
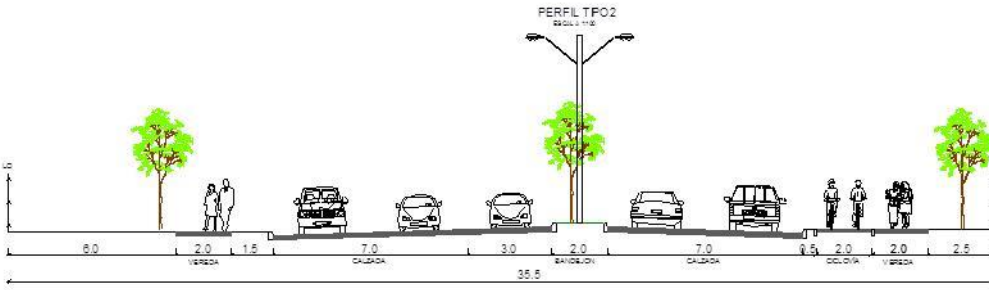
Esta alternativa mantiene el trazado del eje actual de Fermín Vivaceta, considerando una doble calzada de 7 m de ancho cada una y una mediana de ancho variable, según las características del sector, que permite generar pistas exclusivas de viraje en las intersecciones que lo requieren. La longitud de trazado es de 5,27 Km.

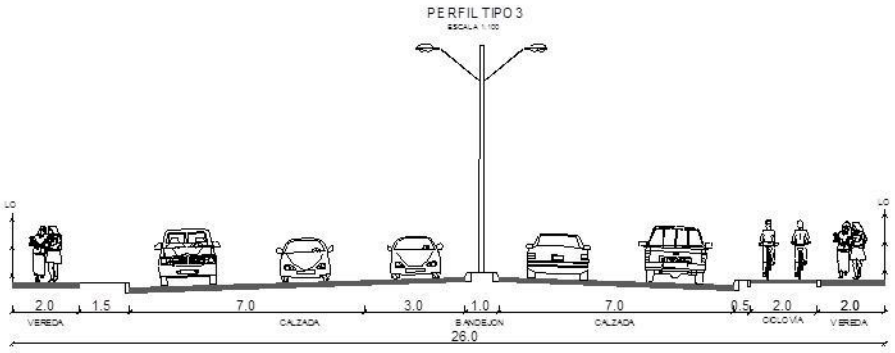
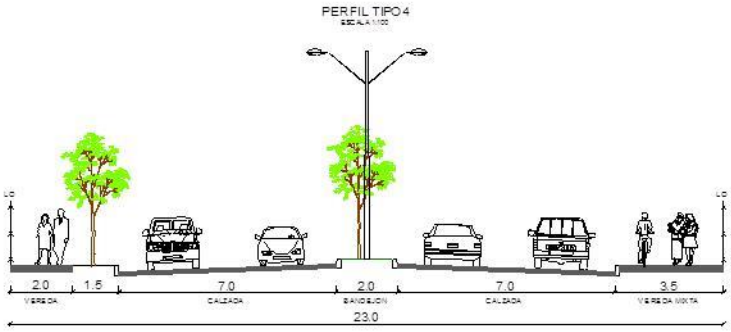
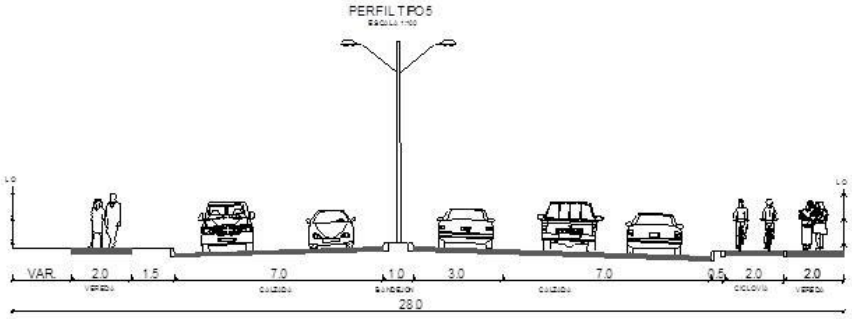
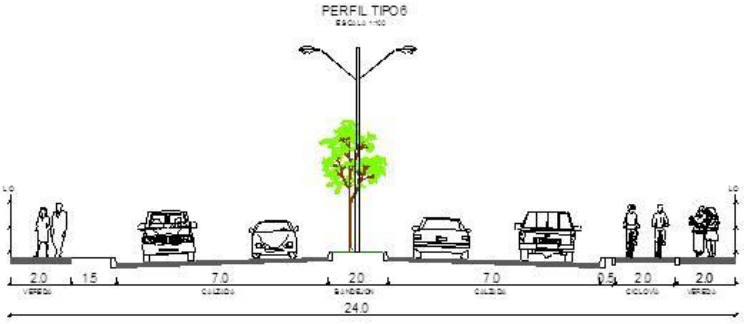
Con lo anterior, se otorga a esta vía un aumento significativo de capacidad vehicular, para lo cual son necesarias ciertas expropiaciones en los sectores en donde no cabe el perfil propuesto.

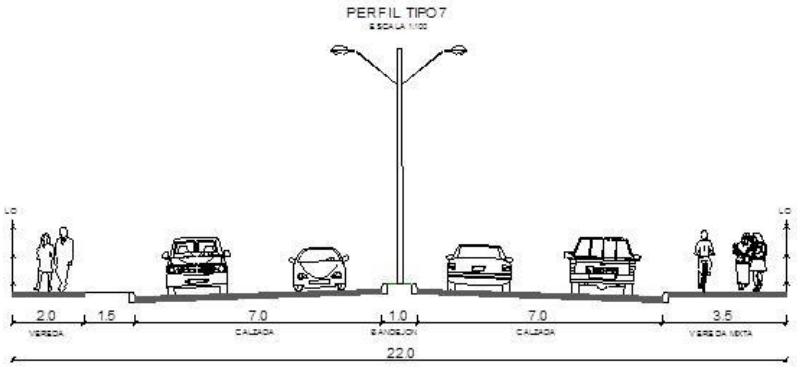
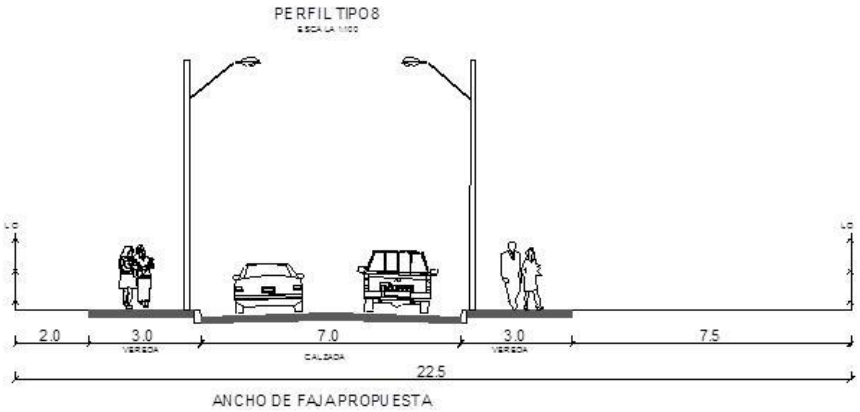
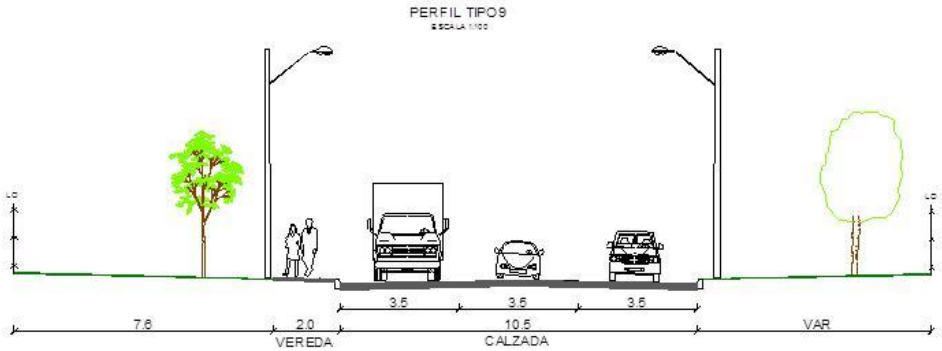
Los perfiles tipo característicos de este diseño se muestran en las figuras siguientes, ajustando algunos de ellos a restricciones particulares en sectores más duros de expropiar.

a) Perfiles Tipo Alternativa 2

Cuadro 7-5: Perfiles Tipo, Alternativa 2

| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 2 |
|---|---|
| Perfil Tipo 1 Doble calzada y mediana de 3 m. |  |
| Perfil Tipo 2 Doble calzada con pista de viraje y mediana de 2 m. |  |

| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 2 |
|---|---|
| Perfil tipo 3 |  |
| Perfil Tipo 4 Perfil restringido. Doble calzada con mediana y aceras de 2 m. |  |
| Perfil tipo 5 |  |
| Perfil tipo 6 |  |

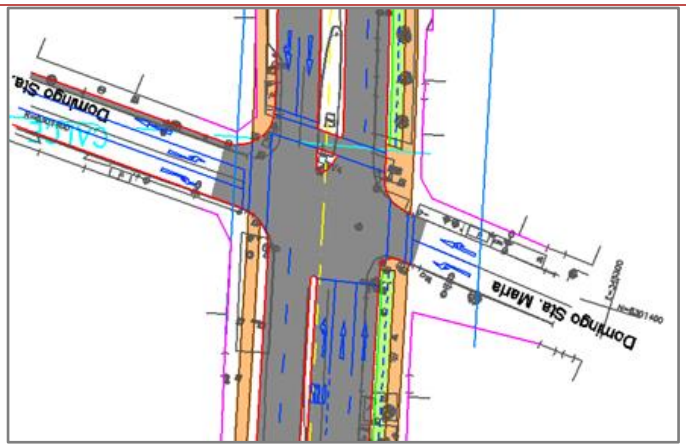
| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 2 |
|---|---|
| Perfil tipo 7 |  |
| Perfil Tipo 8 Perfil de trazado nuevo unidireccional. Conexión Fermín Vivaceta con Independencia |  |
| Perfil Tipo 9 Perfil unidireccional sentido norte-sur en Vivaceta al norte de Almirante Silva Palma |  |

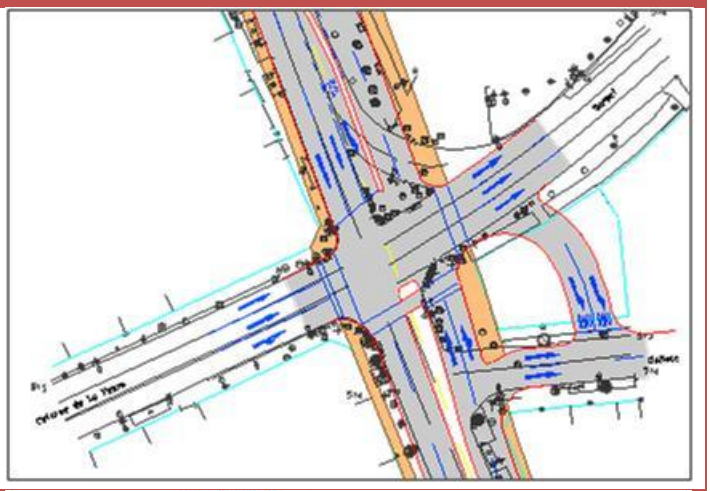
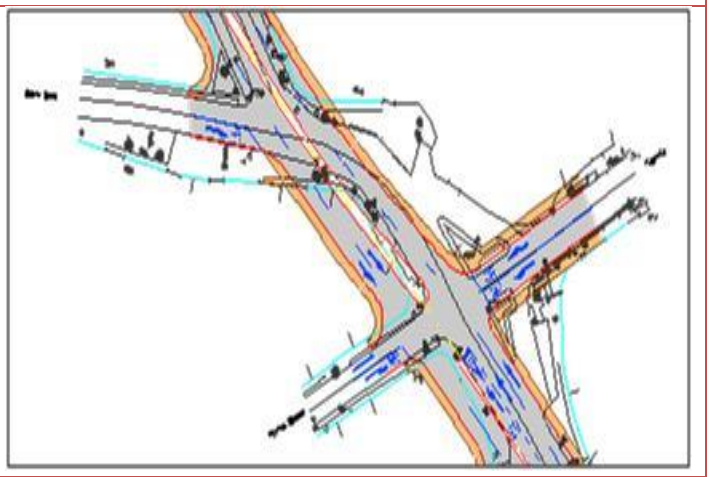
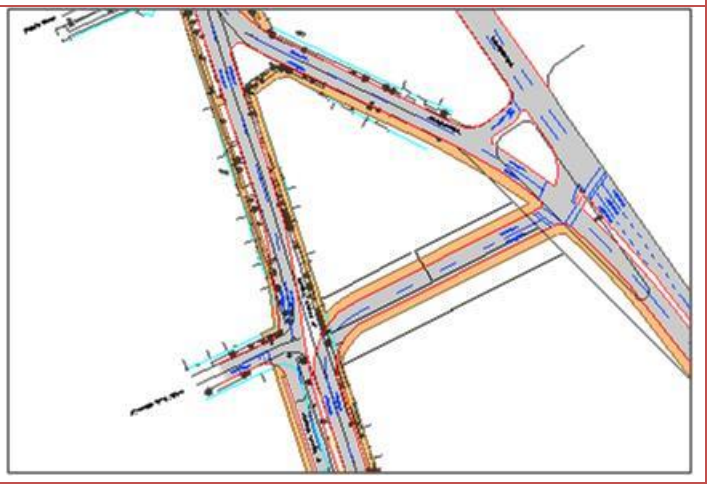
Fuente: Elaboración propia.

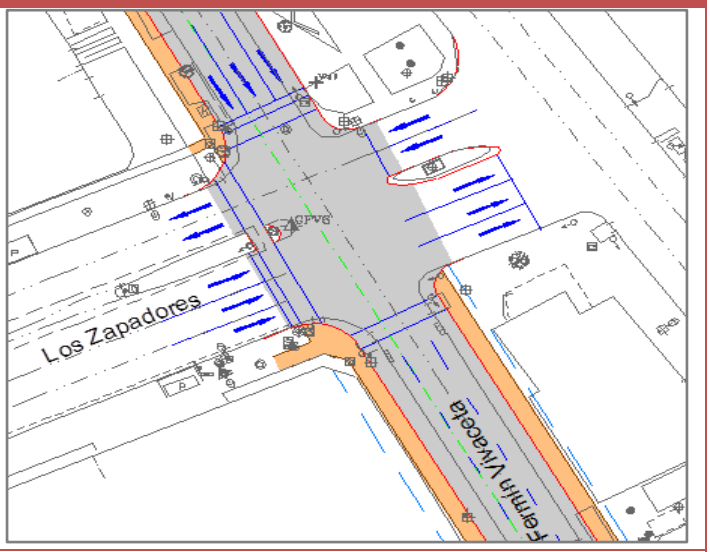
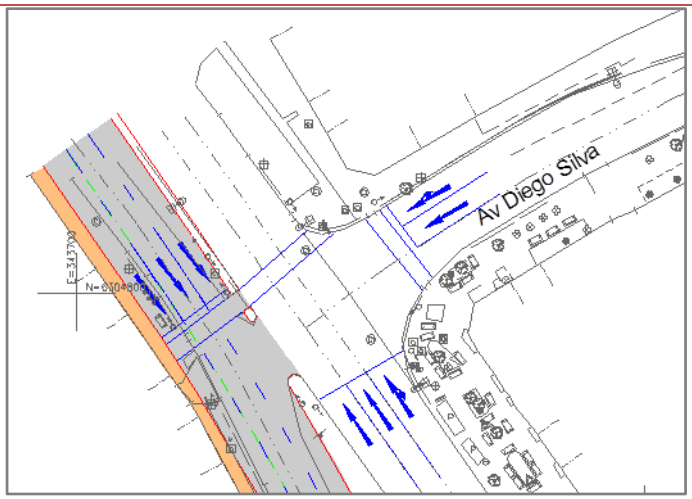
b) Intersecciones relevantes en Alternativa 2

En la Alternativa 2, se rediseñan los siguientes cruces e intersecciones

Cuadro 7-6: Diseño Intersecciones Relevantes, Alternativa 2

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 2 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Gamero**, en esta intersección se generó una pista exclusivas de viraje izquierda desde el acceso norte de Vivaceta |  |
| **Fermín Vivaceta con Domingo Santa María**, se genera pista exclusiva de viraje desde el sur hacia el poniente y se agrega una pista de viraje a la derecha en el acceso poniente. |  |
| **Fermín Vivaceta con Nueva de Matte**, generación de pistas exclusivas de viraje izquierda desde Vivaceta al poniente y al oriente, y una pista corta para viraje a la derecha desde el poniente. |  |

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 2 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Dorsal**, se mantiene la bidireccionalidad de Vivaceta, desde Dorsal al norte |  |
| **Fermín Vivaceta con Negrete,** se rediseña esta intersección mejorando y alineando la geometría de Vivaceta |  |
| **Fermín Vivaceta con Almirante Silva Palma,** se rediseña esta intersección generando una conexión al oriente entre Vivaceta e Independencia para el flujo sur-norte de Vivaceta. De ahí al norte, el flujo de Vivaceta es unidireccional en sentido norte-sur |  |

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 2 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Zapadores,** se genera una tercera pista en el acceso norte. |  |
| **Fermín Vivaceta con Diego Silva Enríquez,** se genera una tercera pista en el acceso norte. |  |

Fuente: Elaboración propia.

Los diseños de esta alternativa se encuentran en DVD en la carpeta 06 Alternativas preliminares de diseño / Alternativa 2.

### 7.1.3 Alternativa 3

Esta alternativa mantiene el mismo trazado de las alternativas anteriores. Se considera para toda la vía una doble calzada más mediana de 4 m de ancho, que permite la incorporación pistas de viraje, paisajismo e iluminación central. La longitud del trazado de la alternativa es de 5,35 Km.

Basado en planos reguladores, el sector de la comuna de Independencia se consolida en una faja de 40 m. y el sector de la comuna de Conchalí se consolida en una faja de 35 m.

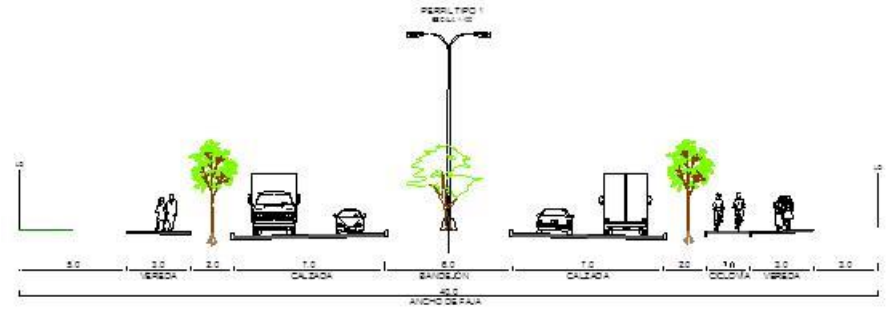
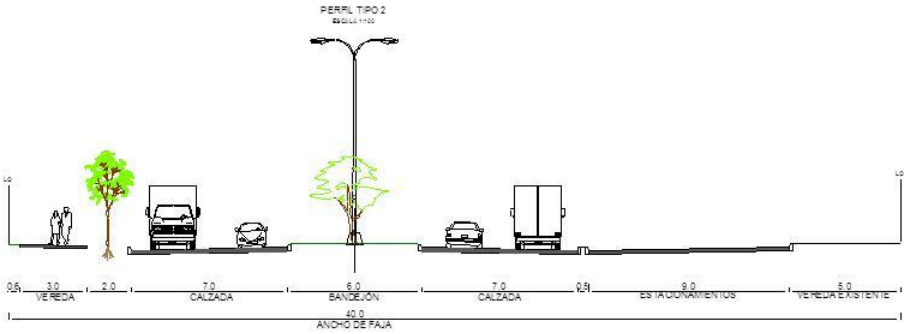
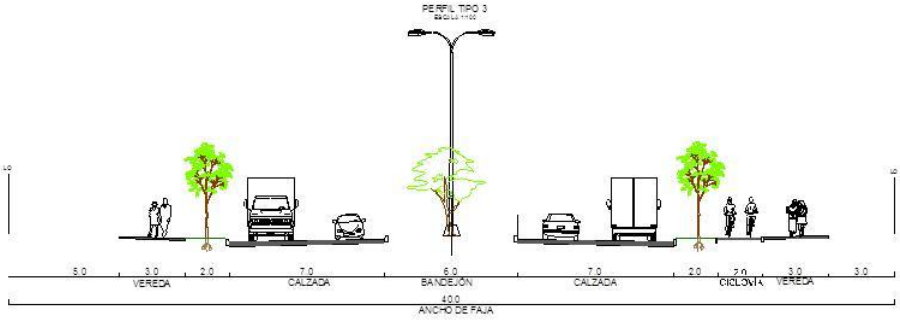
En esta alternativa se otorga a Vivaceta el carácter de Vía Troncal con un aumento bastante significativo de capacidad vehicular, para lo cual se requiere de expropiaciones

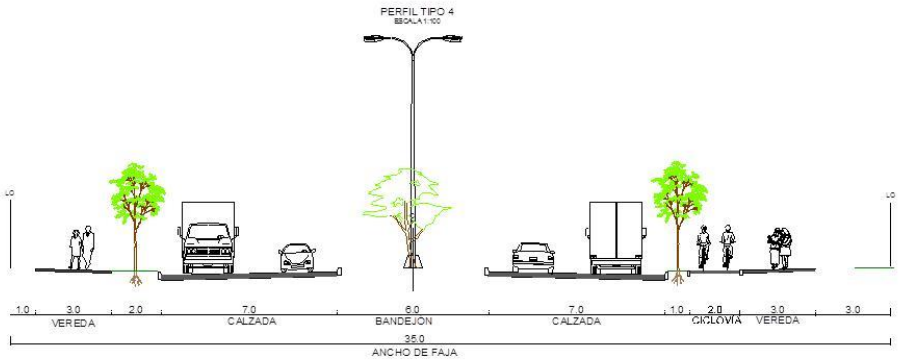
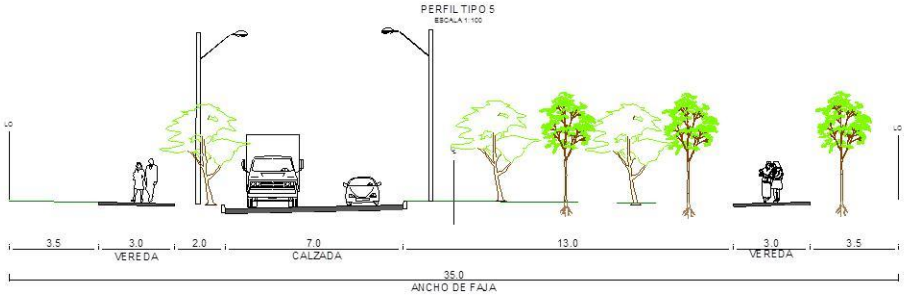
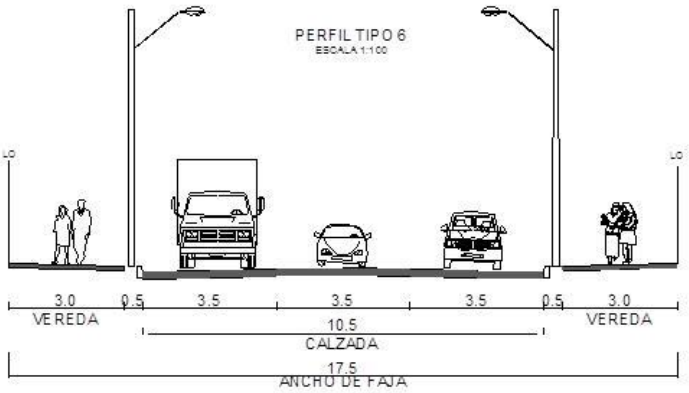
considerables para cumplir con los anchos de fajas de acuerdo a los planos reguladores de las comunas involucradas

A continuación se presenta los perfiles tipos de esta alternativa.

a) Perfiles Tipo Alternativa 3

Cuadro 7-7: Perfiles Tipo, Alternativa 3

| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 3 |
|---|---|
| Perfil Tipo 1. Doble calzada con mediana y aceras de 3.0 m entre Aníbal Pinto y Baldomero Lillo |   |
| Perfil Tipo 2. Doble calzada y estacionamientos frente al Mall |   |
| Perfil Tipo 3. Doble calzada con mediana de 6 m y aceras de 3 m. |   |

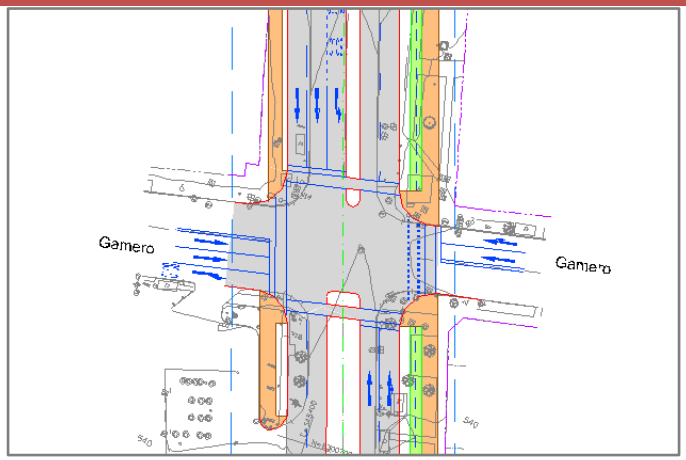
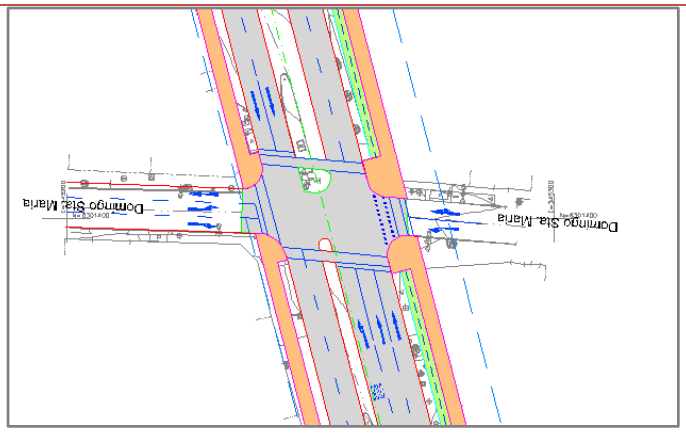
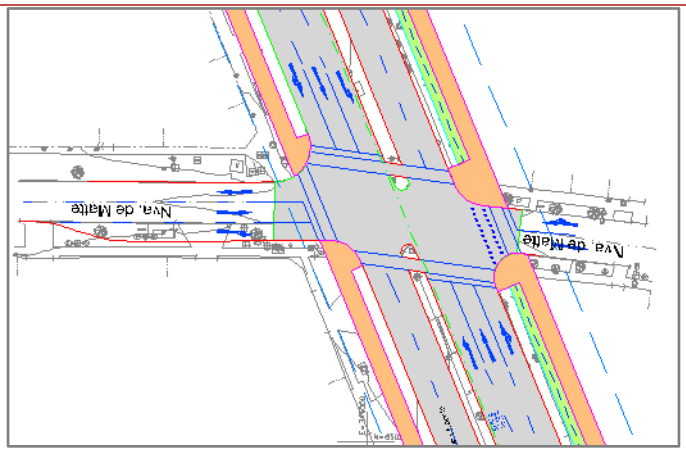
| Descripción | Perfiles Tipo, Alternativa 3 |
|---|---|
| Perfil Tipo 4. Doble calzada con mediana de 6 m y aceras de 3.0 m. |   |
| Perfil tipo 5 |   |
| Perfil tipo 6, tramo unidireccional entre Diego silva y Almirante Silva Palma |   |

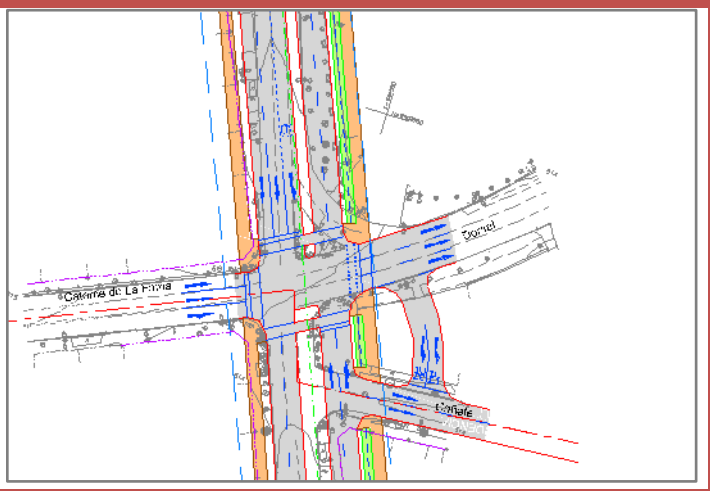
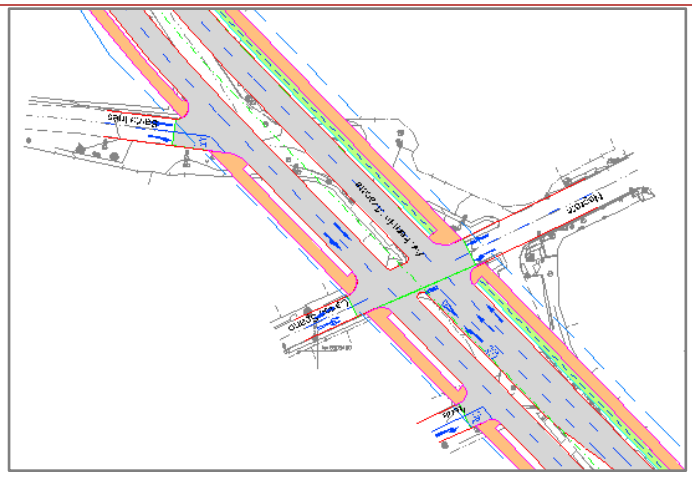
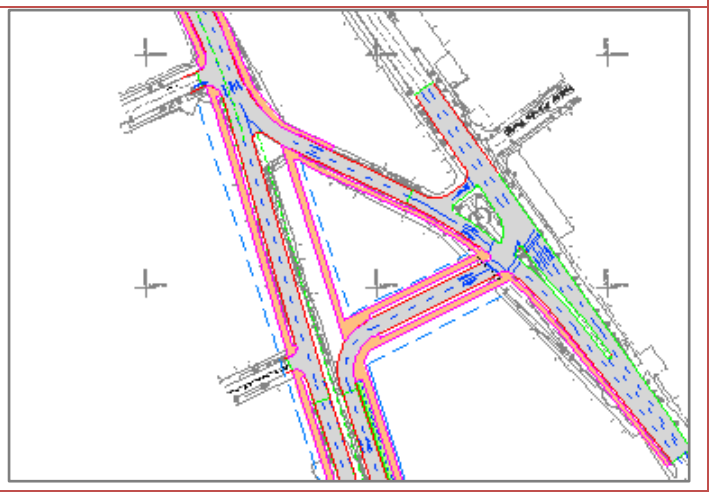
Fuente: Elaboración propia.

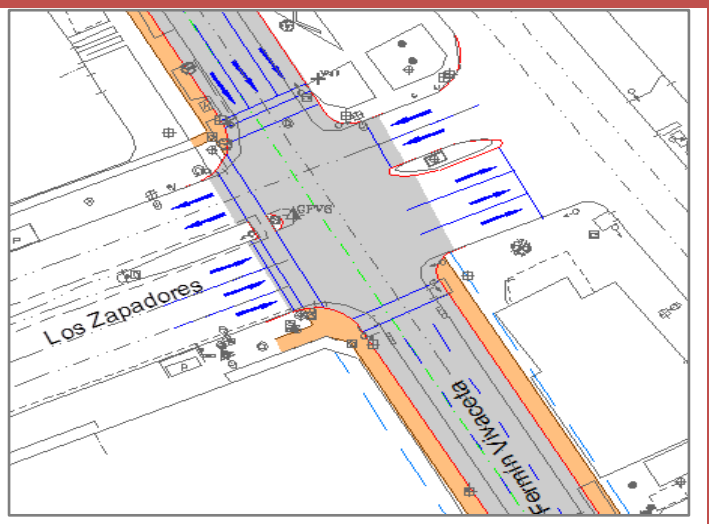
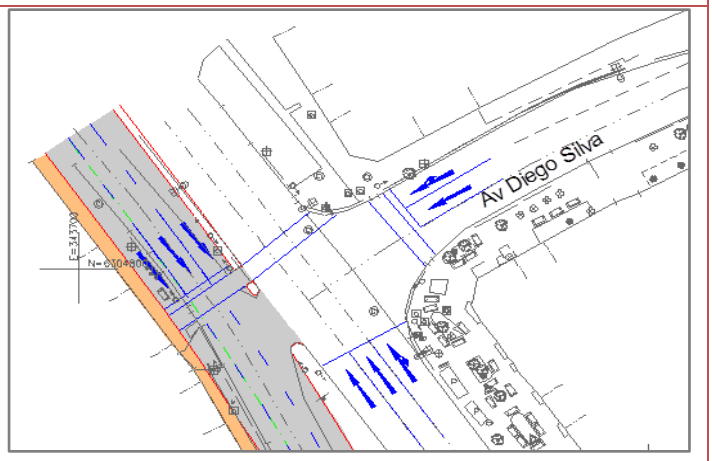
b) Intersecciones relevantes en Alternativa 3

En la Alternativa 2, se rediseñan los siguientes cruces e intersecciones

Cuadro 7-8: Diseño Intersecciones Relevantes, Alternativa 3

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 3 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Gamero**, en esta intersección se generan pistas exclusivas de viraje izquierda desde Vivaceta hacia Gamero |  |
| **Fermín Vivaceta con Domingo Santa María**, se genera pista exclusiva de viraje desde el sur hacia el poniente |  |
| **Fermín Vivaceta con Nueva de Matte**, generación de pistas exclusivas de viraje izquierda desde Vivaceta al poniente y al oriente |  |

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 3 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Dorsal**, se mantiene la bidireccionalidad de Vivaceta, desde Dorsal al norte |  |
| **Fermín Vivaceta con Negrete,** se rediseña esta intersección mejorando y alineando la geometría de Vivaceta |  |
| **Fermín Vivaceta con Almirante Silva Palma,** al igual que la alternativa 2**,** se rediseña esta intersección generando una conexión al oriente entre Vivaceta e Independencia para el flujo sur-norte de Vivaceta. De ahí al norte, el flujo de Vivaceta es unidireccional en sentido norte-sur |  |

| Descripción | Diseño intersecciones, Alternativa 3 |
|---|---|
| **Fermín Vivaceta con Zapadores,** se genera una tercera pista en el acceso norte. |  |
| **Fermín Vivaceta con Diego Silva Enríquez,** se genera una tercera pista en el acceso norte. |  |

Fuente: Elaboración propia.

Los diseños de esta alternativa se encuentran en DVD en la carpeta 06 Alternativas preliminares de diseño / Alternativa 3.

### 7.1.4 Alternativa 4

Corresponde a la Alternativa N°2 entre Aníbal Pinto y Dorsal y a la Alternativa N°1 entre Dorsal y Diego Silva Henríquez. Los perfiles y diseño de intersecciones relevantes son los mismos presentados en las alternativas respectivas. Los diseños de esta alternativa se encuentran en DVD en la carpeta 06 Alternativas preliminares de diseño / Alternativa 4.

## 7.2 Diseño de pavimentos de alternativas preliminares

Este apartado aborda los diseños preliminares para el pavimento de la avenida Fermín Vivaceta. Cabe señalar que en esta etapa se cuenta con el estudio de suelos, faltando aún por realizar el estudio de tránsito.

### 7.2.1 Aspectos generales

Para la especificación de espesores en los distintos casos, se ha tenido presente el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias de SERVIU Metropolitano.

Las prospecciones de suelos realizadas en el sector, muestran la existencia de un suelo de subrasante areno-limoso con capacidad de soporte inferior a 35%, por lo cual los diseños de pavimento consideran la inclusión de una capa de sub-base granular.

De acuerdo con lo solicitado por el mandante, se presenta en esta etapa soluciones en asfalto y en hormigón.

### 7.2.2 Pavimento asfáltico

a) Solicitación de tránsito

La vía se ha asimilado a la categoría de troncal por lo cual, y de acuerdo con el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvia de SERVIU, se ha considerado una solicitación de tránsito W18 = 11.000.000 EE, para el diseño de la solución asfáltica.

b) Módulo resiliente de la subrasante (Mr)

Se realizó una prospección de suelos en base a la excavación de calicatas de 1,5 m de profundidad, distribuidas a lo largo de la vía en estudio. Los principales resultados de dicha prospección se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 7-9: Cálculo del Módulo de resilencia de la subrasante

| Pzo | Cotas | | Clasificación | | Límites Atterberg | | CBR | Mr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | De | A | AASHTO | USCS | LL | IP | (%) | kg/cm$^2$ |
| 1 | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 26 | 3 | 29,4 | 862 |
| 2 | 0,03 | 1,50 | A-2-4 | SM | 28 | 2 | | |
| 3 | 0,05 | 1,60 | A-2-4 | SM | 29 | 3 | 26,2 | 804 |
| 4 | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 38 | 4 | 23,7 | 758 |
| 5 | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 39 | 4 | 12,8 | 525 |
| 6 | 0,05 | 1,50 | A-1b | SM | 25 | NP | | |
| 7 | 0,05 | 1,57 | A-4 | SM | 33 | 3 | | |
| 8 | 0,05 | 1,50 | A-5 | ML | 44 | 9 | | |
| 9 | 0,05 | 1,55 | A-5 | ML | 42 | 7 | | |
| 10 | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 22 | NP | | |
| | | | | | | | **Promedio** | **737** |
| | | | | | | | Desviación estándar | 147,6 |
| | | | | | | | Coeficiente de Variación | 0,20 |

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior muestra además el valor del Módulo de Resiliencia de la subrasante (Mr), calculado a partir del valor CBR, haciendo uso de la expresión establecida en el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias de SERVIU, que se reproduce a continuación.

$$M_r = 115{,}247\ CBR^{0{,}595}\ \ 2 \leq \text{CBR}\ \leq 30$$

c) Módulo de la base

De acuerdo al Manual SERVIU, para el material CBR ≥ 80% se consideró un Módulo MBASE = 2.043 kg/cm$^2$.

d) Confiabilidad de diseño

En el Manual SERVIU se especifica que la confiabilidad de diseño para vías troncales debe ser igual o superior a 75%, lo que implica una abscisa de la curva normalizada de la distribución de Gauss ZR = -0,674.

e) Desviación estándar combinada (So)

Para pavimentos de asfalto se considera So = 0,45.

f) Pérdida de serviciabilidad

Los pavimentos asfálticos nuevos alcanzan una serviciabilidad pi = 4,2 y considerando que al fin de la vida de diseño ésta llegue a pf = 2,0, se tiene para el diseño una pérdida de serviciabilidad $\Delta$p = 2,2.

g) Diseño de espesores

Con los parámetros indicados se determinaron los Números Estructurales necesarios para las capas asfálticas (NEnasf) y para el conjunto de la estructura de pavimento (NEntot) que se indican a continuación.

Cuadro 7-10: Números estructurales necesarios

| Nomenclatura | N° Estructurales |
|---|---|
| NEnasf | 6,85 |
| NEntot | 9,77 |

Fuente: Elaboración propia

Para satisfacer los Números Estructurales necesarios, se diseñaron los espesores que se muestran en el cuadro siguiente junto con la verificación correspondiente.

En acuerdo con el mandante, la solución flexible se estructuró considerando sólo dos capas asfálticas: carpeta de concreto asfáltico y capa intermedia (binder), además de las necesarias capas granulares.

Cuadro 7-11: Verificación de espesores de capa

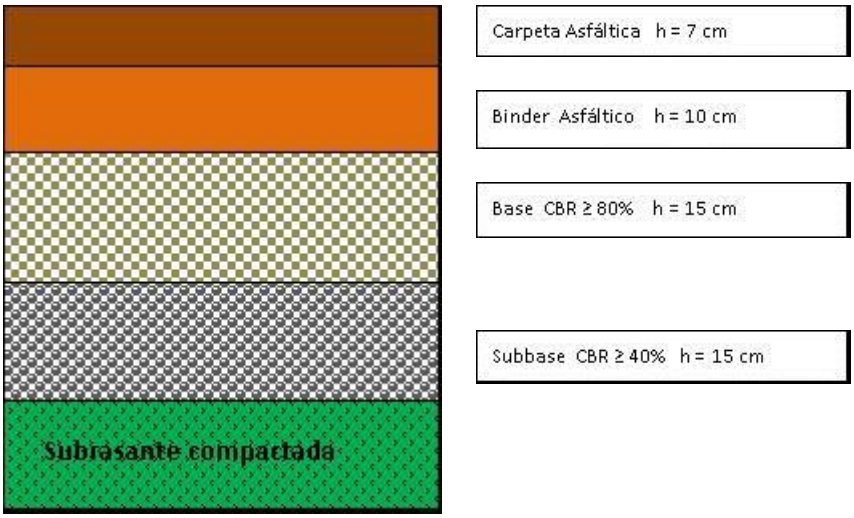
| Capa | Coeficiente | h | NEeff | NEeff | Verificación |
|---|---|---|---|---|---|
| Concreto Asfáltico | 0,44 | 7 | 3,08 | | |
| Capa Asfáltica Intermedia | 0,39 | 10 | 3,90 | 6,98 | OK |
| | | | | | |
| Base Estabilizada CBR 80% | 0,13 | 15 | 1,95 | | |
| Sub-base CBR 40% | 0,11 | 15 | 1,65 | 3,60 | |
| m = | 1,00 | | | **10,58** | **OK** |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, tanto el conjunto de las capas asfálticas como la estructura total, satisfacen los Números Estructurales necesarios calculados.

A partir de lo anterior, es posible especificar el siguiente perfil esquemático del pavimento asfáltico diseñado:

Figura 7-1: Perfil esquemático del pavimento asfáltico diseñado




Fuente: Elaboración propia

### 7.2.3 Pavimento de hormigón

A continuación se detalla el cálculo para el diseño de pavimentos de hormigón, utilizando el Método AASHTO-93 de acuerdo con lo establecido en el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvia de SERVIU.

a) Solicitación de tránsito

Como se indicó anteriormente, la vía se asimiló a la categoría de troncal por lo cual, y de acuerdo con el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvia de SERVIU, se ha considerado una solicitación de tránsito W18 = 10.000.000 EE, para el diseño de la solución en hormigón.

b) Módulo reacción de la subrasante (k)

A partir de los valores CBR obtenidos en el estudio de suelos, se calculó el Módulo Reacción de la subrasante para lo cual se utilizó la relación k-CBR establecida en el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias de SERVIU y que se reproduce a continuación:

$$k = 4{,}51 + 0{,}89\ [log(CBR)]^{4{,}34}\ \text{CBR} > 10\%$$

El cuadro siguiente muestra el valor del Módulo de reacción de la subrasante (k), calculado, a partir del valor CBR, haciendo uso de la expresión antes señalada.

Cuadro 7-12: Cálculo del módulo de reacción de la subrasante

| Pzo | Cotas | | Clasificación | | Límites de Atterberg | | CBR | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | De | A | AASHTO | USCS | LL | IP | (%) | kg/cm$^3$ |
| 1 | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 26 | 3 | 29,4 | 9,2 |
| 2 | 0,03 | 1,50 | A-2-4 | SM | 28 | 2 | | |
| 3 | 0,05 | 1,60 | A-2-4 | SM | 29 | 3 | 26,2 | 8,6 |
| 4 | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 38 | 4 | 23,7 | 8,1 |
| 5 | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 39 | 4 | 12,8 | 5,9 |
| 6 | 0,05 | 1,50 | A-1b | SM | 25 | NP | | |
| 7 | 0,05 | 1,57 | A-4 | SM | 33 | 3 | | |
| 8 | 0,05 | 1,50 | A-5 | ML | 44 | 9 | | |
| 9 | 0,05 | 1,55 | A-5 | ML | 42 | 7 | | |
| 10 | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 22 | NP | | |
| | | | | | | **Promedio** | | **7,9** |
| | | | | | | Desviación estándar | | 1,44 |
| | | | | | | Coef.de Variación | | 0,18 |

Fuente: Elaboración propia

c) Confiabilidad de diseño (R)

En el Manual SERVIU se especifica que la confiabilidad de diseño para vías troncales debe ser igual o superior a 75%, lo que implica una abscisa de la curva normalizada de la distribución de Gauss $Z_R$ = -0,674.

d) Pérdida de serviciabilidad

Los pavimentos de hormigón nuevos alcanzan una serviciabilidad pi = 4,5 y considerando que al fin de la vida de diseño ésta llegue a pf = 2,0, se tiene para el diseño una pérdida de serviciabilidad $\triangle$p = 2,5.

e) Desviación estándar combinada (So)

Para pavimentos de hormigón se considera So = 0,35.

f) Coeficiente de Drenaje de la base (Cd)

Dado que el proyecto se refiere a una zona urbana, el coeficiente de drenaje adquiere un valor de:

$$Cd = 1,00$$

g) Resistencia media de Diseño (Rm)

Se adoptó un valor de la resistencia media del hormigón a la flexotracción, a los 28 días.

$$Rm = 50\ kg/cm^2.$$

h) Módulo de Elasticidad del Hormigón (E)

Se adoptó un valor del módulo de elasticidad del hormigón:

$$E = 290.000\ kg/cm^2$$

i) Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

Se adoptó un coeficiente de transferencia de carga entre losas:

$$J = 3,8$$

j) Cálculo del espesor de losa

Aplicando la formulación AASHTO con los valores de los parámetros señalados en los párrafos precedentes, se tienen las solicitaciones admisibles que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 7-13: Resultados de la aplicación de la fórmula AASHTO

| Espesor (cm) | Solicitación admisible (EE) |
|---|---|
| 22 | 7.907.773 |
| 23 | 10.296.138 |

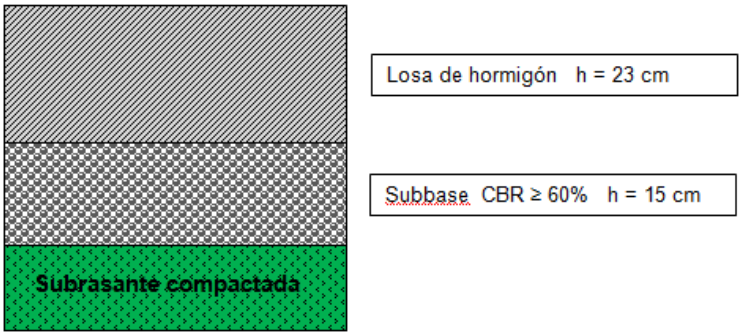
Fuente: Elaboración propia

Considerando una solicitación efectiva de 10.000.000 EE, se adopta un espesor de losa h = 23 cm.

Debido a que la capacidad de soporte del suelo de subrasante (CBR 17%) es inferior a CBR 35%, se especifica la construcción de una sub-base granular de 15 cm de espesor, sobre la subrasante, la que servirá de apoyo a la losa de hormigón.

A partir de lo anterior, es posible especificar el siguiente perfil esquemático del pavimento de hormigón diseñado:

Figura 7-2: Perfil esquemático del pavimento de hormigón diseñado




Fuente: Elaboración propia

## 7.3 Expropiaciones

El presente análisis consiste en determinar el monto de inversión relativo a las expropiaciones, a nivel de alternativas preliminares, para ello se realiza una caracterización general de los predios afectos a expropiación, una clasificación según zonas homogéneas y luego se estima el valor de tasación de las propiedades (según valor de mercado).

### 7.3.1 Caracterización general de los predios afectos a expropiación

Independiente de la alternativa a evaluar, las zonas afectas a expropiación se han clasificado en 6 sectores:

Cuadro 7-14: Sectores homogéneos por alternativa

| Sector | Ubicación | Uso de suelo | Nº Lotes afectos | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Alt-1 | Alt-2 | Alt-3 | Alt-4 |
| 1 | Gamero - Carrión | Residencial | 0 | 0 | 72 | 0 |
| 2 | Francia - Inglaterra | Comercial | 3 | 5 | 31 | 5 |
| 3 | Hipódromo Chile | Mixto | 11 | 19 | 45 | 19 |
| 4 | 14 de La Fama | Industrial | 4 | 26 | 30 | 5 |
| 5 | Teniente Ponce | Industrial | 0 | 20 | 41 | 3 |
| 6 | Independencia | Mixto | 0 | 23 | 41 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

Para el sector 1, entre las calles Gamero – Carrión, por el poniente, se observa claramente el potencial de explosión inmobiliaria del sector, centro comercial y edificación en altura dominan el panorama.

Figura 7-3: Potencial inmobiliario Sector 1.

Tramo Gamero – Carrión, costado poniente



Edificación en altura- no afecta



Viviendas pareadas



Departamentos tipo dúplex.

Fuente: Elaboración propia

El sector 2, comprendido entre las calles Francia e Inglaterra, por el costado oriente, se afecta propiedades de 1 piso con uso de suelo mixto, talleres y vivienda.

Figura 7-4: Propiedades afectadas Sector 2.

Costado Oriente



Vulcanización



Viviendas



Talleres de automóviles.

Fuente: Elaboración propia

El sector 3, en las inmediaciones del Hipódromo Chile, costado poniente, se caracteriza por edificaciones continuas de la mitad del siglo pasado, de uso mixto.

Figura 7-5: Propiedades afectadas Sector 3.

Costado Poniente



Edificación continua



Centro comercial

Fuente: Elaboración propia

El sector 4, denominado 14 de la Fama, por la vereda oriente, se caracteriza por edificación continua, antigua, de 1 piso y destino principalmente comercial.

Figura 7-6: Propiedades afectadas Sector 4.

Costado Oriente




Lavandería



Almacén

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al sector 5, ubicado en las inmediaciones de Teniente Ponce, comuna de Conchalí, prevalece el uso de suelo industrial.

Figura 7-7: Propiedades afectadas Sector 5.

Ambos costados



Pequeña Fábrica.



Industria, gran superficie.

Fuente: Elaboración propia

Para el sector 6, que corresponde a las inmediaciones de la intersección de Vivaceta con Independencia, el uso de suelo es mixto.

Figura 7-8: Propiedades afectadas Sector 6.

Ambos costados




Supermercado Lider



Construcción antigua, en deterioro

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.2 Uso de suelo según PRC

A continuación se presenta una descripción de los usos de suelos permitidos según los planes reguladores comunales PRC.

En la Comuna de Independencia los usos de suelos indicados para el entorno de la Avenida Fermín Vivaceta corresponden a tres tipos:

- Uso de suelo “Zona C renovación, permite la construcción en altura, hasta 16 pisos, se admite los siguientes destinos; vivienda, hospedaje, comercio, culto y cultura, educación, deporte, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.

- Uso de suelo “Zona B transición”, permite la construcción en altura, hasta 10 pisos, se admite los siguientes destinos; vivienda, comercio, culto y cultura, educación, deporte, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.

- Uso de suelo “Zona RD-1 áreas recreacionales y deportivas nivel metropolitano”, corresponde específicamente al Hipódromo Chile, se admite los siguientes destinos; comercio, culto y cultura, deporte, esparcimiento, y social.

En la comuna de Conchalí, el plan regulador vigente data del año 1983, para el presente análisis se utilizará el PRC en estudio, que al igual que en la comuna de Independencia, potencia el desarrollo inmobiliario en torno al eje en estudio, permitiendo la edificación en altura. Los usos de suelo permitidos son:

- Uso de suelo “Zona ZM-1 centro cívico”. Genera la plataforma adecuada para la localización de equipamiento, comercio y servicios en los primeros niveles, dando vida a las fachadas continuas que enfrentan los principales espacios públicos de la comuna. Destaca Espacios públicos, motivando a los nuevos proyectos a la cesión de espacios libres al paso peatonal, y exige el uso de pórticos (arcadas)en

edificaciones que enfrenten Av. Independencia y Dorsal. Admite hasta 15 pisos con la posibilidad de aumentar altura cediendo espacio libre al paso peatonal en el primer nivel.

- Uso de suelo “Zona ZM-2 zona Independencia”. Esta zona intenta continuar y fortalecer el histórico centro lineal en la Av. Independencia, Admite hasta 12 pisos con la posibilidad de aumentar hasta dos pisos más cediendo espacio libre al paso peatonal en el primer nivel. Edificación continua hasta dos niveles. Enfatiza la mezcla de actividades, con una faja de equipamiento obligatoria en primer piso.

- Uso de suelo “Zona ZM-3 zona pericentro”. Esta zona, busca hacer convivir armónicamente las actividades productivas existentes en la zona, con un área de potencial desarrollo habitacional. Admite hasta 8 pisos. Se consideran condicionantes restrictivas para las instalaciones de las actividades productivas, como preocupación por los espacios públicos relacionados, los antejardines, las localizaciones de la actividad en el predio sin molestar a vecinos.

Figura 7-9: Uso de Suelo PRC- Independencia




Fuente: Municipalidad de Independencia.

Figura 7-10: Uso de Suelo PRC- Conchalí




Fuente: Municipalidad de Conchalí.

### 7.3.3 Valor de tasación

Para determinar el valor de tasación se utiliza el método valor de mercado, el cual consiste básicamente en efectuar un análisis de las ofertas de inmuebles en el área de interés.

Cuadro 7-15: Ofertas de propiedades – Eje Vivaceta – Mayo 2013

| Nº | Comuna | Dirección | Superficie ($m^2$) | Valor (UF) | UF/$m^2$ | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Independencia | Avda, La Paz - Olivos | 2.500 | 55.000 | 22,00 | Apto para edificación en altura |
| 2 | Independencia | Autopista Central | 10.000 | 30.000 | 3,00 | Industrial |
| 3 | Independencia | Vivaceta – Domingo Santa María | 2.900 | 22.950 | 7,91 | |
| 4 | Independencia | Independencia Bezanilla | 761 | 11.362 | 14,93 | casa antigua 3 pisos remodelar educación |
| 5 | Independencia | Plaza Chacabuco | 650 | 7.800 | 12,00 | Para fabricas empresas pequeñas maestranza taller |
| 6 | Independencia | Vivaceta - Colon | 700 | 15.400 | 22,00 | Comercial |
| 7 | Independencia | Inglaterra - entre Vivaceta e Independencia | 1.900 | 34.200 | 18,00 | Edificación en altura |
| 8 | Independencia | Einstein | 1.200 | 21.600 | 18,00 | Industrial - zona mixta |
| 9 | Independencia | Independencia | 3.342 | 36.762 | 11,00 | Comercio, vivienda, oficinas, área verde, equipamiento, industria inofensiva |
| 10 | Independencia | Independencia | 800 | 14.421 | 18,03 | inversionistas comercial |
| 11 | Independencia | Independencia | 300 | 13.110 | 43,70 | inversionistas comercial |
| 12 | Independencia | Rivera - Vivaceta | 600 | 11.800 | 19,67 | buena propiedad comercial |
| 13 | Independencia | Vivaceta Grumete Bustos - COMANDANTE CANALES | 540 | 8.960 | 16,59 | COMERCIAL ZONA MIXTA |
| 14 | Independencia | Metro Dorsal | 365 | 7.080 | 19,40 | comercial |
| 15 | Independencia | Inglaterra - entre Vivaceta e Independencia | 321 | 6.992 | 21,78 | comercial |
| 16 | Independencia | Vivaceta entre Domingo Santa María e Inglaterra | 250 | 3.280 | 13,12 | comercial |
| 17 | Independencia | Vivaceta Francia | 234 | 2.709 | 11,58 | Comercial |
| 18 | Independencia | Domingo Santa María | 1.200 | 26.000 | 21,67 | Industrial |
| 19 | Independencia | Vivaceta 3 de Mayo | 1.500 | 13.500 | 9,00 | Industrial |
| 20 | Independencia | Vivaceta / Central | 250 | 3.200 | 12,80 | Industrial |
| 21 | Independencia | Vivaceta / Francia | 234 | 2.710 | 11,58 | Industrial 13 de frente por 18 de fondo |
| 22 | Independencia | Vivaceta - Hipódromo Chile | 100 | 17.480 | 17,48 | Casa - usos vivienda, equipamiento, educación, servicios artesanales inofensivos, industria inofensiva, almacenamiento. |

| Nº | Comuna | Dirección | Superficie ($m^2$) | Valor (UF) | UF/$m^2$ | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | Independencia | Francia, entre Vivaceta e independencia | 790 | 8.303 | 10,51 | casa |
| 24 | Independencia | Cruz López | 200 | 4.807 | 16,69 | casa, apta comercial |
| 25 | Independencia | Vivaceta Chillan | 680 | 4.370 | 6,43 | apta industria |
| 26 | Independencia | Vivaceta - Padre Faustino Gazziero | 300 | 2.840 | 4,18 | casa 220 m2 construida |
| 27 | Conchalí | Vivaceta Roma | 1.000 | 10.925 | 10,93 | Terreno Industrial Inofensivo |
| 28 | Conchalí | Vivaceta 4330 Roma | 6.050 | 65.390 | 10,81 | Terreno esquina apto comercio y habitacional, edificación en altura |
| 29 | Conchalí | Independencia Dorsal | 960 | 7.429 | 7,74 | Centro cívico |
| 30 | Conchalí | Vivaceta Dorsal | 1.000 | 10.448 | 10,45 | apta para comercio, bodegas |
| 31 | Conchalí | Vivaceta Teniente Mery | 200 | 1.748 | 8,74 | casa apta empresas |

Fuente: Elaboración propia

Corresponde asignar al valor del suelo, el mejor uso, esto significa que se valorará respecto de los destinos permitidos, aparentemente la mejor rentabilidad se obtendría de proyectos inmobiliarios en altura, o usos comerciales o industriales.

Cabe mencionar que la construcción del Metro por avenida independencia, ha generado especulaciones en cuanto al valor de las propiedades.

De lo anterior, y analizando la oferta, se definió valores de tasación UF/$m^2$.

Cuadro 7-16: Valor de Tasación UF/$m^2$

| Sector | Valor del suelo (UF/$m^2$) |
|---|---|
| 1 | 18,00 |
| 2 | 16,00 |
| 3 | 14,00 |
| 4 | 12,00 |
| 5 | 11,00 |
| 6 | 10,00 |

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior los montos de inversión por alternativa son los siguientes:

Cuadro 7-17: Monto de Inversión por Alternativa 1

| Designación | Unidad | Precio Unitario UF | Alternativa 1 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Cantidad | Total UF |
| Superficie Afecta Sector 1 | $m^2$ | 18,0 | 0 | 0 |
| Superficie Afecta Sector 2 | $m^2$ | 16,0 | 526 | 8.416 |
| Superficie Afecta Sector 3 | $m^2$ | 14,0 | 798 | 11.172 |
| Superficie Afecta Sector 4 | $m^2$ | 12,0 | 656 | 7.872 |
| Superficie Afecta Sector 5 | $m^2$ | 11,0 | 0 | 0 |
| Superficie Afecta Sector 6 | $m^2$ | 10,0 | 0 | 0 |
| Estudio de títulos y expropiación | Nº | 120,0 | 18 | 2.160 |
| **TOTAL UF** | | | | **29.620** |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7-18: Monto de Inversión por Alternativa 2

| Designación | Unidad | Precio Unitario UF | Alternativa 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Cantidad | Total UF |
| Superficie Afecta Sector 1 | $m^2$ | 18,0 | 0 | 0 |
| Superficie Afecta Sector 2 | $m^2$ | 16,0 | 1.139 | 18.224 |
| Superficie Afecta Sector 3 | $m^2$ | 14,0 | 3.008 | 42.112 |
| Superficie Afecta Sector 4 | $m^2$ | 12,0 | 3.670 | 44.040 |
| Superficie Afecta Sector 5 | $m^2$ | 11,0 | 1.220 | 13.420 |
| Superficie Afecta Sector 6 | $m^2$ | 10,0 | 2.541 | 25.410 |
| Estudio de títulos y expropiación | Nº | 120,0 | 93 | 11.160 |
| **TOTAL UF** | | | | **154.366** |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7-19: Monto de Inversión por Alternativa 3

| Designación | Unidad | Precio Unitario UF | Alternativa 3 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Cantidad | Total UF |
| Superficie Afecta Sector 1 | $m^2$ | 18,0 | 8.214 | 147.852 |
| Superficie Afecta Sector 2 | $m^2$ | 16,0 | 6.861 | 109.776 |
| Superficie Afecta Sector 3 | $m^2$ | 14,0 | 13.663 | 191.282 |
| Superficie Afecta Sector 4 | $m^2$ | 12,0 | 3.863 | 46.356 |
| Superficie Afecta Sector 5 | $m^2$ | 11,0 | 8.999 | 98.989 |
| Superficie Afecta Sector 6 | $m^2$ | 10,0 | 5.495 | 54.950 |
| Estudio de títulos y expropiación | Nº | 120,0 | 260 | 31.200 |
| **TOTAL UF** | | | | **680.405** |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7-20 Monto de Inversión por Alternativa 4

| Designación | Unidad | Precio Unitario UF | Alternativa 3 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Cantidad | Total UF |
| Superficie Afecta Sector 1 | $m^2$ | 18,0 | 0 | 0 |
| Superficie Afecta Sector 2 | $m^2$ | 16,0 | 1.139 | 18.224 |
| Superficie Afecta Sector 3 | $m^2$ | 14,0 | 3.638 | 50.932 |
| Superficie Afecta Sector 4 | $m^2$ | 12,0 | 835 | 10.020 |
| Superficie Afecta Sector 5 | $m^2$ | 11,0 | 193 | 2.123 |
| Superficie Afecta Sector 6 | $m^2$ | 10,0 | 0 | 0 |
| Estudio de títulos y expropiación | Nº | 120,0 | 32 | 3.840 |
| **TOTAL UF** | | | | **85.139** |

Fuente: Elaboración propia

## 7.4 Costos de inversión

Para cuantificar las obras, se realizó una cubicación detallada, la cual se presenta en anexo Costos de Inversión. En cuanto al valor de las obras, se utilizó precios unitarios actualizados de obras recientes en Santiago, valores expresados en UF a mayo de 2013 ($22.908 al 25 de mayo de 2013), que incluyen IVA. Cabe precisar que las expropiaciones no incluyen IVA y en el capítulo anterior de expropiaciones se indicó a qué se refiere cada sector.

El cuadro siguiente muestra una síntesis de los costos de inversión considerando la ejecución del proyecto en pavimento asfáltico y en hormigón. En DVD en el directorio 06. Alternativas preliminares de Diseño/7_02 se entrega la planilla de cálculo con los presupuestos estimados.

Cuadro 7-21: Presupuesto de obras. Pavimento Asfalto. Mayo de 2013

| Item | Designación | Unid. | P. Unit. (UF) | ALTERNATIVA 1 | | ALTERNATIVA 2 | | ALTERNATIVA 3 | | ALTERNATIVA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF |
| **I** | **OBRAS VIALES** | | | | | | | | | | |
| **1** | **PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO** | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Demolición de Estructuras | $m^3$ | 1,19 | 22 | 26 | 22 | 26 | 22 | 26 | 22 | 26 |
| 1.2 | Demolición de Pavimentos de Hormigón y transporte | $m^2$ | 0,19 | 8.610 | 1.636 | 8.610 | 1.636 | 8.610 | 1.636 | 8.610 | 1.636 |
| 1.3 | Demolición de Pavimentos de asfaltico y transp. | $m^2$ | 0,13 | 57.620 | 7.491 | 57.620 | 7.491 | 57.620 | 7.491 | 57.620 | 7.491 |
| 1.4 | Demolición de Pavimentos de Adoquines y transporte | $m^2$ | 0,15 | 2.048 | 307 | 2.048 | 307 | 2.048 | 307 | 2.048 | 307 |
| 1.5 | Demolición hormigón y transporte a botadero (Veredas) | $m^2$ | 0,12 | 28.680 | 3.442 | 28.884 | 3.466 | 29.084 | 3.490 | 28.084 | 3.370 |
| 1.6 | Soleras extracción y transporte a botadero | m | 0,29 | 13.543 | 3.927 | 14.822 | 4.298 | 14.922 | 4.327 | 13.572 | 3.936 |
| 1.7 | Retiro de Señales | Nº | 0,25 | 130 | 33 | 138 | 35 | 138 | 35 | 138 | 35 |
| 1.8 | Retiro de Cierros | m | 0,50 | 1.400 | 700 | 1.400 | 700 | 1.400 | 700 | 1.400 | 700 |
| 1.9 | Retiro de Valla Peatonal | m | 0,28 | 247 | 69 | 247 | 69 | 247 | 69 | 247 | 69 |
| 1.10 | Demolición de Casetas para Paraderos de Loc. Col. | N° | 15,00 | 26 | 390 | 26 | 390 | 26 | 390 | 26 | 390 |
| 1.11 | Extracción de arboles | N° | 2,10 | 320 | 672 | 346 | 727 | 354 | 743 | 340 | 714 |
| **2** | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Excavación y transporte a botadero | $m^3$ | 0,48 | 18.314 | 8.791 | 22.010 | 10.565 | 32.054 | 15.386 | 18.683 | 8.968 |
| 2.2 | Confección de Terraplén | $m^3$ | 0,60 | 733 | 440 | 880 | 528 | 890 | 534 | 747 | 448 |
| 2.3 | Preparación Terreno, escarif. y Compactado | $m^2$ | 0,07 | 73.257 | 5.128 | 88.039 | 6.163 | 89.039 | 6.233 | 74.731 | 5.231 |
| **3** | **CAPAS GRANULARES** | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Subbase Granular, CBR ≥ 40% e=0,15m | $m^3$ | 0,64 | 10.989 | 7.033 | 13.206 | 8.452 | 13.356 | 8.548 | 11.210 | 7.174 |
| 3.2 | Base Chancada, CBR ≥ 60% | $m^3$ | 0,78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.3 | Base Chancada, CBR ≥ 80% e=0,15m | $m^3$ | 0,97 | 10.989 | 10.681 | 13.206 | 12.836 | 13.356 | 12.982 | 11.210 | 10.896 |
| **4** | **REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS** | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Imprimación base p/carpeta asfáltica | $m^2$ | 0,07 | 73.257 | 5.128 | 88.039 | 6.163 | 89.039 | 6.233 | 74.731 | 5.231 |
| 4.2 | Riego de Liga | $m^2$ | 0,06 | 73.257 | 4.395 | 88.039 | 5.282 | 89.039 | 5.342 | 74.731 | 4.484 |
| 4.3 | Calzada de Concreto Asfáltico esp e=0,07m | $m^3$ | 9,52 | 5.128 | 48.818 | 6.163 | 58.669 | 6.233 | 59.336 | 5.231 | 49.801 |
| 4.4 | Base Binder Asfalto, e=0,10m | $m^3$ | 5,47 | 7.326 | 40.072 | 8.804 | 48.157 | 8.904 | 48.704 | 7.473 | 40.878 |
| 4.5 | Calzada de Hormigón de Cemento vibrado, e=0,23m | $m^3$ | 7,38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.6 | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,07m | $m^2$ | 1,55 | 24.052 | 37.281 | 23.816 | 36.915 | 30.002 | 46.503 | 22.648 | 35.104 |
| 4.7 | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,10m | Nº | 2,60 | 170 | 442 | 170 | 442 | 170 | 442 | 170 | 442 |
| 4.8 | Ciclovías Ancho=2.0m, incluye Segregador y Pintura | m | 4,60 | 2.308 | 10.617 | 2.696 | 12.402 | 3.742 | 17.213 | 2.575 | 11.845 |
| **5** | **DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA** | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Soleras Tipo "A" (rectas, curvas y reb) | m | 0,45 | 13.420 | 6.039 | 21.045 | 9.470 | 21.588 | 9.715 | 17.693 | 7.962 |
| 5.2 | Drenaje de Aguas lluvias | gl | 1 | 21.061 | 21.061 | 28.081 | 28.081 | 33.346 | 33.346 | 26.677 | 26.677 |

| Item | Designación | Unid. | P. Unit. (UF) | ALTERNATIVA 1 | | ALTERNATIVA 2 | | ALTERNATIVA 3 | | ALTERNATIVA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF |
| **6** | **ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD** | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Cierro Especial | m | 6,50 | 1.490 | 9.685 | 1.560 | 10.140 | 1.570 | 10.205 | 1.540 | 10.010 |
| 6.2 | Señalización Informativas | Nº | 5,80 | 336 | 1.949 | 350 | 2.030 | 348 | 2.018 | 340 | 1.972 |
| 6.3 | Señalización Vertical (Ciclovía) | Nº | 3,50 | 50 | 175 | 60 | 210 | 68 | 238 | 56 | 196 |
| 6.4 | Baliza Luminosa | Nº | 4,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6.5 | Demarcación Pavimento (Pintura amarilla) | $m^2$ | 0,34 | 1.510 | 513 | 1.620 | 551 | 1.640 | 558 | 1.580 | 537 |
| 6.6 | Demarcación Pavimento (Pintura Blanca) | $m^2$ | 0,26 | 535 | 139 | 580 | 151 | 585 | 152 | 550 | 143 |
| 6.7 | Tachas Reflectantes | Nº | 0,32 | 3.540 | 1.133 | 1.720 | 550 | 1.580 | 506 | 1.380 | 442 |
| 6.8 | Casetas para Paraderos de Locomoción Colectiva | Nº | 200,00 | 26 | 5.200 | 26 | 5.200 | 26 | 5.200 | 26 | 5.200 |
| 6.9 | Valla Peatonal | m | 1,85 | 2.838 | 5.250 | 7.366 | 13.627 | 10.316 | 19.085 | 5.075 | 9.389 |
| 6.10 | Modificación de Cruces Semaforizados | Nº | 510,00 | 13 | 6.630 | 13 | 6.630 | 13 | 6.630 | 13 | 6.630 |
| 6.11 | Semáforos Nuevos | N° | 970,00 | 2 | 1.940 | 2 | 1.940 | 2 | 1.940 | 2 | 1.940 |
| **7** | **OBRAS COMPLEMENTARIAS** | | | | | | | | | | |
| 7.1 | Paisajismo | gl | 19.427 | 0,60 | 11.656 | 0,9 | 17.484 | 1,7 | 33.026 | 0,85 | 16.513 |
| 7.2 | Iluminación | gl | 23.035,00 | 0,5 | 11.518 | 1 | 23.035 | 1 | 23.035 | 1 | 23.035 |
| 7.3 | Modificación Red Alcantarillado | gl | 8.213,00 | 1 | 8.213 | 1 | 8.213 | 1 | 8.213 | 1 | 8.213 |
| 7.4 | Modificación Red Agua Potable | gl | 46.931 | 1 | 46.931 | 1 | 46.931 | 1 | 46.931 | 1 | 46.931 |
| 7.5 | Modificación Redes Secas | gl | 10.250,00 | 1 | 10.250 | 1 | 10.250 | 1 | 10.250 | 1 | 10.250 |
| 7.6 | Modificación de Postes y Servicios Aéreos | N° | 120,00 | 181 | 21.720 | 362 | 43.440 | 362 | 43.440 | 362 | 43.440 |
| 7.7 | Mitigación Ambiental | gl | 4.150,00 | 1 | 4.150 | 1 | 4.150 | 1 | 4.150 | 1 | 4.150 |
| 7.8 | Desvíos de tránsito | gl | 4.650,00 | 1 | 4.650 | 1 | 4.650 | 1 | 4.650 | 1 | 4.650 |
| 7.9 | Riego | gl | 1 | 583 | 583 | 874 | 874 | 1.651 | 1.651 | 826 | 826 |
| 7.10 | Instalación de Faenas y Campamentos | gl | 6.500,00 | 1 | 6.500 | 1 | 6.500 | 1 | 6.500 | 1 | 6.500 |
| 7.11 | Inspección de Obras | gl | 1 | 11.502 | 11.502 | 14.095 | 14.095 | 15.543 | 15.543 | 13.043 | 13.043 |
| **8** | **EXPROPIACIONES** | | | | | | | | | | |
| | Superficie Sector 1* | $m^2$ | 18,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.214 | 147.852 | 0 | 0 |
| | Superficie Sector 2* | $m^2$ | 16,00 | 526 | 8.416 | 1.139 | 18.224 | 6.861 | 109.776 | 1.139 | 18.224 |
| | Superficie Sector 3* | $m^2$ | 14,00 | 798 | 11.172 | 3.008 | 42.112 | 13.663 | 191.282 | 3.638 | 50.932 |
| | Superficie Sector 4* | $m^2$ | 12,00 | 656 | 7.872 | 3.670 | 44.040 | 3.863 | 46.356 | 835 | 10.020 |
| | Superficie Sector 5* | $m^2$ | 11,00 | 0 | 0 | 1.220 | 13.420 | 8.999 | 98.989 | 193 | 2.123 |
| | Superficie Sector 6* | $m^2$ | 10,00 | 0 | 0 | 2.541 | 25.410 | 5.495 | 54.950 | 0 | 0 |
| | Estudio de Títulos | Nº | 120,00 | 18 | 2.160 | 93 | 11.160 | 260 | 31.200 | 32 | 3.840 |
| | **TOTAL UF** | | | | **424.526** | | **638.287** | | **1.214.057** | | **532.964** |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7-22: Presupuesto de obras. Pavimento Hormigón. Mayo de 2013

| Item | Designación | Unid. | P. Unit. (UF) | ALTERNATIVA 1 | | ALTERNATIVA 2 | | ALTERNATIVA 3 | | ALTERNATIVA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF |
| **I** | **OBRAS VIALES** | | | | | | | | | | |
| **1** | **PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO** | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Demolición de Estructuras | $m^3$ | 1,19 | 22 | 26 | 22 | 26 | 22 | 26 | 22 | 26 |
| 1.2 | Demolición de Pavimentos de Hormigón y transporte | $m^2$ | 0,19 | 8.610 | 1.636 | 8.610 | 1.636 | 8.610 | 1.636 | 8.610 | 1.636 |
| 1.3 | Demolición de Pavimentos de asfaltico y transp. | $m^2$ | 0,13 | 57.620 | 7.491 | 57.620 | 7.491 | 57.620 | 7.491 | 57.620 | 7.491 |
| 1.4 | Demolición de Pavimentos de Adoquines y transporte | $m^2$ | 0,15 | 2.048 | 307 | 2.048 | 307 | 2.048 | 307 | 2.048 | 307 |
| 1.5 | Demolición hormigón y transporte a botadero (Veredas) | $m^2$ | 0,12 | 28.680 | 3.442 | 28.884 | 3.466 | 29.084 | 3.490 | 28.084 | 3.370 |
| 1.6 | Soleras extracción y transporte a botadero | m | 0,29 | 13.543 | 3.927 | 14.822 | 4.298 | 14.922 | 4.327 | 13.572 | 3.936 |
| 1.7 | Retiro de Señales | Nº | 0,25 | 130 | 33 | 138 | 35 | 138 | 35 | 138 | 35 |
| 1.8 | Retiro de Cierros | m | 0,50 | 1.400 | 700 | 1.400 | 700 | 1.400 | 700 | 1.400 | 700 |
| 1.9 | Retiro de Valla Peatonal | m | 0,28 | 247 | 69 | 247 | 69 | 247 | 69 | 247 | 69 |
| 1.10 | Demolición de Casetas para Paraderos de Loc. Col. | N° | 15,00 | 26 | 390 | 26 | 390 | 26 | 390 | 26 | 390 |
| 1.11 | Extracción de arboles | N° | 2,10 | 320 | 672 | 346 | 727 | 354 | 743 | 340 | 714 |
| **2** | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Excavación y transporte a botadero | $m^3$ | 0,48 | 18.314 | 8.791 | 22.010 | 10.565 | 32.054 | 15.386 | 18.683 | 8.968 |
| 2.2 | Confección de Terraplén | $m^3$ | 0,60 | 733 | 440 | 880 | 528 | 890 | 534 | 747 | 448 |
| 2.3 | Preparación Terreno, escarif. y Compactado | $m^2$ | 0,07 | 73.257 | 5.128 | 88.039 | 6.163 | 89.039 | 6.233 | 74.731 | 5.231 |
| **3** | **CAPAS GRANULARES** | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Subbase Granular, CBR ≥ 40% e=0,15m | $m^3$ | 0,64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.2 | Base Chancada, CBR ≥ 60% | $m^3$ | 0,78 | 10.989 | 8.571 | 13.206 | 10.301 | 13.356 | 10.418 | 11.210 | 8.744 |
| 3.3 | Base Chancada, CBR ≥ 80% e=0,15m | $m^3$ | 0,97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | **REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS** | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Imprimación base p/carpeta asfáltica | $m^2$ | 0,07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.2 | Riego de Liga | $m^2$ | 0,06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.3 | Calzada de Concreto Asfáltico esp e=0,07m | $m^3$ | 9,52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.4 | Base Binder Asfalto, e=0,10m | $m^3$ | 5,47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.5 | Calzada de Hormigón de Cemento vibrado, e=0,23m | $m^3$ | 7,38 | 17.582 | 129.753 | 21.129 | 155.935 | 21.369 | 157.706 | 17.935 | 132.364 |
| 4.6 | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,07m | $m^2$ | 1,55 | 24.052 | 37.281 | 23.816 | 36.915 | 30.002 | 46.503 | 22.648 | 35.104 |
| 4.7 | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,10m | Nº | 2,60 | 170 | 442 | 170 | 442 | 170 | 442 | 170 | 442 |
| 4.8 | Ciclovías Ancho=2.0m, incluye Segregador y Pintura | m | 4,60 | 2.308 | 10.617 | 2.696 | 12.402 | 3.742 | 17.213 | 2.575 | 11.845 |
| **5** | **DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA** | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Soleras Tipo "A" (rectas, curvas y reb) | m | 0,45 | 13.420 | 6.039 | 21.045 | 9.470 | 21.588 | 9.715 | 17.693 | 7.962 |
| 5.2 | Drenaje de Aguas lluvias | gl | 1 | 21.061 | 21.061 | 28.081 | 28.081 | 33.346 | 33.346 | 26.677 | 26.677 |

| Item | Designación | Unid. | P. Unit. (UF) | ALTERNATIVA 1 | | ALTERNATIVA 2 | | ALTERNATIVA 3 | | ALTERNATIVA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF | Cantidad | Total UF |
| **6** | **ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD** | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Cierro Especial | m | 6,50 | 1.490 | 9.685 | 1.560 | 10.140 | 1.570 | 10.205 | 1.540 | 10.010 |
| 6.2 | Señalización Informativas | Nº | 5,80 | 336 | 1.949 | 350 | 2.030 | 348 | 2.018 | 340 | 1.972 |
| 6.3 | Señalización Vertical (Ciclovía) | Nº | 3,50 | 50 | 175 | 60 | 210 | 68 | 238 | 56 | 196 |
| 6.4 | Baliza Luminoza | Nº | 4,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6.5 | Demarcación Pavimeto (Pintura amarilla) | $m^2$ | 0,34 | 1.510 | 513 | 1.620 | 551 | 1.640 | 558 | 1.580 | 537 |
| 6.6 | Demarcación Pavimeto (Pintura Blanca) | $m^2$ | 0,26 | 535 | 139 | 580 | 151 | 585 | 152 | 550 | 143 |
| 6.7 | Tachas Reflectantes | Nº | 0,32 | 3.540 | 1.133 | 1.720 | 550 | 1.580 | 506 | 1.380 | 442 |
| 6.8 | Casetas para Paraderos de Locomoción Colectiva | Nº | 200,00 | 26 | 5.200 | 26 | 5.200 | 26 | 5.200 | 26 | 5.200 |
| 6.9 | Valla Peatonal | m | 1,85 | 2.838 | 5.250 | 7.366 | 13.627 | 10.316 | 19.085 | 5.075 | 9.389 |
| 6.10 | Modificación de Cruces Semaforizados | Nº | 510,00 | 13 | 6.630 | 13 | 6.630 | 13 | 6.630 | 13 | 6.630 |
| 6.11 | Semaforos Nuevos | N° | 970,00 | 2 | 1.940 | 2 | 1.940 | 2 | 1.940 | 2 | 1.940 |
| **7** | **OBRAS COMPLEMENTARIAS** | | | | | | | | | | |
| 7.1 | Paisajismo | gl | 19.427 | 0,60 | 11.656 | 0,95 | 18.456 | 1,70 | 33.026 | 0,85 | 16.513 |
| 7.2 | Iluminación | gl | 23.035,00 | 0,5 | 11.518 | 1 | 23.035 | 1 | 23.035 | 1 | 23.035 |
| 7.3 | Modificación Red Alcantarillado | gl | 8.213,00 | 1 | 8.213 | 1 | 8.213 | 1 | 8.213 | 1 | 8.213 |
| 7.4 | Modificación Red Agua Potable | gl | 46.931 | 1 | 46.931 | 1 | 46.931 | 1 | 46.931 | 1 | 46.931 |
| 7.5 | Modificación Redes Secas | gl | 10.250,00 | 1 | 10.250 | 1 | 10.250 | 1 | 10.250 | 1 | 10.250 |
| 7.6 | Modificación de Postes y Servicios Aereos | N° | 120,00 | 181 | 21.720 | 362 | 43.440 | 362 | 43.440 | 362 | 43.440 |
| 7.7 | Mitigación Ambiental | gl | 4.150,00 | 1 | 4.150 | 1 | 4.150 | 1 | 4.150 | 1 | 4.150 |
| 7.8 | Desvíos de tránsito | gl | 4.650,00 | 1 | 4.650 | 1 | 4.650 | 1 | 4.650 | 1 | 4.650 |
| 7.9 | Riego | gl | 1 | 583 | 583 | 923 | 923 | 1.651 | 1.651 | 826 | 826 |
| 7.10 | Instalación de Faenas y Campamentos | gl | 6.500,00 | 1 | 6.500 | 1 | 6.500 | 1 | 6.500 | 1 | 6.500 |
| 7.11 | Inspección de Obras | gl | 1 | 12.168 | 12.168 | 14.895 | 14.895 | 16.353 | 16.353 | 13.723 | 13.723 |
| **8** | **EXPROPIACIONES** | | | | | | | | | | |
| | Superficie Sector 1* | $m^2$ | 18,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.214 | 147.852 | 0 | 0 |
| | Superficie Sector 2* | $m^2$ | 16,00 | 526 | 8.416 | 1.139 | 18.224 | 6.861 | 109.776 | 1.139 | 18.224 |
| | Superficie Sector 3* | $m^2$ | 14,00 | 798 | 11.172 | 3.008 | 42.112 | 13.663 | 191.282 | 3.638 | 50.932 |
| | Superficie Sector 4* | $m^2$ | 12,00 | 656 | 7.872 | 3.670 | 44.040 | 3.863 | 46.356 | 835 | 10.020 |
| | Superficie Sector 5* | $m^2$ | 11,00 | 0 | 0 | 1.220 | 13.420 | 8.999 | 98.989 | 193 | 2.123 |
| | Superficie Sector 6* | $m^2$ | 10,00 | 0 | 0 | 2.541 | 25.410 | 5.495 | 54.950 | 0 | 0 |
| | Estudio de Titulos | Nº | 120,00 | 18 | 2.160 | 93 | 11.160 | 260 | 31.200 | 32 | 3.840 |
| | **TOTAL UF** | | | | **447.389** | | **666.785** | | **1.241.846** | | **556.288** |

Fuente: Elaboración propia

# 8 Evaluación social alternativas

## 8.1 Simulación de alternativas preliminares

### 8.1.1 Metodología

La metodología de modelación y simulación de las alternativas es la misma expuesta en 5.4.1 para la situación base.

La modelación de las alternativas se basó principalmente en modificaciones a la capacidad de la vía (Vivaceta) producto de la homogenización del perfil de pistas, incluyendo pistas de viraje a la izquierda en diversas intersecciones, tanto semaforizadas como no semaforizadas, de acuerdo a los análisis realizados en el diagnóstico operacional (ver acápite 6.2.3). Además, producto del aumento de ancho de circulación en el eje, la menor fricción lateral producto del aumento de la faja de la vía y la segregación de virajes que producen interferencias con los movimientos directos, se aumentó la velocidad de circulación en los arcos.

Adicionalmente, las alternativas N°2 y N°3, consideran la prolongación de la calzada oriente (sentido sur-norte) entre 14 de la Fama e Independencia, generando en dicho tramo un perfil de dos calzadas de 2 pistas por sentido.

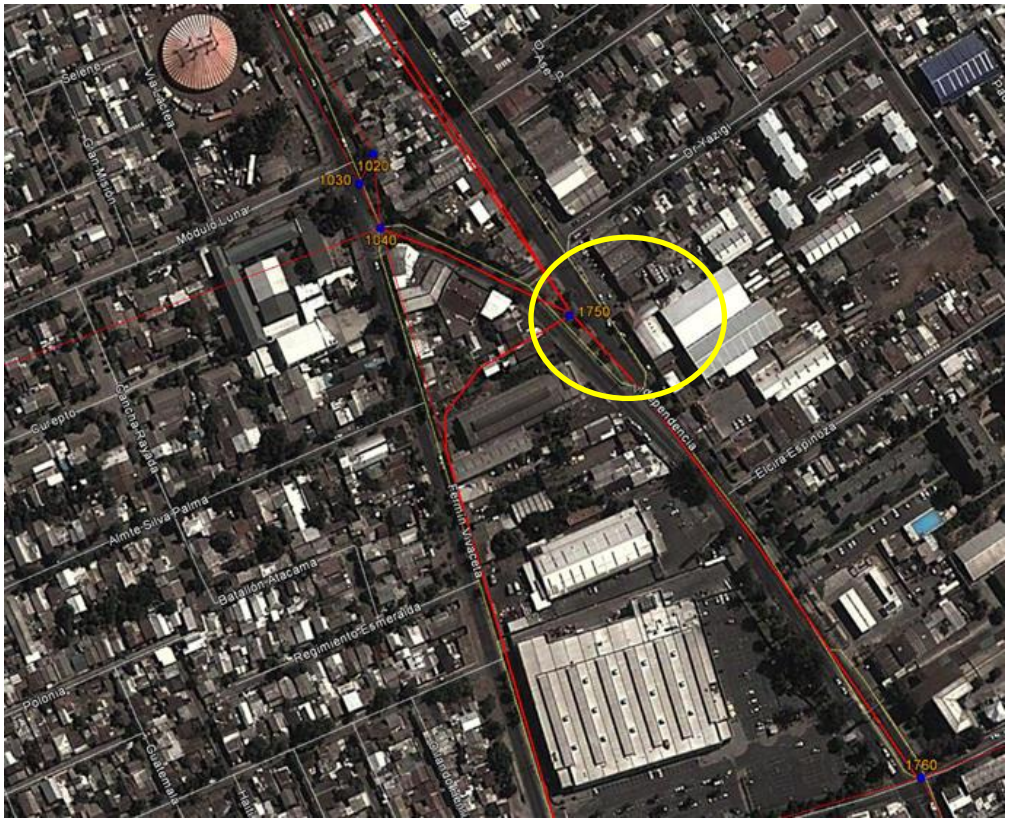
En general, las cuatro alternativas proveen en cada intersección del eje accesos por Vivaceta de 2 pistas de 3,5 m de ancho, considerando flujos de saturación base de 1800 veq/h por pista. En la situación base, debido al menor ancho de la calzada en muchos cruces se consideraron valores menores (ajustados en el proceso de calibración del modelo).

Las alternativas N°2 y N°3 no poseen mayores diferencias operacionales, ya que su diferencia radica en la disponibilidad de la faja normada en la alternativa N°3. Por ello, se acordó con la contraparte del estudio no considerar diferencias en la modelación de tránsito, es decir, la modelación de las alternativas N°2 y N°3 son la misma. Se consideró un valor de velocidad general de 45 km/h. En la alternativa N°1, dado que las mejoras son más puntuales y no se provee de bandejón central a lo largo de todo el eje, se consideró una velocidad media de solo 40 km/h. Por último, la alternativa 4, siendo una combinación de las alternativas 1 y 2, consideró una velocidad de 40 km/h de Dorsal al norte y de 45 km/h de Dorsal al sur.

Finalmente, dado que las alternativas N°2 y N°3 consideran un empalme con Av. Independencia de la nueva calzada sur-norte, esta intersección se reguló con un nuevo

semáforo, el cual se agregó a la red 7 (Independencia entre Negrete y El Cortijo). La figura siguiente muestra la intersección mencionada.

Figura 8-1 Modelación empalme de Vivaceta con Independencia, Alternativas N°2 y N°3




En relación con la conformación de redes semaforizadas, las situaciones con proyecto mantienen la misma conformación de la situación base.

### 8.1.2 Resultados de costos de operación

En esta etapa preliminar, se determinaron para la evaluación económica preliminar, sólo los costos de operación de tiempo y combustible, para los 3 períodos de análisis y ambos cortes temporales considerados en cada uno de ellos.

La metodología utilizada para el cálculo corresponde a la definida en el MESPIVU.

a) Tiempo de viaje

En los cuadros siguientes se presenta los consumos físicos (h/h) y costos ($/h), para cada período considerado y tipo de vehículo, correspondientes al tiempo de viaje.

Cuadro 8-1 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°1 2016

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 8.165 | 11.431 | 16.186 |
| Bus | 27,60 | 256 | 7.062 | 10.000 |
| Bus Articulado | 48,30 | 42 | 2.013 | 2.850 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 173 | 468 | 663 |
| Camión Simple | 1,40 | 195 | 272 | 386 |
| Camión Articulado | 1,40 | 68 | 95 | 135 |
| | | | 21.341 | 30.219 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 4.385 | 6.139 | 8.692 |
| Bus | 18,30 | 164 | 3.002 | 4.251 |
| Bus Articulado | 26,70 | 33 | 869 | 1.231 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 134 | 348 | 492 |
| Camión Simple | 1,40 | 312 | 437 | 618 |
| Camión Articulado | 1,40 | 89 | 124 | 176 |
| | | | 10.919 | 15.461 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 5.307 | 7.960 | 11.272 |
| Bus | 24,70 | 219 | 5.401 | 7.648 |
| Bus Articulado | 36,20 | 41 | 1.477 | 2.091 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 113 | 272 | 385 |
| Camión Simple | 1,40 | 193 | 270 | 383 |
| Camión Articulado | 1,40 | 66 | 93 | 131 |
| | | | 15.473 | 21.910 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-2 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°1 2020

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.229 | 15.720 | 22.260 |
| Bus | 27,60 | 334 | 9.220 | 13.056 |
| Bus Articulado | 48,30 | 50 | 2.411 | 3.414 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 215 | 581 | 823 |
| Camión Simple | 1,40 | 274 | 384 | 543 |
| Camión Articulado | 1,40 | 99 | 139 | 197 |
| | | | 28.455 | 40.293 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-3 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°1 2025

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.841 | 16.577 | 23.474 |
| Bus | 18,30 | 269 | 4.922 | 6.969 |
| Bus Articulado | 26,70 | 48 | 1.282 | 1.816 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 192 | 499 | 707 |
| Camión Simple | 1,40 | 795 | 1.113 | 1.575 |
| Camión Articulado | 1,40 | 247 | 346 | 491 |
| | | | 24.740 | 35.031 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 11.885 | 17.827 | 25.243 |
| Bus | 24,70 | 365 | 9.004 | 12.749 |
| Bus Articulado | 36,20 | 72 | 2.594 | 3.673 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 171 | 410 | 581 |
| Camión Simple | 1,40 | 412 | 576 | 816 |
| Camión Articulado | 1,40 | 150 | 210 | 297 |
| | | | 30.621 | 43.360 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-4 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°2 y N°3 2016

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 8.142 | 11.398 | 16.140 |
| Bus | 27,60 | 256 | 7.055 | 9.989 |
| Bus Articulado | 48,30 | 42 | 2.006 | 2.840 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 173 | 468 | 662 |
| Camión Simple | 1,40 | 193 | 270 | 383 |
| Camión Articulado | 1,40 | 68 | 95 | 134 |
| | | | 21.291 | 30.148 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 4.366 | 6.113 | 8.656 |
| Bus | 18,30 | 164 | 3.009 | 4.260 |
| Bus Articulado | 26,70 | 33 | 869 | 1.231 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 134 | 348 | 492 |
| Camión Simple | 1,40 | 311 | 435 | 617 |
| Camión Articulado | 1,40 | 88 | 124 | 175 |
| | | | 10.898 | 15.431 |

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 5.307 | 7.960 | 11.272 |
| Bus | 24,70 | 218 | 5.396 | 7.641 |
| Bus Articulado | 36,20 | 41 | 1.474 | 2.088 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 113 | 272 | 386 |
| Camión Simple | 1,40 | 194 | 271 | 384 |
| Camión Articulado | 1,40 | 66 | 92 | 131 |
| | | | 15.466 | 21.900 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-5 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°2 y N°3 2020

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.121 | 15.570 | 22.046 |
| Bus | 27,60 | 327 | 9.019 | 12.771 |
| Bus Articulado | 48,30 | 50 | 2.422 | 3.430 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 214 | 578 | 818 |
| Camión Simple | 1,40 | 272 | 380 | 539 |
| Camión Articulado | 1,40 | 98 | 137 | 193 |
| | | | 28.105 | 39.797 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-6 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°2 y N°3 2025

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.833 | 16.567 | 23.459 |
| Bus | 18,30 | 270 | 4.933 | 6.985 |
| Bus Articulado | 26,70 | 48 | 1.286 | 1.820 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 193 | 503 | 712 |
| Camión Simple | 1,40 | 794 | 1.112 | 1.575 |
| Camión Articulado | 1,40 | 245 | 344 | 486 |
| | | | 24.744 | 35.037 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 11.848 | 17.772 | 25.165 |
| Bus | 24,70 | 353 | 8.711 | 12.335 |
| Bus Articulado | 36,20 | 70 | 2.533 | 3.587 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 169 | 406 | 575 |
| Camión Simple | 1,40 | 396 | 555 | 786 |
| Camión Articulado | 1,40 | 148 | 207 | 294 |
| | | | 30.184 | 42.741 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-7 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°4 2016

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 8.152 | 11.413 | 16.161 |
| Bus | 27,60 | 256 | 7.066 | 10.005 |
| Bus Articulado | 48,30 | 42 | 2.013 | 2.850 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 174 | 471 | 667 |
| Camión Simple | 1,40 | 193 | 271 | 383 |
| Camión Articulado | 1,40 | 68 | 95 | 134 |
| | | | 21.328 | 30.201 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 4.363 | 6.108 | 8.648 |
| Bus | 18,30 | 164 | 3.010 | 4.263 |
| Bus Articulado | 26,70 | 33 | 873 | 1.236 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 134 | 349 | 494 |
| Camión Simple | 1,40 | 310 | 435 | 615 |
| Camión Articulado | 1,40 | 88 | 124 | 175 |
| | | | 10.898 | 15.431 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 5.306 | 7.959 | 11.269 |
| Bus | 24,70 | 219 | 5.402 | 7.650 |
| Bus Articulado | 36,20 | 41 | 1.473 | 2.085 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 114 | 273 | 386 |
| Camión Simple | 1,40 | 193 | 271 | 383 |
| Camión Articulado | 1,40 | 66 | 92 | 130 |
| | | | 15.469 | 21.904 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-8 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°4 2020

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.107 | 15.550 | 22.018 |
| Bus | 27,60 | 330 | 9.114 | 12.906 |
| Bus Articulado | 48,30 | 50 | 2.397 | 3.395 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 214 | 578 | 818 |
| Camión Simple | 1,40 | 272 | 380 | 538 |
| Camión Articulado | 1,40 | 98 | 137 | 194 |
| | | | 28.156 | 39.869 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-9 Costos de tiempo de viaje, alternativa N°4 2025

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.835 | 16.569 | 23.462 |
| Bus | 18,30 | 270 | 4.944 | 7.001 |
| Bus Articulado | 26,70 | 48 | 1.286 | 1.821 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 194 | 505 | 715 |
| Camión Simple | 1,40 | 795 | 1.113 | 1.576 |
| Camión Articulado | 1,40 | 245 | 343 | 486 |
| | | | 24.760 | 35.061 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 11.847 | 17.770 | 25.162 |
| Bus | 24,70 | 354 | 8.738 | 12.373 |
| Bus Articulado | 36,20 | 70 | 2.532 | 3.585 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 169 | 406 | 575 |
| Camión Simple | 1,40 | 397 | 556 | 788 |
| Camión Articulado | 1,40 | 149 | 209 | 295 |
| | | | 30.211 | 42.779 |

Fuente: Elaboración Propia

b) Combustible

El costo de combustible se divide en 3 componentes: en movimiento, en ralentí y por detenciones. En los cuadros siguientes se presentan los resultados obtenidos en unidades físicas (l/h) y costos ($/h), para cada período considerado y tipo de vehículo.

Cuadro 8-10 Costo combustible en movimiento, alternativa N°1

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 26.884 | 12.743 | 31.515 | 14.938 | - | - |
| Bus | 2.297 | 1.102 | 2.488 | 1.194 | - | - |
| Bus Articulado | 507 | 243 | 549 | 264 | - | - |
| Taxi Colectivo | 365 | 173 | 396 | 188 | - | - |
| Camión Simple | 1.370 | 658 | 1.633 | 784 | - | - |
| Camión Articulado | 2.538 | 1.218 | 3.025 | 1.452 | - | - |
| | 33.961 | 16.138 | 39.606 | 18.820 | - | - |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 16.850 | 7.987 | - | - | 26.021 | 12.334 |
| Bus | 1.608 | 772 | - | - | 1.923 | 923 |
| Bus Articulado | 410 | 197 | - | - | 490 | 235 |
| Taxi Colectivo | 331 | 157 | - | - | 396 | 188 |
| Camión Simple | 2.568 | 1.233 | - | - | 3.815 | 1.831 |
| Camión Articulado | 4.065 | 1.951 | - | - | 6.038 | 2.898 |
| | 25.832 | 12.296 | - | - | 38.683 | 18.409 |

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 17.683 | 8.382 | - | - | 24.131 | 11.438 |
| Bus | 2.298 | 1.103 | - | - | 2.748 | 1.319 |
| Bus Articulado | 538 | 258 | - | - | 643 | 309 |
| Taxi Colectivo | 279 | 132 | - | - | 334 | 158 |
| Camión Simple | 1.585 | 761 | - | - | 2.354 | 1.130 |
| Camión Articulado | 2.813 | 1.350 | - | - | 4.178 | 2.005 |
| | 25.196 | 11.986 | - | - | 34.388 | 16.360 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-11 Costo combustible en ralentí, alternativa N°1

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 2.094 | 992 | 4.196 | 1.989 | - | - |
| Bus | 135 | 65 | 268 | 129 | - | - |
| Bus Articulado | 17 | 8 | 28 | 14 | - | - |
| Taxi Colectivo | 45 | 21 | 77 | 37 | - | - |
| Camión Simple | 79 | 38 | 187 | 90 | - | - |
| Camión Articulado | 33 | 16 | 79 | 38 | - | - |
| | 2.403 | 1.141 | 4.835 | 2.295 | - | - |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 481 | 228 | - | - | 6.619 | 3.137 |
| Bus | 33 | 16 | - | - | 197 | 95 |
| Bus Articulado | 8 | 4 | - | - | 30 | 14 |
| Taxi Colectivo | 15 | 7 | - | - | 51 | 24 |
| Camión Simple | 66 | 32 | - | - | 832 | 399 |
| Camión Articulado | 15 | 7 | - | - | 276 | 132 |
| | 617 | 293 | - | - | 8.005 | 3.802 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 937 | 444 | - | - | 6.286 | 2.980 |
| Bus | 69 | 33 | - | - | 302 | 145 |
| Bus Articulado | 11 | 5 | - | - | 62 | 30 |
| Taxi Colectivo | 12 | 6 | - | - | 52 | 24 |
| Camión Simple | 44 | 21 | - | - | 333 | 160 |
| Camión Articulado | 29 | 14 | - | - | 155 | 74 |
| | 1.103 | 524 | - | - | 7.191 | 3.414 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-12 Costo combustible por detenciones, alternativa N°1

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.672 | 1.267 | 3.555 | 1.685 | - | - |
| Fuera de Punta | 1.785 | 846 | - | - | 2.758 | 1.307 |
| Punta Tarde | 2.110 | 1.000 | - | - | 3.765 | 1.785 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-13 Costo combustible en movimiento, alternativa N°2 y N°3

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 26.837 | 12.721 | 31.464 | 14.914 | - | - |
| Bus | 2.296 | 1.102 | 2.487 | 1.194 | - | - |
| Bus Articulado | 507 | 243 | 549 | 264 | - | - |
| Taxi Colectivo | 365 | 173 | 396 | 188 | - | - |
| Camión Simple | 1.368 | 657 | 1.631 | 783 | - | - |
| Camión Articulado | 2.538 | 1.218 | 3.025 | 1.452 | - | - |
| | 33.911 | 16.114 | 39.551 | 18.793 | - | - |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 16.805 | 7.966 | - | - | 25.988 | 12.318 |
| Bus | 1.607 | 772 | - | - | 1.922 | 923 |
| Bus Articulado | 410 | 197 | - | - | 490 | 235 |
| Taxi Colectivo | 331 | 157 | - | - | 396 | 188 |
| Camión Simple | 2.564 | 1.231 | - | - | 3.808 | 1.828 |
| Camión Articulado | 4.064 | 1.951 | - | - | 6.037 | 2.898 |
| | 25.783 | 12.273 | - | - | 38.642 | 18.390 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 17.610 | 8.347 | - | - | 24.078 | 11.413 |
| Bus | 2.297 | 1.103 | - | - | 2.747 | 1.319 |
| Bus Articulado | 538 | 258 | - | - | 643 | 309 |
| Taxi Colectivo | 279 | 132 | - | - | 334 | 158 |
| Camión Simple | 1.583 | 760 | - | - | 2.351 | 1.128 |
| Camión Articulado | 2.812 | 1.350 | - | - | 4.177 | 2.005 |
| | 25.119 | 11.950 | - | - | 34.330 | 16.332 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-14 Costo combustible en ralentí, alternativa N°2 y N°3

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 2.112 | 1.001 | 4.118 | 1.952 | - | - |
| Bus | 136 | 65 | 251 | 120 | - | - |
| Bus Articulado | 17 | 8 | 28 | 13 | - | - |
| Taxi Colectivo | 45 | 21 | 76 | 36 | - | - |
| Camión Simple | 80 | 38 | 185 | 89 | - | - |
| Camión Articulado | 33 | 16 | 75 | 36 | - | - |
| | 2.422 | 1.150 | 4.733 | 2.247 | - | - |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 485 | 230 | - | - | 6.629 | 3.142 |
| Bus | 33 | 16 | - | - | 199 | 95 |
| Bus Articulado | 8 | 4 | - | - | 30 | 14 |
| Taxi Colectivo | 14 | 7 | - | - | 52 | 25 |
| Camión Simple | 66 | 32 | - | - | 835 | 401 |
| Camión Articulado | 14 | 7 | - | - | 271 | 130 |
| | 620 | 295 | - | - | 8.017 | 3.808 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 950 | 450 | - | - | 6.282 | 2.977 |
| Bus | 67 | 32 | - | - | 276 | 133 |
| Bus Articulado | 10 | 5 | - | - | 58 | 28 |
| Taxi Colectivo | 11 | 5 | - | - | 48 | 23 |
| Camión Simple | 46 | 22 | - | - | 304 | 146 |
| Camión Articulado | 29 | 14 | - | - | 151 | 73 |
| | 1.114 | 529 | - | - | 7.119 | 3.379 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-15 Costo combustible por detenciones, alternativa N°2 y N°3

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.697 | 1.278 | 3.505 | 1.661 | - | - |
| Fuera de Punta | 1.848 | 876 | - | - | 2.793 | 1.324 |
| Punta Tarde | 2.095 | 993 | - | - | 3.648 | 1.729 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-16 Costo combustible en movimiento, alternativa N°4

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 26.842 | 12.723 | 31.479 | 14.921 | - | - |
| Bus | 2.296 | 1.102 | 2.487 | 1.194 | - | - |
| Bus Articulado | 508 | 244 | 550 | 264 | - | - |
| Taxi Colectivo | 366 | 173 | 396 | 188 | - | - |
| Camión Simple | 1.369 | 657 | 1.632 | 783 | - | - |
| Camión Articulado | 2.539 | 1.219 | 3.026 | 1.452 | - | - |
| | 33.919 | 16.118 | 39.570 | 18.802 | - | - |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 16.807 | 7.967 | - | - | 25.992 | 12.320 |
| Bus | 1.608 | 772 | - | - | 1.923 | 923 |
| Bus Articulado | 411 | 197 | - | - | 491 | 236 |
| Taxi Colectivo | 332 | 157 | - | - | 397 | 188 |
| Camión Simple | 2.565 | 1.231 | - | - | 3.810 | 1.829 |
| Camión Articulado | 4.066 | 1.952 | - | - | 6.038 | 2.898 |
| | 25.788 | 12.275 | - | - | 38.651 | 18.394 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 17.618 | 8.351 | - | - | 24.089 | 11.418 |
| Bus | 2.298 | 1.103 | - | - | 2.748 | 1.319 |
| Bus Articulado | 538 | 258 | - | - | 644 | 309 |
| Taxi Colectivo | 279 | 132 | - | - | 334 | 158 |
| Camión Simple | 1.584 | 760 | - | - | 2.352 | 1.129 |
| Camión Articulado | 2.814 | 1.351 | - | - | 4.178 | 2.006 |
| | 25.130 | 11.955 | - | - | 34.345 | 16.339 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-17 Costo combustible en ralentí, alternativa N°4

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | | | |
| Auto | 2.124 | 1.007 | 4.101 | 1.944 | - | - |
| Bus | 136 | 65 | 261 | 125 | - | - |
| Bus Articulado | 17 | 8 | 28 | 13 | - | - |
| Taxi Colectivo | 46 | 22 | 76 | 36 | - | - |
| Camión Simple | 81 | 39 | 184 | 88 | - | - |
| Camión Articulado | 33 | 16 | 76 | 36 | - | - |
| | 2.437 | 1.157 | 4.725 | 2.243 | - | - |

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Fuera de Punta | | | | | | |
| Auto | 483 | 229 | - | - | 6.632 | 3.143 |
| Bus | 33 | 16 | - | - | 200 | 96 |
| Bus Articulado | 8 | 4 | - | - | 30 | 14 |
| Taxi Colectivo | 14 | 7 | - | - | 53 | 25 |
| Camión Simple | 66 | 32 | - | - | 835 | 401 |
| Camión Articulado | 14 | 7 | - | - | 271 | 130 |
| | 619 | 294 | - | - | 8.021 | 3.810 |
| Punta Tarde | | | | | | |
| Auto | 946 | 448 | - | - | 6.278 | 2.976 |
| Bus | 68 | 32 | - | - | 278 | 134 |
| Bus Articulado | 10 | 5 | - | - | 58 | 28 |
| Taxi Colectivo | 11 | 5 | - | - | 48 | 23 |
| Camión Simple | 45 | 22 | - | - | 305 | 147 |
| Camión Articulado | 28 | 14 | - | - | 153 | 73 |
| | 1.108 | 526 | - | - | 7.121 | 3.380 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8-18 Costo combustible por detenciones, alternativa N°4

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | | 2025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.695 | 1.277 | 3.463 | 1.642 | - | - |
| Fuera de Punta | 1.819 | 862 | - | - | 2.795 | 1.325 |
| Punta Tarde | 2.086 | 989 | - | - | 3.668 | 1.739 |

Fuente: Elaboración Propia

## 8.2 Evaluación social alternativas preliminares

### 8.2.1 Costos de inversión social

Los montos de inversión privado y social de cada alternativa, ejecutada en asfalto y en hormigón, se entregan en el cuadro siguiente. Adicionalmente se entrega el valor residual, valor estimado de acuerdo al MESPIVU y minuta metodológica actualizada emitida por SECTRA y minutas posteriores (que considera movimiento de tierras si corresponde, expropiaciones y modificación de servicios).

Cuadro 8-19: Monto de Inversión y valor residual. Obra en Asfalto (UF)

| Descripción | ALTERNATIVA 1 | | | ALTERNATIVA 2 | | | ALTERNATIVA 3 | | | ALTERNATIVA 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Monto privado | Monto social | Valor Residual | Monto privado | Monto social | Valor Residual | Monto privado | Monto social | Valor Residual | Monto privado | Monto social | Valor Residual |
| Obras viales | 197.519 | 149.865 | 0 | 225.719 | 171.267 | 0 | 246.670 | 187.227 | 0 | 199.176 | 151.101 | 0 |
| Drenaje y protección de la faja | 27.100 | 20.211 | 0 | 37.551 | 27.952 | 0 | 43.061 | 32.108 | 0 | 34.639 | 25.822 | 0 |
| Elementos de control y seguridad | 32.614 | 24.217 | 0 | 41.029 | 30.794 | 0 | 46.532 | 35.118 | 0 | 36.459 | 27.209 | 0 |
| Obras complementarias | 137.673 | 101.918 | 63.913 | 179.622 | 133.496 | 79.930 | 197.389 | 147.047 | 79.930 | 177.551 | 131.933 | 79.930 |
| Expropiaciones | 29.620 | 29.620 | 29.620 | 154.366 | 154.366 | 154.366 | 680.405 | 680.405 | 680.405 | 85.139 | 85.139 | 85.139 |
| **TOTAL** | **424.526** | **325.831** | **93.533** | **638.287** | **517.875** | **234.296** | **1.214.057** | **1.081.905** | **760.335** | **532.964** | **421.203** | **165.069** |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-20: Monto de Inversión y valor residual. Obra en Hormigón (UF)

| Descripción | ALTERNATIVA 1 | | | ALTERNATIVA 2 | | | ALTERNATIVA 3 | | | ALTERNATIVA 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Monto privado | Monto social | Valor Residual | Monto privado | Monto social | Valor Residual | Monto privado | Monto social | Valor Residual | Monto privado | Monto social | Valor Residual |
| Obras viales | 219.716 | 166.398 | 0 | 252.396 | 191.136 | 0 | 273.649 | 207.321 | 0 | 221.820 | 167.966 | 0 |
| Drenaje y protección de la faja | 27.100 | 20.211 | 0 | 37.551 | 27.952 | 0 | 43.061 | 32.108 | 0 | 34.639 | 25.822 | 0 |
| Elementos de control y seguridad | 32.614 | 24.217 | 0 | 41.029 | 30.794 | 0 | 46.532 | 35.118 | 0 | 36.459 | 27.209 | 0 |
| Obras complementarias | 138.339 | 102.415 | 63.913 | 180.422 | 134.092 | 79.930 | 198.199 | 147.650 | 79.930 | 178.231 | 132.440 | 79.930 |
| Expropiaciones | 29.620 | 29.620 | 29.620 | 154.366 | 154.366 | 154.366 | 680.405 | 680.405 | 680.405 | 85.139 | 85.139 | 85.139 |
| **TOTAL** | **447.389** | **342.860** | **93.533** | **665.764** | **538.341** | **234.296** | **1.241.846** | **1.102.602** | **760.335** | **556.288** | **438.575** | **165.069** |

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de precios sociales, se utilizó la versión actualizada de monomios de precios unitarios por partida emitida por el Ministerio de Desarrollo Social y entregada por SECTRA. El valor año 20 que se presenta en los cuadros corresponde al valor remanente de las obras, constituido por el 100% del valor de las expropiaciones y servicios al año 20 de operación. Este valor representa la parte de la inversión que no se requiere para repetir el proyecto por un nuevo período de 20 años.

Los cálculos que dan origen a estos resúmenes se presentan en DVD adjunto en el directorio “06. Alternativas preliminares/7_02 Costos Inversión Alternativas preliminares”.

### 8.2.2 Determinación de beneficios

a) Factores de expansión

Los factores de expansión por período se determinaron a partir de la metodología expuesta en el MESPIVU. El proceso de cálculo posee dos pasos. El primero consiste en agrupar todas las horas de la semana tipo en los 3 períodos considerados, es decir, asignar cada hora de la semana a alguno de los tres períodos. El segundo paso consiste en establecer factores de proporcionalidad para cada una de las horas de la semana, basados en la razón entre el flujo de la hora modelada de cada período y cada hora asimilada. De esta manera, el supuesto detrás es que si una hora asimilada al período posee un 90% del flujo de la hora modelada del mismo período, los beneficios de esa hora serán un 90% de los beneficios estimados para la hora de modelación.

La determinación de los factores de expansión se basó en la información y periodización realizada en el marco del estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010). Sin embargo, se debe tener presente que dicho estudio no consideró mediciones continuas en días de fin de semana, asimilando todas las horas de dichos días al período fuera de punta. El problema es que al no tener datos por hora no es posible calcular los factores de proporcionalidad de flujos para establecer los factores de expansión. En dicho estudio, se consideró que todas las horas fuera de punta eran iguales, lo cual es un supuesto muy cuestionable (ver análisis realizado en la sección 1.6 del Informe N°1 del presente estudio). Al no disponer de datos por hora de los días de fin de semana solo cabe considerar un supuesto respecto del factor de proporcionalidad.

La periodización definida en el estudio referido se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 8-21 Periodización

| Período | Horario |
|---|---|
| Punta Mañana | 07:30 – 09:15 |
| Fuera de Punta | 07:00 – 07:30<br>09:15 – 12:00<br>14:00 – 17:30<br>20:00 – 23:00 |
| Punta Mediodía | 12:00 – 14:00 |
| Punta Tarde | 17:30 – 20:00 |

Fuente: Informe Final “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

En el caso del período punta mediodía (no considerado en el presente estudio), en el estudio referido fue asimilado al período punta, lo cual es discutible, ya que el MESPIVU indica que solo pueden asimilarse horas a la punta cuyo flujo sea superior al 90% de la hora punta, lo que en este caso no ocurre. Luego, las dos horas del mediodía deben asimilarse al período fuera de punta con el factor correspondiente.

De acuerdo con lo anterior, los factores de expansión determinados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 8-22 Factores de expansión de períodos al año

| Día | Períodos | Horas por día | Horas/Año | Conexiones Norte | | Vivaceta | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Factor de flujos | Horas/Año por factor de flujos | Factor de flujos | Horas/Año por factor de flujos |
| Laboral | Punta Mañana | 1,75 | 455 | 1,00 | 455 | 0,99 | 450 |
| Laboral | Punta Mediodía | 2,00 | 520 | 0,87 | 454 | 1,05 | 546 |
| Laboral | Punta Tarde | 2,50 | 650 | 1,00 | 650 | 0,95 | 618 |
| Laboral | Fuera de Punta | 9,75 | 2.535 | 1,00 | 2.535 | 0,96 | 2.434 |
| Sábado | Fuera de Punta | 14,00 | 728 | 1,00 | 728 | 0,70 | 510 |
| Domingo | Fuera de Punta | 12,00 | 624 | 1,00 | 624 | 0,70 | 437 |
| Total Horas | | | 5.512 | -- | 5.455 | | 4.994 |

Fuente: Elaboración propia basado en antecedentes del estudio “Análisis Conexiones Viales Sector Norte de la RM", MIDEPLAN-SECTRA, (2010)

En el cuadro anterior, la última columna representa los factores de expansión determinados para este estudio. Sumando lo que corresponde se obtiene finalmente:

Punta mañana: 450 h/año

Fuera de punta: 3.927 h/año

Punta tarde: 618 h/año

b) Proyección de beneficios

La proyección de los beneficios es el proceso a través del cual se estiman, a partir de los resultados de los cortes temporales simulados, los beneficios del proyecto para todo el horizonte de evaluación (20 años).

El procedimiento normal es el de simular el primer y décimo año, determinar los beneficios anuales para esos dos cortes temporales e interpolar y extrapolar linealmente para obtener los beneficios para el resto de los años. Sin embargo, cuando se produce la saturación de la situación base en algún período antes del año 10, es necesario adoptar otros criterios para proyectar los beneficios.

En efecto, teóricamente cuando una red se satura significa que se ha alcanzado la capacidad de la red y ya no puede acomodar los crecimientos de la demanda dentro de la hora de simulación, es decir, a partir de ese momento la demanda en la hora representativa ya no puede crecer más. Sin embargo, esto no significa que la demanda del período ya no crezca, si no que ésta será servida en un número mayor de horas. En

otras palabras, a partir del momento de saturación de un período lo que crece es el factor de expansión de dicho período, de manera tal que la demanda total anual sigue creciendo a las tasas estimadas[2].

Entonces, se debe cumplir:

$$\sum_i FE_i^0 \cdot D_{ik}^P = \sum_i FE_{it}^B \cdot D_{ik}^B \quad (1)$$

Donde:

$FE_i^0$: Factor de expansión anual inicial del período $i$ determinado en la periodización [h/año]

$D_{ik}^P$: Demanda de viajes en la situación con proyecto en el período $i$, en el año $k$ [viajes/h]

$FE_{ik}^B$: Factor de expansión anual modificado en la situación base para el período $i$, en el año $k$ [h/año]

$D_{ik}^B$: Demanda total de viajes en la situación base en el período $i$, en el año $k$ [viajes/h]

El procedimiento de cálculo asume que el total de horas equivalentes[3] al año, que corresponden a la suma aritmética de los factores de expansión de cada período, se mantiene constante. Luego, las horas anuales que se agregan a un período punta para representar el cambio horario de los viajes, se le restan al período adyacente (normalmente el fuera de punta). Entonces, el cálculo se puede hacer solo considerando el período punta que se satura y el período fuera de punta, en donde:

$$FE_{PPk}^B = FE_{PP}^0 + X \quad (2)$$

$$FE_{FPk}^B = FE_{FP}^0 - X \quad (3)$$

Donde $PP$ es el período punta que se satura y que aumentará su factor de expansión, y $FP$ es el período fuera de punta que reducirá su factor de expansión. Planteando la ecuación 1 y combinándola con las ecuaciones 2 y3, se tiene:

$$FE_{PP}^0 \cdot D_{PPk}^P + FE_{FP}^0 \cdot D_{FPk}^P = (FE_{PP}^0 + X) \cdot D_{PPk}^B + (FE_{FP}^0 - X) \cdot D_{FPk}^B$$

[2] Cabe notar que el aumento del factor de expansión es producto del cambio de horario de algunos viajes del período que se saturó (se adelantan o atrasan, ampliando la duración del período). También es posible que frente a la saturación algunos viajes prefieran cambiar de modo o, si son opcionales, no realizarse o hacerlo en otro período, pero estos casos se estiman poco significativos por lo que no se tomaron en cuenta.

[3] Los factores de expansión de beneficios no corresponden a horas cronológicas (ver acápite 12.2.1)

Luego, despejando X:

$$X = \frac{FE_{PP}^{0} \cdot \left(D_{PPk}^{P} - D_{PPk}^{B}\right) + FE_{FP}^{0} \cdot \left(D_{FPk}^{P} - D_{FPk}^{B}\right)}{\left(D_{PPk}^{B} - D_{FPk}^{B}\right)}$$

Finalmente, como el período FP no se satura $(D_{FPt}^{B}) = (D_{FPt}^{P})$, entonces:

$$X = \frac{FE_{PP}^{0} \cdot \left(D_{PPk}^{P} - D_{PPk}^{B}\right)}{\left(D_{PPk}^{B} - D_{FPk}^{B}\right)}$$

Nótese que si existe un segundo período sobre saturado, ya sea en el mismo año u otro que el primero, el procedimiento es el mismo anterior. Sin embargo, si las extensiones de los factores de expansión de beneficios de ambos períodos saturados se hacen a costa del factor de expansión de un mismo período fuera de punta, el factor corregido de este último debe restar las horas entregadas a ambos períodos punta.

Luego, los beneficios para el año 1 y el año $k$, se determinan como sigue:

$$B_{i1} = \sum_{i} FE_{i}^{0} \cdot \left[C_{i1}^{B} - C_{i1}^{P}\right]$$

$$B_{ik} = \sum_{i} \left[FE_{ik}^{B} \cdot C_{ik}^{B} - FE_{i}^{0} \cdot C_{ik}^{P}\right]$$

Donde todas las variables fueron previamente definidas.

Nótese que $C_{ik}^{B}$ corresponderá al costo de operación del período $i$ modelado en el año $k$, si el período no se satura, en caso contrario, será el costo de operación del período $i$ en el año previo a la sobre saturación.

En el presente estudio, la situación base presentó saturación en el período punta mañana al año 10 (2025), por lo que fue simulado en el año 2020 (año previo al primero que presenta saturación). Por otra parte, la situación con proyecto también presentó problemas de saturación al año 10 en dicho período, por lo que se decidió también simularlo al año 2020. Luego, para determinar los nuevos factores de expansión para el período punta mañana en el año 10, se debe conocer las demandas totales proyectadas al año 2025.

Cuadro 8-23 Viajes proyectados año 2025 (año 10)

| | P. Mañana | F. de Punta |
|---|---|---|
| [viajes/h] | 105.032 | 69.368 |
| [h/año] | 450 | 3927 |
| [viajes/año] | 319.673.709 | |

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la demanda de la hora representativa del período punta mañana en 2020 (año 5) es de 89.481 [viajes/h], luego se debe cumplir que:

$$FE_{PM}^{0} \cdot D_{PM}^{10} + FE_{FP}^{0} \cdot D_{FP}^{10} = (FE_{PM}^{0} + X) \cdot D_{PM}^{5} + (FE_{FP}^{0} - X) \cdot D_{FP}^{10}$$

Entonces:

$$X = \frac{450 \cdot (105.032 - 89.481)}{(89.481 - 69.368)} = 347{,}9$$

Luego, los factores de expansión para el año 2025 serán de 797,9 [h/año] para la punta mañana y de 3.579,1 [h/año] para el fuera de punta.

c) Beneficios anuales provenientes del tránsito

Los beneficios anuales se obtienen de la diferencia de los costos expandidos de la situación base y cada una de las alternativas. Los costos estimados para cada situación, período y tipo de vehículo, así como el cálculo de beneficios anuales se entregan en el Anexo DVD 07 Modelación y Evaluación alternativas preliminares, directorio “Evaluación”, en las planillas “Evaluación Vivaceta-AltN.xlsx” (con N el número de la alternativa).

### 8.2.3 Indicadores de rentabilidad social

En los cuadros siguientes se entrega los flujos de caja asociados a la evaluación social realizada para cada una de las 4 alternativas estudiadas, considerando la solución con pavimento de hormigón y de asfalto.

La evaluación se realizó considerando la interpolación lineal de los beneficios entre el año 1 y 10, y entre el año 11 y 20 un incremento de los beneficios igual al 50% del incremento entre el año 1 y 10, siguiendo las recomendaciones de las minutas de evaluación social del MDS.

Para las inversiones se consideró la UF del 31 de diciembre de 2012, de manera de ser consistentes con el vector de precios sociales utilizado para la determinación de los beneficios.

Cuadro 8-24 Evaluación social alternativa N°1, hormigón

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | Beneficio | Flujo de Caja | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -7.831.177 | | | | | 0 | -7.831.177 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.853.202 | 69.457.003 | 658.272 | 658.272 |
| 2017 | | | | | | 673.878 | 673.878 |
| 2018 | | | | | | 689.484 | 689.484 |
| 2019 | | | | | | 705.091 | 705.091 |
| 2020 | | | | | | 720.697 | 720.697 |
| 2021 | | | | | | 736.303 | 736.303 |
| 2022 | | | | | | 751.909 | 751.909 |
| 2023 | | | | | | 767.516 | 767.516 |
| 2024 | | | | | | 783.122 | 783.122 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 184.327.344 | 115.692.242 | 798.728 | 798.728 |
| 2026 | | | | | | 806.531 | 806.531 |
| 2027 | | | | | | 814.334 | 814.334 |
| 2028 | | | | | | 822.137 | 822.137 |
| 2029 | | | | | | 829.940 | 829.940 |
| 2030 | | | | | | 837.744 | 837.744 |
| 2031 | | | | | | 845.547 | 845.547 |
| 2032 | | | | | | 853.350 | 853.350 |
| 2033 | | | | | | 861.153 | 861.153 |
| 2034 | | | | | | 868.956 | 868.956 |
| 2035 | 2.136.366 | | | | | 876.759 | 3.013.125 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 1.495.815 |
| | | | | | | TIR | 8,1% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-25 Evaluación social alternativa N°1, asfalto

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -7.442.234 | | | | | 0 | -7.442.234 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.853.202 | 69.457.003 | 658.272 | 658.272 |
| 2017 | | | | | | 673.878 | 673.878 |
| 2018 | | | | | | 689.484 | 689.484 |
| 2019 | | | | | | 705.091 | 705.091 |
| 2020 | | | | | | 720.697 | 720.697 |
| 2021 | | | | | | 736.303 | 736.303 |
| 2022 | | | | | | 751.909 | 751.909 |
| 2023 | | | | | | 767.516 | 767.516 |
| 2024 | | | | | | 783.122 | 783.122 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 184.327.344 | 115.692.242 | 798.728 | 798.728 |
| 2026 | | | | | | 806.531 | 806.531 |
| 2027 | | | | | | 814.334 | 814.334 |
| 2028 | | | | | | 822.137 | 822.137 |
| 2029 | | | | | | 829.940 | 829.940 |
| 2030 | | | | | | 837.744 | 837.744 |
| 2031 | | | | | | 845.547 | 845.547 |
| 2032 | | | | | | 853.350 | 853.350 |
| 2033 | | | | | | 861.153 | 861.153 |
| 2034 | | | | | | 868.956 | 868.956 |
| 2035 | 2.136.366 | | | | | 876.759 | 3.013.125 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 1.862.743 |
| | | | | | | TIR | 8,7% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-26 Evaluación social alternativa N°2, hormigón

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -12.296.101 | | | | | 0 | -12.296.101 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.697.958 | 69.461.471 | 809.048 | 809.048 |
| 2017 | | | | | | 907.783 | 907.783 |
| 2018 | | | | | | 1.006.517 | 1.006.517 |
| 2019 | | | | | | 1.105.252 | 1.105.252 |
| 2020 | | | | | | 1.203.986 | 1.203.986 |
| 2021 | | | | | | 1.302.721 | 1.302.721 |
| 2022 | | | | | | 1.401.456 | 1.401.456 |
| 2023 | | | | | | 1.500.190 | 1.500.190 |
| 2024 | | | | | | 1.598.925 | 1.598.925 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 183.570.938 | 115.549.717 | 1.697.659 | 1.697.659 |
| 2026 | | | | | | 1.747.026 | 1.747.026 |
| 2027 | | | | | | 1.796.394 | 1.796.394 |
| 2028 | | | | | | 1.845.761 | 1.845.761 |
| 2029 | | | | | | 1.895.128 | 1.895.128 |
| 2030 | | | | | | 1.944.495 | 1.944.495 |
| 2031 | | | | | | 1.993.863 | 1.993.863 |
| 2032 | | | | | | 2.043.230 | 2.043.230 |
| 2033 | | | | | | 2.092.597 | 2.092.597 |
| 2034 | | | | | | 2.141.964 | 2.141.964 |
| 2035 | 5.351.490 | | | | | 2.191.332 | 7.542.821 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 5.892.429 |
| | | | | | | TIR | 10,3% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-27 Evaluación social alternativa N°2, asfalto

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -11.828.665 | | | | | 0 | -11.828.665 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.697.958 | 69.461.471 | 809.048 | 809.048 |
| 2017 | | | | | | 907.783 | 907.783 |
| 2018 | | | | | | 1.006.517 | 1.006.517 |
| 2019 | | | | | | 1.105.252 | 1.105.252 |
| 2020 | | | | | | 1.203.986 | 1.203.986 |
| 2021 | | | | | | 1.302.721 | 1.302.721 |
| 2022 | | | | | | 1.401.456 | 1.401.456 |
| 2023 | | | | | | 1.500.190 | 1.500.190 |
| 2024 | | | | | | 1.598.925 | 1.598.925 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 183.570.938 | 115.549.717 | 1.697.659 | 1.697.659 |
| 2026 | | | | | | 1.747.026 | 1.747.026 |
| 2027 | | | | | | 1.796.394 | 1.796.394 |
| 2028 | | | | | | 1.845.761 | 1.845.761 |
| 2029 | | | | | | 1.895.128 | 1.895.128 |
| 2030 | | | | | | 1.944.495 | 1.944.495 |
| 2031 | | | | | | 1.993.863 | 1.993.863 |
| 2032 | | | | | | 2.043.230 | 2.043.230 |
| 2033 | | | | | | 2.092.597 | 2.092.597 |
| 2034 | | | | | | 2.141.964 | 2.141.964 |
| 2035 | 5.351.490 | | | | | 2.191.332 | 7.542.821 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 6.333.407 |
| | | | | | | TIR | 10,7% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-28 Evaluación social alternativa N°3, hormigón

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -25.184.259 | | | | | 0 | -25.184.259 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.697.958 | 69.461.471 | 809.048 | 809.048 |
| 2017 | | | | | | 907.783 | 907.783 |
| 2018 | | | | | | 1.006.517 | 1.006.517 |
| 2019 | | | | | | 1.105.252 | 1.105.252 |
| 2020 | | | | | | 1.203.986 | 1.203.986 |
| 2021 | | | | | | 1.302.721 | 1.302.721 |
| 2022 | | | | | | 1.401.456 | 1.401.456 |
| 2023 | | | | | | 1.500.190 | 1.500.190 |
| 2024 | | | | | | 1.598.925 | 1.598.925 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 183.570.938 | 115.549.717 | 1.697.659 | 1.697.659 |
| 2026 | | | | | | 1.747.026 | 1.747.026 |
| 2027 | | | | | | 1.796.394 | 1.796.394 |
| 2028 | | | | | | 1.845.761 | 1.845.761 |
| 2029 | | | | | | 1.895.128 | 1.895.128 |
| 2030 | | | | | | 1.944.495 | 1.944.495 |
| 2031 | | | | | | 1.993.863 | 1.993.863 |
| 2032 | | | | | | 2.043.230 | 2.043.230 |
| 2033 | | | | | | 2.092.597 | 2.092.597 |
| 2034 | | | | | | 2.141.964 | 2.141.964 |
| 2035 | 17.366.615 | | | | | 2.191.332 | 19.557.947 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | -2.731.896 |
| | | | | | | TIR | 5,0% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-29 Evaluación social alternativa N°3, asfalto

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -24.711.526 | | | | | 0 | -24.711.526 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.697.958 | 69.461.471 | 809.048 | 809.048 |
| 2017 | | | | | | 907.783 | 907.783 |
| 2018 | | | | | | 1.006.517 | 1.006.517 |
| 2019 | | | | | | 1.105.252 | 1.105.252 |
| 2020 | | | | | | 1.203.986 | 1.203.986 |
| 2021 | | | | | | 1.302.721 | 1.302.721 |
| 2022 | | | | | | 1.401.456 | 1.401.456 |
| 2023 | | | | | | 1.500.190 | 1.500.190 |
| 2024 | | | | | | 1.598.925 | 1.598.925 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 183.570.938 | 115.549.717 | 1.697.659 | 1.697.659 |
| 2026 | | | | | | 1.747.026 | 1.747.026 |
| 2027 | | | | | | 1.796.394 | 1.796.394 |
| 2028 | | | | | | 1.845.761 | 1.845.761 |
| 2029 | | | | | | 1.895.128 | 1.895.128 |
| 2030 | | | | | | 1.944.495 | 1.944.495 |
| 2031 | | | | | | 1.993.863 | 1.993.863 |
| 2032 | | | | | | 2.043.230 | 2.043.230 |
| 2033 | | | | | | 2.092.597 | 2.092.597 |
| 2034 | | | | | | 2.141.964 | 2.141.964 |
| 2035 | 17.366.615 | | | | | 2.191.332 | 19.557.947 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | -2.285.922 |
| | | | | | | TIR | 5,1% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-30 Evaluación social alternativa N°4, hormigón

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -10.017.386 | | | | | 0 | -10.017.386 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.725.984 | 69.418.806 | 823.687 | 823.687 |
| 2017 | | | | | | 899.730 | 899.730 |
| 2018 | | | | | | 975.773 | 975.773 |
| 2019 | | | | | | 1.051.816 | 1.051.816 |
| 2020 | | | | | | 1.127.860 | 1.127.860 |
| 2021 | | | | | | 1.203.903 | 1.203.903 |
| 2022 | | | | | | 1.279.946 | 1.279.946 |
| 2023 | | | | | | 1.355.989 | 1.355.989 |
| 2024 | | | | | | 1.432.032 | 1.432.032 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 183.735.186 | 115.575.053 | 1.508.075 | 1.508.075 |
| 2026 | | | | | | 1.546.097 | 1.546.097 |
| 2027 | | | | | | 1.584.118 | 1.584.118 |
| 2028 | | | | | | 1.622.140 | 1.622.140 |
| 2029 | | | | | | 1.660.161 | 1.660.161 |
| 2030 | | | | | | 1.698.183 | 1.698.183 |
| 2031 | | | | | | 1.736.204 | 1.736.204 |
| 2032 | | | | | | 1.774.226 | 1.774.226 |
| 2033 | | | | | | 1.812.247 | 1.812.247 |
| 2034 | | | | | | 1.850.269 | 1.850.269 |
| 2035 | 3.770.293 | | | | | 1.888.290 | 5.658.583 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 6.089.017 |
| | | | | | | TIR | 11,5% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8-31 Evaluación social alternativa N°4, asfalto

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -9.620.599 | | | | | 0 | -9.620.599 |
| 2016 | | 88.232.082 | 69.736.395 | 87.725.984 | 69.418.806 | 823.687 | 823.687 |
| 2017 | | | | | | 899.730 | 899.730 |
| 2018 | | | | | | 975.773 | 975.773 |
| 2019 | | | | | | 1.051.816 | 1.051.816 |
| 2020 | | | | | | 1.127.860 | 1.127.860 |
| 2021 | | | | | | 1.203.903 | 1.203.903 |
| 2022 | | | | | | 1.279.946 | 1.279.946 |
| 2023 | | | | | | 1.355.989 | 1.355.989 |
| 2024 | | | | | | 1.432.032 | 1.432.032 |
| 2025 | | 184.798.667 | 116.019.647 | 183.735.186 | 115.575.053 | 1.508.075 | 1.508.075 |
| 2026 | | | | | | 1.546.097 | 1.546.097 |
| 2027 | | | | | | 1.584.118 | 1.584.118 |
| 2028 | | | | | | 1.622.140 | 1.622.140 |
| 2029 | | | | | | 1.660.161 | 1.660.161 |
| 2030 | | | | | | 1.698.183 | 1.698.183 |
| 2031 | | | | | | 1.736.204 | 1.736.204 |
| 2032 | | | | | | 1.774.226 | 1.774.226 |
| 2033 | | | | | | 1.812.247 | 1.812.247 |
| 2034 | | | | | | 1.850.269 | 1.850.269 |
| 2035 | 3.770.293 | | | | | 1.888.290 | 5.658.583 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 6.463.345 |
| | | | | | | TIR | 12,0% |

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro siguiente se entrega un resumen de los indicadores de rentabilidad social obtenidos para cada una de las 4 alternativas estudiadas.

Cuadro 8-32 Resumen indicadores de rentabilidad social por alternativa

| Solución | Alternativa N°1 | | Alternativa N°2 | | Alternativa N°3 | | Alternativa N°4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VAN (M$) | TIR (%) | VAN (M$) | TIR (%) | VAN (M$) | TIR (%) | VAN (M$) | TIR (%) |
| Hormigón | 1.495.815 | 8,1% | 5.892.429 | 10,3% | -2.731.896 | 5,0% | 6.089.017 | 11,5% |
| Asfalto | 1.862.743 | 8,7% | 6.333.407 | 10,7% | -2.285.922 | 5,1% | 6.463.345 | 12,0% |

Fuente: Elaboración propia

De los cuadros anteriores, se puede observar que solo 3 de las 4 alternativas analizadas resultaron socialmente rentables. La alternativa N°3, que operacionalmente no difiere significativamente de la alternativa N°2, resulta no rentable principalmente debido al alto costo de las expropiaciones necesarias para otorgarle al eje el ancho de faja normado en el PRMS. Cabe consignar que en la actualidad y en el mediano plazo los requerimientos de capacidad vial para el eje son solo de 2 pistas por sentido, perfil que puede ser ofrecido en anchos de faja menores a la normada, como se proyecta en efecto en la alternativa N°2.

Un segundo aspecto que merece ser comentado, es que en base a los análisis y modelación de tránsito realizados, se observó que la provisión de la segunda calzada de Vivaceta en el tramo entre 14 de la Fama e Independencia, no lograba capturar flujos muy importantes, lo que redundó en beneficios relativamente bajos para la alta inversión requerida. Esto se comprueba claramente al comparar las alternativas N°2 y N°4. Esta última no considera dicha segunda calzada, manteniendo dicho tramo con circulación unidireccional de norte a sur (equivalente a lo proyectado para la alternativa N°1), requiriendo una inversión un 19% menor, lo que se traduce en un mayor VAN con menos inversión.

Luego, de acuerdo a los análisis realizados, la alternativa con mejor resultado en la evaluación socioeconómica es la alternativa N°4.

### 8.2.4 Selección de alternativa a desarrollar a nivel de anteproyecto

La selección de la alternativa a ser desarrollada a nivel de anteproyecto fue definida de común acuerdo con la contraparte técnica del estudio, incluyendo a todas las instituciones participantes. Esta selección se basó en los resultados presentados y las opiniones de los miembros de la contraparte ampliada de estudio. La decisión tomada fue desarrollar a nivel de anteproyecto la Alternativa N°4, es decir, la que combina las alternativas N°1 (entre Dorsal y Diego Silva Henríquez) y la Alternativa N°2 (entre Aníbal Pinto y Dorsal).

Esta decisión se basó tanto en los resultados socio-económicos obtenidos, como en las mejores características de diseño vial y seguridad que ofrece la alternativa N°4, respecto de las otras que resultaron socialmente rentables.

Junto con la toma de decisión sobre la selección de la alternativa, se recibieron de parte de la contraparte ampliada del estudio (instituciones y municipios) diversas solicitudes y recomendaciones para perfeccionar el diseño de esta alternativa, todo lo cual se tuvo presente e incorporó en el desarrollo del anteproyecto.

# 9 Anteproyecto vial de la alternativa seleccionada

## 9.1 Diseño geométrico

### 9.1.1 General

El desarrollo del diseño geométrico para el anteproyecto se hizo sobre la topografía elaborada por el consultor. El trazado elegido por las entidades correspondientes para el desarrollo de este anteproyecto corresponde a la alternativa 4, en adelante denominada como anteproyecto, que fue presentada anteriormente en este estudio.

La Avenida Fermín Vivaceta corresponde a una vía troncal y su recorrido pasa por las comunas de Independencia y Conchalí. De acuerdo a los planos reguladores de dichas comunas, las fajas de Vivaceta son de 40 m para Independencia y de 35 m para Conchalí.

Para abordar el diseño geométrico de este anteproyecto, se consideró las normas y recomendaciones del REDEVU, Manual para Vialidad Urbana editado por el MINVU.

El presente capitulo se refiere al diseño geométrico del anteproyecto y de la vialidad adyacente. Por tratarse de una vía troncal, se consideró velocidad de diseño de 60 km/h.

A continuación se presenta los parámetros utilizados en el diseño.

Cuadro 9-1 Parámetros de diseño para 60 km/h

| Parámetros | | | |
|---|---|---|---|
| PLANTA | Radio Mín. en contraperalte | Rm (m) | 370 |
| | Desarrollo Mím (w =$9^g$/>$20^g$) | D (m) | 40 |
| | Recta Mín curvas distinto Sentido | Lr (m) | 0 |
| | Recta Mín curvas mismo Sentido | Lr (m) | 70 |
| ALZADO | Pendiente Máx. | i (%) | 4,0 |
| | Curva Vertical Convexa | Kv (m) | 1.200 |
| | Curva Vertical Cóncava iluminada | Kci (m) | 950 |
| | Long. Mín Curva | 2T (m) | 60 |

Fuente: Elaboración propia en base a REDEVU

Sin perjuicio de lo anterior, se hace notar que existen 3 casos en que la geometría de las vías transversales al eje Vivaceta no cumple con los parámetros de diseño asociados a su jerarquía. Estos casos son: calle Nueva de Matte, bifurcación a Independencia y Av. Hipódromo Chile – Las enredaderas.

a) Diseño en Planta

El diseño geométrico en planta consulta una velocidad de 60 km/h, con curvas de radio mínimo en contra peralte de 370 m; sin curvas de enlaces y deflexiones de no más de 2 grados.

Las calzadas y bandejones se diseñan confinadas con soleras tipo “A” en todo el largo del eje en estudio. Además se considera el cambio total de los pavimentos existentes.

b) Diseño en Altimetría

La rasante considerada se diseñó teniendo en cuenta que el trazado propuesto va en todo su recorrido por calles existentes, por lo cual la rasante es absolutamente envolvente a la situación actual.

c) Perfil Transversal

Las calzadas se diseñan con un 2% transversal hacia los bordes externos; las aceras y veredas, se diseñan con pendientes de un 2% con escurrimiento hacia las calzadas.

Todo lo anterior queda mostrado en los planos de planta y perfiles tipo del diseño geométrico que se entregan en este informe.

### 9.1.2 Anteproyecto de la alternativa seleccionada

Si bien el proyecto no considera el ancho de faja normado para el eje, éste se emplazó dentro de los límites definidos en el Plano Regulador, de 40 m de ancho en el sector donde Fermín Vivaceta pertenece a la comuna de Independencia y en una faja de 35 m en el sector en donde el eje pertenece a la comuna de Conchalí.

Al trazado propuesto para la comuna de Independencia se le dio el carácter de una avenida bidireccional, con un perfil que consta de dos calzadas de 7 m de ancho, con dos pistas de circulación cada una; separadas por un bandejón central de ancho variable, veredas peatonales de 2.0 m de ancho y aceras de 3.5 m mínimo como se muestra en el diseño geométrico.

En cambio el trazado propuesto para la comuna de Conchalí, es unidireccional de norte a sur y consta de una sola calzada, con tramos de 3 y de 2 pistas de circulación.

La longitud de recorrido de todo el trazado en estudio es de 5,41 km.

### 9.1.3 Diseño de ciclobanda

El proyecto considera en toda su extensión, una ciclobanda bidireccional a nivel de calzada, de 2 m de ancho, ubicada en el costado oriente de Fermín Vivaceta. Esta ciclobanda se encuentra segregada de la calzada vehicular por un separador blando tipo

zebra o armadillo, el cual permite el paso de las aguas lluvias y se ubican en un espacio demarcado de 20 cm de ancho. Por el otro costado la ciclobanda está confinada con soleras tipo A. Este tipo separador blando genera una segregación sin los riesgos que conlleva el uso de separadores de hormigón, pues está confeccionado en plástico y su forma redondeada (pero igualmente alta, hasta de 13 cm), minimiza la incomodidad y eventuales daños al ser impactada por un ciclista. Se anexa la ficha técnica de este elemento en el DVD adjunto al informe en el directorio 02. Anexos/ 9_01 Ficha técnica separador ciclobanda.

Figura 9-1 Segregador tipo zebra o armadillo





En el capítulo 10 se expone una discusión y justificación de la elección de desarrollar la ciclobanda en la calzada.

El diseño de la ciclobanda se rige por las normas vigentes, cumpliendo con toda la demarcación y señalización correspondiente. Por otro lado se propone que los cruces de la ciclobanda se distinga de la calzada con un color distinto, que para este caso se ha elegido el color azul tal como se ha implementado en la ciclovía de Andrés Bello con Pedro de Valdivia y Antonio Varas con Eliodoro Yáñez, de esta manera los automovilistas tendrán un mayor grado de alerta en las intersecciones reforzando su visibilidad.

Figura 9-2 Ejemplo cruce ciclobanda



Andrés Bello / Pedro de Valdivia



Antonio Varas con Eliodoro Yañez

Adicionalmente, la pintura azul no solo se incorporará en los cruces sino que en toda la extensión de la ciclovía. Ejemplos de esto son las existentes en Av. Enrique Olivares y Av. Rosas, las que han dado buenos resultados para prevenir posibles invasiones de vehículos motorizados (autos estacionados).

Figura 9-3 Ejemplo de ciclobandas



Av. Rosas

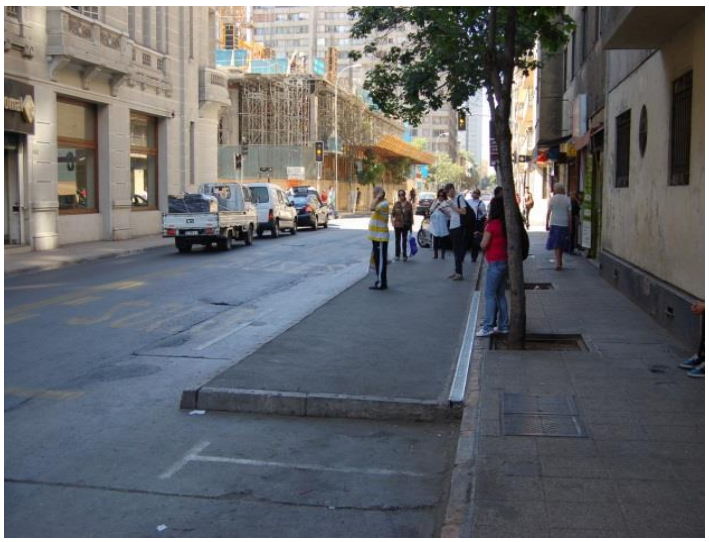


Av. Enrique Olivares

La solución adoptada en las zonas de paraderos fue subir la ciclovía a nivel de acera y que pase por detrás del refugio de la parada. Éste tipo de solución trae problemas de apozamiento de aguas lluvias dado que los paraderos funcionarían como un dique. Para corregir esto, se optó por dos soluciones.

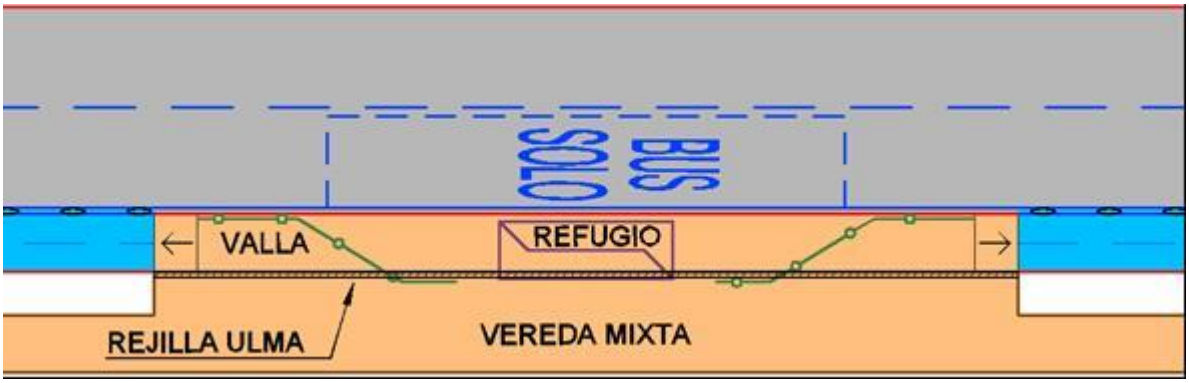
La primera considera la incorporación de rejillas Ulma para el atravieso de las aguas por detrás del radier de los refugios.

Figura 9-4 Ejemplo rejilla Ulma



Rejilla Ulma en Amunátegui con Catedral

Figura 9-5 Paso de Ciclobanda en Parada de Buses



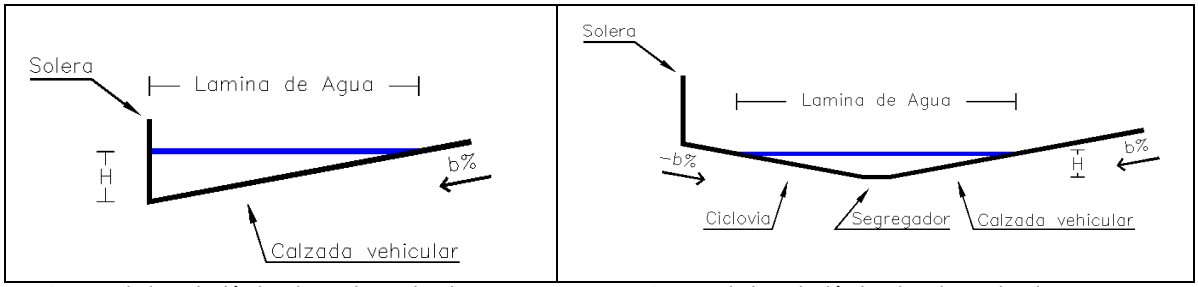

El inconveniente de esta solución radica en la baja mantención que se suele hacer de la rejilla (limpieza) y fácil hurto. Esto último podría implicar la posibilidad de accidentes al quedar la rueda de ciclistas incrustada en el espacio de la rejilla. Por los inconvenientes mencionados anteriormente, se descartó esta solución.

Una segunda solución considera la inclinación de la ciclovía hacia la calzada, de esta manera el pelo de agua escurrirá entre la calzada vehicular y la ciclovía, donde iría el segregador tipo zebra o armadillo. Este tipo de solución se observa a menudo en las bahías de estacionamientos, ubicando el sumidero entre el borde de la calzada y la bahía. Esta segunda solución es la que se adoptó para este estudio por ser más limpia y de menor costo de mantención.

Figura 9-6 Ejemplo de solución aguas lluvias y ubicación de sumidero



Figura 9-7 Perfil solución escurrimiento de aguas lluvias

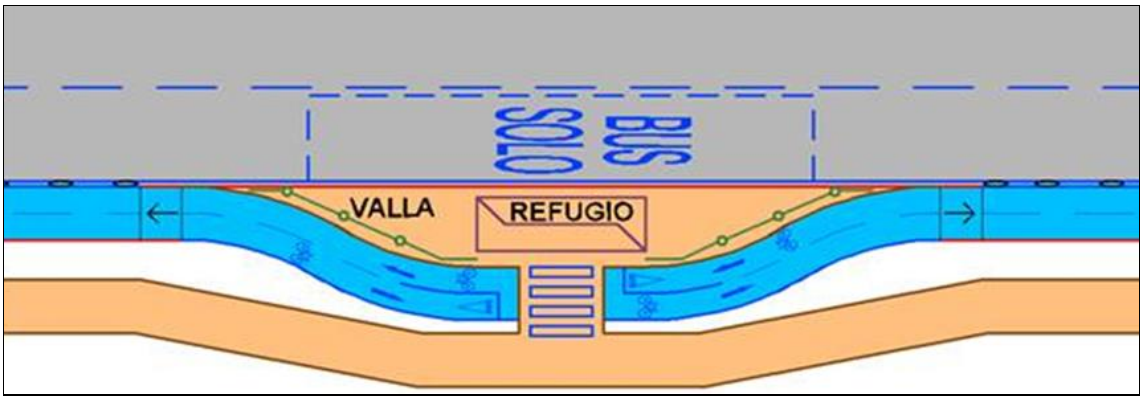



Cuneta de inundación borde poniente de Vivaceta

Cuneta de inundación borde oriente de Vivaceta

Por último, la solución de atravieso detrás de los paraderos se regulariza formalizando el cruce peatonal con señalización y demarcación cumpliendo con las normas vigentes.

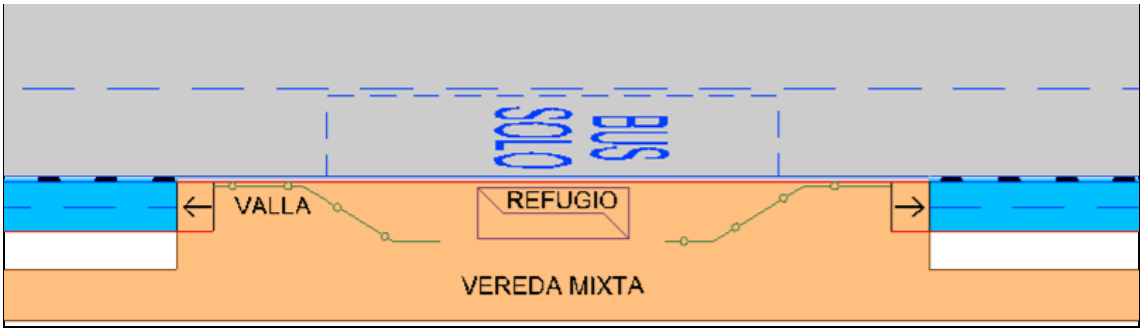
Figura 9-8 Solución atravieso ciclobanda en paraderos




Solución en paraderos formalizando el cruce peatonal

Se hace notar que, en dos casos no se proyectó la solución de la figura anterior para el atravieso de la ciclobanda detrás de un paradero. En dichos casos, la restricción de faja existente obligó a considerar una vereda mixta detrás del paradero, como se muestra en la figura siguiente.

Figura 9-9 Atravieso ciclobanda en paradero con vereda mixta




En sectores donde hay accesos a propiedad se interrumpe el segregador manteniendo la continuidad peatonal a nivel de acera.

El diseño de la ciclovía también contempla la incorporación de señalización de preferencia ciclista para reforzar la presencia de la ciclovía en los cruces

Figura 9-10 Señal reglamentaria de preferencia ciclistas

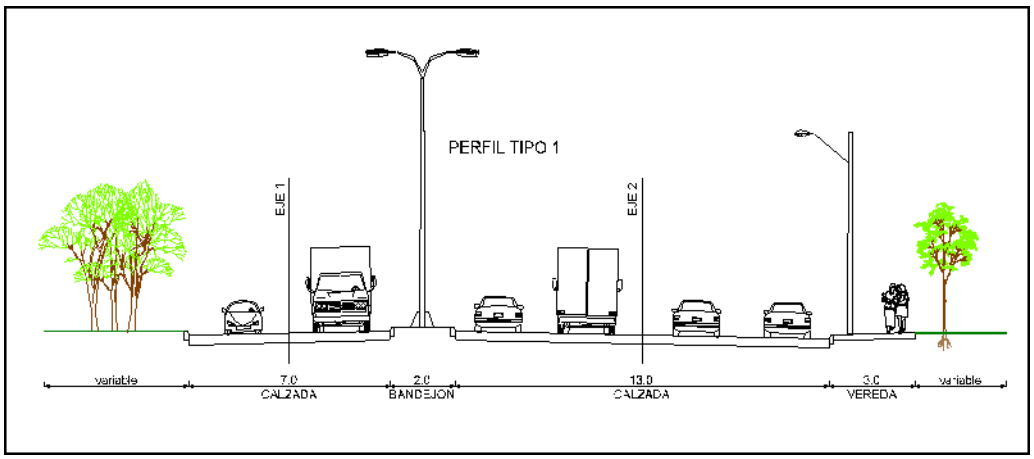



### 9.1.4 Perfiles tipo en la comuna de Independencia

En las figuras siguientes se muestran los perfiles tipo del trazado desarrollado como anteproyecto.

Figura 9-11 Perfil Tipo Fermín Vivaceta inmediatamente al sur de Aníbal Pinto

Inicio del proyecto




Los perfiles tipo de Avda. Fermín Vivaceta, correspondientes al sector de la comuna de Independencia, consultan 2 calzadas de 2 pistas de circulación cada una, separadas por un bandejón central de ancho variable, dependiendo del tramo, tal como fue solicitado por la Municipalidad de Independencia.

Figura 9-12 Perfil Tipo con bandejón de 1.0 m

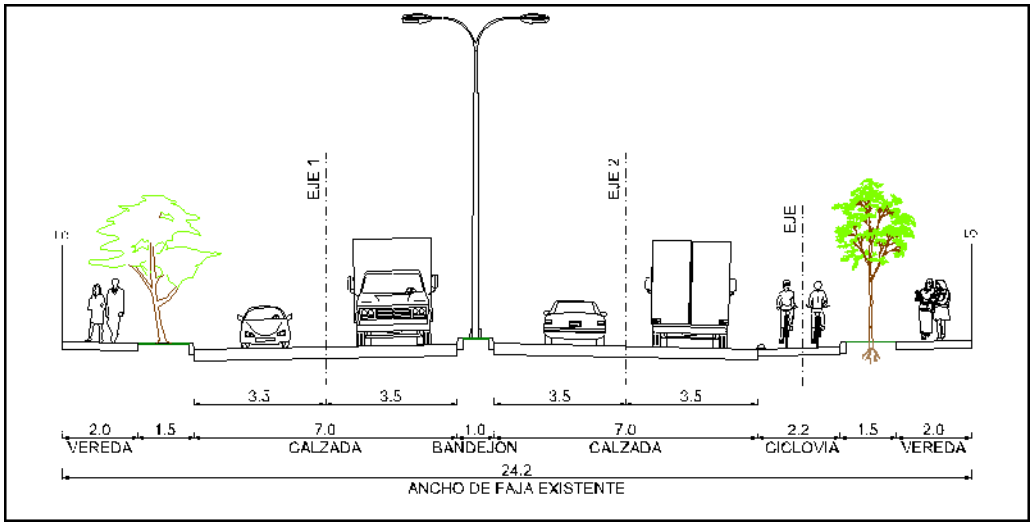
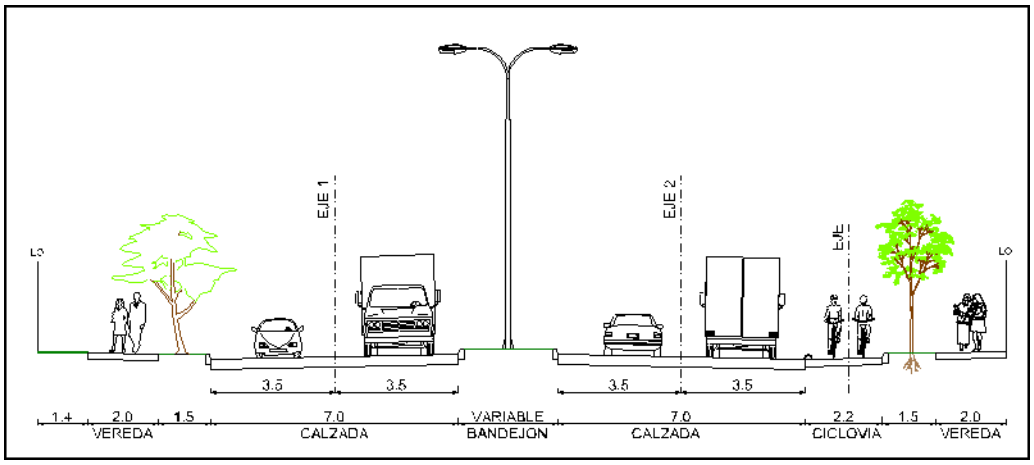



Figura 9-13 Perfil Tipo con bandejón de ancho variable




### 9.1.5 Intersecciones relevantes en la comuna de Independencia

En las figuras siguientes se muestra el diseño de las intersecciones más relevantes ubicadas en la comuna de Independencia.

Figura 9-14 Intersección Fermín Vivaceta con Aníbal Pinto (inicio del proyecto)

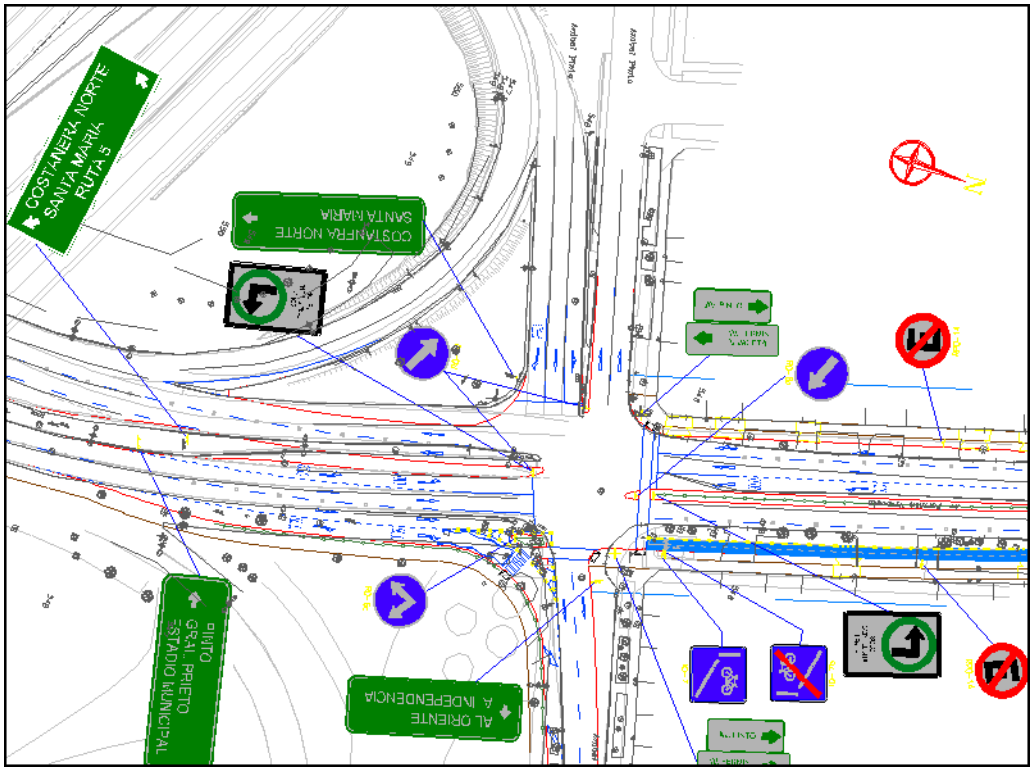



Figura 9-15 Intersección Fermín Vivaceta con Gamero

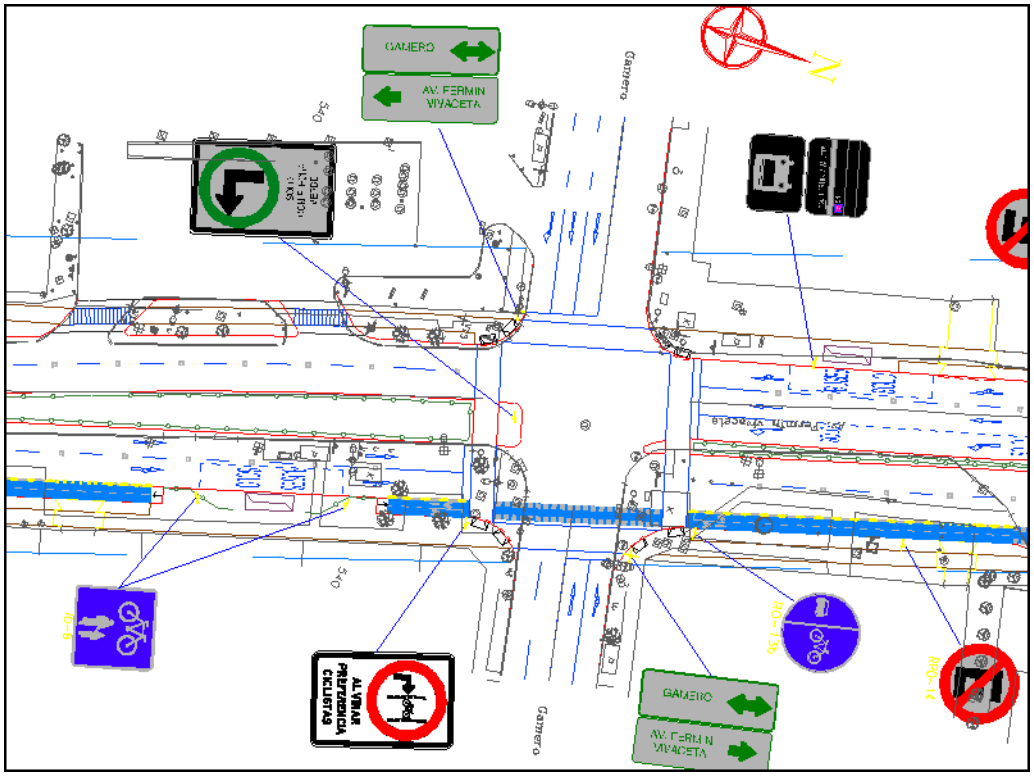


Figura 9-16 Intersección Fermín Vivaceta con Domingo Santa María

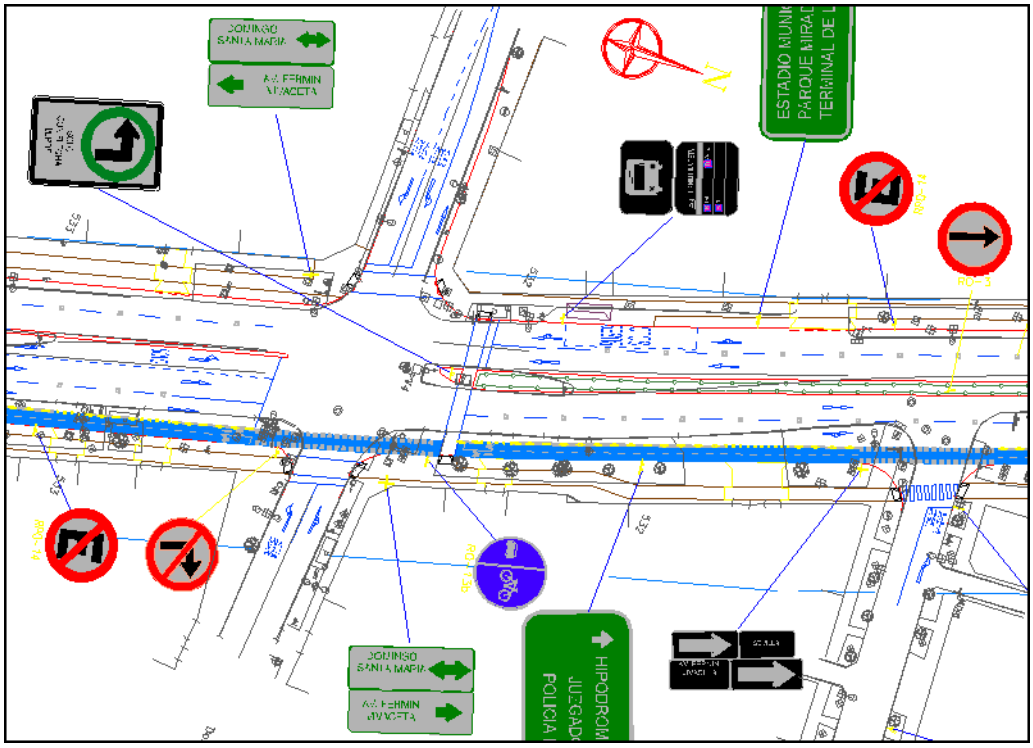



Figura 9-17 Intersección Fermín Vivaceta con Nueva de Matte

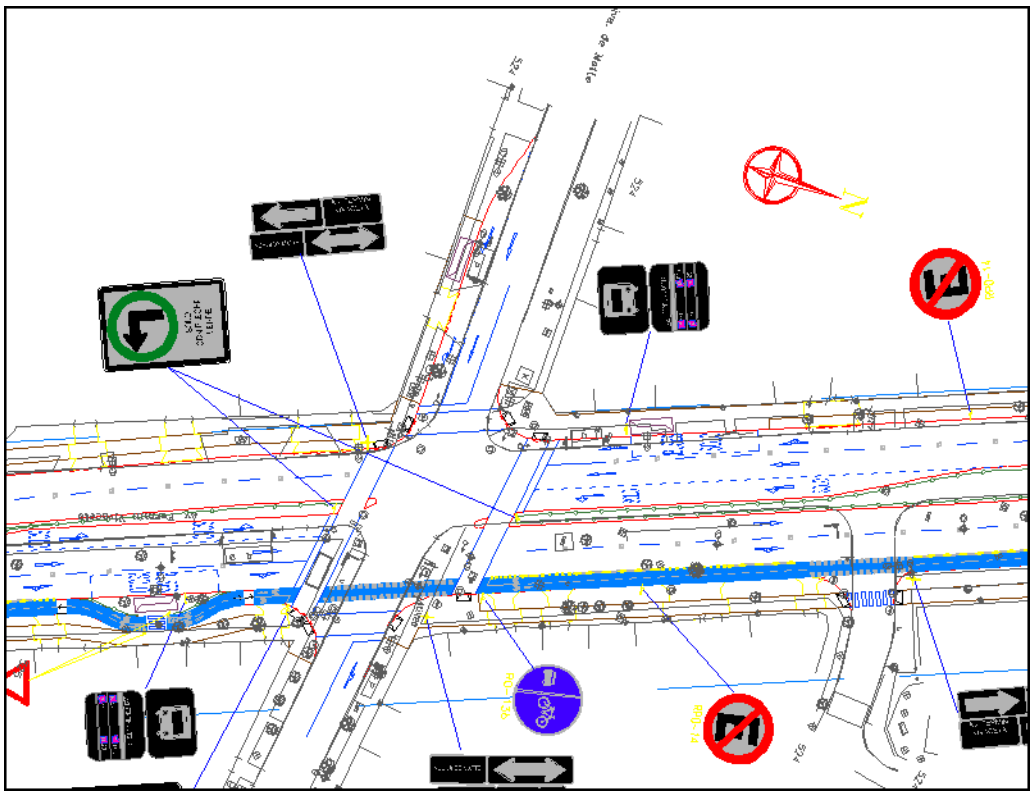
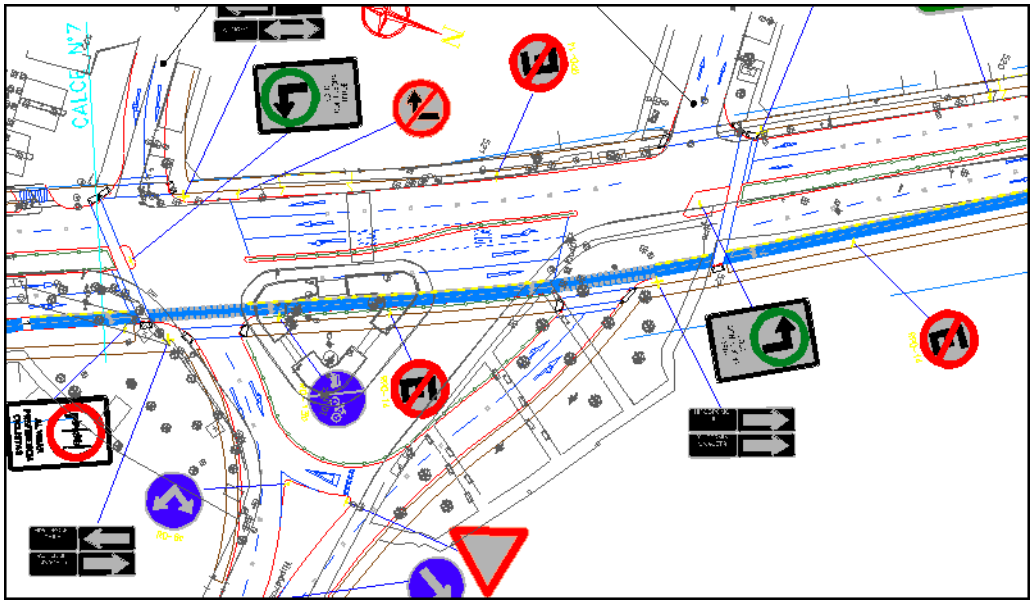


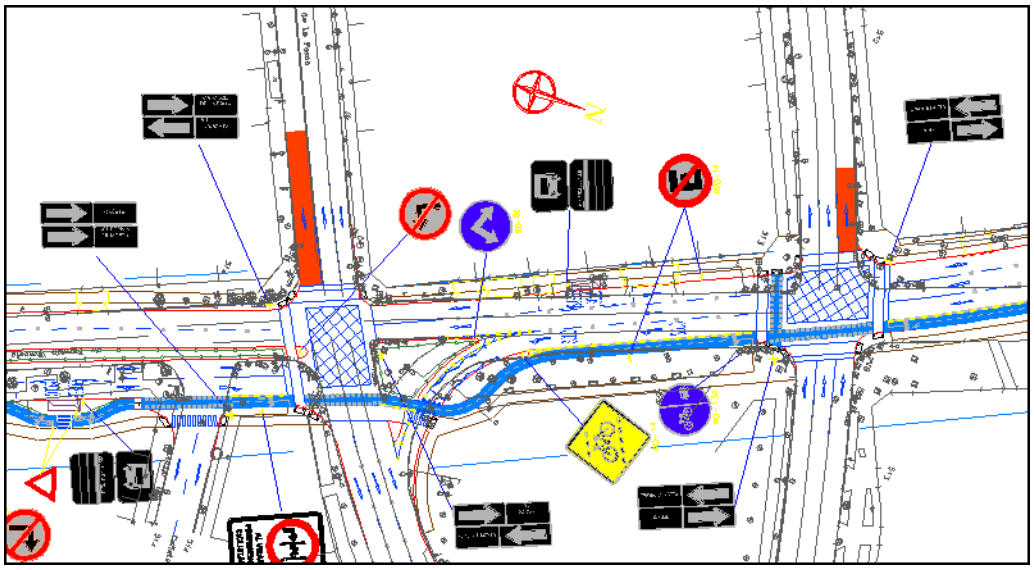
Figura 9-18 Intersección Fermín Vivaceta con Acceso Hipódromo Chile



Dada la condición de vía troncal de Av. Hipódromo Chile y su continuación por calle Las Enredaderas, esta intersección se anteproyectó regulada por semáforo, considerando calle Las Enredaderas solo con sentido de circulación de oriente a poniente y calle Altamirano solo de poniente a oriente.

Figura 9-19 Intersección Fermín Vivaceta con Dorsal – 14 de la Fama – Roma

Límite comunal Independencia y Conchalí



En esta intersección, en relación con el diseño propuesto en la alternativa preliminar, se eliminó el ramal de viraje proyectado inicialmente, debido a que la zona de expropiación necesaria queda fuera de la faja de normada para Av. Vivaceta.

### 9.1.6 Perfiles tipo en la comuna de Conchalí

El trazado de Fermín Vivaceta consiste en una calzada unidireccional de norte a sur, de 2 y de 3 pistas dependiendo del tramo.

Figura 9-20 Perfil Tipo en Calzada de 2 Pistas

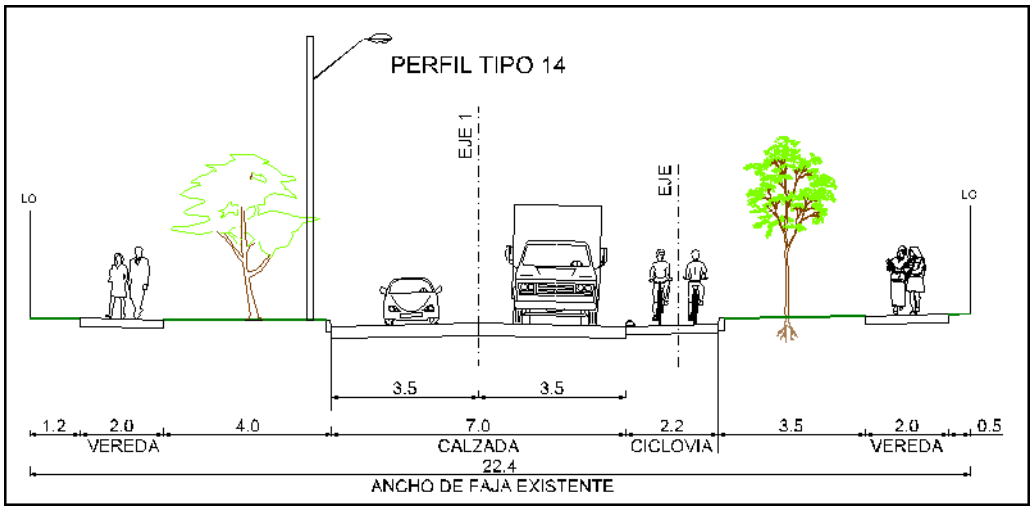
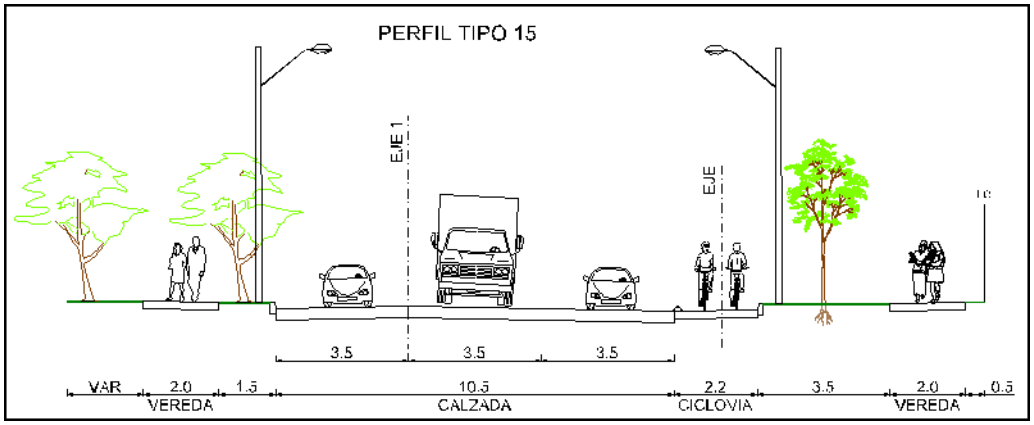



Figura 9-21 Perfil Tipo en Calzada de 3 Pistas




### 9.1.7 Intersecciones relevantes en la comuna de Conchalí

En las figuras siguientes se muestra el diseño de las intersecciones más relevantes ubicadas en la comuna de Conchalí.

Figura 9-22 Intersección Fermín Vivaceta con Negrete y Carlos Spano
Transición de calzadas de 3 a 2 pistas

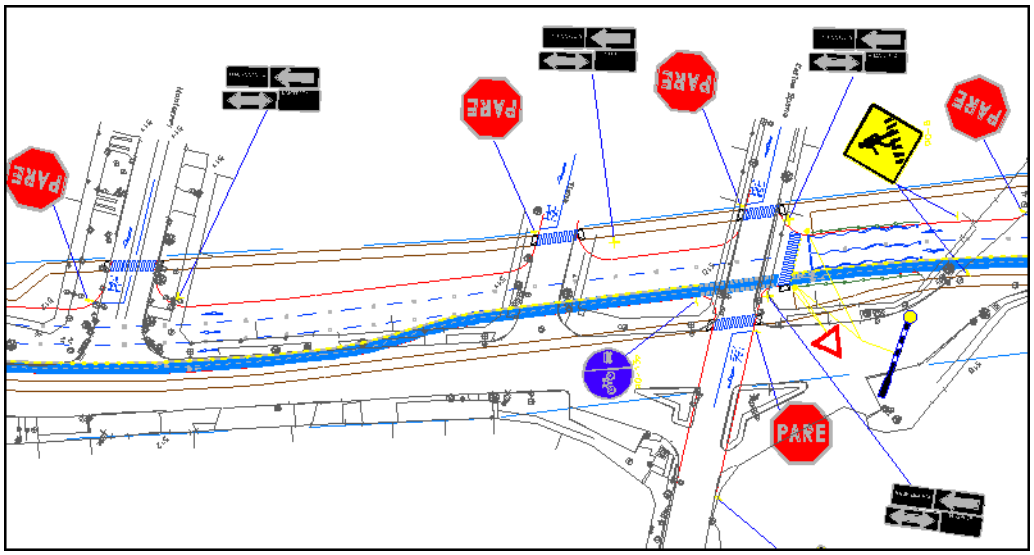



Figura 9-23 Intersección Fermín Vivaceta con Parral y acceso a Independencia
Transición de calzadas de 2 a 3 pistas

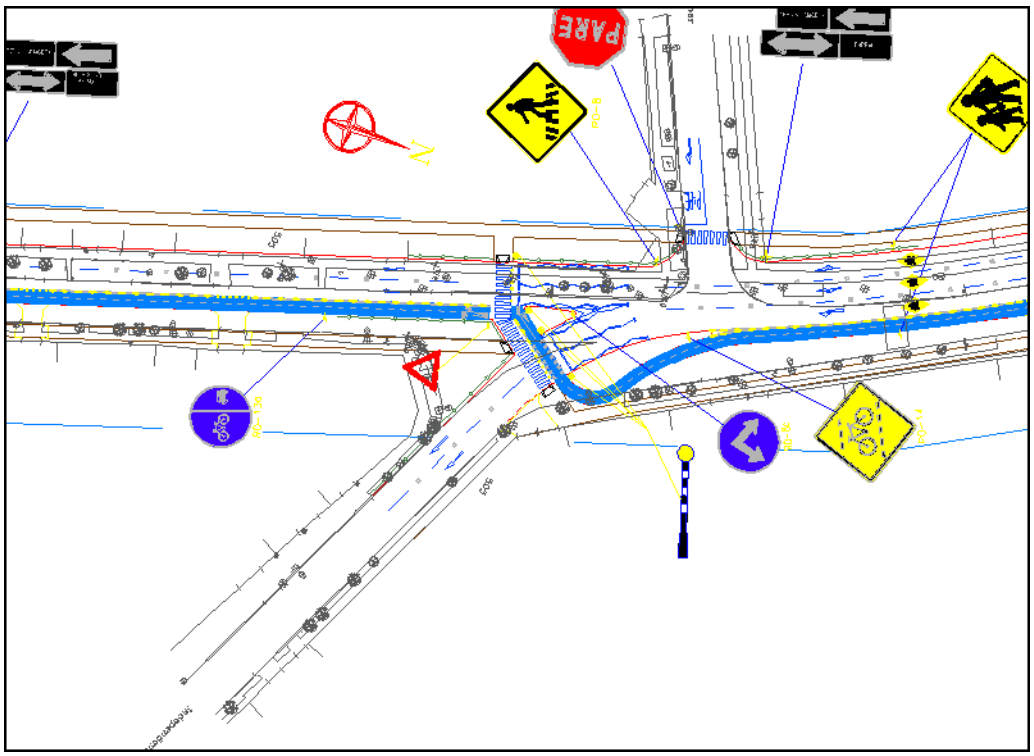


Figura 9-24 Intersección Fermín Vivaceta con Los Zapadores

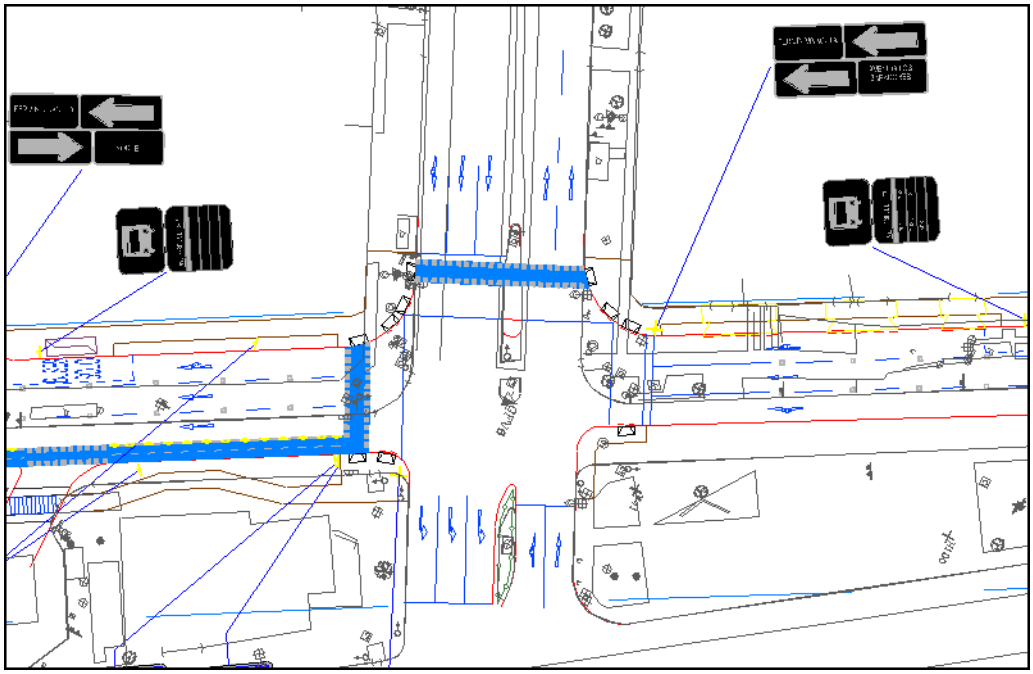
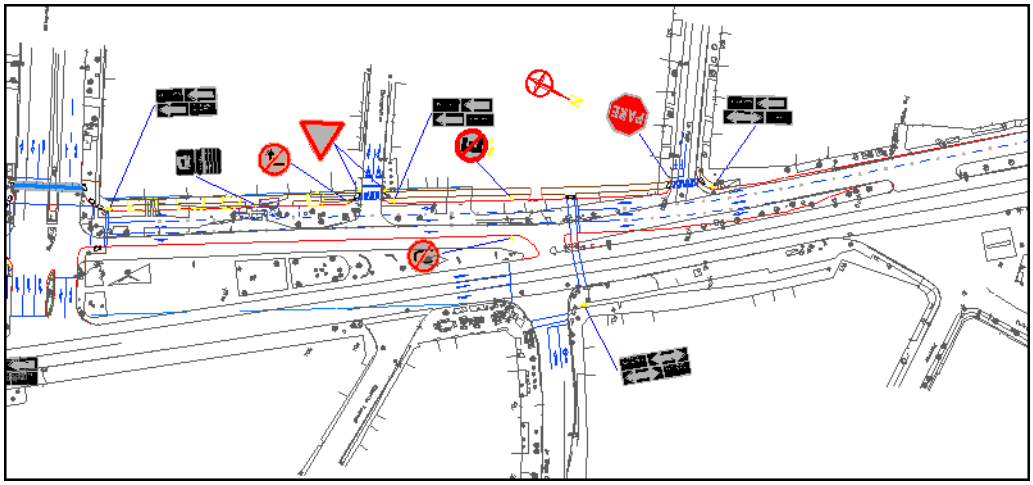


Figura 9-25 Intersección Fermín Vivaceta con Diego Silva Henríquez

Fin del proyecto



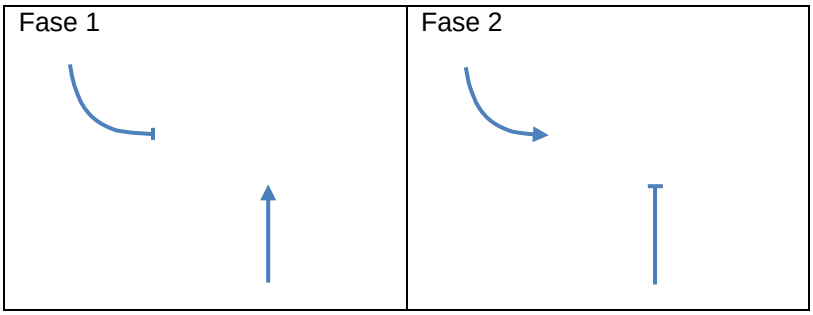
### 9.1.8 Diseño operativo

El diseño operativo del eje Vivaceta, en cuanto al tipo de regulación, uso de pistas, ubicación de paraderos de buses, pasos peatonales, señalización y demarcación general, están definidos en los planos de diseño geométrico.

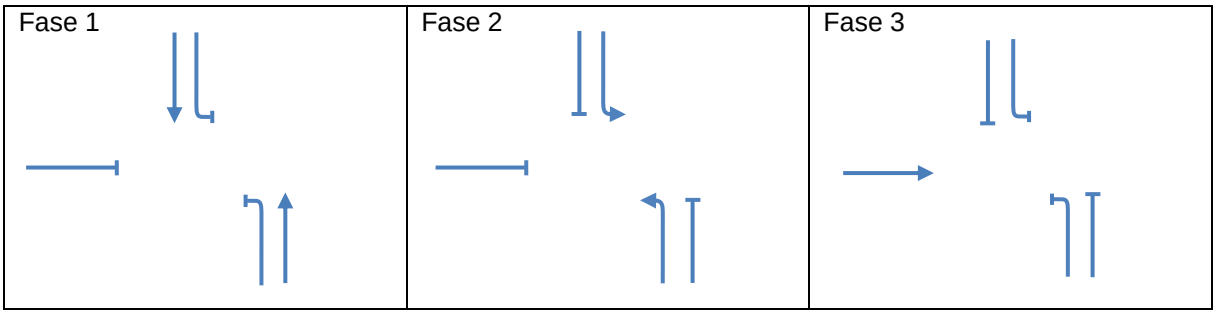
En este punto, se exponen solo lo correspondiente a los diseños de fases de las intersecciones semaforizadas del eje Vivaceta y se indica la red correspondiente a la que perteneces en el sistema centralizado de semáforos de la UOCT.

a) Intersecciones semaforizadas comuna de Independencia

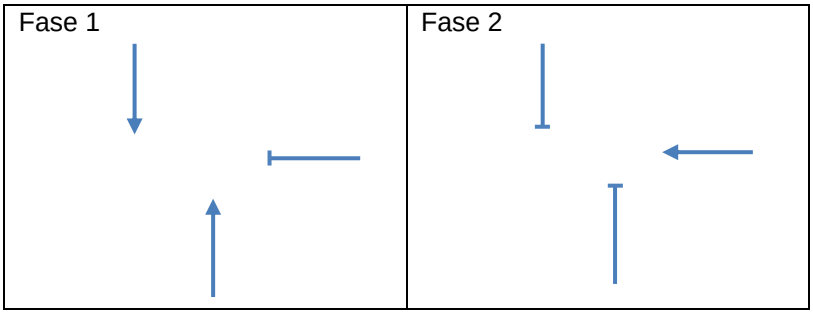
Vivaceta / Santa María (red 43)



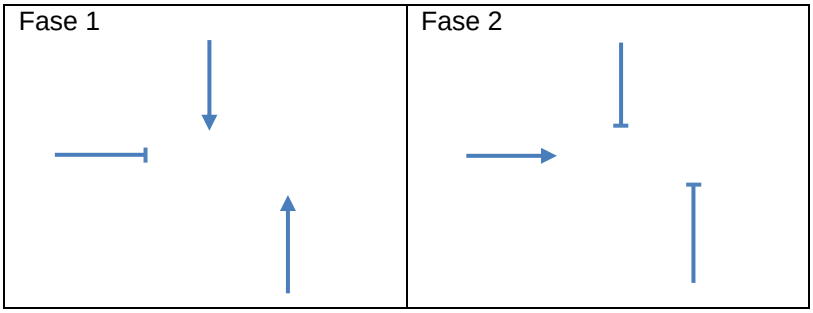

Vivaceta / Aníbal Pinto (red 43)



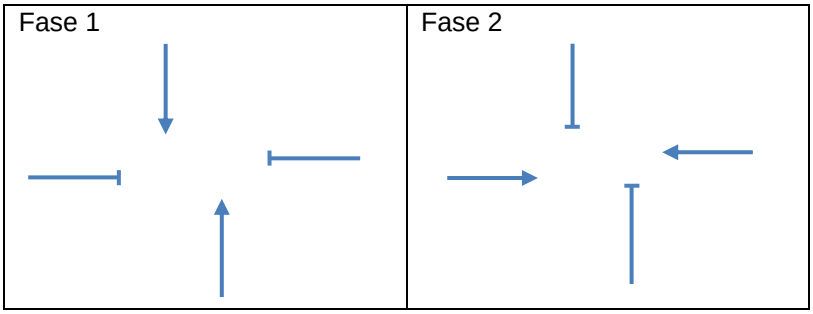

Vivaceta / Rivera (red 43)



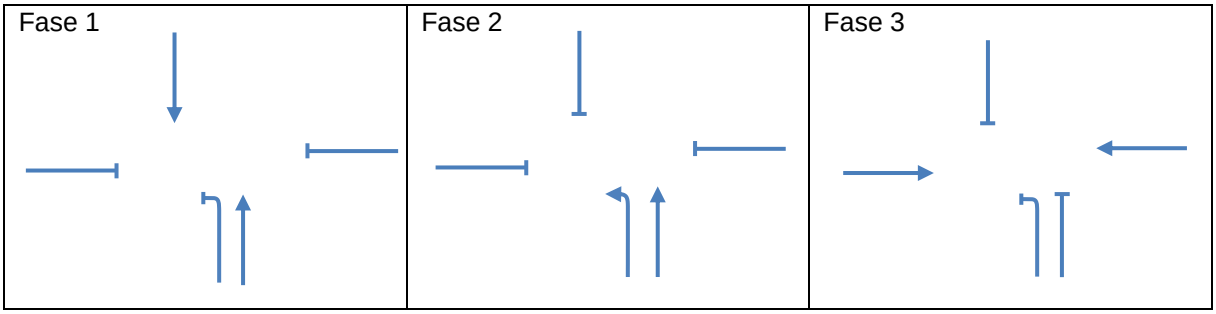

Vivaceta / Baldomero Flores (red 43)



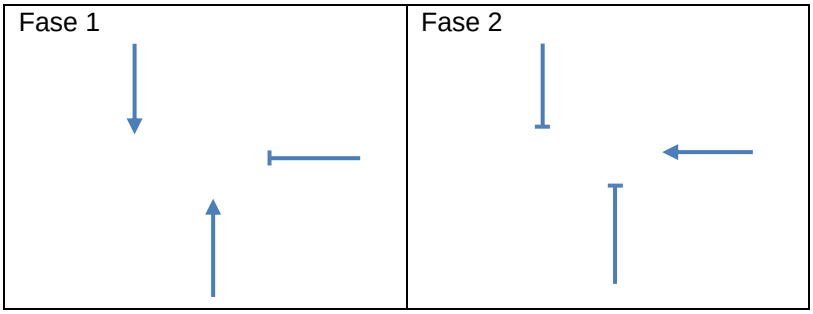
Vivaceta / Gamero (red 43)



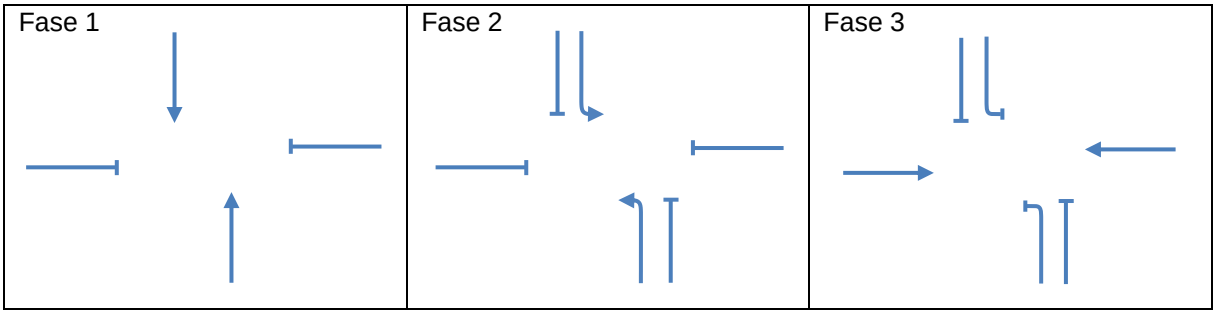

Vivaceta / Domingo Santa María (red 43)



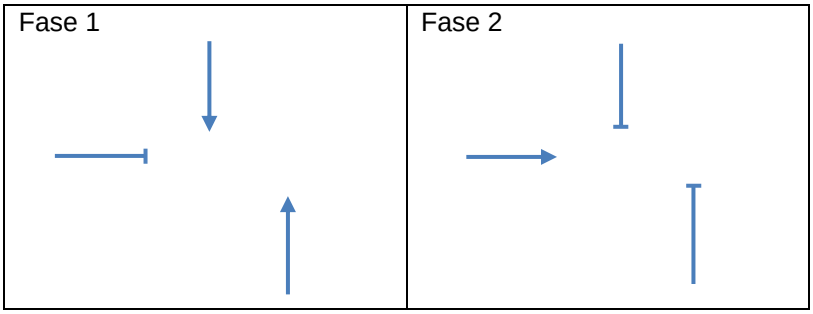

Vivaceta / Inglaterra (red 43)



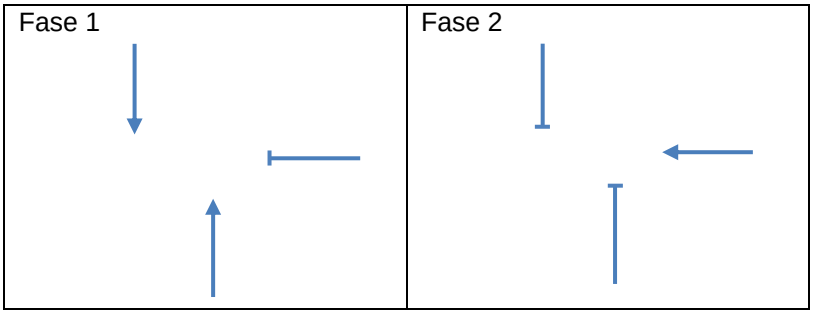

Vivaceta / Nueva de Matte (red 43)



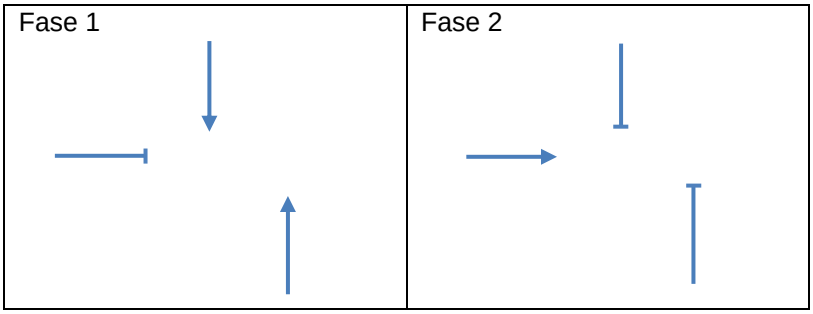
Vivaceta / Altamirano – H. Chile (red 43)




Vivaceta / Las Enredaderas – H. Chile (red 43)

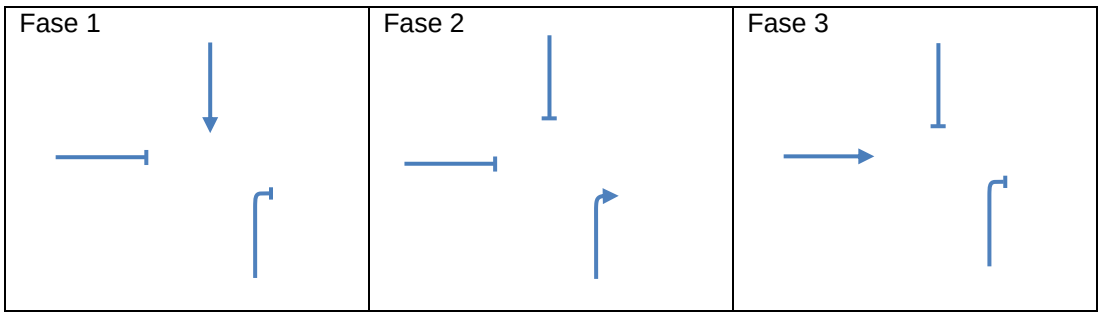



Vivaceta / Isidoro Errázuriz (red 43)

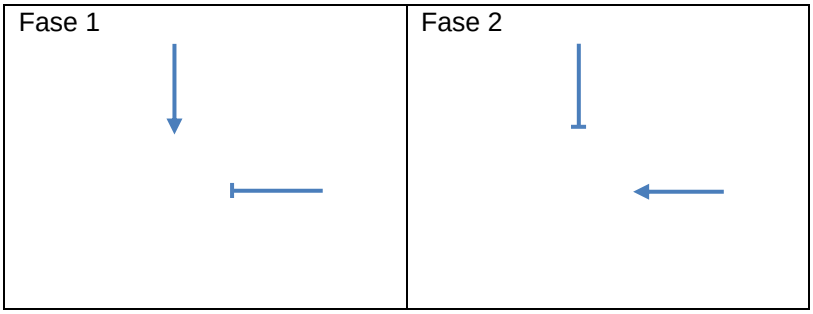



b) Intersecciones semaforizadas comuna de Conchalí

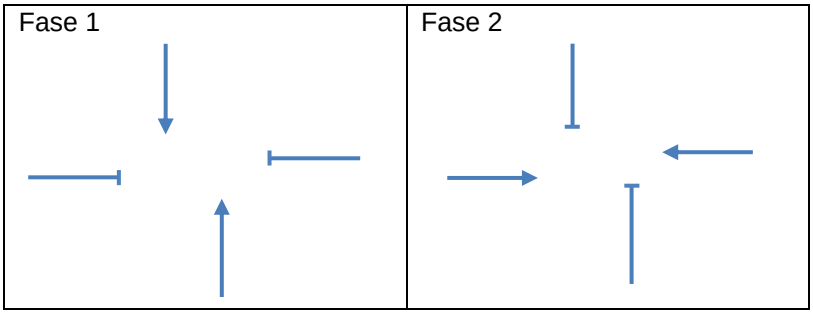
Vivaceta / 14 de la Fama - Dorsal (red 207)



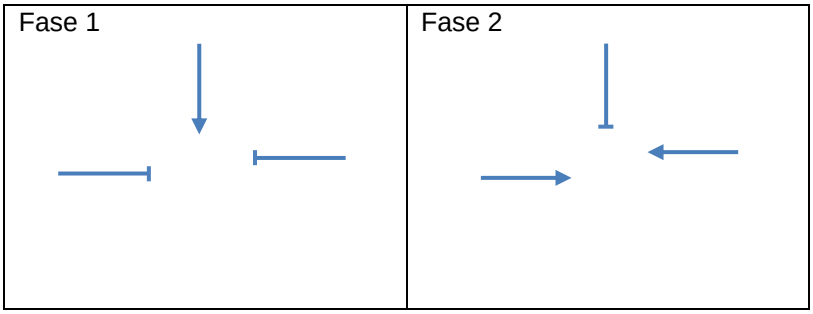
Vivaceta / Roma – Dorsal (red 207)



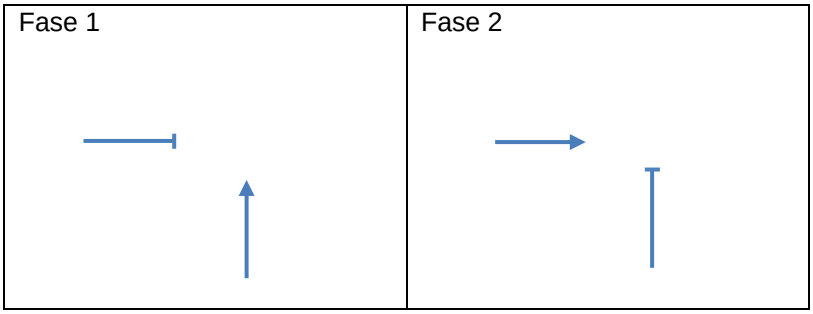

Vivaceta / El Olivo (red 7)



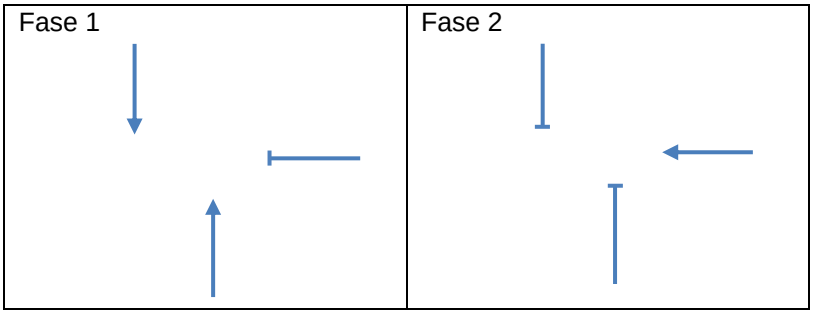

Vivaceta / Los Zapadores (red 7)




Independencia / Los Zapadores (red 7)



Vivaceta - Independencia / Diego Silva (red 7)




## 9.2 Diseño de pavimentos

### 9.2.1 Aspectos generales

Para la de especificación de espesores en los distintos casos, se ha tenido presente el Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias de SERVIU Metropolitano.

Las prospecciones de suelos, realizadas en el sector, muestran la existencia de un suelo de subrasante areno-limoso con capacidad de soporte inferior a 30%, por lo cual los diseños de pavimento consideran la inclusión de una capa de sub-base granular.

De acuerdo con lo solicitado por el mandante, se presenta soluciones en asfalto y en hormigón.

### 9.2.2 Pavimento asfáltico

a) Solicitación de Tránsito

Utilizando la información de los conteos de vehículos realizados para este estudio, se han calculado las solicitaciones según se muestra en los acápites que siguen a continuación.

De acuerdo con lo señalado en el Manual de pavimentación y aguas lluvias del SERVIU Metropolitano, se ha considerado como mínimo la solicitación de cálculo, allí indicada, para vías de la categoría troncal. Es decir W18 = 11.000.000 EE, para el diseño de la solución asfáltica.

- Volúmenes de tránsito

El estudio de tránsito entrega los volúmenes de tránsito para el año 2016 para los distintos tramos censados, que se muestran en el Cuadro 9-2.

Luego del citado Cuadro, se incluye el Cuadro 9-3, en que se muestran las tasas de crecimiento anual para los distintos tipos de vehículo,

Cuadro 9-2 Volúmenes de tránsito para el año 2016

| Desde | Hasta | Bus | Bus Articulado | Camión Simple | Camión Articulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Límite Norte | Diego Silva | 116.940 | 85.556 | 315.890 | 0 |
| Diego Silva | Zapadores | 152.828 | 95.723 | 419.836 | 0 |
| Zapadores | Bif. Independencia | 131.690 | 99.375 | 484.227 | 0 |
| Bif. Independencia | El Olivo | 0 | 0 | 100.542 | 0 |
| El Olivo | Tte. Ponce | 0 | 0 | 161.811 | 0 |
| Tte. Ponce | Aviador Acevedo | 0 | 0 | 161.811 | 0 |
| Aviador Acevedo | Santa Inés | 0 | 0 | 161.811 | 0 |
| Santa Inés | Negrete | 0 | 0 | 161.811 | 0 |
| Negrete | Monterrey | 0 | 0 | 179.487 | 0 |
| Monterrey | Roma | 0 | 0 | 179.487 | 0 |
| Roma | 14 de la Fama | 44.773 | 0 | 179.487 | 0 |
| 14 de la Fama | Cañete | 34.288 | 0 | 179.487 | 0 |
| Cañete | David Arellano | 34.288 | 0 | 179.487 | 0 |
| David Arellano | Reina María | 34.288 | 0 | 179.487 | 0 |
| Reina María | Coronel Alvarado | 34.288 | 0 | 179.487 | 0 |
| Coronel Alvarado | Isidoro Errázuriz | 34.288 | 0 | 179.487 | 165.962 |
| Isidoro Errázuriz | Las Enredaderas | 34.288 | 0 | 179.487 | 165.962 |
| Las Enredaderas | Altamirano | 34.288 | 0 | 161.811 | 165.962 |
| Altamirano | Nueva de Matte | 83.563 | 0 | 169.566 | 0 |
| Nueva de Matte | Inglaterra | 83.603 | 0 | 280.784 | 0 |
| Inglaterra | Dgo. Sta. María | 83.603 | 0 | 280.784 | 0 |
| Dgo. Sta. María | San Luis | 107.989 | 0 | 342.769 | 0 |
| San Luis | Bezanilla | 107.989 | 0 | 342.769 | 0 |
| Bezanilla | Gamero | 73.623 | 0 | 280.784 | 0 |
| Gamero | Baldomero Flores | 39.374 | 0 | 272.990 | 0 |
| Baldomero Flores | Comand. Canales | 39.424 | 0 | 649.720 | 34.886 |
| Comad.Canales | Rivera | 39.424 | 0 | 649.720 | 0 |
| Rivera | Aníbal Pinto | 39.424 | 0 | 649.720 | 77.797 |
| Aníbal Pinto | Santa María | 39.424 | 0 | 525.777 | 77.758 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9-3 Tasas de crecimiento anual para los distintos tipos de vehículo

| Tipo de vehículo | Tasa de crecimiento anual |
|---|---|
| Bus | 2,0% |
| Bus articulado | 2,0% |
| Camión simple | 4,5% |
| Camión articulado | 4,5% |

Fuente: Elaboración propia

Con los antecedentes mostrados en los cuadros precedentes, se calculó los volúmenes acumulados en el período 2016-2035, que se muestran en el Cuadro 9-4.

Cuadro 9-4 Volúmenes acumulados de tránsito. Período 2016-2035

| Desde | Hasta | Bus | Bus Articulado | Camión Simple | Camión Articulado |
|---|---|---|---|---|---|
| Límite Norte | Diego Silva | 2.841.326 | 2.078.777 | 9.909.917 | 0 |
| Diego Silva | Zapadores | 3.713.324 | 2.325.813 | 13.170.841 | 0 |
| Zapadores | Bif. Independencia | 3.199.730 | 2.414.558 | 15.190.882 | 0 |
| Bif. Independencia | El Olivo | 0 | 0 | 3.154.139 | 0 |
| El Olivo | Tte. Ponce | 0 | 0 | 5.076.242 | 0 |
| Tte. Ponce | Aviador Acevedo | 0 | 0 | 5.076.242 | 0 |
| Aviador Acevedo | Santa Inés | 0 | 0 | 5.076.242 | 0 |
| Santa Inés | Negrete | 0 | 0 | 5.076.242 | 0 |
| Negrete | Monterrey | 0 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| Monterrey | Roma | 0 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| Roma | 14 de la Fama | 1.087.867 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| 14 de la Fama | Cañete | 833.117 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| Cañete | David Arellano | 833.117 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| David Arellano | Reina María | 833.117 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| Reina María | Coronel Alvarado | 833.117 | 0 | 5.630.764 | 0 |
| Coronel Alvarado | Isidoro Errázuriz | 833.117 | 0 | 5.630.764 | 5.206.457 |
| Isidoro Errázuriz | Las Enredaderas | 833.117 | 0 | 5.630.764 | 5.206.457 |
| Las Enredaderas | Altamirano | 833.117 | 0 | 5.076.242 | 5.206.457 |
| Altamirano | Nueva de Matte | 2.030.370 | 0 | 5.319.527 | 0 |
| Nueva de Matte | Inglaterra | 2.031.324 | 0 | 8.808.587 | 0 |
| Inglaterra | Dgo. Sta. María | 2.031.324 | 0 | 8.808.587 | 0 |
| Dgo. Sta. María | San Luis | 2.623.851 | 0 | 10.753.148 | 0 |
| San Luis | Bezanilla | 2.623.851 | 0 | 10.753.148 | 0 |
| Bezanilla | Gamero | 1.788.846 | 0 | 8.808.587 | 0 |
| Gamero | Baldomero Flores | 956.683 | 0 | 8.564.071 | 0 |
| Baldomero Flores | Comand. Canales | 957.896 | 0 | 20.382.636 | 1.094.415 |
| Comad.Canales | Rivera | 957.896 | 0 | 20.382.636 | 0 |
| Rivera | Aníbal Pinto | 957.896 | 0 | 20.382.636 | 2.440.607 |
| Aníbal Pinto | Santa María | 957.896 | 0 | 16.494.384 | 2.439.375 |

Fuente: Elaboración propia

- Solicitaciones de tránsito

Para el cálculo de la solicitación de tránsito se utilizaron los factores de equivalencia en carga (FEC) que se muestran en el Cuadro 9-5. Para los camiones se adoptó la equivalencia informada en el Volumen 3 M de C, determinados a partir de mediciones realizadas en la Ruta 5, en la localidad de Lampa.

Cuadro 9-5 Factores de Equivalencia en Carga (FEC)

| Tipo de vehículo | FEC | Notas |
|---|---|---|
| Bus | 0,40 | Microbús urbano |
| Bus articulado | 0,71 | Bus Transantiago |
| Camión simple | 0,41 | Manual de Carreteras Volumen 3 |
| Camión articulado | 2,03 | Manual de Carreteras Volumen 3 |

Fuente: Volumen 3 Manual de Carreteras

Con los Volúmenes de tránsito del Cuadro 9-4 y los factores de equivalencia del Cuadro 9-5, se determinó la solicitación de tránsito, para pavimento asfáltico, en los distintos tramos. El cálculo se muestra a continuación en el cuadro siguiente.

Cuadro 9-6 Cálculo de la solicitación por tramo. Solución asfalto

| Desde | Hasta | Bus | Bus Articulado | Camión Simple | Camión Articulado | Solicitación EE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Límite Norte | Diego Silva | 1.136.531 | 1.475.931 | 4.063.066 | 0 | **6.675.528** |
| Diego Silva | Zapadores | 1.485.330 | 1.651.327 | 5.400.045 | 0 | **8.536.702** |
| Zapadores | Bif. Independencia | 1.279.892 | 1.714.336 | 6.228.262 | 0 | **9.222.490** |
| Bif. Independencia | El Olivo | 0 | 0 | 2.239.439 | 0 | **2.239.439** |
| El Olivo | Tte. Ponce | 0 | 0 | 2.081.259 | 0 | **2.081.259** |
| Tte. Ponce | Aviador Acevedo | 0 | 0 | 2.081.259 | 0 | **2.081.259** |
| Aviador Acevedo | Santa Inés | 0 | 0 | 2.081.259 | 0 | **2.081.259** |
| Santa Inés | Negrete | 0 | 0 | 2.081.259 | 0 | **2.081.259** |
| Negrete | Monterrey | 0 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.308.613** |
| Monterrey | Roma | 0 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.308.613** |
| Roma | 14 de la Fama | 435.147 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.743.760** |
| 14 de la Fama | Cañete | 333.247 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.641.860** |
| Cañete | David Arellano | 333.247 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.641.860** |
| David Arellano | Reina María | 333.247 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.641.860** |
| Reina María | Coronel Alvarado | 333.247 | 0 | 2.308.613 | 0 | **2.641.860** |
| Coronel Alvarado | Isidoro Errázuriz | 333.247 | 0 | 2.308.613 | 10.569.107 | **13.210.967** |
| Isidoro Errázuriz | Las Enredaderas | 333.247 | 0 | 2.308.613 | 10.569.107 | **13.210.967** |
| Las Enredaderas | Altamirano | 333.247 | 0 | 2.081.259 | 10.569.107 | **12.983.614** |
| Altamirano | Nueva de Matte | 812.148 | 0 | 2.181.006 | 0 | **2.993.154** |
| Nueva de Matte | Inglaterra | 812.530 | 0 | 3.611.521 | 0 | **4.424.050** |
| Inglaterra | Dgo. Sta. María | 812.530 | 0 | 3.611.521 | 0 | **4.424.050** |
| Dgo. Sta. María | San Luis | 1.049.540 | 0 | 4.408.791 | 0 | **5.458.331** |
| San Luis | Bezanilla | 1.049.540 | 0 | 4.408.791 | 0 | **5.458.331** |
| Bezanilla | Gamero | 715.538 | 0 | 3.611.521 | 0 | **4.327.059** |
| Gamero | Baldomero Flores | 382.673 | 0 | 3.511.269 | 0 | **3.893.942** |
| Baldomero Flores | Comand. Canales | 383.159 | 0 | 8.356.881 | 2.221.663 | **10.961.702** |
| Comad.Canales | Rivera | 383.159 | 0 | 8.356.881 | 0 | **8.740.039** |
| Rivera | Aníbal Pinto | 383.159 | 0 | 8.356.881 | 4.954.432 | **13.694.471** |
| Aníbal Pinto | Santa María | 383.159 | 0 | 6.762.697 | 4.951.931 | **12.097.787** |

Fuente: Elaboración propia

b) Módulo Resiliente de la subrasante (Mr)

Se realizó una prospección de suelos en base a la excavación de calicatas de 1,5 metros de profundidad, distribuidas a lo largo de la vía en estudio. Los principales resultados de dicha prospección se muestran en el Cuadro 9-8. Para la obtención de la capacidad de soporte del suelo de subrasante, medida a través del ensayo CBR, se hicieron las cuatro agrupaciones que se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro 9-7 Agrupaciones de suelo para ensaye CBR

| AGRUPACIÓN N° | CLASIFICACIÓN AASHTO | CLASIFICACIÓN USCS | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|
| 1 | A-1b | SM | Arenas |
| 2 | A-2-4 | SM | Arenas limosas |
| 3 | A-4 | SM | Arenas limosas finas |
| 4 | A-5 | ML | Limos |

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 9-8 se muestra además el valor del Módulo de Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr), calculado, a partir del valor CBR, haciendo uso de las expresión que se reproduce a continuación, establecida en el Manual de Pavimentación y Aguas lluvias de SERVIU:

$$Mr = 115{,}247 \cdot CBR^{0{,}595} \qquad 2 \leq CBR \leq 30$$

Cuadro 9-8 Cálculo del Módulo de resilencia de la subrasante

| PZO N° | COTAS DE | COTAS A | CLASIFICACIÓN AASHTO | CLASIFICACIÓN USCS | LIMS. ATTERBERG LL | LIMS. ATTERBERG IP | CBR (%) | Mr kg/cm$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 (1) | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 26 | 3 | 29,4 | 862 |
| 2 (2) | 0,03 | 1,50 | A-2-4 | SM | 28 | 2 | 26,2 | 804 |
| 3 (2) | 0,05 | 1,60 | A-2-4 | SM | 29 | 3 | 26,2 | 804 |
| 4 (3) | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 38 | 4 | 23,7 | 758 |
| 5 (3) | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 39 | 4 | 23,7 | 758 |
| 6 (1) | 0,05 | 1,50 | A-1b | SM | 25 | NP | 29,4 | 862 |
| 7 (3) | 0,05 | 1,57 | A-4 | SM | 33 | 3 | 23,7 | 758 |
| 8 (4) | 0,05 | 1,50 | A-5 | ML | 44 | 9 | 12,8 | 525 |
| 9 (4) | 0,05 | 1,55 | A-5 | ML | 42 | 7 | 12,8 | 525 |
| 10 (1) | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 22 | NP | 29,4 | 862 |
| | | | | | **Promedio** | | | **752** |
| | | | | | Desviación estándar | | | 126,7 |
| | | | | | Coef. de Variación | | | 0,17 |

Fuente: Elaboración propia

Dado que el coeficiente de variación es pequeño (< 50%), el valor Mr = 752 (MPa) es representativo para la subrasante en todo el proyecto.

c) Módulo de la base

Para el material CBR ≥ 80% se consideró (de acuerdo al Manual SERVIU), un Módulo MBASE = 2.043 kg/cm$^2$.

d) Confiabilidad de diseño

En el Manual SERVIU se especifica que la confiabilidad de diseño para vías troncales debe ser igual o superior a 75%, lo que implica una abscisa de la curva normalizada de la distribución de Gauss $Z_R$ = -0,674.

e) Desviación estándar combinada (So)

Para pavimentos de hormigón se considera So = 0,45.

f) Pérdida de serviciabilidad

Los pavimentos asfálticos nuevos alcanzan una serviciabilidad pi = 4,2 y considerando que al fin de la vida de diseño ésta llegue a pf = 2,0, se tiene para el diseño una pérdida de serviciabilidad $\Delta p$ = 2,2.

g) Diseño de espesores

Con los parámetros indicados se determinaron los Números Estructurales necesarios para las capas asfálticas (NEnasf) y para el conjunto de la estructura de pavimento (NEntot) que se indican a continuación. El cálculo se realizó para la solicitación mayor, W18 = 13.694.471 EE (tramo Rivera- Aníbal Pinto) y para la mínima indicada por el manual SERVIU W18= 11.000.000 EE.

Cuadro 9-9 Números Estructurales Necesarios

| NE necesario | $W_{18}$ = 13.694.471 | $W_{18}$= 11.000.000 EE |
|---|---|---|
| Capas asfálticas | 7,09 | 6,85 |
| Total estructura | 10,01 | 9,71 |

Fuente: Elaboración propia

Para satisfacer los números estructurales necesarios, se diseñaron los espesores que se muestran a continuación, en el Cuadro 9-10, junto con la verificación correspondiente.

De acuerdo con observaciones del mandante, la solución flexible se estructuró considerando sólo dos capas asfálticas: carpeta de concreto asfáltico y capa intermedia (binder), además de las necesarias capas granulares.

Cuadro 9-10 Verificación de espesores de capa

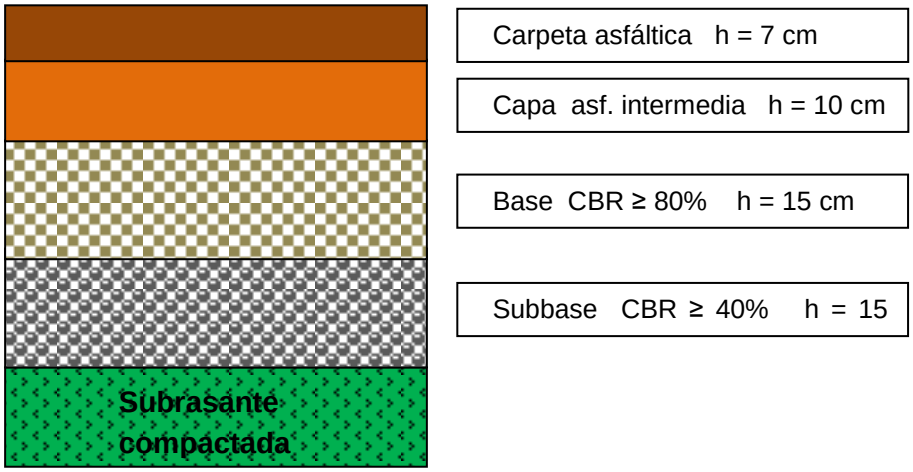
| CAPA | Coef. | h | NEeff | NEeff | |
|---|---|---|---|---|---|
| Concreto asfáltico | 0,44 | 7 | 3,08 | | |
| Capa asfáltica intermedia | 0,41 | 10 | 4,10 | **7,18** | **OK** |
| | | | | | |
| Base estab. CBR 80% | 0,13 | 15 | 1,95 | | |
| Sub-base CBR 40% | 0,11 | 15 | 1,65 | 3,60 | |
| m = 1,10 | | | | **10,58** | **OK** |

Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar, el conjunto de las capas asfálticas y la estructura total (Cuadro 9-10), satisfacen los Números Estructurales necesarios calculados, para ambas solicitaciones.

h) Perfil esquemático del pavimento asfáltico diseñado

Figura 9-26 Perfil esquemático del pavimento asfáltico




### 9.2.3 Pavimento de hormigón

Como se señalara anteriormente, en este informe se incluye un diseño en hormigón, alternativo al diseño en asfalto presentado en el acápite precedente.

A continuación se detalla el cálculo para el diseño de pavimentos de hormigón, utilizando el Método AASHTO-93 de acuerdo con lo establecido en el Manual de Pavimentación y Aguas lluvia de SERVIU.

a) Solicitación de tránsito

Al igual que en el diseño de pavimento asfáltico, se ha utilizado la información de los conteos de vehículos realizados para este estudio y a partir de ellos se han calculado las solicitaciones en los distintos tramos, según se muestra en los acápites que siguen a continuación.

De acuerdo con lo señalado en el Manual de pavimentación y aguas lluvias del SERVIU Metropolitano, se ha considerado como mínimo la solicitación de cálculo, allí indicada, para vías de la categoría troncal. Es decir W18 = 10.000.000 EE, para el diseño de soluciones en hormigón.

- Volúmenes de tránsito

Los volúmenes acumulados de tránsito en los distintos tramos, para el período 2016-2035, son los mismos calculados en el diseño asfáltico (Cuadro 9-4)

- Solicitaciones de tránsito

Para el cálculo de la solicitación de tránsito se utilizaron los factores de equivalencia en carga (FEC) que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 9-11 Factores de Equivalencia en Carga (FEC)

| Tipo de vehículo | FEC | Notas |
|---|---|---|
| Bus | 0,38 | Microbús urbano |
| Bus articulado | 0,71 | Bus Transantiago |
| Camión simple (*) | 0,41 | Manual de Carreteras Volumen 3 |
| Camión articulado (*) | 2,71 | Manual de Carreteras Volumen 3 |

Fuente: Volumen 3 Manual de Carreteras

(*) Se consideró los valores medidos en la Ruta 5, en la localidad de Lampa

Con los Volúmenes de tránsito del Cuadro 9-4 y los factores de equivalencia del Cuadro 9-11, se determinó la solicitación de tránsito, para pavimento de hormigón, en los distintos tramos. El cálculo se muestra a continuación en el Cuadro 9-12.

Cuadro 9-12 Cálculo de la solicitación por tramo. Solución hormigón

| Desde | Hasta | Bus | Bus Articulado | Camión Simple | Camión Articulado | Solicitación EE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Límite Norte | Diego Silva | 1.136.531 | 1.475.931 | 3.765.769 | 0 | **6.378.230** |
| Diego Silva | Zapadores | 1.485.330 | 1.651.327 | 5.004.920 | 0 | **8.141.576** |
| Zapadores | Bif. Independencia | 1.279.892 | 1.714.336 | 5.772.535 | 0 | **8.766.763** |
| Bif. Independencia | El Olivo | 0 | 0 | 1.198.573 | 0 | **1.198.573** |
| El Olivo | Tte. Ponce | 0 | 0 | 1.928.972 | 0 | **1.928.972** |
| Tte. Ponce | Aviador Acevedo | 0 | 0 | 1.928.972 | 0 | **1.928.972** |
| Aviador Acevedo | Santa Inés | 0 | 0 | 1.928.972 | 0 | **1.928.972** |
| Santa Inés | Negrete | 0 | 0 | 1.928.972 | 0 | **1.928.972** |
| Negrete | Monterrey | 0 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.139.690** |
| Monterrey | Roma | 0 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.139.690** |
| Roma | 14 de la Fama | 435.147 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.574.837** |
| 14 de la Fama | Cañete | 333.247 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.472.937** |
| Cañete | David Arellano | 333.247 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.472.937** |
| David Arellano | Reina María | 333.247 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.472.937** |

| Desde | Hasta | Bus | Bus Articulado | Camión Simple | Camión Articulado | Solicitación EE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Reina María | Coronel Alvarado | 333.247 | 0 | 2.139.690 | 0 | **2.472.937** |
| Coronel Alvarado | Isidoro Errázuriz | 333.247 | 0 | 2.139.690 | 14.109.498 | **16.582.435** |
| Isidoro Errázuriz | Las Enredaderas | 333.247 | 0 | 2.139.690 | 14.109.498 | **16.582.435** |
| Las Enredaderas | Altamirano | 333.247 | 0 | 1.928.972 | 14.109.498 | **16.371.717** |
| Altamirano | Nueva de Matte | 812.148 | 0 | 2.021.420 | 0 | **2.833.568** |
| Nueva de Matte | Inglaterra | 812.530 | 0 | 3.347.263 | 0 | **4.159.793** |
| Inglaterra | Dgo. Sta. María | 812.530 | 0 | 3.347.263 | 0 | **4.159.793** |
| Dgo. Sta. María | San Luis | 1.049.540 | 0 | 4.086.196 | 0 | **5.135.737** |
| San Luis | Bezanilla | 1.049.540 | 0 | 4.086.196 | 0 | **5.135.737** |
| Bezanilla | Gamero | 715.538 | 0 | 3.347.263 | 0 | **4.062.802** |
| Gamero | Baldomero Flores | 382.673 | 0 | 3.254.347 | 0 | **3.637.020** |
| Baldomero Flores | Comand. Canales | 383.159 | 0 | 7.745.402 | 2.965.865 | **11.094.426** |
| Comad.Canales | Rivera | 383.159 | 0 | 7.745.402 | 0 | **8.128.560** |
| Rivera | Aníbal Pinto | 383.159 | 0 | 7.745.402 | 6.614.045 | **14.742.605** |
| Aníbal Pinto | Santa María | 383.159 | 0 | 6.267.866 | 6.610.706 | **13.261.731** |

Fuente: Elaboración propia

Como se indicó anteriormente, la vía se asimiló a la categoría de troncal, por lo cual, de acuerdo con el Manual de Pavimentación y Aguas lluvia de SERVIU, se ha considerado una solicitación mínima de tránsito $W_{18}$ = 10.000.000 EE, para el diseño de la solución en hormigón. Como se puede apreciar en el cuadro anterior, solo los sectores sombreados superan los 10.000.000 EE. De esta manera, para el resto de los sectores se adopta la solicitación $W_{18}$ = 10.000.000 EE.

b) Módulo reacción de la subrasante (k)

A partir de los valores CBR obtenidos en el estudio de suelos, mostrados en el Cuadro 9-8, se calculó el Módulo Reacción de la subrasante, para lo cual se utilizó la relación k-CBR establecida en el Manual de Pavimentación y Aguas lluvias de SERVIU, que se reproduce a continuación.

$$k = 4{,}51 + 0{,}89 \cdot (\log CBR)^{4{,}34} \qquad CBR > 10\%$$

Cuadro 9-13 Cálculo del Módulo de reacción de la subrasante

| Pzo | Cotas | | Clasificación | | Limites Atterberg | | CBR | k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | De | A | AASHTO | USCS | LL | IP | (%) | kg/cm$^3$ |
| 1 (1) | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 26 | 9,2 | 29,4 | 9,2 |
| 2 (2) | 0,03 | 1,50 | A-2-4 | SM | 28 | 8,6 | 26,2 | 8,6 |
| 3 (2) | 0,05 | 1,60 | A-2-4 | SM | 29 | 8,6 | 26,2 | 8,6 |
| 4 (3) | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 38 | 8,1 | 23,7 | 8,1 |
| 5 (3) | 0,05 | 1,50 | A-4 | SM | 39 | 8,1 | 23,7 | 8,1 |
| 6 (1) | 0,05 | 1,50 | A-1b | SM | 25 | 9,2 | 29,4 | 9,2 |
| 7 (3) | 0,05 | 1,57 | A-4 | SM | 33 | 8,1 | 23,7 | 8,1 |
| 8 (4) | 0,05 | 1,50 | A-5 | ML | 44 | 5,9 | 12,8 | 5,9 |
| 9 (4) | 0,05 | 1,55 | A-5 | ML | 42 | 5,9 | 12,8 | 5,9 |
| 10 (1) | 0,05 | 1,55 | A-1b | SM | 22 | 9,2 | 29,4 | 9,2 |
| | | | | | **Promedio** | | | **8,1** |
| | | | | | Desviación estándar | | | 1,25 |
| | | | | | Coef.de Variación | | | 0,15 |

Fuente: Elaboración propia

Dado que el coeficiente de variación es pequeño (< 60%), el valor k = 8,1 (kg/cm$^3$) es representativo para la subrasante en todo el proyecto.

c) Confiabilidad de diseño (R)

En el Manual SERVIU se especifica que la confiabilidad de diseño para vías troncales debe ser igual o superior a 75%, lo que implica una abscisa de la curva normalizada de la distribución de Gauss $Z_R$ = -0,674.

d) Pérdida de serviciabilidad

Los pavimentos de hormigón nuevos alcanzan una serviciabilidad pi = 4,5 y considerando que al fin de la vida de diseño ésta llegue a pf = 2,0, se tiene para el diseño una pérdida de serviciabilidad $\Delta p = 2{,}5$.

e) Desviación estándar combinada (So)

Para pavimentos de hormigón se considera So = 0,35.

f) Coeficiente de drenaje de la base (Cd)

Dado que el proyecto se refiere a una zona urbana, el coeficiente de drenaje adquiere un valor de Cd = 1,00.

g) Resistencia media de diseño (Rm)

Se adoptó un valor de la resistencia media del hormigón a la flexotracción, a los 28 días,

$$Rm = 50 \ \ kg/cm^2$$

h) Módulo de elasticidad del hormigón (E)

Se adoptó un valor del módulo de elasticidad del hormigón: *E =290.000 kg/cm$^2$*

i) Coeficiente de transferencia de carga (J)

Se adoptó un coeficiente de transferencia de carga entre losas: *J = 3,8*

j) Cálculo del espesor de losa

Aplicando la formulación AASHTO con los valores se los parámetros señalados previamente, se tienen las solicitaciones admisibles que se muestran en el cuadro siguiente, para distintos espesores de la losa de hormigón.

Cuadro 9-14 Resultados de la aplicación de la fórmula AASHTO

| Espesor cm | Solicitación admisible EE |
|---|---|
| 23 | 10.032.247 |
| 24 | 12.976.692 |
| 25 | 16.656.706 |

Fuente: Elaboración propia

Para los tramos con solicitación inferior al mínimo establecido en el Manual SERVIU ($W_{18}$ < 10.000.000 EE), se adopta un espesor de losa h = 23 cm.

En los tramos con $W_{18}$ > 10.000.000 EE, se adoptó un espesor de losa h = 25 cm.

Debido a que la capacidad de soporte del suelo de subrasante es inferior a CBR 30%, se especifica la construcción de una sub-base granular de 15 cm de espesor, sobre la subrasante, la que servirá de apoyo a la losa de hormigón.

k) Perfil esquemático del pavimento de hormigón diseñado

Figura 9-27 Perfil esquemático del pavimento de hormigón

Tramos: Límite Norte – Coronel Alvarado y Altamirano – Baldomero Flores

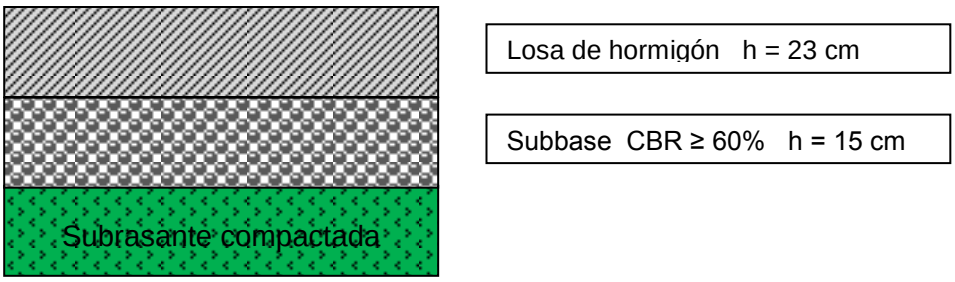
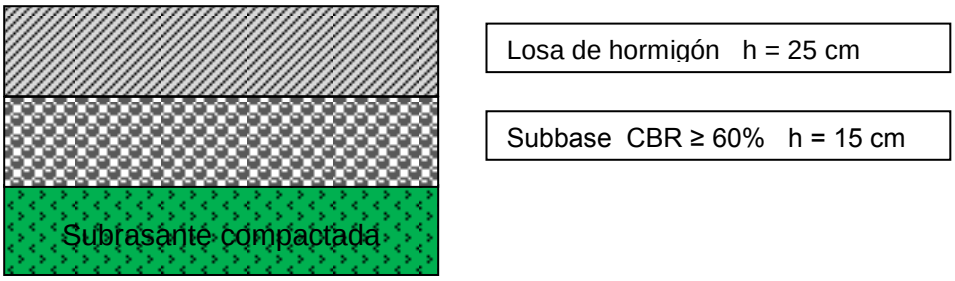



Figura 9-28 Perfil esquemático del pavimento de hormigón

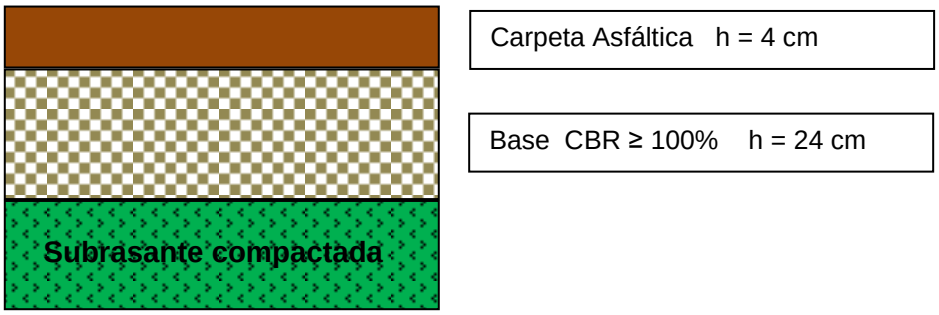
Tramos: Coronel Alvarado - Altamirano y Baldomero Flores – Santa María




### 9.2.4 Pavimento para ciclovía o ciclobanda

Para las pistas de ciclovía o ciclobanda se consideró un pavimento de iguales características al indicado para pasajes, en el Manual de Pavimentación y Aguas lluvias del SERVIU Metropolitano, el cual se muestra en la figura siguiente.

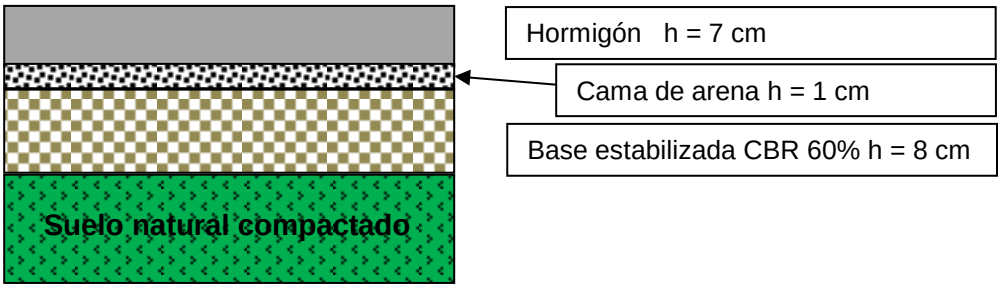
Figura 9-29 Pavimento para ciclovía o ciclobanda



### 9.2.5 Pavimento vereda peatonal

Las veredas serán de hormigón simple, de 7 cm de espesor y con la estructura que se muestra en la figura siguiente.

Figura 9-30 Estructura de la vereda peatonal




### 9.2.6 Pavimento accesos vehiculares

Los accesos a predios a nivel de vereda serán de hormigón de cemento vibrado de 14 cm de espesor y una base estabilizada CBR >= 60% y 30 cm de espesor. En las figuras siguientes se muestra la estructura y diseño tipo de los accesos.

Figura 9-31 Estructura de accesos a predios

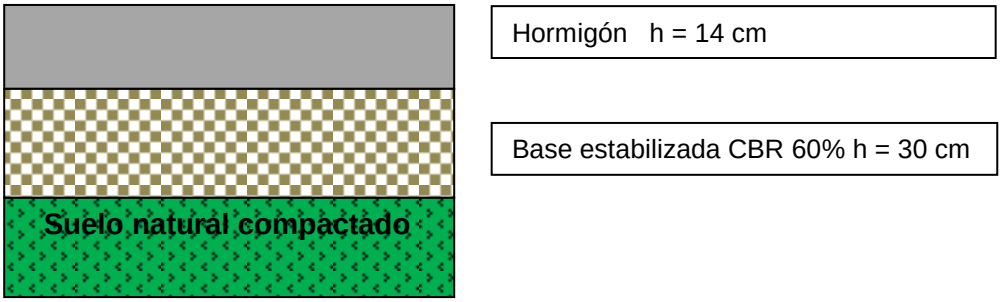
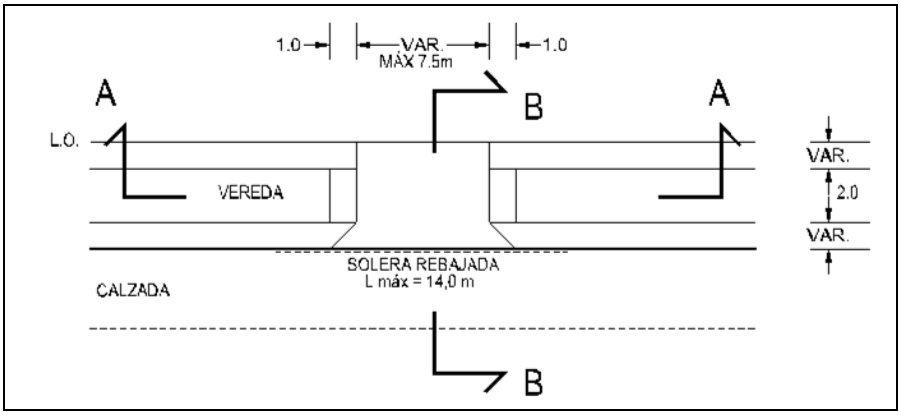
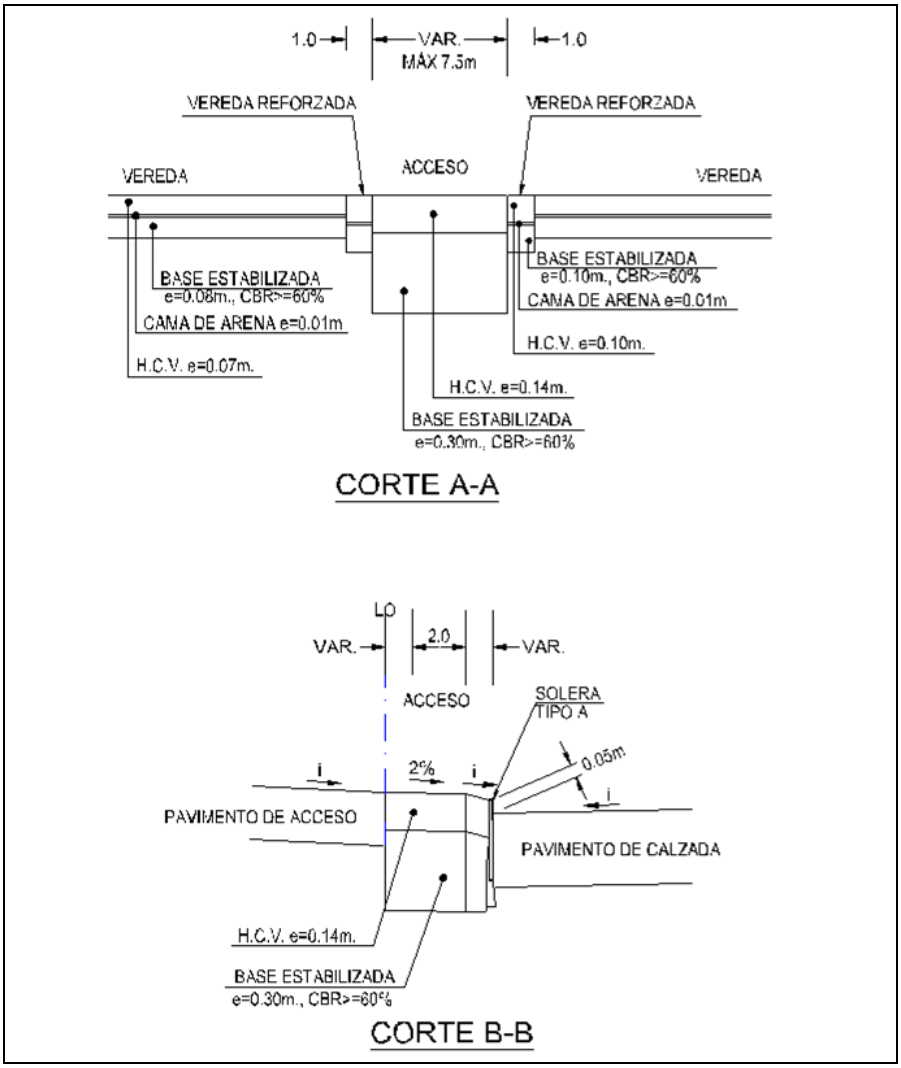



Figura 9-32 Detalle accesos vehiculares particulares




Fuente: Elaboración propia

Figura 9-33 Detalle acceso a nivel de vereda




Fuente: Elaboración propia

## 9.3 Anteproyecto de modificación de servicios

### 9.3.1 Modificación servicios de agua potable

a) Introducción

El presente anteproyecto tiene por objetivo definir los diseños de ingeniería correspondientes a la modificación de servicios de agua potable necesarios para la ejecución del proyecto “Modificación del eje vial Fermín Vivaceta, entre Independencia y Santa María”.

Los cambios de servicios en las redes de agua potable existente se producen a consecuencia de la modificación de la vialidad existente, ya sea porque tuberías que

estando bajo veredas o berma, luego quedarían bajo calzado lo cual no es permitido por la Normativa sanitaria vigente. Similar situación se presenta con los grifos de incendio que eventualmente podrían quedar sobre la calzada lo cual obliga a su traslado.

b) Antecedentes disponibles

Para el desarrollo del anteproyecto se utilizó los siguientes antecedentes:

- Proyecto nuevo eje vial Vivaceta
- Planchetas de la red de agua potable proporcionada por Aguas Andinas.
- Antecedentes del catastro ejecutado por esta oficina consultora
- Levantamiento topográfico desarrollado por la consultora.

c) Soluciones propuestas

Las soluciones de cambios de servicios proyectadas, corresponden a las obras definidas en la factibilidad otorgada por empresa prestadora de servicio Aguas Andinas S.A.

Las obras consultan el traslado y reemplazo de las matrices existentes por otras equivalentes a emplazarse en las zonas donde no se consideran calzadas, todo de conformidad a lo establecido en la factibilidad de A. Andinas.

También se incluyen el traslado de grifos de incendio y hidrantes de riego donde existan. Las cámaras de inspección de válvulas y otros se ejecutaran conforme a planos tipo aceptados por la Superintendencia Servicios Sanitarios (S.S.S.).

Los siguientes cuadros entregan un resumen de las matrices a reemplazar y el tipo de material consultado.

Cuadro 9-15 Resumen tuberías proyectadas Acero Revestido

| Diámetro mm | Ubicación | Material | Longitud (m) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| D=75mm | Varios sectores | Acero Rev. | 65,0 | Incl. Cruces calles |
| D=100mm | Varios sectores | Acero Rev. | 420,0 | Incl. Cruces calles |
| D=200mm | Varios sectores | Acero Rev. | 60,0 | Incl. Cruces calles |
| D=250mm | Un sector | Acero Rev. | 10,0 | Incl. Cruces calles |
| D=400mm | Un sector | Acero Rev. | 20,0 | Incl. Cruces calles |
| D=800mm | Un sector | Acero Rev. | 25,0 | Incl. Cruces calles |
| TOTAL | | | 600,0 m | |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9-16 Resumen tuberías proyectadas HDPE

| Diámetro mm | Ubicación | Material | Longitud (m) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| D=110mm | Varios sectores | HDPE | 450,0 | Definido por A. Andina |
| D=225mm | Varios sectores | HDPE | 620,0 | Definido por A. Andina |
| D=265m | Varios sectores | HDPE | 988,0 | Definido por A. Andina |
| D= 315 mm | Varios sectores | HDPE | 1.416,0 | Definido por A. Andina |
| D= 375 mm | Varios sectores | HDPE | 320,0 | Definido por A. Andina |
| D=430mm | Varios Sectores | HDPE | 572,0 | Definido por A. Andina |
| TOTAL | | | 4.366,0m | |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La modificación de las matrices indicadas llevan asociada la demolición y reconstrucción de 58 cámaras de válvulas de corta del sistema, según el esquema de acuartelamiento de Aguas Andinas.

No se ha considerado el reemplazo de matrices existentes que no se vean afectadas por las nuevas calzadas proyectadas.

Para realizar las modificaciones consultadas se requiere desconectar y conectar la red existente en al menos 45 nudos con las respectivas suspensiones del servicio, de conformidad al procedimiento establecido por la autoridad sanitaria.

También se deberá considerar la reconexión de los arranques domiciliarios en todos los domicilios que se ubiquen frente a las matrices modificadas. Estos deben conservar al menos el mismo los diámetros que actualmente tienen adaptados a las dimensiones de las matrices proyectadas.

En general, la construcción de las obras deberá realizarse de acuerdo con las Especificaciones Técnicas Especiales, las Especificaciones Técnicas Generales (ETG) de Aguas Andinas, última versión y a las Normas Chilenas NCh correspondientes.

En planos del proyecto se entrega la ubicación de las cámaras de válvulas y matrices donde se producirán los cambios de servicios de agua potable.

### 9.3.2 Modificación servicios de alcantarillado de aguas servidas

a) Objetivo

El presente proyecto tiene por objetivo desarrollar los diseños de ingeniería correspondientes a la modificación de servicios de alcantarillado requeridos para la construcción del proyecto “Mejoramiento Eje Vivaceta”.

Las modificaciones se hacen necesarias como consecuencia del nuevo diseño de la calzada proyectada donde se producen cambio de la altimetría de la vialidad proyectada.

b) Antecedentes disponibles

Para el desarrollo el proyecto se utilizó los siguientes antecedentes:

- Proyecto nuevo eje vial
- Planchetas de la red de alcantarillado proporcionada por Aguas Andinas.
- Antecedentes del catastro ejecutado por esta oficina consultora
- Levantamiento topográfico de cierro a cierro.

c) Obras viales proyectadas

Llevar el eje Vivaceta a un estándar de vía troncal significaría un cambio significativo con respecto a la situación actual específicamente se considera modificar el emplazamiento de las calzadas proyectadas.

La nueva rasante afectará la altimetría a lo largo de todo el eje y modificará la situación actual prácticamente a lo largo de toda la zona intervenida.

d) Cambios de servicio de alcantarillado en las instalaciones afectadas.

Las cámaras de inspección se deberán ajustar al nuevo nivel de la rasante proyectada. En el plano de cambios de servicios, se indica en planta el detalle de la variación de la cota de anillo para todas las cámaras, definiendo su valor actual comparado con la cota proyectada, en la nueva rasante.

Según la diferencia resultante tendremos casos donde se produce un rebaje en la altura de la cámara de inspección y otros donde habrá que peraltar el anillo para ajustarse al nivel de la nueva calzada.

Las cámaras afectadas se aprecian en la lámina de planta incluida en el plano de cambios de servicios de alcantarillado de aguas servidas.

El número total de cámaras afectadas por la demolición de la calzada actual o por los nuevos pavimentos llega a 118 unidades entre aquellas que se peraltan o se rebajan y aquellas que solo requieren el reemplazo de la tapa de calzada (47 cámaras sin variación notoria de su altura).

Los valores de las modificaciones de cotas introducidas por la rasante proyectada son todas de baja cuantía y por lo tanto no alcanzan a afectar los radieres de colectores de aguas servidas existentes ya que estos se encuentran a una cota muy inferior a las rasantes modificadas.

Cabe señalar que cuando se realizan trabajos en las cámaras de alcantarillado se producen vaciamientos involuntarios de escombros hacia el fondo de la misma. En

consecuencia, la empresa sanitaria exige su limpieza según procedimiento establecido en las ETG de Aguas Andinas mediante uso de camión Jet desde una cámara aguas arriba de zona de trabajo hasta una cámara agua abajo para asegurar un lavado a presión.

Este tipo de faenas las ejecuta directamente la Empresa Concesionaria. Además, para el caso de los rellenos de excavaciones, la empresa exige rellenar con hormigón pobre rechazándose la reutilización del material proveniente de las excavaciones.

En general, la construcción de las obras de modificación de servicios sanitarios deberá realizarse de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del proyecto y a las Especificaciones Técnicas Generales (ETG) de Aguas Andinas, última versión, siguiendo las Normas NCh correspondientes.

### 9.3.3 Modificación servicios eléctricos y corrientes débiles

El proyecto afecta a las instalaciones de este tipo de servicios principalmente por:

- Presencia de postaciones en zonas donde se emplazarán ensanches a vías existentes.
- Presencia de postaciones en los emplazamientos de las ciclovías.
- Presencia de postación en cambios en el diseño geométrico de las intersecciones.

La solución a estas interferencias consiste en el traslado de los postes a lugares donde no interrumpan los ejes de calzadas, veredas y ciclovías.

En esta etapa de anteproyecto, no se consideran poliductos ni cables soterrados, esta posibilidad debe analizarse en la etapa de ingeniería de detalles de este estudio.

## 9.4 Anteproyecto de aguas lluvia

### 9.4.1 Introducción

El objetivo general del estudio fue “desarrollar un anteproyecto vial en el eje Fermín Vivaceta, entre Independencia y Santa María”. Entre otros objetivos específicos, se incluye la aplicación del sistema de saneamiento de la plataforma vial.

El eje Fermín Vivaceta se extiende a través de las comunas de Independencia (en el sector al sur de Av. Hipódromo Chile) y Conchalí (al norte de Av. Hipódromo Chile). Tiene una extensión cercana a los 6 km y posee una calzada simple bidireccional al sur de Av. Dorsal y unidireccional al norte de ese eje.

El presente informe contiene los estudios hidrológicos e hidráulicos necesarios para diseñar, a nivel de anteproyecto, el sistema de saneamiento y drenaje de las aguas lluvia que precipitan directamente sobre la plataforma vial.

Las soluciones de saneamiento proyectadas, corresponden a obras de conducción y evacuación de aguas lluvias, usuales para este tipo de calzadas, tales como: colectores de drenaje, cunetas o soleras y sumideros.

También, se ha considerado la existencia los colectores existentes ó próximos a construir, los cuales forman parte de la Red Primaria de colectores de aguas lluvia desarrollada en el estudio “Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago” de cargo de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP.

### 9.4.2 Hidrología

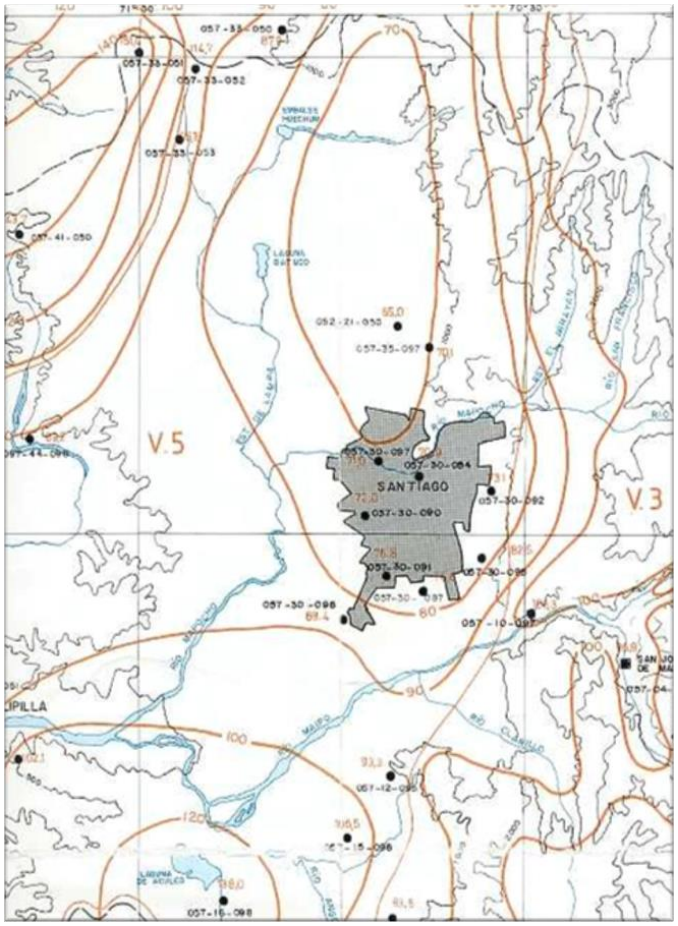
Los antecedentes analizados corresponden, a los documentos y otros estudios desarrollados por la Dirección de Obras Hidráulicas (D.O.H.). Estos son:

- Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvia del Gran Santiago desarrollado por CADE – IDEPE – 2001 para la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP (se adjunta en Anexo DVD en el directorio 08. Anteproyecto/10 Plan Maestro de Aguas Lluvia).

- Datos pluviométros registrados por la DGA del MOP.

Para el estudio de la hidrología del área del eje Vivaceta, nos basamos en el mapa de Isoyetas, escala 1:100.000, planteadas en el “Estudio Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días”, obteniéndose para las precipitaciones máximas en 24 horas para 10 años de período de retorno, las que corresponden a 72,1 mm para el tramo Vivaceta entre Av. Santa María e Independencia por el Norte. En la Figura 9-34 se aprecia el mapa de isoyetas de la Región Metropolitana resultante de dicho estudio.

Figura 9-34 Mapa de Isoyetas de la Región Metropolitana




Fuente: Precipitaciones máximas en 1,2 y 3 días, Dirección General de Aguas

Para conseguir las curvas IDF, se consideró una ampliación de la intensidad de la lluvia a través del coeficiente “K”, adoptando un valor de 1,1.

Finalmente, para la determinación de los caudales, se adoptó un tiempo de concentración de tc = 10 min.

a) Hidrología Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago

La D.O.H., a través de la empresa consultora CADE-IDEPE, ha desarrollado una actualización del Mapa de Isoyetas anteriormente enunciado, utilizando datos pluviométricos hasta 1998, a escala 1:50.000, donde se puede apreciar con mayor claridad los rangos donde se encuentra cada avenida importante de la ciudad.

En lo que se refiere al factor de corrección “K”, parámetro que modifica las precipitaciones máximas diarias entregadas por cada estación entre las 8 am y 8 am del día siguiente, este ha sido estudiado por la empresa CADE-IDEPE & COYNE ETBELLIER para EMOS, obteniéndose como resultado para la zona de Santiago un valor de 1,0.

b) Hidrología adoptada

Se ha adoptado una hidrología única para todo el tramo en concesión, basada en el estudio “Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago”, dado que corresponde a un estudio más reciente y además porque el sistema de drenaje de la avenida Vivaceta se conectará a la Red Primaria del Plan Maestro.

Por lo tanto, a continuación, se desarrolla la hidrología planteada en el Plan Maestro de Aguas Lluvia de Santiago, de tal forma de determinar las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Debido a que en la zona no existen registros pluviométricos, se utilizará métodos indirectos para el cálculo de los caudales de crecida. Los métodos indirectos empleados se encuentran asociados a las precipitaciones del sector, por lo que se necesita caracterizar el régimen de precipitaciones extremas en la zona.

Este proceso tiene por objetivo la confección de curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF), a partir de las cuales es posible obtener las intensidades requeridas para la aplicación posterior del Método Racional en el cálculo de caudales.

c) Antecedentes pluviométricos

De las estaciones pluviométricas que se encuentran cerca del área en estudio, se utilizaron aquellas que poseen una mayor cobertura en cuanto a la extensión de registros de precipitación.

d) Análisis de frecuencia de las precipitaciones

El objetivo del análisis de frecuencia es determinar las precipitaciones máximas en 24 horas, para un período de retorno dado.

El análisis probabilístico se lleva a cabo mediante el ajuste de la función de distribución de Gumbel**.**

Su expresión desarrollada puede presentarse en la siguiente forma:

$$P_t = P_m - \frac{S_X}{S_n} \cdot \left( Y_n + Ln\left( -Ln\left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right) \right)$$

Donde:

$P_t$: Precipitación para un período de retorno T cualquiera, en mm.

$P_m$: Valor medio del registro histórico, en mm.

$S_X$: Desviación estándar del registro histórico, en mm.

$Y_n$: Valor medio de la variable reducida, es un parámetro del modelo que va en función del tamaño de la muestra. Determinado a partir de la tabla 3.702.401(2) A del Manual de Carreteras (1981), Vol. 3.

$S_n$: Desviación estándar de la variable reducida función del tamaño de la serie, parámetro del modelo. Determinada a partir de la tabla 3.702.401(2) A del Manual de Carreteras (1981), Vol. 3.

$T$: Período de retorno en años.

$Ln$: Logaritmo natural.

e) Precipitaciones máximas en la zona de estudio

Es posible determinar la precipitación máxima representativa en 24 horas para cada una de las áreas aportantes, a partir de la correspondiente isoyeta. Para ello se debe recurrir al Plano de Isoyetas propuesto por la DOH, correspondiente a precipitaciones máximas en 24 horas y un período de retorno T=10 años.

Como conclusión de la figura mencionada, se puede adoptar con un criterio conservador, que la isoyeta P (mm) = 72 mm, para cubrir todo el tramo en estudio.

### 9.4.3 Determinación de las curvas IDF

El cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia (I.D.F.), es de importancia para la aplicación posterior del método racional en el cálculo de caudales de diseño de las obras de saneamiento. Para efectos de este trabajo se consideran válidas las curvas IDF definidas en el “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvia del Gran Santiago”, DOH (2001).

En dicho estudio, la obtención de los puntos de cada curva IDF se efectúa empleando la siguiente expresión:

$$I_t(T) = \frac{K \cdot P_{24}^T \cdot CD_t \cdot CF_T}{t}$$

Donde:

$I_t(T)$: Intensidad para el período de retorno T en la duración t, en mm/h.

$K$: Coeficiente que transforma las precipitaciones máximas diarias en máximas en 24 horas.

$P_{24}^T$: Precipitación máxima diaria para el período de retorno T, en mm.

$CD_t$: Coeficiente de duración para el tiempo “t”.

$CF_T$: Coeficiente de frecuencia para el período de retorno “T”.

$t$: Duración, en horas.

El coeficiente $K$ tiene por objetivo corregir la precipitación máxima diaria entregada en los registros de las estaciones pluviométricos, medida entre las 8.00 a.m. y 8.00 a.m. del día siguiente, a la máxima en 24 horas teniendo en cuenta que esta última no siempre se produce en el intervalo de medición.

Sin embargo, en el Plan Maestro de Alcantarillado del Gran Santiago, desarrollado por la empresa CADE-IDEPE & COYNE ET BELLIER para EMOS (1983) se demostró que en el caso de la ciudad de Santiago el coeficiente K es 1.0, situación que fue validada por la D.O.H. y aplicada en todo el diseño de la Red Primaria de colectores.

A cada curva definida por los puntos obtenidos de la aplicación de la relación descrita, se ajustó una curva analítica del siguiente tipo:

$$I_t(T) = a \cdot t^b$$

Donde:

$I_t(T)$: Intensidad para el período de retorno T en la duración t, en mm/h.

$T$: Período de retorno, en años.

$t$: Duración de la precipitación, en horas.

$a$ y $b$: Constantes que dependen de T y t.

A continuación se entregan las intensidades de las lluvias para la zona en estudio para período de retorno 2, 5, 10, 25 y 50 años en el siguiente cuadro.

Cuadro 9-17 Curvas IDF

| Tiempo | CD (t) | Intensidad (mm/hr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | T=2 años | T=5 años | T=10 años | T=25 años | T=50 años |
| 10 min. | 0,07 | 23,6 | 31,5 | 36,3 | 43 | 46,5 |
| 15 min. | 0,09 | 18,8 | 25,1 | 28,7 | 35 | 38,9 |
| 30 min. | 0,12 | 12,8 | 17,1 | 19,1 | 23 | 26,7 |
| 1 h | 0,15 | 8,7 | 11,6 | 13,4 | 16 | 17,47 |
| 2 h | 0,24 | 6,6 | 8,8 | 9,5 | 12 | 13,14 |
| 4 h | 0,38 | 5,2 | 6,9 | 7,3 | 10 | 10,20 |
| 6 h | 0,51 | 4,4 | 5,9 | 6,6 | 9 | 8,80 |
| 8 h | 0,60 | 4,1 | 5,4 | 6,1 | 7 | 7,92 |
| 10 h | 0,69 | 3,5 | 4,7 | 5,3 | 6 | 7,07 |
| 12 h | 0,70 | 3,2 | 4,2 | 4,8 | 5 | 6,34 |
| 14 h | 0,80 | 2,9 | 3,8 | 4,3 | 5 | 5,79 |
| 18 h | 0,91 | 2,4 | 3,2 | 3,8 | 4 | 4,99 |
| 24 h | 1,00 | 2,0 | 2,7 | 3,2 | 3 | 4,21 |

Fuente: Elaboración propia

### 9.4.4 Drenaje de la plataforma

a) Descripción general

El sistema de saneamiento planteado en este estudio, considera la conducción y evacuación de las aguas lluvias que precipitan sobre la avenida Vivaceta y entorno.

Para esto, se utilizarán sistemas de conducción superficiales (soleras y cunetas) que permitirán conducir las aguas hacia los colectores existentes o proyectados que forman parte de la actual red de drenaje existente en la Av. Vivaceta, los que finalmente descargarán en los puntos definidos por SERVIU o el Plan Maestro del Gran Santiago.

Las líneas de lluvias, serán captadas por sumideros que permitirán el ingreso de las aguas a los colectores existentes o proyectados. En la zona los colectores existentes son del tipo Mixtos, es decir conducen aguas lluvias y aguas servidas de la Empresa Aguas Andinas SA, los cuales se ubican bajo la calzada de las calles actuales o proyectadas.

En general, el saneamiento de las vías se hará mediante soleras, las que se ubicarán en ambas calzadas. Las aguas lluvia serán conducidas por dichas soleras hasta los sumideros proyectados o de reemplazo los que descargarán en los colectores existentes o proyectados.

En las zonas en que se mantenga las características geométricas similares de la vialidad existente, se realizarán verificaciones hidráulicas de las soleras proyectadas cuando el peralte de esta vía tenga pendiente transversal hacia dicha solera, considerando un ancho de inundación máxima de1,0 m, situación que en ningún caso debe sobrepasar la altura de la solera.

En los casos que los sumideros existentes en la zona de estudio sean reutilizados o eliminados, se indican en el plano de planta del saneamiento general.

A continuación, se presentan las consideraciones adoptadas en el diseño del drenaje superficial:

- La zona con sistema de aguas lluvias unitario, cuenta con colectores existentes incluidos en el Plan Maestro, los cuales son los encargados de drenar la cuenca aledaña en este sector. Es por esto que sólo se consideró como área aportante externa, una faja de 10 m de ancho para las vías.
- Sin embargo, para el sector con sistema separado de aguas lluvias desde calle El Olivo hacia el norte se consultan atender las áreas tributarias definidas por el Plan Maestro de Santiago mediante un colector C2 proyectado.
- El tiempo de concentración empleado para obtener la intensidad de diseño es de 10 minutos.

- Los períodos de retorno de diseño para vías urbanas corresponden a 2 o 5 años, según tipo de obras.

b) Caudal de diseño

El caudal que reciben estas obras, se calcula utilizando la fórmula Racional. Para ello, el área aportante se divide en 2 zonas: la primera corresponde al aporte de la calzada y la segunda al sector contiguo cuyo ancho se determinará de acuerdo al sector aportante. Es así que en el caso de las vías locales se consideraron los siguientes anchos aportantes:

- 10 m, para las vías locales externas.
- 5 m, para las vías locales internas.

Para la intensidad de la precipitación a utilizar en el diseño o verificación de soleras, se adopta un período de retorno de 2 años, con una duración de la tormenta de 10 min.

De esta forma, la fórmula Racional queda expresada como sigue:

$$Q = \left[\frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2}{3{,}6}\right] \cdot I$$

Donde:

$Q$: Caudal, en $m^3/s$.

$C_1$: Coeficiente de escorrentía de la calzada, se adopta 0,95.

$C_2$: Coeficiente de escorrentía del área aportante terreno aledaño, se adopta 0,60.

$A_1$: Área aportante de calzada, en $km^2$.

$A_2$: Área aportante del terreno aledaño, en $km^2$.

$I$: Intensidad de la tormenta, en mm/h.

El cálculo de los caudales generados en la plataforma vial, mediante el empleo de la fórmula Racional, considera: el ancho superficial de las vías urbanas y el aporte del terreno natural aledaño a las calzadas que tenga esa área. Sin embargo, en el sector norte más allá de la calle Roma, se utilizarán las áreas aportantes indicadas por la DOH y adoptadas por el SERVIU.

Para efectos de simplificar los cálculos, la fórmula Racional se expresa en función de la longitud:

$$Q = \left[\frac{C_1 \cdot a_1 + C_2 \cdot a_2}{3{,}6}\right] \cdot I \cdot L = k \cdot L$$

Donde:

$a_1$: ancho aportante de la calzada, en km$^2$.

$a_2$: ancho aportante del terreno aledaño, en km$^2$.

$k$: $\left[\frac{C_1 \cdot a_1 + C_2 \cdot a_2}{3,6}\right] \cdot I$

Para una mayor claridad, en las tablas de verificaciones correspondientes se incluyen todas las variables consideradas, tanto en las calzadas como en los terrenos aledaños.

c) Soleras

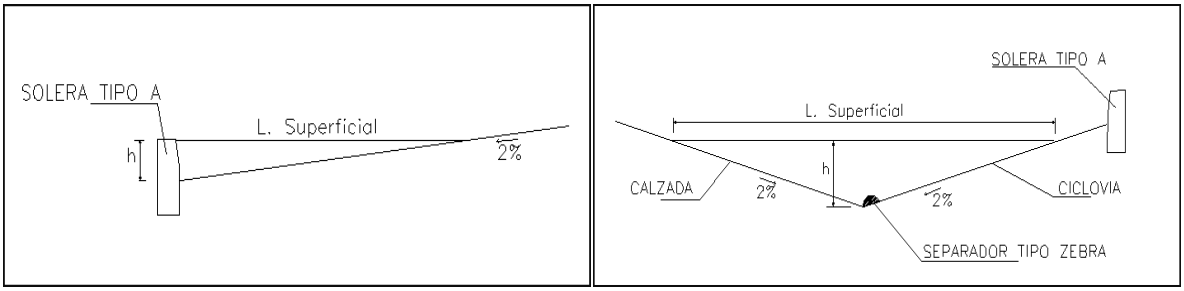
La verificación hidráulica de las soleras proyectadas en las vías locales, consiste en determinar el máximo caudal que puede conducir este elemento sin superar el ancho superficial de inundación de la calzada local, definido en 1,0 m y que el nivel del escurrimiento no supere la altura de la solera.

Una vez que la solera alcance su máxima capacidad de porteo, los flujos serán descargados a los colectores de aguas lluvias a través de sumideros.

La capacidad de porteo de las soleras se calcula utilizando la fórmula Racional, y su verificación hidráulica se realiza mediante la ecuación de Manning.

En la figura siguiente, se presenta un esquema general de las secciones típicas de las cunetas proyectadas donde se identifican los parámetros empleados.

Figura 9-35 Secciones típicas de cunetas




Cuneta con solera Cuneta en ciclovía

Donde:

$L.Sup.$ : El ancho superficial de escurrimiento. En el caso de soleras, corresponde al ancho de inundación.

$i$ : Pendiente transversal de la calzada.

$H$: Altura de aguas

$Za$: Componente horizontal del talud de la solera.

$Zb$: Componente horizontal del talud de la solera.

d) Capacidad hidráulica

El caudal aportante a las soleras se obtiene mediante la aplicación de la fórmula Racional, desarrollada en función de la longitud de la solera, para lo cual se ha adoptado una intensidad de precipitación de 10 años de período de retorno y 10 minutos de duración.

La capacidad hidráulica de las soleras proyectadas se verifica mediante la ecuación de Manning, cuya expresión es la siguiente:

$$\frac{Q \cdot n}{\sqrt{i}} = \frac{A_m^{5/3}}{P_m^{2/3}}$$

Donde:

$Q$: Caudal en $m^3/s$.

$n$: Coeficiente de Manning, se adopta 0,014.

$i$: Pendiente longitudinal.

$A_m$: Sección mojada transversal, en $m^2$.

$P_m$: Perímetro mojado, en m.

La capacidad de porteo máxima de estas obras, se han definido considerando, por una parte, el ancho de inundación de la calzada local en 1,0 m como máximo, y por otra parte a la altura admisible de las soleras en 15 cm.

La verificación de ambos casos se calculó con la misma fórmula ya que la diferencia entre “cuneta con solera” y “cuneta en ciclovía” en este caso es despreciable.

A continuación se incluye planilla de verificación hidráulica de soleras.

Cuadro 9-18 Capacidad de soleras y sumideros proyectadas lado derecho

| Sumidero Inicial | Sumidero Final | CALLE | LADO | LONGITUD (ML.) | ANCHO APORT. | TIPO DE OBRA | CAUDAL PARCIAL (lts/s) | PENDIENTE (%) | CAPACIDAD DE PORTEO MAXIMA Solera(1) l/seg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUM Nº 2a | SUM Nª 4a | Rivera | DER | 160 | 10 | Solera cuneta | 6,39 | 0,70 | 413,00 |
| SUM Nº 4a | SUM Nª 5a | Los ángeles | DER | 264 | 10 | Solera cuneta | 10,54 | 0,80 | 493,00 |
| SUM Nº5a | SUM Nº 6 | Colon | DER | 137 | 10 | Solera cuneta | 5,47 | 1.05 | 439,00 |
| SUM Nº 6 | SUM Nº8a | Gamero | DER | 195 | 10 | Solera cuneta | 7,78 | 1.16 | 441,00 |
| SUM Nº 8a | SUM Nº 9 | Carrión | DER | 279 | 10 | Solera cuneta | 11,13 | 1,05 | 442,00 |
| SUM Nº 9 | SUM Nº9b | EL Molino | DER | 117 | 10 | Solera cuneta | 4,67 | 0.96 | 495,00 |
| SUM Nº 9b | SUM N10 | San Luis | DER | 154 | 10 | Solera cuneta | 6,15 | 0.87 | 415,00 |
| SUM Nº 10 | SUM Nº 12 | Sevilla | DER | 208 | 10 | Solera cuneta | 8,30 | 0.95 | 413,00 |
| SUM Nº 12 | SUM Nº 13 | Inglaterra | DER | 304 | 10 | Solera cuneta | 12,13 | 1,21 | 437,00 |
| SUM Nº 13 | SUM Nº 15 | Francia | DER | 90 | 10 | Solera cuneta | 3,59 | 1,05 | 437,00 |
| SUM Nº 15 | SUM Nº 17 | Nva de Matte | DER | 295 | 10 | Solera cuneta | 11,77 | 1,25 | 491,00 |
| SUM Nº 17 | SUM N17A | Venecia | DER | 172 | 10 | Solera cuneta | 6,86 | 0.96 | 430,00 |
| SUM Nº17A | SUM Nº 18 | HIP Chile | DER | 249 | 10 | Solera cuneta | 9,94 | 1,05 | 430,00 |
| SUM Nº 18 | SUM Nº 19 | C. Alvarado | DER | 345 | 10 | Solera cuneta | 13,77 | 1,18 | 502,00 |
| SUM Nª 19 | SUM Nº 20A | R Marín | DER | 344 | 10 | Solera cuneta | 13,73 | 1,42 | 514,00 |
| SUM Nº 20A | SUM Nº 22 | 14 de la Fama | DER | 205 | 10 | Solera cuneta | 8,18 | 1,22 | 413,00 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9-19 Capacidad de soleras y sumideros proyectadas lado izquierdo

| Sumidero Inicial | Sumidero Final | CALLE | LADO | LONGITUD (ML.) | ANCHO APORT. | TIPO DE OBRA | CAUDAL PARCIAL (lts/s) | PENDIENTE (%) | CAPACIDAD DE PORTEO MAXIMA Solera(1) l/seg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUM Nª 3 | SUM Nº5 | Los ángeles | IZQ | 268 | 10 | Solera cuneta | 10,69 | 0,98 | 493,00 |
| SUM Nº 5 | SUM Nº 8b | Gamero | IZQ | 315 | 10 | Solera cuneta | 12,57 | 1.05 | 413,00 |
| SUM Nº 8b | SUM Nº9a | EL Molino | IZQ | 197 | 10 | Solera cuneta | 7,86 | 1,06 | 441,00 |
| SUM Nº9a | Sum Nº 10a | San Luis | IZQ | 325 | 10 | Solera cuneta | 12,97 | 1,05 | 413,00 |
| Sum Nº 10a | SUM Nº 11 | Sevilla | IZQ | 182 | 10 | Solera cuneta | 7,26 | 1,22 | 495,00 |
| SUM Nº 11 | SUM Nº 14 | Juliet | IZQ | 377 | 10 | Solera cuneta | 15,04 | 1,18 | 415,00 |
| SUM Nº 14 | SUM N16 | Bisquert | IZQ | 195 | 10 | Solera cuneta | 7,78 | 1,05 | 413,00 |
| SUM Nº16 | SUM N16a | Palermo | IZQ | 185 | 10 | Solera cuneta | 7,38 | 0,96 | 405,00 |
| SUM Nº 16a | SUM Nº 17b | Venecia | IZQ | 173 | 10 | Solera cuneta | 6,90 | 1,05 | 413,00 |
| SUM Nº 17b | SUM Nº18a | HIP Chile | IZQ | 85 | 10 | Solera cuneta | 3,39 | 1,03 | 413,00 |
| SUM Nº 18a | SUM Nº 19a | C. Alvarado | IZQ | 325 | 10 | Solera cuneta | 12,97 | 1,21 | 437,00 |
| SUM Nº 19a | Sum 20 | Reina María | IZQ | 345 | 10 | Solera cuneta | 13,77 | 1,05 | 496,00 |
| Sum 20 | Sum 23 | 14 de la fama | IZQ | 201 | 10 | Solera cuneta | 8,02 | 1,25 | 437,00 |
| Sum 23 | Sum 23a | Roma | IZQ | 100 | 10 | Solera cuneta | 3,99 | 1,25 | 437,00 |

Fuente: Elaboración propia

Nota: La capacidad de las soleras se verifico según tabla Nº 13 de la Guía de diseño y elementos Urbano de Infraestructura de ALL

e) Sumideros

Los sumideros tienen por objetivo captar las aguas lluvias conducidas por las soleras

La ubicación de estas obras queda determinada por los anchos de inundación permitidos y singularidades de la vialidad como por ejemplo puntos bajos.

En el caso de la captación en soleras, se han utilizado sumideros tipo S2, simples o dobles, dependiendo de la longitud requerida para captar la totalidad del caudal conducido por las obras de conducción.

La capacidad de captación de los sumideros se estimó mediante la aplicación de la expresión de Johns Hopkins University, para sumideros sin depresión, del manual "The Design of Storm-Water Inlets".

Por otra parte, es necesario considerar un factor de eficiencia de los sumideros, ya que estos generalmente se obstruyen con hojas o basuras, lo que disminuye su capacidad de captación.

En este caso, se considerará una eficiencia del 75% de su capacidad real (Qadm), por lo que se debe determinar la capacidad real de captación de los sumideros (Qreal), el cual se obtiene al asignar el valor de L a L' para el caso de soleras.

Es decir,

$$Qadm = 0{,}75 \cdot Qreal$$

Posteriormente se debe verificar que se cumpla que:

$$Qadm \geq Q_0$$

Donde $Q_0$ es el caudal que transporta la cuneta o solera para el período de retorno de diseño.

f) Criterios utilizados para la ubicación de los sumideros

La utilización de las obras de captación superficial se realizará teniendo presente los siguientes aspectos:

- En aquellos puntos en que la longitud de un sumidero simple no sea capaz de captar la totalidad del caudal conducido por la cuneta o solera, longitud definida por la aplicación de la expresión Johns Hopkins University, se proyectaran sumideros en serie y/o especiales tipo batería de sumideros tipo DOH.

- En cuanto al uso de la calzada como elemento de conducción de agua, para los períodos de retorno de diseño, sólo se permitirá para en el caso de escurrimiento por soleras un ancho máximo de inundación de 1,0m.

- Para los sumideros en solera se utilizarán tipo S2 (Simples o Dobles) y baterías triples, posicionados de acuerdo a los sumideros existentes que se reemplazan y según características geométricas del proyecto vial.

- En los puntos bajos, donde la factibilidad de acumulación de material de arrastre es mayor, se proyectaron sumideros dobles o triples, aun cuando hidráulicamente no sea necesario.

- Se procuró mantener la ubicación de los sumideros existentes pero reemplazando su estructura por su deficiente estado de conservación y adaptándolos al nuevo trazado definido en diseño del eje mejorado.

g) Sumideros existentes

La avenida Vivaceta a lo largo su trazado hasta la calle Roma incluido en el mejoramiento, actualmente cuenta con un drenaje superficial basado en sumideros, los que a su vez descargan a la red de colectores de aguas lluvias mixtos existentes.

Considerando la nueva plataforma del proyecto vial planteada como solución para este eje, no es posible la reutilización de los sumideros existentes. Más aun el estado de conservación de los sumideros existentes es deplorable situación que confirma la necesidad de su reemplazo.

Solo algunos de los sumideros situados en la nueva Av. Los 14 de la Fama y calle Roma cuentan con dispositivos bien conservados que pueden ser aprovechados en parte para el nuevo saneamiento proyectado según planos.

A continuación se incluye cuadro resumen de sumideros para el sistema unitario.

Cuadro 9-20 Sumideros lado derecho, sector unitario

| Calle de la Captación | Sumidero | Tipo sumidero | Descarga | Material conexión | Diámetro mm |
|---|---|---|---|---|---|
| A. Pinto | S2a-2b | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| A. Pinto | S2,2c | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Los Ángeles | 5a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Colón | S6 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Gamero | S8,8a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Carrión | S 9 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| El Molino | 9b | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Frente a San Luis | S 10 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Sevilla | S 12 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Inglaterra | S 13 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Francia | S15 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Nueva de Matte | S17 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Venecia | S17A | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Hipódromo de Chile | S 18 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Coronel Alvarado | S 19 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Reina María | S 20a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Dorsal | S22 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9-21 Sumideros lado izquierdo, sector unitario

| Calle de la Captación | Sumidero | Tipo sumidero | Descarga | Material conexión | Diametro mm |
|---|---|---|---|---|---|
| Rivera | S3 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Los Ángeles | S5 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Gamero | S8b | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| El Molino | S9a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Frente a San Luis | S 10a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Frente a Sevilla | S 1 1 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Juliet | S14 y 14a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| N nueva de Matte | S 16a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Venecia | S 17B | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Hipódromo Chile | S 18a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Coronel Alvarado | S 19a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Reina María | S 20 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| !4 De La Fama | S 23 | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |
| Roma | S 23 b y 23 a | S2 | Colector Exist. | H.S. | 200 |

Fuente: Elaboración propia

La verificación de sumideros para el sector con Alcantarillado Unitario, que adjunta en anexo digital (dir. 02. Anexos\9_02 Aguas lluvias) para lo cual se reenumeraron los sumideros según su ubicación en el proyecto.

Se han analizado separadamente los escurrimientos de ambas calzadas de diseño vial ya que trabajan separadamente.

h) Sumideros proyectados

Desde la calle Roma hacia el Norte del eje vial proyectado no existen colectores de Aguas Lluvias y en consecuencia se proyectan nuevas obras con sus respectivos sumideros.

Para el caso del sistema de Alcantarillado de aguas lluvias Separado se ha tenido en consideración el aporte de caudal por calle, según las áreas tributarias que descarga sobre el Eje Vivaceta, según se aprecia en el punto 9.5 del presente informe ya que su aporte es mucho más significativo que el caudal de la calzada propiamente tal.

Cuadro 9-22 Resumen Planilla verificación Sumideros Sistema Separado

| Calle de la Captación | Sumideros | Tipo sumidero | Descarga | Material conexión | Diámetro mm |
|---|---|---|---|---|---|
| Monterrey | CS-EN 1A, 1B,1,2 | Batería Triple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Santa Inés | CS-EN 3,4,5 y 6 | S2 | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Grumete Cabrales | CS 7 Y 8 | S2 | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Aviador Acevedo | CS 11 al 16 dobles | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Tte. Ponce | CS !9-23 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Aviador Zañartu | Cs 23,24,25 y 26 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Tte. Yavar | Cs 27 28,29 y 30 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Tte. Mery | Cs 31 ,32 33 y 34 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Olivo | BZ 1,2,3 Y 4 | Batería Triple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Ventura | VZ 1,2,y 3 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Almirante Silva | VZ4,y 5 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Independencia 1 | VZ6,7,8,y 9 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| El Comendador | VZ 13,y 14 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Norte y Sur | VZ 19c,y 19b | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Zapadores-Indep. | VZ 19,y 19a | Batería Triple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Cartagena | VZ 20,21,22,23,24,25 y 26 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |
| Barón Juras Real | VZ 27,28,29,30,31,y 32 | S2 simple | Colector Proy. | H.S. | 300 |

Fuente: Elaboración propia

En anexo digital (dir. 02. Anexos\9_02 Aguas lluvias) se incluyen las planillas de verificación de sumideros caso por caso.

Del análisis de las planillas de verificación se concluye que la capacidad de los sumideros proyectados es suficiente para captar las lluvias para un periodo de retorno de T= 2 años.

### 9.4.5 Colectores de aguas lluvia

a) Descripción general

Los colectores para drenaje, son los encargados de conducir las aguas lluvias que precipitan en la plataforma, hacia la red de colectores existentes, los cuales descargarán finalmente en los colectores del plan Maestro del Gran Santiago.

Estos colectores de drenaje, serán ubicados en la calzada del Eje Vivaceta, de tal forma de disminuir la factibilidad de interferencia con otro servicio.

En cuanto al tipo de tubería a utilizar, éstas serán circulares de hormigón para diámetro D=300 mm para las uniones de sumideros, D=500 mm para el colector C-1 y D=800 mm y D=900mm para el colector Vivaceta. Estos últimos tubos serán de hormigón base plana.

Para el trazado en planta de la red de tuberías, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Minimizar la rotura de pavimentos, en lo posible.

- Minimizar las interferencias con tuberías o instalaciones de otros servicios existentes o en proyecto.
- Consideraciones constructivas como espacios disponibles, interferencias de tránsito, etc.

Para el trazado en alzado se tuvo en consideración los siguientes aspectos para el diseño:

- Entre la clave de las tuberías en proyecto y el radier de las tuberías o conducciones (canales abovedados) existentes que se cruzan, en general, se ha procurado dejar como mínimo 0,40 m con el objetivo de dejar espacio suficiente para prever incertidumbres de cotas.
- La altura entre el extradós del tubo y el nivel de terreno no debe ser inferior a 1.00 m.

Por otra parte, se adoptan los siguientes límites de velocidad:

- Velocidad máxima < 5,00 m/s
- Velocidad mínima $\geq$ 0,50 m/s

b) Criterio de diseño de los colectores de aguas lluvia

Los colectores de aguas lluvia que contempla el drenaje de la Av. Vivaceta, serán diseñados de tal forma que estos sean capaces de captar y conducir los escurrimientos superficiales aportados por las vías.

Es decir, el diseño de los colectores contempla la captación de aguas lluvia con áreas aportantes de distintas intensidades. En efecto, las soleras están diseñadas para intensidades de T=2 años.

c) Capacidad hidráulica

La capacidad hidráulica de los colectores se verifica empleando la fórmula de Manning, para lo cual se adopta un coeficiente de rugosidad de 0,013.

$$\frac{Q \cdot n}{\sqrt{i}} = \frac{A^{5/3}}{P_m^{2/3}}$$

Donde:

$Q$: Caudal en $m^3/s$.

$n$: Coeficiente de Manning.

$i$: Pendiente longitudinal.

$A$: Sección mojada transversal, en m$^2$.

$P_m$: Perímetro mojado, en m.

La capacidad de conducción se ha definido considerando funcionamiento como acueducto permitiendo que la relación altura de escurrimiento diámetro no sea mayor a 0.86, es decir:

$$\frac{Hn}{D} = 0{,}86$$

Siendo:

$Hn$: Altura normal en el interior del tubo, en m.

$D$: Diámetro del tubo, en m.

d) Cámaras de inspección

Las cámaras de inspección se proyectan en todos aquellos lugares en que los colectores planteados experimenten un cambio de dirección, pendiente, diámetro o por espaciamiento máximo entre ellas. Sin embargo, la mayoría de las cámaras corresponde a infraestructura existente cuya operación obedece a la modalidad mixta es decir conducen aguas servidas y lluvias mezcladas durante las precipitaciones.

Las cámaras de inspección proyectadas, se incorporan al diseño de los nuevos colectores que cubren zonas donde no existe suficiente capacidad de drenaje. Las cámaras de inspección corresponden a las usuales utilizadas por las empresas sanitarias para colectores de aguas servidas, es decir del tipo “a” y “b” o especiales.

Para evitar interferencias con otros servicios se recomienda incorporar caídas en las cámaras. Se ha limitado como máxima altura de caída 1,0 m. En los casos en que la altura de caída en las cámaras sea superior a 1,0 m, será necesario reforzar el radier de la cámara con adoquines.

Como criterio general de diseño de colectores, la distancia máxima entre cámaras de inspección será de 125 m.

En los planos del proyecto se entrega la ubicación de las cámaras de inspección proyectadas incluidas las cámaras de interconexión para aquellos sumideros existente que cambian de ubicación, se indican allí con sus características principales.

Cabe hacer notar que en el último tramo del colector N°2 su trazado se aleja del eje Vivaceta desde la esquina de este eje con Avenida Los Zapadores extendiéndose perpendicular a Vivaceta a lo largo de Zapadores hasta la avenida “Barón de Juras Reales” donde descarga al colector existente Juras Reales perteneciente a la red primaria de colectores de Aguas Lluvias del Plan Maestro de Gran Santiago.

e) Dimensionamiento de Colectores de Aguas Lluvias

Se proyectaron 2 colectores (C-1 y C-2) cuyo emplazamiento se entrega en los planos del proyecto. El colector N°1 se ubicará en la zona de redes unitarias y su objetivo solo es mejorar la recolección de los sumideros ya existentes o sus reemplazos, sin aumentar la cuantía de aguas incorporadas a la red de alcantarillado existentes.

El colector N°2 se ha sectorizado en dos tramos; El primero de ellos comienza en calle Carlos Spano y llega hasta calle El Olivo se ha dimensionado según las aéreas definidas por el Plan Maestro resultando con un diámetro de D=800 mm en tubo de THSBP.

A partir de calle El Olivo se inicia el segundo tramo del colector N°2, recibe allí la descarga del primer tramo y continua saneando el resto de las áreas tributarias definidas por la DOH hasta llegar al punto de descarga ubicado en la cámara N°4 del Colector "Barón de Juras Reales situada en la esquina de Zapadores con B .Juras Reales.

Este colector N°2 comienza con un diámetro de D=800 mm hasta calle Almirante Silva para luego seguir con D=900 mm.

En los planos del proyecto se aprecia el emplazamiento de ambos colectores proyectados.

f) Soluciones propuestas

La zona sur del eje Vivaceta corresponde a una red del tipo mixta o sea los colectores existentes reciben normalmente aguas servidas y cuando llueve reciben aportes de aguas lluvias. Lo anterior significa que la capacidad de los colectores se ve interrelacionada con ambos elementos

Los antecedentes del diseño geométrico entregados corresponden a un nivel de anteproyecto. Sin embargo los datos de terreno fueron recogidos directamente por esta consultora.

El destino final de las aguas lluvias del eje Vivaceta está definido por el plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago con un colector Vivaceta- Zapadores ya aprobado por Serviu para finalmente descargar en el colector existente Barón de Juras Reales el cual tiene un D= 1.900 mm.

Sin perjuicio de lo señalado la primera parte del saneamiento de Vivaceta en el sistema unitario descargará en el Colector primario de 1.300 mm denominado Ultra Mapocho en la calle El Molino.

Para desarrollar las verificaciones adjuntas se aplicó la Guía para Diseño de Elementos Urbanos de Aguas Lluvias del SERVIU Metropolitano de 2005.

Se adjunta, en plano el diseño del sumidero tipo S2 el cual siguiendo las instrucciones de la Guía SERVIU cuya capacidad de captura depende de la carga hidráulica h, en el caso de máximo aceptable con una altura de h= 15 cm o sea al nivel de solera sumergida su capacidad resulta de 60l/s que por efectos prácticos se rebaja a 30 l/s.

g) Verificación de colectores y análisis de áreas tributarias

En la zona sur del eje Vivaceta el saneamiento se realiza a través de red de colectores existentes de tipo unitario.

En el sector norte del eje Vivaceta, a partir de la calle Roma hasta la Av. Los Zapadores, se proyecta un sistema de alcantarillado de aguas lluvia del tipo separado.

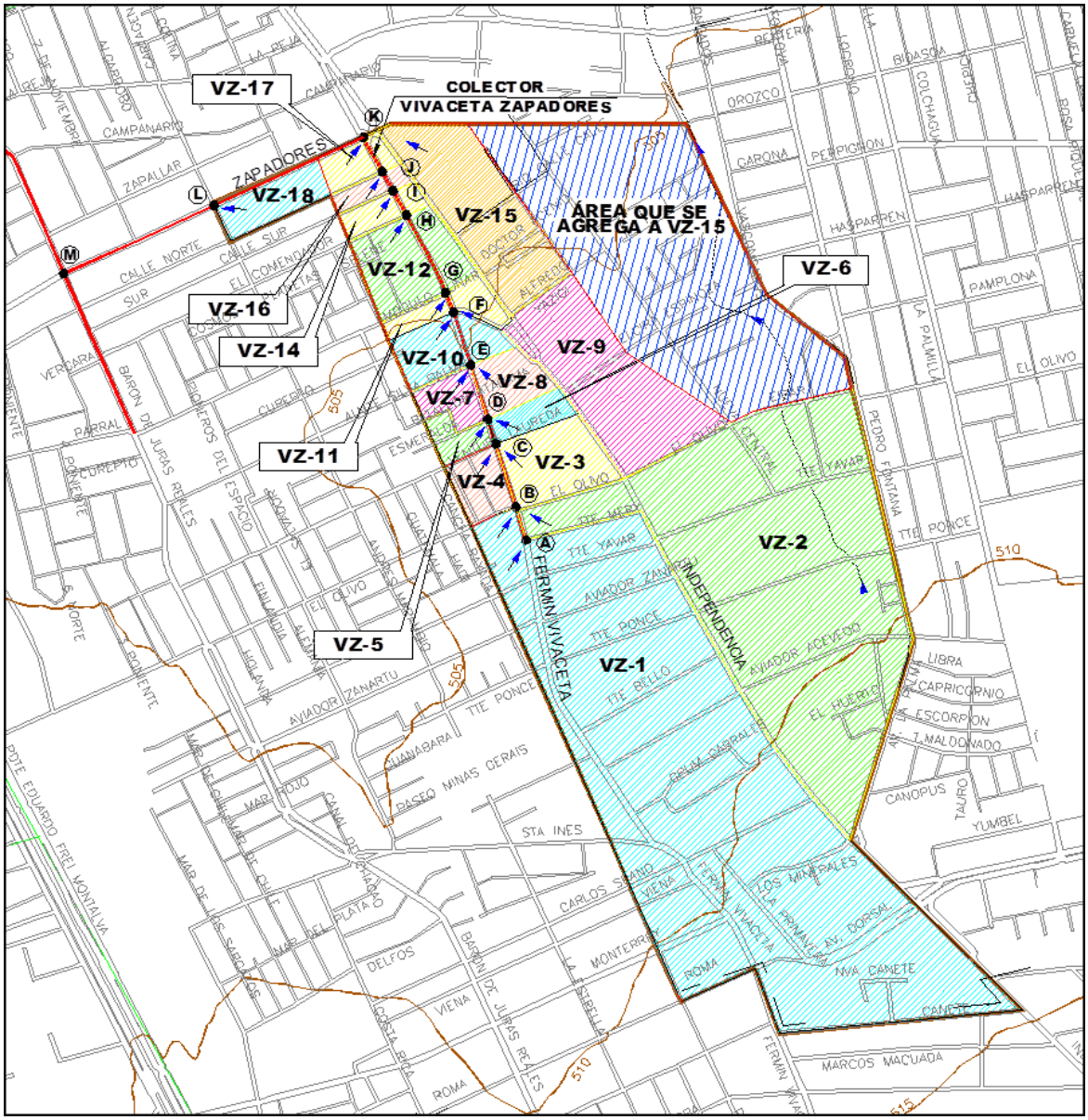
En este sector se consulta construir un colector de saneamiento de aguas lluvias del eje Vivaceta, incluyendo además las cuencas aportantes del eje Independencia y otras según plano que se muestra en la Figura 9-36.

Para el diseño del saneamiento del Eje Vivaceta se deben tener en cuenta los antecedentes consultados en el Plan Maestro del Gran Santiago

La factibilidad de aguas lluvias aceptada por SERVIU incorpora nuevas áreas aportantes puesto que el colector de descarga incluye parte de la zona de Independencia y autoriza descargar en el colector B. Juras Reales.

Para el cálculo de los caudales aportantes al colector Vivaceta-Zapadores, se han definido las áreas aportantes parciales, apoyándose en los antecedentes del Plan Maestro del Gran Santiago y en la topografía disponible.

Figura 9-36 Áreas tributarias colector Vivaceta - Zapadores




Las áreas tributarias de los sectores saneados por el colector Vivaceta, en este tramo, son las que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 9-23 Áreas aportantes colector Vivaceta-Zapadores (aporte por calle) y caudales de las subcuencas

| Subcuenca | Calle | Sup. (há) | Caudal L/s |
|---|---|---|---|
| VZ-1 | Vivaceta( Sector Sur) | 32,88 | 466 |
| VZ-2 | El Olivo | 21,79 | 320 |
| VZ-4 | Ventura Laureda Poniente | 0,99 | 29 |
| VZ-3 | Ventura Laureda Oriente | 2,15 | 46 |
| VZ-5 | Esmeralda Poniente | 0,62 | 19 |
| VZ-6 | Esmeralda Oriente | 0,71 | 18 |
| VZ-7 | Almte Silva Palma Poniente | 0,83 | 26 |
| VZ-8 | Almte Silva Palma Oriente | 1,06 | 29 |
| VZ-10 | Vivaceta con Independencia | 1,62 | 95 |
| VZ-9 | Independencia con Vivaceta | 5,27 | 43 |
| VZ-11 | Parral | 0,97 | 29 |
| VZ-12 | El Comendador | 2,52 | 78 |
| VZ-14 | Calle Sur | 0,70 | 29 |
| VZ-16 | Calle Norte | 0,50 | 19 |
| VZ-17 | Vivaceta Con Zapadores | 0,83 | 25 |
| VZ-15***** | Independencia Con Zapadores* | 18,57 | 129 |
| VZ-18 | Cartagena | 1,27 | 35 |

Fuente: Elaboración propia

Para analizar la capacidad de los colectores proyectados, se calcularon en primer lugar los caudales que llegan por cada calle al colector. Para este efecto, se utilizaron los valores de las precipitaciones calculadas para los períodos de retorno definidos en el Plan Maestro y en la Guía de diseño de SERVIU Metropolitano.

En los aportes de las calles Vivaceta y El Olivo ya están incluidos los caudales de aguas lluvias evacuados por el colector Vivaceta Conchalí (corresponde al sector Carlos Spano - El Olivo del eje Vivaceta) diseñado anteriormente cuyas aguas lluvias se incorporan a la primera parte del colector en sus correspondientes sumideros, según se aprecia en el plano.

En la subcuenca VZ-15 se recibe el aporte del sector de Independencia incluidos las áreas definidas al oriente del VZ- 15 y VZ – 9 cuya suma alcanza a 12,3 Has según plano que se adjunta.

En base a los planos desarrollados en el diseño del colector Vivaceta - Zapadores, se ha podido comprobar que los parámetros de cálculo están bien aplicados y que el dimensionamiento permite evacuar crecidas de aguas lluvias para un periodo de retorno de T=2 años.

Considerando el aporte de caudales por calle entregados en el Cuadro 9-23 y las pendientes de la rasante, se dimensionaron los tramos de colector según los resultados que se aprecian en el siguiente cuadro:

Cuadro 9-24 Dimensionamiento colector Vivaceta - Zapadores

| Tramo* CI inicio | Tramo* CI final | L (m) | D (mm) | i (m/m) | Q (l/s) | Capacidad Máx (h/D=0.94) (l/s) | Capacidad Excedente (l/s) | H/D (m) | n | hn (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 140,0 | 800 | 0,0058 | 786 | 1.083 | **297** | 0,66 | 0,013 | 0,531 |
| 2 | 3 | 140,0 | 800 | 0,0058 | 953 | 1.083 | **130** | 0,78 | 0,013 | 0,620 |
| 3 | 4 | 145,2 | 900 | 0,0058 | 1.120 | 1.483 | **363** | 0,68 | 0,013 | 0,616 |
| 4 | 5 | 150,0 | 900 | 0,0058 | 1.227 | 1.483 | **256** | 0,73 | 0,013 | 0,661 |
| 5 | 6 | 109,4 | 900 | 0,0058 | 1.345 | 1.483 | **138** | 0,80 | 0,013 | 0,719 |
| 6 | 7 | 22,4 | 900 | 0,0070 | 1.375 | 1.629 | **254** | 0,74 | 0,013 | 0,670 |
| 7 | 8 | 125,0 | 900 | 0,0070 | 1.490 | 1.629 | **139** | 0,74 | 0,013 | 0,670 |
| 8 | 9 | 130,0 | 900 | 0,0070 | 1.501 | 1.629 | **128** | 0,76 | 0,013 | 0,683 |
| 9 | 10 | 120,0 | 900 | 0,0070 | 1.514 | 1.629 | **115** | 0,76 | 0,013 | 0,685 |
| 10 | 11 | 98,0 | 900 | 0,0070 | 1.523 | 1.629 | **106** | 0,76 | 0,013 | 0,686 |
| 11 | 12 | 80,3 | 900 | 0,0070 | 1.527 | 1.629 | **102** | 0,76 | 0,013 | 0,686 |

Fuente: Elaboración propia

Cumple con excedentes; N° Cámaras corresponde al plano de diseño

Observando el cuadro anterior se concluye que hay capacidad suficiente para T=2 años y además posee capacidad extra para atender precipitaciones mayores.

En resumen, el colector Vivaceta tiene capacidad suficiente para el saneamiento de las todas las áreas aportantes definidas por SERVIU Metropolitano.

No aceptando tramos del colector en presión, resultan las siguientes dimensiones para los tramos que se indican.

Colector Vivaceta-Zapadores (L = 1.261,3 m)

km 0,0000 a km 0,2800 Tubo H.S.B.P. D = 800 mm L = 280,0 m

km 0,2800 a km 1,2613 Tubo H.S.B.P. D = 900 mm L = 981,3 m

El punto inicial del colector “Vivaceta - Zapadores” se ubica en la intersección de Vivaceta con El Olivo. En ese punto se recibe la descarga del colector Vivaceta proyectado por mandato de la I. Municipalidad de Conchalí, cuyo trazado va desde calle Carlos Spano hasta calle El Olivo todo en HSBP diámetro D= 800mm.

En resumen, el presente ante proyecto incluye el mejoramiento de sumideros en el sector con sistema unitario, el colector Vivaceta del proyecto DOH por mandato de la I. Municipalidad de Conchalí y el proyecto encargado por SERVIU hasta su empalme al colector B. Juras Reales.

En las fotos siguientes se aprecian sectores inundables de Vivaceta durante el invierno del año 2002.

Figura 9-37 Vivaceta, vista desde salida de Servicentro al sur de Av. Zapadores. Invierno año 2002




Figura 9-38 Vivaceta hacia el sur en zona de bifurcación hacia Independencia. Invierno año 2002



## 9.5 Anteproyecto de paisajismo

### 9.5.1 Introducción

El diseño de paisajismo se implementa generando un eje verde de arbolado urbano que acompaña las aceras y ciclovías del eje Vivaceta. Mediante especies vegetales, arbustos y césped se jerarquizan las principales intersecciones del eje, conformando una verdadera oportunidad para reforzar y mejorar el espacio público incorporando cientos de especies vegetacionales que se adaptan adecuadamente a condiciones de estiaje y exposición a actividades intensivas por la presencia de personas.

Los principales objetivos planteados en el diseño responden a:

- Acondicionar y dar seguridad al tráfico de peatones y bicicletas.
- Dotar de una mayor oferta de espacio público a la Av. Vivaceta generando áreas de esparcimiento
- Establecer un sistema arbóreo y arbustivo coherente con las condiciones climáticas, requerimientos paisajísticos de las administraciones comunales y disponibilidad baja de recursos hídricos que eviten gastos excesivos de mantenimiento de áreas verdes para las comunas.
- Jerarquizar la vialidad estructurante comunal mediante el proyecto de paisajismo.
- Renovar áreas verdes existentes que son intervenidas por el proyecto.
- Habilitar espacios generados por las expropiaciones para el uso urbano.

Cabe destacar que el diseño de paisajismo se enmarca en un plan de gestión mayor, que podrá complementar otras áreas con diseño de aceras, calzada, áreas verdes, entre otros, en función de objetivos de planificación comunal y los recursos disponibles para el mejoramiento del espacio público.

Asimismo, es importante destacar que al enmarcarse en una etapa de anteproyecto, deberá considerar ajustes propios de la topografía tales como: acceso a viviendas y comercio, zonas duras que no pueden ser modificadas, postaciones y arbolado existente.

### 9.5.2 Solución paisajística propuesta

La presente propuesta pretende provocar una lectura unitaria del paisaje en la totalidad del eje proyectado, de tal modo, que resulte fácilmente identificable y legible para el automovilista.

Buscando rescatar estos atributos del paisaje natural, se plantea trabajar principalmente con vegetación de buen comportamiento urbano para permitir de manera más adecuada que esta se adapte mejor a las condiciones hídricas, climáticas y de suelo del lugar.

Por lo general, se pretende crear un entorno con colores y texturas con el fin de contribuir a que el paisaje propuesto se inserte en forma más armónica con el entorno existente. Se persiguió este objetivo, cuidando siempre que se mantuviera la continuidad que debe existir a lo largo de las vías de acuerdo al objetivo de uso que tienen los tramos con paisajismo propuesto. Lo anterior se evidencia en tratamiento de suelos con gravillas, baldosas y maicillos sectorizando tramos que permitirán orientación a los vehículos e identidad a los vecinos de cada área.

El perfil urbano típico propuesto se ejecuta mediante hileras de quillay y brachichito. En intersecciones con vialidad estructurante comunal se emplazan palmeras y cipreses que generarán verdaderos hitos marcadores de los distintos tramos de la avenida. Áreas verdes laterales son complementadas con crespones, árboles que tienen una dimensión significativa como para conformar una barrera visual de los bordes. Así, se propone la generación un corredor arbolado que guarda relación con la estructura lineal del eje. Éste permitirá desplegar longitudinalmente árboles que además de servir como elemento espacial para conformar la vía, permitirá el resguardo de aceras peatonales y ciclo vía, del sol y la radiación.

Para bandejones se proponen en general, áreas duras – con bajo o nulo riego – considerando gravillas y maicillos. Para el caso de la gravilla se considera el afianzamiento mediante morteros que impidan la dispersión de material en el tiempo. Asimismo, para la solución de no videntes se contemplan franjas longitudinales de baldosa microvibrada en todas las aceras proyectadas en el eje.

a) Aceras

En el diseño de las aceras – no incluido en planimetría - se establecen como criterios a considerar el proyecto de detalle:

- La continuidad de los itinerarios peatonales.
- Soluciones al tránsito de personas con discapacidades motoras, personas con coches de niño, bultos o maletas, etc.
- La incorporación de materiales que puedan otorgar facilidades para no videntes como franjas longitudinales a lo largo de las aceras mediante la utilización de baldosas con texturas.
- Implementación de baldosas que vayan generando dibujos de piso para el mejoramiento urbano y lectura unitaria del diseño de paisaje.

b) Basureros

La solución para basureros se propone mediante la utilización de un módulo metálico tipo por permitir la rápida y eficiente reposición de los módulos como respuesta al progresivo deterioro y necesidad de limpieza de que son objeto los basureros, a diferencia de otros mobiliarios que son también víctimas del deterioro, pero esta vez por la acción delictual de personas.

c) Escaños

Se proponen soluciones de escaños típicos. Se colocarán en forma continua, nivelada y pareja en áreas de paseo peatonal para demarcar circulaciones.

Serán elementos rectos prefabricados de hormigón.

### 9.5.3 Árboles y arbustos

Para áreas con mayor flujo peatonal se han dispuesto árboles que den sombra y resguardo a las aceras, conformando áreas de permanencia asociadas escaños y basureros. Los árboles deben tener una altura mínima de 3,00m tomados desde el cuello del árbol, dónde el diámetro del tronco deberá tener un mínimo de 7 cm a la altura del pecho, entendiendo por ésta (1.3m aprox. desde al cuello del árbol). La conformación de cada ejemplar debe ser bien estructurada y de abundante ramificación, siendo un aspecto a revisar por parte de la inspección técnica en forma previa a la implementación. Asimismo, se consideran palmeras - con mayor relevancia espacial - del tipo china, propia de áreas con importante afluencia de personas (no se consideraron Palmas chilenas, dado el hábitat requerido para su desarrollo).

Los arbustos deberán cumplir las mismas exigencias anteriores, su altura mínima será de 0.60m. Todos los ejemplares deberán estar abundantemente ramificados para lograr un efecto de paisajismo consolidado, y asegurar mayor porcentaje de arraigamiento.

En general las especies arbóreas y arbustivas existentes y la vegetación nativa que no interfiera con el desarrollo constructivo, y deberán ser mantenidas en su lugar y protegidas durante la ejecución de la obra.

Las especies que se plantean son las siguientes:

Cuadro 9-25 Especies de árboles y plantas propuestos

| Especie | Nombre | Forma de vida | Persistencia foliar | Aptitud urbana | Velocidad de crecimiento |
|---|---|---|---|---|---|
| Quillaja Saponaria | Quillay | 15 metros de altura | Perenne | Apto | Rápido |
| Brachichito | Brachychiton Populneus | 8 a 10m. de altura. | Perenne | Muy apto | Rápido |
| Trachycarpus fortunei | Palmera Fortunei | Palmera mayor a 8m | Perenne | Apto | Medio |
| Cupressus sempervirens var. pyramidalis | Ciprés Piramidal | Hasta 20m | Perenne | Apto | Rápido |
| Lagerstroemia Indica | Crespón | 2 a 4 m de altura | Caduco | Muy apto | Lento |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9-26 Especies de arbustos y cubresuelos propuestos

| Especie | Nombre | Forma de vida | Persistencia foliar | Aptitud urbana | Velocidad de crecimiento |
|---|---|---|---|---|---|
| Lavandula Officinalis | Lavanda | Arbusto menor de 2m | Perenne | Apto | Rápido |
| Tropaeolum majus | Espuelas de Galán | Arbusto menor de 1m | Perenne | Apto | Rápido |
| Gazania splendens | Gazania | Cubresuelo de 30cm | Perenne | Muy apto | Rápido |
| Nerium oleander | Adelfa | Arbusto menor de 2m | Perenne | Apto | Rápido |
| Disphyma crassifolium | Cabellera de Reina | Cubresuelo de 10cm | Perenne | Apto | Rápido |
| Dodonea viscosa Purpurea | Stenocarphus | Arbusto menor de 5m | Perenne | Apto | Rápido |

Fuente: Elaboración propia

Nota 1: Todas las especies consideradas presentan requerimiento hídrico de tipo xerófitas, con buena resistencia a la sequía.

A continuación se presentan imágenes de las especies propuestas.

Cuadro 9-27 Ilustración especies paisajismo

| Tipo | Especie | Nombre | Imagen asociada | Detalle |
|---|---|---|---|---|
| Árbol / Planta | Quillaja Saponaria | Quillay |  |  |

| Tipo | Especie | Nombre | Imagen asociada | Detalle |
|---|---|---|---|---|
| | Brachichito | Brachychiton Populneus |  |  |
| | Trachycarpus fortunei | Palmera Fortunei |  |  |
| | Cupressus sempervirens var. pyramidalis | Ciprés Piramidal |  |  |

| Tipo | Especie | Nombre | Imagen asociada | Detalle |
|---|---|---|---|---|
| Arbusto | Nerium oleander | Adelfa |  |  |
| Cubresuelo | Disphyma crassifolium | Cabellera de Reina |  |  |
| | Capuchina | Espuela de galán |  |  |
| | Dodonea viscosa Purpurea | Stenocarpus |  |  |

Finalmente, se adjunta una caracterización de cada especie y el régimen de riego a considerar para el mantenimiento de paisajismo.

a) Árboles y plantas

- Quillaja saponaria, Quillay

Árbol siempre verde de hasta 15 m de alto, cuyo tronco llega a medir un metro de diámetro. Endémico de Chile. La corteza, de color gris ceniciento, es muy rica en saponina. Tiene hojas simples, de forma oblonga y borde liso.

Resiste bien las temperaturas muy bajas. De uso habitual para ornamento en parques y jardines por la imagen de sus hojas y flores.

Se adapta favorablemente a los suelos pobres y a la sequía, virtudes por las que se lo emplea en reforestación de zonas donde la tierra ha sido desgastada por cultivos intensivos o en lugares áridos y semiáridos que necesitan ser dotados de vegetación.

El fruto corresponde a una cápsula de forma estrellada, en su interior muchas semillas aladas.

- Brachichito, Brachychiton Populneus

Es un árbol de 8m a 10 m de altura con hojas largas pecioladas de color verde brillante.

Sus flores son panículas axilares color crema punteadas de rojo interiormente, de 1 cm de longitud. Tienen frutos folículo de 6-7 cm. de longitud, leñoso, de color negro, con semillas amarillas cubiertas de pelillos.

Muy utilizado como árbol de jardín o de alineación en calles en zonas cálidas. Aguanta heladas débiles. Requiere exposición a plena luz. No tolera suelos ácidos pobres en nutrientes, prefiriendo vivir en terrenos calcáreos, aunque se adapta a una gran variedad de condiciones.

Es muy resistente a la sequía. Sin embargo, necesita riegos en verano, pues de lo contrario pierde hojas. El periodo recomendado de siembra directa es en otoño o primavera. La germinación es alta y no necesita tratamientos previos.

- Trachycarpus fortunei, Palmera Fortunei

Esta palmera tiene el desarrollo derecho, de tallo grande pudiendo alcanzar los 15 m de altura; en invierno toma una coloración verde blanco. Se trata de plantas siempre verdes y que entonces mantienen las hojas por todo el arco del año. Estas plantas tienen un aspecto arqueado similar a las palmas.

Puede soportar sin problemas las temperaturas mínimas también muy rígidas, de muchos grados bajo cero. En climas particularmente ventosos, se aconseja asegurar los árboles

jóvenes a palos altos y sólidos, en manera de evitar que el viento pueda quitar las raíces con poco desarrollo. Se desarrollan en espacios luminosos, con luz solar directa.

Se aconseja de regar con mayor periodicidad solo los ejemplares jóvenes o colocados de poco. Regar solo esporádicamente, alrededor de 2 veces por semanas; cuando se riega se aconseja evitar los excesos, pero mojar bien en profundidad el terreno.

- Cupressus sempervirens var. pyramidalis, Ciprés Piramidal

Conífera de forma piramidal y de aspecto compacto y estrecho, por lo que es una especie muy decorativa por su forma columnar y uniforme.

Su follaje es de color verde oscuro grisáceo.

Es muy rústica, tolera todo tipo de condiciones y suelo, menos el mal drenaje. No tolera muy bien los trasplantes. Las hojas tienen uso medicinal actuando como vasocontrictor, usándose como tisana (cocidas).

Es muy resistente a la sequía, siendo suficiente el agua de lluvia una vez asegurado el prendimiento. Asimismo, es necesario resguardar el drenaje ya que se pudre fácilmente con exceso de agua.

Se emplazan en exposiciones soleadas y semosombra. Son resistentes al viento y calor. Resiste muy bien la contaminación.

Es una especie de rápido crecimiento en los primeros años. Soporta heladas de hasta -10°c.

- Lagerstroemia Indica, Crespón

Pequeño árbol, que puede alcanzar 3-6 m de altura. Presenta una corteza grisácea y ramillas nuevas cuadrangulares. Tiene hojas simples, cortamente pecioladas.

Resiste heladas medias, tolerando el frío. Sin embargo, sólo florece en las zonas con veranos calurosos o inviernos suaves.

Resistente a la sequía.

Es un árbol frondoso, tope chato y abierto cuando maduro. La corteza es de desarrollo prominente, lisa, rosada gris y moteada, despojándose cada año. Las hojas son pequeñas y verde oscuras, tornando amarillas y naranja en otoño. Las flores blancas, rosas, malvas, purpúreas o carmesí con pétalos rizados, en panículas de más de 9 cm de longitud.

Es una especie que prefiere el soleamiento pleno.

b) Arbustos y cubresuelos

- Disphyma crassifolium, Cabellera de Reina

Planta tapizante de suelo con flores de color rosa en primavera. Puede reemplazar al césped pero no es transitable.

Se puede emplazar a pleno sol, resistiendo temperaturas de hasta -5ºC.

Acepta cualquier suelo para su desarrollo. Asimismo, es muy resistente a la sequía, incluso al riego cero.

Tiene multiplicación sencilla y rápida por esquejes, en primavera o a finales del verano, plantándola directamente sobre el terreno.

- Tropaeolum majus, Espuelas de Galán

Es una planta ornamental originaria de América que se cultiva en parques y jardines.

Es una planta anual, lampiña, suculenta y extendida.

- Nerium oleander, Adelfa

Crece derecha, desarrolla un tronco corto con una pequeña copa, en general redonda. Es siempreverde; durante verano toma una coloración rosa; y los ejemplares adultos son de la talla grande y alcanzan los 3m de altura. Se emplaza en ambientes con buen asoleamiento.

Requiere un bajo régimen de riegos, dejando siempre que entre una regadura y otra, el terreno quede seco al menos por un par de días. Se estima riego 1 vez por semana. El riego debe efectuarse mojando el substrato en profundidad.

- Dodonea viscosa Purpurea, Stenocarpus

Arbusto siempreverde que crece hasta 5 mts de altura, de hojas perennes de color púrpura que se intensifica en invierno.

Se debe ubicar a pleno sol, en suelo fértil y profundo.

El riego debe ser moderado, cada 4 o 5 días, ya que no soporta el encharcamiento

Muy útil para paisajismo por el color de su follaje. Se puede plantar cómo ejemplar aislado a pleno sol.

- Galenia secunda, Galenia

La galenia tiene un desarrollo tapizante, tiende entonces a ensancharse mucho. Estas plantas tienen un desarrollo anual o bienal. Es siempre verde; durante invierno toma una

coloración rosa; y los ejemplares adultos son de la talla media y alcanzan hasta los 15cm de altura.

Se aconseja de regar cada 2 semanas, cuando el terreno esté seco desde algunos días evitando de dejar el substrato empapado de agua. Con la llegada del clima frío, en otoño, podemos interrumpir las regaduras y dejar que las plantas entren en periodo de recesión vegetativa.

### 9.5.4 Gravillas y maicillo

Las áreas de maicillo están destinadas al tránsito peatonal en área de paseo asociadas zonas verdes. Corresponderán con la colocación de bancas, basureros, juegos infantiles y zonas de deporte.

Las áreas de gravillas en cambio, están destinadas para zonas en que se evitará el paso de peatones (bandejones principalmente), con el objetivo de dejar una superficie que impida o dificulte la caminata. Para evitar la dispersión del material pétreo se considera la colocación de una sub base de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- La cama del gravillado será una mezcla de arena con mortero de pega, de la calidad especificada por el Supervisor. La piedra será dura, de tipo granítico y de forma regular. Las características exteriores serán de un material compacto que no presente fracturas ni oquedades, deben ser de alta resistencia a la compresión. Todo material que a juicio del Supervisor no fuera apropiado para su empleo será rechazado, debiendo el Contratista proceder al retiro y su reemplazo en forma inmediata.

- La cama del gravillado se colocará con un espesor uniforme de 4 centímetros en toda el área especificada en los planos. No se permitirá colocar las gravillas sobre una cama extendida el día anterior, o que le haya caído lluvia.

- Una vez preparada la base de apoyo del gravillado, se procederá al colocado de maestras que servirán de guía para el gravillado, estas maestras deberán estar separadas de acuerdo a la longitud según la facilidad de manejo de las reglas metálicas en todo caso no deberá exceder a los tres metros en todos los sentidos (transversal y/o longitudinal). La nivelación del gravillado es importante por cuanto una irregularidad excesiva provocará riesgos para eventuales peatones.

- El espesor de la capa de gravillado será de 10 cm.

- Una vez concluido el gravillado se procederá a la compactación mediante rodillo de 3 toneladas, sin vibrar. Si posterior a la compactación se presentase lugares donde el gravillado haya formado depresiones u ondulaciones, el Contratista deberá removerlo a fin de corregir y nivelar las capas estructurales.

## 9.6 Expropiaciones

### 9.6.1 Áreas afectas a expropiación

El anteproyecto de expropiaciones se desarrolló identificando individualmente cada uno de los predios afectados por el proyecto y realizando, para cada predio, una estimación de los costos de expropiación basados en las características específicas de la propiedad afectada y las superficies comprometidas, según lo siguiente:

- Se expropia sólo el área afectada, en el caso de que ésta sea sólo terreno.
- Se expropia el 100% de la propiedad, en el caso de que se afecte a la construcción del predio.

Con este criterio se procedió a achurar las áreas afectadas, diferenciando las áreas que involucran construcción y las que sólo contemplan expropiación de terreno.

Esta información se muestra en los Planos de Expropiaciones, los que fueron confeccionados, utilizando como base la topografía realizada por el consultor. A esa base le fueron incorporadas las restituciones entregadas por las municipalidades involucradas, las cuales contienen la información de las propiedades.

Las siluetas de las construcciones para cada predio fueron dibujadas en los planos tomando como base la información contenida en el ortofotomosaico que fue entregado por el mandante y además se usó como apoyo las fotos del Google Earth.

También se incluye en los planos del estudio, dos cuadros que contienen información resumida de las propiedades por cada municipalidad (Independencia y Conchalí), que fue realizado en base a los datos recopilados del Catastro de Uso de Suelo. En dichos cuadros se indica para cada predio expropiado un identificador (número correlativo) y la siguiente información adicional.

- Identificador de cada lote
- Nombre del propietario
- Nº de rol de la propiedad
- Dirección
- Destino de la propiedad

En los cuadros siguientes se muestran los predios afectos en las comunas de Independencia y Conchalí respectivamente.

Cuadro 9-28 Predios afectos comuna de Independencia

| LOTE Nº | PROPIETARIO SII (INDEPENDENCIA) | ROL | DIRECCION | AVALUO FISCAL | DESTINO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pan Bin | 2331-25 | Inglaterra 1790=1597 F. Vivaceta | 24.291.398 | Comercio (fono 7377011) |
| 2 | Chun Yung Carlos | 2431-16 | Avda. Fermín Vivaceta 1601 | 67.163.945 | Comercio |
| 3 | Chun Yung Carlos | 2431-16 | Avda. Fermín Vivaceta 1601 | 67.163.945 | Comercio |
| 4 | Ramírez Rios Elisa Del Carmen | 2431-17 | Avda. Fermín Vivaceta 1681 | 44.195.861 | Comercio |
| 5 | Arcos Zurita José Domingo Y Otros | 2431-29 | Avda. Francia 1790 | 38.931.437 | Habitación |
| 6 | Rojas Rivera Severo Suc | 2531-12 | Avda. Francia 1791 | 68.679.323 | Habitación |
| 7 | Rocha V De Rivera Melanio | 2531-13 | Avda. Fermín Vivaceta 1721 | 57.214.613 | Comercio |
| 8 | I. Municipalidad De Independencia | 2630-1 | Héctor Bocardo 1804 | 277.675.928 | Administración p. y defensa |
| 9 | Salinas Reyes Raquel De Las Merc | 3031-46 | Hipódromo Chile 1886 | 67.295.326 | Comercio |
| 10 | Soc. Hipódromo Chile S.A. | 3531-17 | Avda. Fermín Vivaceta 2753 | 6.473.143.861 | Comercio |
| 11 | Wunkhhaus Lindemann Ludwig M. | 3330-20 | Avda. Fermín Vivaceta 2202 | 20.228.415 | Industria |
| 12 | Urbina Hernandez Carlos Antonio | 3330-21 | Avda. Fermín Vivaceta 2224 | 62.340.097 | Comercio |
| 13 | Banco De Credito E Inversiones | 3330-22 | Avda. Fermín Vivaceta 2260 | 29.599.186 | Industria |
| 14 | Ludwig Wunkhaus Y Compañía Limit. | 3330-23 | Avda. Fermín Vivaceta 2296 | 104.012.747 | Comercio |
| 15 | Comercial E Industrial Saravia L. | 3330-24 | Avda. Fermín Vivaceta 2320 | 65.389.699 | Habitación |
| 16 | Inmobiliaria Doral Limitada | 3330-25 | Avda. Fermín Vivaceta 2344 | 126.159.014 | Industria |
| 17 | Soc Ruiz y Cia Ltda | 3330-26 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp1 | 4.181.588 | Habitación |
| 18 | Fuentes Silva Cristino | 3330-27 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp1 | 5.803.024 | Habitación |
| 19 | Lauterbach Rotach Armin | 3330-29 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp8 | 4.864.307 | Habitación |
| 20 | Pinto Lucero Luis Rubén | 3330-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp9 | 5.717.684 | Habitación |
| 21 | Roldan Perez Ivonne | 3330-28 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp12 | 4.778.968 | Habitación |
| 22 | Llantén Rodríguez Francisco Máximo | 3330-31 | Avda. Fermín Vivaceta 2388 | 2.180.461 | Comercio |
| 23 | Soc Edificio Vivaceta Ltda | 3330-32 | Avda. Fermín Vivaceta 2390 Lc 6 | 5.295.393 | Comercio |
| 24 | Ávila Jeldres Ema Del Carmen | 3330-33 | Avda. Fermín Vivaceta 2392 Lc 5 | 3.218.763 | Comercio |
| 25 | Ávila Jeldres Ema Del Carmen | 3330-34 | Avda. Fermín Vivaceta 2394 Lc 4 | 1.868.963 | Comercio |
| 26 | Agroproductos Aconcagua Ltda | 3330-35 | Avda. Fermín Vivaceta 2396 Lc 3 | 3.114.932 | Comercio |
| 27 | Hachim León Héctor Aquiles | 3330-36 | Cr Alvarado 2110 Lc 8 | 4.049.425 | Comercio |
| 28 | Cofre Navarrete Roberto Guillermo | 3330-37 | Cr Alvarado 2120 Dp 6 | 9.472.573 | Habitación |
| 29 | Soc Edificio Vivaceta Ltda | 3330-38 | Cr Alvarado 2120 Dp 7 | 8.875.195 | Habitación |
| 30 | Soc Edificio Vivaceta Ltda | 3330-39 | Cr Alvarado 2120 Dp 10 | 8.704.537 | Habitación |
| 31 | Zamora González Natalia Del C. | 3330-40 | Cr Alvarado 2120 Dp 11 | 8.875.217 | Habitación |
| 32 | Wityk González Vanessa Alejandra | 3330-41 | Cr Alvarado 2130 Lc 2 | 3.322.597 | Comercio |
| 33 | Ruz Jorquera José Miguel | 3330-42 | Cr Alvarado 2138 Lc 9 | 3.011.098 | Comercio |
| 34 | Ponce Sepúlveda Francisco O | 3330-43 | Cr Alvarado 2144 Lc11 | 3.841.759 | Comercio |
| 35 | Gatica Andrade Mery Del C | 3430-28 | Avda. Fermín Vivaceta 2406 | 12.807.781 | Habitación |
| 36 | Naranjo Peñaloza Enrique | 3430-29 | Avda. Fermín Vivaceta 2418 | 20.113.060 | Habitación |
| 37 | Vilches Machuca Myrta Ximena Del | 3430-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2424 | 12.622.525 | Habitación (fono 27771271) |
| 38 | Suc Ramírez Olate | 3430-31 | Avda. Fermín Vivaceta 2446 | 28.149.059 | Habitación |
| 39 | Manzur Barake Soher Shadia | 3430-32 | Avda. Fermín Vivaceta 2456 | 26.117.784 | Habitación |
| 40 | Inversiones E Inmobiliaria Ifi S | 3430-34 | Avda. Fermín Vivaceta 2498 | 271.030.561 | Comercio |
| 41 | Loyola Penchulef José Luis | 3430-36 | Avda. Fermín Vivaceta 2540 | 12.344.523 | Habitación |
| 42 | Turteltaub Fridman Matías José | 3430-62 | Avda. Fermín Vivaceta 2598 Lote 1c | 675.664.435 | Industria |
| 43 | Soc. Hipódromo Chile S.A. | 3531-17 | Avda. Fermín Vivaceta 2753 | 6.473.143.861 | Comercio |
| 44 | Núñez Pérez Pilar Cristina | 3647-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2548 | 33.914.717 | Comercio |
| 45 | Massone Figueroa Carmen Y Otros | 3647-31 | Avda. Fermín Vivaceta 2503 | 32.123.698 | Habitación |
| 46 | Massone Figueroa Carmen Y Otros | 3647-29 | David Arellano 2094 | 49.655.002 | Botillería |
| 47 | Martínez Barrera Domingo | 3731-27 | David Arellano 2089 | 23.708.198 | Comercio |
| 48 | Maggiolo Massone Rossana Gema M. | 3731-28 | Avda. Fermín Vivaceta 2835 | 22.711.536 | Comercio |
| 49 | Crisóstomo Canales Eduardo Y Otros | 3831-29 | Avda. Fermín Vivaceta 2955 | 13.981.863 | Comercio |
| 50 | Riveros Gonzales Ismael Manuel | 3831-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2997 | 16.316.840 | Bodega y almacenajes |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9-29 Predios afectos comuna de Conchalí

| LOTE Nº | PROPIETARIO SII (CONCHALÍ) | ROL | DIRECCION | AVALUO F. | DESTINO |
|---|---|---|---|---|---|
| 51 | Inversiones Y Comercio Capellán | 2256-11 | Fermín Vivaceta 3214 | 32.725.089 | Comercio |
| 52 | Convención Evangelista Bautista | 2256-13 | Fermín Vivaceta 3248 | 70.229.307 | Culto |
| 53 | Seitz Del Pedregal Félix | 2256-14 | Fermín Vivaceta 3298 | 25.829.816 | Habitación |
| 54 | Carrasco Vázquez Claudio Domingo Y | 2261-8 | Fermín Vivaceta 3302 3316 3306 | 48.983.341 | Comercio (Hotel) |
| 55 | Inversiones E Inmobiliaria Choti | 2261-9 | Fermín Vivaceta 3334 3348 | 30.546.175 | Industria |
| 56 | Fisco Carabineros De Chile | 2261-10 | F. Vivaceta 3358 | 28.481.586 | Comercio |
| 57 | Gómez Cornejo Orlando | 2261-11 | F. Vivaceta 3388 | 15.989.021 | Otros No Considerados |
| 58 | Mena Muñoz Pedro Y Otro | 2261-12 | F. Vivaceta 3398 | 25.371.681 | Comercio |
| 59 | Cuerpo De Bomberos De Conchalí | 2270-3 | F. Vivaceta 3450 | 16.279.200 | Sitio Eriazo |
| 60 | Waltematch Moreno Raúl | 2274-1 | C Spano 2109 2119 | 21.518.532 | Comercio |
| 61 | González Arias Juan De Dios | 2274-2 | Carlos Spano 2131 | 9.770.231 | Habitación |
| 62 | Arzola Fuentes Mercedes Y Otros | 2290-4 | Fermín Vivaceta Nº 3540 | 42.942.495 | Comercio |
| 63 | Distribuidora Gili Ventura Monserrat y Ot | 2325-31 | Fermín Vivaceta 3598 | 430.658.103 | Industria |
| 64 | Montano Núñez Jovanka Isabel | 4470-21 | Fermín Vivaceta 3620 Villa Lonquimay | 9.076.239 | Habitación |
| 65 | Contreras Reyes Elizabeth Angeli Y | 4470-22 | Fermín Vivaceta 3626 V Volcan Lonquimay | 13.925.300 | Habitación |
| 66 | Araya Rodríguez Elizabeth Del Ca | 4472-1 | Fermín Vivaceta 3638 | 11.574.233 | Habitación |
| 67 | Miranda Ubeda Sergio Iván | 4472-2 | Fermín Vivaceta 3644 V Volcan Lonquimay | 11.127.832 | Habitación |
| 68 | Constructora Parral S.A. | 2325-32 | Fermín Vivaceta 3750 | 600.694.302 | Otros No Considerados |
| 69 | Cormu | 2487-38 | Fermín Vivaceta Nº 4120 | 4.819.216 | Habitación |
| 70 | Gonzalo Avendaño Vicente | 2505-4 | Fermín Vivaceta Nº 4170 | 7.214.447 | Habitación |
| 71 | Nilo Espinoza Eduardo E. | 2505-5 | Fermín Vivaceta Nº 4180 El Olivo | 14.368.416 | Habitación |
| 72 | Donoso Gutiérrez Elizabeth Crist Y | 2505-6 | Fermín Vivaceta Nº 4188 | 13.524.631 | Habitación |
| 73 | Álvarez Fernández Diego Alfonso | 2505-7 | Fermín Vivaceta Nº 4192 El Olivo | 73.103.422 | Industria (2 Piso) |
| 74 | Munizaga Campos Berta Del C | 2509-1 | Almirante Silva P 2107- F.Vivaceta 4202 | 6.429.044 | Habitación |
| 75 | Grez Allel Maden Y Otros | 2509-15 | Fermín Vivaceta Nº 4218 | 23.826.958 | Comercio |
| 76 | Urra Lizama Jorge Arnoldo | 2509-17 | Fermín Vivaceta Nº 4220 Amp Conchali | 8.912.089 | Habitación |
| 77 | Waltemath Moreno Raúl Jorge | 2509-16 | Fermín Vivaceta Nº 4250 El Olivo | 13.737.764 | Comercio (2 Pisos) |
| 78 | Parroquia Nuestra Sra. Del Olivo | 2535-1 | Fermín Vivaceta Nº 4284 | 101.408.880 | Culto |
| 79 | Soc Const Estab Educ Sa Esc F 127 | 2535-3 | Fermín Vivaceta Nº 4298 | 229.380.538 | Educacion Cultura |
| 80 | Montt Lehuede Y Otros | 2534-1 | Fermín Vivaceta Nº 4330 | 306.918.400 | Sitio Eriazo |
| 81 | Jaque Fernández Juan Alejandro | 2600-32 | Fermín Vivaceta Nº 4550 | 10.820.417 | Habitación |
| 82 | Zuleta Narváez José Segundo | 2600-2 | Fermín Vivaceta 4580 M Rodriguez | 12.652.655 | Habitación |
| 83 | Club Deportivo Pob M Rodríguez | 2600-3 | Calle Sur 2110 | 16.654.021 | Deporte Y Recreación |
| 84 | Gallardo Cortes Dina | 2604-3 | Av. Independencia 4610 M Rodriguez | 13.485.322 | Comercio |
| 85 | Zoilo Ramírez Molina Y Cía. Limitada | 2604-4 | Av. Independencia 4620 | 13.280.026 | Comercio |
| 86 | Muñoz Torres Mario | 2604-5 | Av. Independencia 4630a - 4630 | 22.957.564 | Comercio |
| 87 | Fernández Ruiz Omar | 2604-30 | Av. Independencia 4652 | 17.155.266 | Industria |
| 88 | Salinas Zurita Roxana Del Rosario | 2604-31 | Av. Independencia 4654 | 14.260.652 | Comercio |
| 89 | Torres Pombo Francisca | 2604-32 | Av. Independencia 4696 Lt A | 35.590.245 | Comercio |
| 90 | Loyola Poblete Luis Belisario | 6169-23 | Pj Independencia 4850 St 1 Los Prunos | 11.767.306 | Comercio |
| 91 | Salas Núñez Carlos Jaime | 6169-30 | Pasaje Independencia 4882 St 28 | 15.029.205 | Salud |
| 92 | Espinosa Urbina Carlos J | 6169-5 | La Reja 1804 St 30 V Los Prunos | 17.937.262 | Comercio |

Fuente: Elaboración propia

### 9.6.2 Fichas de lotes afectos a expropiación

Adicionalmente a los planos de expropiación, se elaboraron fichas para cada uno de los predios con la siguiente información:

- Nº de lote
- Dirección
- Propietario
- Nº rol de la propiedad
- Rol Único Tributario del propietario
- Avalúo fiscal
- Destino de la propiedad
- Tipo de construcción (materialidad)

- Nº de pisos
- Estado de la propiedad
- Esquema con ubicación de la manzana
- Foto del exterior de la propiedad

Las fichas de todos los lotes se presentan en Anexo Digital en el directorio “08. Anteproyecto/09 EXPROPIACIONES”.

### 9.6.3 Estimación de costos de propiedades

Para estimar los costos de las expropiaciones, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Valor por $m^2$ expropiado de terreno
- Avaluó fiscal de la propiedad
- Ubicación de la propiedad en la manzana
- Características de los cierros existentes (fundamentalmente en el Hipódromo Chile)
- Uso efectivo de la propiedad
- Altura (cantidad de pisos)
- Existencia de antejardines
- Calidad de la construcción
- Estado de conservación
- Áreas verdes
- Obras complementarias existentes

Para el caso del edificio ubicado en F. Vivaceta con Coronel Alvarado, se estimó una superficie promedio por departamento ($m^2$) y su valor se calculó en cuatro veces el valor del avalúo fiscal. Esto debido a que dicho avalúo actual se consideró muy por abajo de lo real y como en esta etapa de anteproyecto no se cuenta con las escrituras correspondientes; ni dimensiones; ni la antigüedad del edificio. Se consideró también que el valor comercial del sector ha experimentado en la actualidad un aumento considerable.

En los cuadros siguientes se muestra un resumen de la estimación de los presupuestos de expropiaciones de las propiedades localizadas en cada comuna y en Anexo Digital, en el directorio “08. Anteproyecto/11. COSTOS DE INVERSION ANTEPROYECTO” se entrega el cuadro con el detalle de la estimación (“Presupuesto Expropiaciones.xlsx”).

Cuadro 9-30 Resumen costos de expropiación por lote, comuna de Independencia

| Lote | Propietario SII | Rol | Dirección | Destino | UF($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pan Bin | 2331-25 | Inglaterra 1790=1597 F. Vivaceta | Comercio | 2.853 |
| 2 | Chun Yung Carlos | 2431-16 | Avda. Fermín Vivaceta 1601 | Comercio | 4.984 |
| 3 | Chun Yung Carlos | 2431-16 | Avda. Fermín Vivaceta 1601 | Comercio | 292 |
| 4 | Ramírez Ríos Elisa Del Carmen | 2431-17 | Avda. Fermín Vivaceta 1681 | Comercio | 200 |
| 5 | Arcos Zurita José Domingo Y Otros | 2431-29 | Avda Francia 1790 | Habitación | 239 |
| 6 | Rojas Rivera Severo Suc | 2531-12 | Avda Francia 1791 | Habitación | 344 |
| 7 | Rocha V De Rivera Melanio | 2531-13 | Avda. Fermín Vivaceta 1721 | Comercio | 455 |
| 8 | I. Municipalidad De Independencia | 2630-1 | Héctor Bocardo 1804 | Adm. y Def. | (*) |
| 9 | Salinas Reyes Raquel De Las Merc | 3031-46 | Hipódromo Chile 1886 | Comercio | 5.118 |
| 10 | Soc. Hipódromo Chile S.A. | 3531-17 | Avda. Fermín Vivaceta 2753 | Comercio | 5.943 |
| 11 | Wunkhhaus Lindemann Ludwig M. | 3330-20 | Avda. Fermín Vivaceta 2202 | Industria | 3.440 |
| 12 | Urbina Hernández Carlos Antonio | 3330-21 | Avda. Fermín Vivaceta 2224 | Comercio | 12.962 |
| 13 | Banco De Credito E Inversiones | 3330-22 | Avda. Fermín Vivaceta 2260 | Industria | 550 |
| 14 | Ludwig Wunkhaus Y Compañía Limit. | 3330-23 | Avda. Fermín Vivaceta 2296 | Comercio | 432 |
| 15 | Comercial E Industrial Saravia L. | 3330-24 | Avda. Fermín Vivaceta 2320 | Habitación | 4.603 |
| 16 | Inmobiliaria Doral Limitada | 3330-25 | Avda. Fermín Vivaceta 2344 | Industria | 11.050 |
| 17 | Soc Ruiz Y Cía. Ltda | 3330-26 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp1 | Habitación | 842 |
| 18 | Fuentes Silva Cristino | 3330-27 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp1 | Habitación | 1.121 |
| 19 | Lauterbach Rotach Armin | 3330-29 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp8 | Habitación | 960 |
| 20 | Pinto Lucero Luis Rubén | 3330-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp9 | Habitación | 1.106 |
| 21 | Roldan Pérez Ivonne | 3330-28 | Avda. Fermín Vivaceta 2386 Dp12 | Habitación | 945 |
| 22 | Llantén Rodríguez Francisco Máximo | 3330-31 | Avda. Fermín Vivaceta 2388 | Comercio | 499 |
| 23 | Soc Edificio Vivaceta Ltda | 3330-32 | Avda. Fermín Vivaceta 2390 Lc 6 | Comercio | 1.034 |
| 24 | Ávila Jeldres Ema Del Carmen | 3330-33 | Avda. Fermín Vivaceta 2392 Lc 5 | Comercio | 677 |
| 25 | Ávila Jeldres Ema Del Carmen | 3330-34 | Avda. Fermín Vivaceta 2394 Lc 4 | Comercio | 446 |
| 26 | Agroproductos Aconcagua Ltda | 3330-35 | Avda. Fermín Vivaceta 2396 Lc 3 | Comercio | 659 |
| 27 | Hachim León Héctor Aquiles | 3330-36 | Cr Alvarado 2110 Lc 8 | Comercio | 820 |
| 28 | Cofre Navarrete Roberto Guillermo | 3330-37 | Cr Alvarado 2120 Dp 6 | Habitación | 1.750 |
| 29 | Soc Edificio Vivaceta Ltda | 3330-38 | Cr Alvarado 2120 Dp 7 | Habitación | 1.648 |
| 30 | Soc Edificio Vivaceta Ltda | 3330-39 | Cr Alvarado 2120 Dp 10 | Habitación | 1.618 |
| 31 | Zamora González Natalia Del C. | 3330-40 | Cr Alvarado 2120 Dp 11 | Habitación | 1.648 |
| 32 | Wityk González Vanessa Alejandra | 3330-41 | Cr Alvarado 2130 Lc 2 | Habitación | 695 |
| 33 | Ruz Jorquera José Miguel | 3330-42 | Cr Alvarado 2138 Lc 9 | Comercio | 642 |
| 34 | Ponce Sepúlveda Francisco O | 3330-43 | Cr Alvarado 2144 Lc11 | Comercio | 784 |
| 35 | Gatica Andrade Mery Del C | 3430-28 | Avda. Fermín Vivaceta 2406 | Habitación | 1.800 |
| 36 | Naranjo Peñaloza Enrique | 3430-29 | Avda. Fermín Vivaceta 2418 | Habitación | 2.197 |
| 37 | Vilches Machuca Myrta Ximena Del | 3430-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2424 | Habitación | 1.983 |
| 38 | Suc Ramírez Olate | 3430-31 | Avda. Fermín Vivaceta 2446 | Habitación | 748 |
| 39 | Manzur Barake Soher Shadia | 3430-32 | Avda. Fermín Vivaceta 2456 | Habitación | 640 |
| 40 | Inversiones E Inmobiliaria Ifi S | 3430-34 | Avda. Fermín Vivaceta 2498 | Comercio | 4.601 |
| 41 | Loyola Penchulef José Luis | 3430-36 | Avda. Fermín Vivaceta 2540 | Habitación | 1.470 |
| 42 | Turteltaub Fridman Matías José | 3430-62 | Avda. Fermín Vivaceta 2598 Lt 1c | Industria | 9.886 |
| 43 | Soc. Hipódromo Chile S.A. | 3531-17 | Avda. Fermín Vivaceta 2753 | Comercio | 4.826 |
| 44 | Núñez Pérez Pilar Cristina | 3647-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2548 | Comercio | 2.912 |
| 45 | Massone Figueroa Carmen Y Otros | 3647-31 | Avda. Fermín Vivaceta 2503 | Habitación | 3.352 |
| 46 | Massone Figueroa Carmen Y Otros | 3647-29 | David Arellano 2094 | Botillería | 5.104 |
| 47 | Martinez Barrera Domingo | 3731-27 | David Arellano 2089 | Comercio | 2.784 |
| 48 | Maggiolo Massone Rossana Gema M. | 3731-28 | Avda. Fermín Vivaceta 2835 | Comercio | 2.426 |
| 49 | Crisóstomo Canales Eduardo Y Ot | 3831-29 | Avda. Fermín Vivaceta 2955 | Comercio | 1.520 |
| 50 | Riveros Gonzales Ismael Manuel | 3831-30 | Avda. Fermín Vivaceta 2997 | Bod. y Alm. | 1.773 |
| | | | | Total | 119.379 |

Fuente: Elaboración propia

(*) Plaza Municipal (cambio uso de suelo)

Cuadro 9-31 Resumen costos de expropiación por lote, comuna de Conchalí

| Lote | Propietario SII | Rol | Dirección | Destino | UF($) |
|---|---|---|---|---|---|
| 51 | Inversiones Y Comercio Capellán | 2256-11 | Avda. Fermín Vivaceta 3214 | Comercio | 3.274 |
| 52 | Convención Evangelista Bautista | 2256-13 | Avda. Fermín Vivaceta 3248 | Culto | 426 |
| 53 | Seitz Del Pedregal Félix | 2256-14 | Avda. Fermín Vivaceta 3298 | Habitación | 3.834 |
| 54 | Carrasco Vázquez Claudio Domingo | 2261-8 | Avda. Fermín Vivaceta 3302 3316 3306 | Com. (Hotel) | 6.855 |
| 55 | Inversiones E Inmobiliaria Choti | 2261-9 | Avda. Fermín Vivaceta 3334 3348 | Industria | 2.969 |
| 56 | Fisco Carabineros De Chile | 2261-10 | Avda. Fermín Vivaceta 3358 | Comercio | 2.545 |
| 57 | Gómez Cornejo Orlando | 2261-11 | Avda. Fermín Vivaceta 3388 | Otros | 1.868 |
| 58 | Mena Muñoz Pedro Y Otro | 2261-12 | Avda. Fermín Vivaceta 3398 | Comercio | 2.543 |
| 59 | Cuerpo De Bomberos De Conchalí | 2270-3 | Avda. Fermín Vivaceta 3450 | Sitio Eriazo | 2.706 |
| 60 | Waltematch Moreno Raúl | 2274-1 | C Spano 2109 2119 | Comercio | 2.021 |
| 61 | González Arias Juan De Dios | 2274-2 | Carlos Spano 2131 | Habitación | 1.201 |
| 62 | Arzola Fuentes Mercedes Y Otros | 2290-4 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 3540 | Comercio | 5.431 |
| 63 | Dist. Gili Ventura Monserrat Y Ot | 2325-31 | Avda. Fermín Vivaceta 3598 | Industria | 4.457 |
| 64 | Montano Núñez Jovanka Isabel | 4470-21 | Avda. Fermín Vivaceta 3620 V. Lonquimay | Habitación | 1.425 |
| 65 | Contreras Reyes Elizabeth Angeli Y | 4470-22 | Avda. Fermín Vivaceta 3626 V. Lonquimay | Habitación | 2.155 |
| 66 | Araya Rodríguez Elizabeth Del Ca | 4472-1 | Avda. Fermín Vivaceta 3638 | Habitación | 1.785 |
| 67 | Miranda Úbeda Sergio Iván | 4472-2 | Avda. Fermín Vivaceta 3644 V. Lonquimay | Habitación | 1.720 |
| 68 | Constructora Parral S.A. | 2325-32 | Avda. Fermín Vivaceta 3750 | Otros | 4.505 |
| 69 | Cormu | 2487-38 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4120 | Habitación | 1.235 |
| 70 | Gonzalo Avendaño Vicente | 2505-4 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4170 | Habitación | 890 |
| 71 | Nilo Espinoza Eduardo E. | 2505-5 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4180 El Olivo | Habitación | 1.657 |
| 72 | Donoso Gutiérrez Elizabeth Crist Y | 2505-6 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4188 | Habitación | 1.563 |
| 73 | Álvarez Fernández Diego Alfonso | 2505-7 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4192 El Olivo | Industria | 6.579 |
| 74 | Munizaga Campos Berta Del C | 2509-1 | Almirante Silva P 2107- F.Vivaceta 4202 | Habitación | 925 |
| 75 | Grez Allel Maden Y Otros | 2509-15 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4218 | Comercio | 2.238 |
| 76 | Urra Lizama Jorge Arnoldo | 2509-17 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4220 | Habitación | 883 |
| 77 | Waltemath Moreno Raúl Jorge | 2509-16 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4250 El Olivo | Comercio | 1.617 |
| 78 | Parroquia Nuestra Sra Del Olivo | 2535-1 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4284 | Culto | 3.160 |
| 79 | Soc Const Estab Educ Sa Esc F 127 | 2535-3 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4298 | Educ.Cultura | 1.536 |
| 80 | Montt Lehuede Y Otros | 2534-1 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4330 | Sitio Eriazo | 1.419 |
| 81 | Jaque Fernández Juan Alejandro | 2600-32 | Avda. Fermín Vivaceta Nº 4550 | Habitación | 744 |
| 82 | Zuleta Narváez José Segundo | 2600-2 | Avda. Fermín Vivaceta 4580 M Rodriguez | Habitación | 1.552 |
| 83 | Club Deportivo Pob M Rodríguez | 2600-3 | Calle Sur 2110 | Dep. y Rec. | 2.004 |
| 84 | Gallardo Cortes Dina | 2604-3 | Av. Independencia 4610 M Rodriguez | Comercio | 1.631 |
| 85 | Zoilo Ramírez Molina Y Cía. Limitada | 2604-4 | Av. Independencia 4620 | Comercio | 1.853 |
| 86 | Muñoz Torres Mario | 2604-5 | Av. Independencia 4630a - 4630 | Comercio | 2.666 |
| 87 | Fernández Ruiz Omar | 2604-30 | Av. Independencia 4652 | Industria | 2.267 |
| 88 | Salinas Zurita Roxana Del Rosario | 2604-31 | Av. Independencia 4654 | Comercio | 1.990 |
| 89 | Torres Pombo Francisca | 2604-32 | Av. Independencia 4696 Lt A | Comercio | 6.508 |
| 90 | Loyola Poblete Luis Belisario | 6169-23 | Pj Independencia 4850 St 1 Los Prunos | Comercio | 1.760 |
| 91 | Salas Núñez Carlos Jaime | 6169-30 | Pasaje Independencia 4882 St 28 | Salud | 2.079 |
| 92 | Espinosa Urbina Carlos J | 6169-5 | La Reja 1804 St 30 V Los Prunos | Comercio | 2.267 |
| | | | Total | | 102.746 |

Fuente: Elaboración propia

## 9.7 Costos de inversión

Para cuantificar las obras, se realizó una cubicación detallada. En cuanto al valor de las obras, se utilizó precios unitarios actualizados de obras recientes en Santiago, valores expresados en UF, que incluyen IVA. Cabe precisar que las expropiaciones no incluyen IVA.

El cuadro siguiente muestra una síntesis de los costos de inversión considerando la ejecución del proyecto en pavimento asfáltico y en hormigón. En DVD en el directorio 08.

Anteproyecto/11 Costo de inversión anteproyecto, se entrega la planilla de cálculo con los presupuestos estimados.

Cuadro 9-32 Presupuesto de obras en pavimento asfalto

| Item | Designación | Unidad | P. Unit. (UF) | Anteproyecto Cantidad | Anteproyecto Total UF |
|---|---|---|---|---|---|
| I | **OBRAS VIALES** | | | | |
| 1 | **PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO** | | | | |
| **1.1** | Demolición de Estructuras | $m^3$ | 1,19 | 22 | 26 |
| **1.2** | Demolición de Pavimentos de Hormigón y transporte | $m^2$ | 0,19 | 8.610 | 1.636 |
| **1.3** | Demolición de Pavimentos de asfaltico y transp. | $m^2$ | 0,13 | 57.620 | 7.491 |
| **1.4** | Demolición de Pavimentos de Adoquines y transporte | $m^2$ | 0,15 | 2.048 | 307 |
| **1.5** | Demolición hormigón y transporte a botadero (Veredas) | $m^2$ | 0,12 | 28.880 | 3.466 |
| **1.6** | Soleras extracción y transporte a botadero | m | 0,29 | 13.850 | 4.017 |
| **1.7** | Retiro de Señales | Nº | 0,25 | 138 | 35 |
| **1.8** | Retiro de Cierros | m | 0,50 | 1.450 | 725 |
| **1.9** | Retiro de Valla Peatonal | m | 0,28 | 247 | 69 |
| **1.10** | Demolición de Casetas para Paraderos de Locomoción Colectiva | N° | 15,00 | 26 | 390 |
| **1.11** | Extracción de arboles | N° | 2,10 | 526 | 1.105 |
| 2 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | |
| **2.1** | Excavación y transporte a botadero | $m^3$ | 0,48 | 15.988,80 | 7.675 |
| **2.2** | Confección de Terraplén | $m^3$ | 0,60 | 60,00 | 36 |
| **2.3** | Preparación Terreno, escarif. y Compactado | $m^2$ | 0,07 | 79.944,00 | 5.596 |
| 3 | **CAPAS GRANULARES** | | | | |
| **3.1** | Subbase Granular, CBR ≥ 40% e=0,15m | $m^3$ | 0,64 | 11.991,60 | 7.675 |
| **3.2** | Base Chancada, CBR ≥ 60% | $m^3$ | 0,78 | 0 | 0 |
| **3.3** | Base Chancada, CBR ≥ 80% e=0,15m | $m^3$ | 0,97 | 11.991,60 | 11.656 |
| 4 | **REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS** | | | | |
| **4.1** | Imprimación base p/carpeta asfáltica | $m^2$ | 0,07 | 79.944 | 5.596 |
| **4.2** | Riego de Liga | $m^2$ | 0,06 | 79.944 | 4.797 |
| **4.3** | Calzada de Concreto Asfáltico esp e=0,07m | $m^3$ | 9,52 | 5.596,08 | 53.275 |
| **4.4** | Base Binder Asfalto, e=0,10m | $m^3$ | 5,47 | 7.994,40 | 43.729 |
| **4.5** | Calzada de Hormigón de Cemento vibrado | $m^3$ | 7,38 | 0 | 0 |
| **4.6** | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,07m | $m^2$ | 1,55 | 19.920 | 30.876 |
| **4.7** | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,10m | Nº | 2,60 | 170 | 442 |
| **4.8** | Ciclovías Ancho=2.0m, incluye Segregador y Pintura azul de superficie | m | 4,60 | 4.290 | 19.734 |
| **4.9** | Recarpeteo Asf., L=407m. Incluye cambio Sentido T. | gl | 1.970 | 1 | 1.970 |
| **4.10** | Recarpeteo Asf., L=412m. Incluye cambio Sentido T. | gl | 1.990 | 1 | 1.990 |
| 5 | **DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA** | | | | |
| **5.1** | Soleras Tipo "A" (rectas, curvas y reb) | m | 0,45 | 18.540 | 8.343 |
| **5.2** | Drenaje de Aguas lluvias | gl | 48.817 | 1 | 48.817 |
| 6 | **ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD** | | | | |
| **6.1** | Cierro Especial | m | 6,50 | 1.550 | 10.075 |
| **6.2** | Señalización Informativas | Nº | 5,80 | 352 | 2.042 |
| **6.3** | Señalización Vertical (Ciclovía) | Nº | 3,50 | 64 | 224 |
| **6.4** | Baliza Luminosa | Nº | 4,60 | 6 | 28 |
| **6.5** | Demarcación Pavimento (Pintura amarilla) | $m^2$ | 0,34 | 1.630 | 554 |
| **6.6** | Demarcación Pavimento (Pintura Blanca) | $m^2$ | 0,26 | 560 | 146 |
| **6.7** | Tachas Reflectantes | Nº | 0,32 | 1.750 | 560 |
| **6.8** | Casetas para Paraderos de Locomoción Colectiva | Nº | 200,00 | 29 | 5.800 |
| **6.9** | Valla Peatonal | m | 1,85 | 6.250 | 11.563 |
| **6.10** | Modificación de Cruces Semaforizados | Nº | 510 | 13 | 6.630 |
| **6.11** | Semáforos Nuevos | N° | 970 | 3 | 2.910 |

| Item | Designación | Unidad | P. Unit. (UF) | Anteproyecto Cantidad | Anteproyecto Total UF |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | **OBRAS COMPLEMENTARIAS** | | | | |
| **7.1** | Paisajismo | gl | 19.427 | 1 | 19.427 |
| **7.2** | Iluminación | gl | 23.035 | 1 | 23.035 |
| **7.3** | Modificación Red Alcantarillado | gl | 8.213 | 1 | 8.213 |
| **7.4** | Modificación Red Agua Potable | gl | 46.931 | 1 | 46.931 |
| **7.5** | Modificación Redes Secas | gl | 10.250 | 1 | 10.250 |
| **7.6** | Modificación de Postes y Servicios aereos | N° | 120 | 362 | 43.440 |
| **7.7** | Mitigación Ambiental | gl | 4.150 | 1 | 4.150 |
| **7.8** | Desvíos de transito | gl | 4.650 | 1 | 4.650 |
| **7.9** | Riego | gl | 971 | 1 | 971 |
| **7.10** | Instalación de Faenas y Campamentos | gl | 6.500 | 1 | 6.500 |
| **7.11** | Ensayes, Letrero Indicativo de la Obra | gl | 580 | 1 | 580 |
| **7.12** | Inspección de Obras (3%) | gl | 13.976 | 1 | 13.976 |
| 8 | **EXPROPIACIONES** | | | | |
| | Expropiaciones (Independencia - Conchalí) | gl | 1 | 222.124 | 222.124 |
| | Estudio de Titulos | Nº | 120 | 92 | 11.040 |
| | **TOTAL UF** | | | | **727.293** |

Fuente: Elaboración propia

## Cuadro 9-33 Presupuesto de obras en pavimento hormigón

| Item | Designación | Unidad | P. Unit. (UF) | Anteproyecto Cantidad | Anteproyecto Total UF |
|---|---|---|---|---|---|
| I | **OBRAS VIALES** | | | | |
| 1 | **PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO** | | | | |
| **1.1** | Demolición de Estructuras | $m^3$ | 1,19 | 22 | 26 |
| **1.2** | Demolición de Pavimentos de Hormigón y transporte | $m^2$ | 0,19 | 8.610 | 1.636 |
| **1.3** | Demolición de Pavimentos de asfaltico y transp. | $m^2$ | 0,13 | 57.620 | 7.491 |
| **1.4** | Demolición de Pavimentos de Adoquines y transporte | $m^2$ | 0,15 | 2.048 | 307 |
| **1.5** | Demolición hormigón y transporte a botadero (Veredas) | $m^2$ | 0,12 | 28.880 | 3.466 |
| **1.6** | Soleras extracción y transporte a botadero | m | 0,29 | 13.850 | 4.017 |
| **1.7** | Retiro de Señales | Nº | 0,25 | 138 | 35 |
| **1.8** | Retiro de Cierros | m | 0,50 | 1.450 | 725 |
| **1.9** | Retiro de Valla Peatonal | m | 0,28 | 247 | 69 |
| **1.10** | Demolición de Casetas para Paraderos de Locomoción Colectiva | N° | 15,00 | 26 | 390 |
| **1.11** | Extracción de arboles | N° | 2,10 | 526 | 1.105 |
| 2 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | |
| **2.1** | Excavación y transporte a botadero | $m^3$ | 0,48 | 15.988,80 | 7.675 |
| **2.2** | Confección de Terraplén | $m^3$ | 0,60 | 60 | 36 |
| **2.3** | Preparación Terreno, escarif. y Compactado | $m^2$ | 0,07 | 79.944 | 5.596 |
| 3 | **CAPAS GRANULARES** | | | | |
| **3.1** | Subbase Granular, CBR ≥ 40% e=0,15m | $m^3$ | 0,64 | 0 | 0 |
| **3.2** | Base Chancada, CBR ≥ 60% | $m^3$ | 0,78 | 11.991,60 | 9.353 |
| **3.3** | Base Chancada, CBR ≥ 80% e=0,15m | $m^3$ | 0,97 | 0 | 0 |
| 4 | **REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS** | | | | |
| **4.1** | Imprimación base p/carpeta asfáltica | $m^2$ | 0,07 | 0 | 0 |
| **4.2** | Riego de Liga | $m^2$ | 0,06 | 0 | 0 |
| **4.3** | Calzada de Concreto Asfáltico esp e=0,07m | $m^3$ | 9,52 | 0 | 0 |
| **4.4** | Base Binder Asfalto, e=0,10m | $m^3$ | 5,47 | 0 | 0 |
| **4.5** | Calzada de Hormigón de Cemento vibrado | $m^3$ | 7,38 | 19.186,56 | 141.597 |
| **4.6** | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,07m | $m^2$ | 1,55 | 19.920 | 30.876 |
| **4.7** | Veredas de Hormigón Cemento espesor 0,10m | Nº | 2,60 | 170 | 442 |
| **4.8** | Ciclovías Ancho=2.0m, incluye Segregador y Pintura azul de superficie | m | 4,60 | 4.290 | 19.734 |
| **4.9** | Recarpeteo Asf., L=407m. Incluye cambio Sentido T. | gl | 1.970 | 1 | 1.970 |
| **4.10** | Recarpeteo Asf., L=412m. Incluye cambio Sentido T. | gl | 1.990 | 1 | 1.990 |

| Item | Designación | Unidad | P. Unit. (UF) | Anteproyecto Cantidad | Anteproyecto Total UF |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | **DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA** | | | | |
| **5.1** | Soleras Tipo "A" (rectas, curvas y reb) | m | 0,45 | 18.540 | 8.343 |
| **5.2** | Drenaje de Aguas lluvias | gl | 48.801 | 1 | 48.817 |
| 6 | **ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD** | | | | |
| **6.1** | Cierro Especial | m | 6,50 | 1.550 | 10.075 |
| **6.2** | Señalización Informativas | Nº | 5,80 | 352 | 2.042 |
| **6.3** | Señalización Vertical (Ciclovía) | Nº | 3,50 | 64 | 224 |
| **6.4** | Baliza Luminosa | Nº | 4,60 | 6 | 28 |
| **6.5** | Demarcación Pavimento (Pintura amarilla) | $m^2$ | 0,34 | 1.630 | 554 |
| **6.6** | Demarcación Pavimento (Pintura Blanca) | $m^2$ | 0,26 | 560 | 146 |
| **6.7** | Tachas Reflectantes | Nº | 0,32 | 1.750 | 560 |
| **6.8** | Casetas para Paraderos de Locomoción Colectiva | Nº | 200 | 29 | 5.800 |
| **6.9** | Valla Peatonal | m | 1,85 | 6.250 | 11.563 |
| **6.10** | Modificación de Cruces Semaforizados | Nº | 510 | 13 | 6.630 |
| **6.11** | Semáforos Nuevos | N° | 970 | 3 | 2.910 |
| 7 | **OBRAS COMPLEMENTARIAS** | | | | |
| **7.1** | Paisajismo | gl | 19.427 | 1 | 19.427 |
| **7.2** | Iluminación | gl | 23.035 | 1 | 23.035 |
| **7.3** | Modificación Red Alcantarillado | gl | 8.213 | 1 | 8.213 |
| **7.4** | Modificación Red Agua Potable | gl | 46.931 | 1 | 46.931 |
| **7.5** | Modificación Redes Secas | gl | 10.250 | 1 | 10.250 |
| **7.6** | Modificación de Postes y Servicios aereos | N° | 120 | 362 | 43.440 |
| **7.7** | Mitigación Ambiental | gl | 4.150 | 1 | 4.150 |
| **7.8** | Desvíos de transito | gl | 4.650 | 1 | 4.650 |
| **7.9** | Riego | gl | 971 | 1 | 971 |
| **7.10** | Instalación de Faenas y Campamentos | gl | 6.500 | 1 | 6.500 |
| **7.11** | Ensayes, Letrero Indicativo de la Obra | gl | 605 | 1 | 605 |
| | Inspección de Obras (3%) | gl | 14.691 | 1 | 14.691 |
| 8 | **EXPROPIACIONES** | | | | |
| | Expropiaciones (Independencia - Conchalí) | gl | 1 | 222.124 | 222.124 |
| | Estudio de Titulos | Nº | 120 | 92 | 11.040 |
| | **TOTAL UF** | | | | **752.255** |

Fuente: Elaboración propia

# 10 Ciclovía en la calzada vs en la acera

## 10.1 Introducción

Para analizar la infraestructura destinada a la circulación de ciclistas mejor denominado como ciclovía es necesario partir por sus origines. Cuando Chile empezó a generar facilidades para los ciclistas, se planteó ubicarlas en la acera pensando que su uso sería del tipo recreativo, suponiendo que su utilización no estaba destinada para el transporte diario, ya sea para ir al trabajo o realizar labores de la vida cotidiana como ir a comprar, etc. Esta decisión tuvo una buena acogida en sus comienzos dado que permitía paseos de fin de semana y la enseñanza de principiantes en ambientes seguros como lo es la acera.

Hoy en día el panorama ha cambiado significativamente desde de los humildes inicios de las primeras ciclovías. Producto del aumento en la congestión y el estrés de las personas al circular por calles saturadas ha provocado un importante cambio modal desde el automóvil a la bicicleta. Actualmente no se cuenta con registros estadísticos sostenidos en el tiempo para determinar con rigurosidad el incremento en la cantidad de usuarios que utilizan la bicicleta, sin embargo, U y T y Ciudad Viva 2012, en base a encuestas recientes, estiman que en la R.M. hay al menos 1.000.000 de ciclistas circulando y aumentando en un 20% promedio cada año.

Una mayor participación de la bicicleta en la partición modal del transporte urbano, implica una mayor demanda por infraestructura vial adecuada que garantice seguridad y fluidez para los usuarios. Es tal el cambio cultural en Chile que gran parte de los proyectos viales que se estudian hoy incorporan una ciclovia en su diseño pasando de ser consideradas como un estándar en cualquier proyecto de vialidad estructurante. Considerando todo lo anterior se hace necesario analizar el estado del arte de las ciclovias actuales, revisar aspectos normativos y accidentabilidad, y mirar las tendencias internacionales como también escuchar a los movimientos sociales nacionales.

## 10.2 Análisis normativo

Un aspecto importante de analizar es la normativa vigente asociada a las ciclovías y el correcto uso de sus usuarios al transitar por ellas. Según la Ley de Tránsito en su artículo 2° N°42 define al “Vehículo” como “medio con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona u objeto puede ser transportado por una vía”, definición que comprende a la “bicicleta”. Los ciclistas quedan comprendidos entre los “conductores de vehículos” y, como tales, sujetos al cumplimiento de las normas que regulan el tránsito público en todo

el territorio nacional y deben, por consiguiente, respetarlas al desempeñar su actividad, en todos los aspectos de la misma, entre ellos, autorizaciones, licencias, normas de circulación y otros, en lo que resulte aplicable, atendido el hecho que la ley no establece ningún tipo de licencia que habilite especialmente para conducir bicicletas en la vía pública, por lo que debemos concluir que no es necesario poseer permiso al efecto y que cualquier persona puede hacerlo ajustándose a las normas que sobre circulación de vehículos establece la legislación vigente.

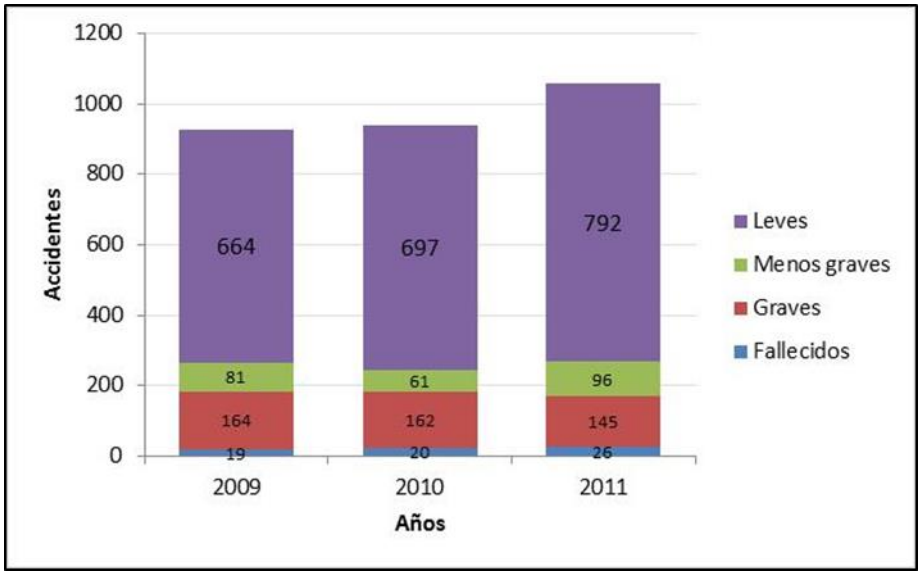
Por otro lado, si analizamos el artículo 1.1.2 de la “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones” se define a la “acera” como “parte de una vía destinada principalmente para circulación de peatones, separada de la circulación de vehículos” y “calzada” como “parte de una vía destinada al tránsito de vehículos”, con lo cual da indicios de que la circulación de ciclistas debiese ser por la calzada y no por la acera. Desde otro punto de vista, de las definiciones de “acera” y de “calzada” contenidas en el artículo 2º de la “Ley de Tránsito”, resulta evidente que las bicicletas no debiesen transitar por las aceras o veredas, las que se reservan a los peatones, debiendo hacerlo, en su calidad de vehículos, por las calzadas, norma que es necesario concordar con el artículo 162, en cuanto señala que “el tránsito de los peatones deberá hacerse: 1º.- Por las aceras”, con lo que se excluye la posibilidad de que las bicicletas transiten por esos lugares.

Estas definiciones nos llevan a inferir que cada tipo de usuario (peatón, bicicleta y automóvil) tiene un espacio destinado de uso en la vía pública. En las vías en que no contemplan ciclovías (que son la inmensa mayoría) no se explicita por dónde deben circular los usuarios de bicicleta. Sin embargo, en la interpretación de la Subsecretaría de Transporte, de Carabineros y en general de los Juzgados de Policía Local, dado que la Ley establece que la bicicleta es un vehículo, se desprendería que esta debe circular por la calzada vehicular y comete infracción al circular por la vereda o acera. La infracción por circular en acera no está definida ni identificada, que, según el artículo 202, cuando una infracción no está identificada específicamente, se considera una falta "leve" para la cual la multa asciende entre 0,2 a 0,5 UTM mensual.

## 10.3 Análisis de accidentes

Según las estadísticas de Conaset ha habido un aumento en la cantidad de accidentes en el periodo 2009-2011 ya sea con resultado de muerte, accidentes graves, menos graves y leves en circunstancias donde las cifras de ciclistas va en aumento cada año, sin embargo, esta tendencia revirtió la cantidad de accidentes en el año 2012 reflejando una evolución en las conductas de automovilistas, ciclistas y peatones producto del convivir cotidiano y la adaptación de cada modo al respetar los espacios de circulación.

Figura 10-1 Accidentes con lesionados 209 a 2011




Fuente: Conaset

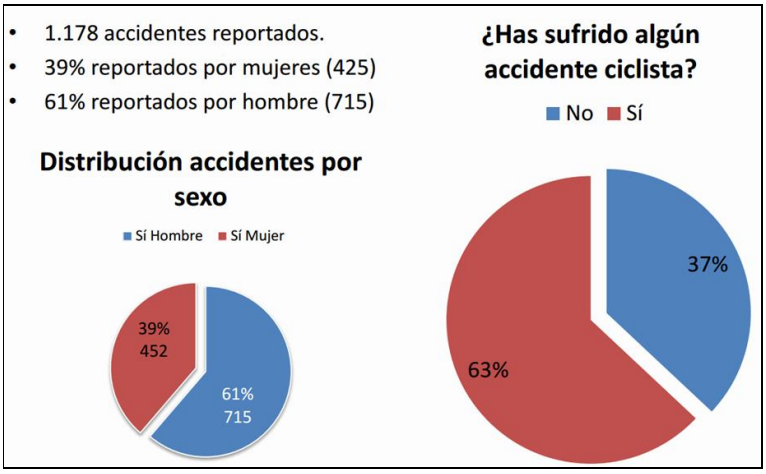
Hoy en día Santiago está pasando por una transición desde una nula actividad de bicicletas en las calles y aceras a una infraestructura que cada vez está generando una red más consolidada y densa. Por lo anterior, es necesario tener en consideración la vulnerabilidad de los ciclistas en comparación con los automovilistas. Los usuarios de bicicletas están insertos en un espacio hostil y agresivo, es uno de los modos más frágiles junto con el peatón, es más, tiende a tener mayores probabilidades de tener accidentes dado que es un sistema integrado que reúne la vulnerabilidad del cuerpo humano y la inestabilidad de una máquina de 2 ruedas en equilibrio capaz de oscilar con pequeños baches, viento o el simple hecho de que automóviles pasen cerca.

Comparativamente, los ciclistas son el modo de menor capacidad de resistencia al impacto en colisiones con objetos de un mayor tamaño y peso, más aun si se dan en movimiento, a velocidades que aumenten la fuerza del impacto (F=m*a). Adicionalmente, el ciclista es el único conductor en el tránsito que no está protegido directamente por un seguro específico que cubra los daños derivados de un accidente.

Considerando las características frágiles del sistema que ampara a los ciclista surge la pregunta del porque y en qué circunstancias se dan los accidentes. Recientes encuestas realizadas por la organización Bicicultura en el marco del estudio "Seguro de accidentes para ciclistas" dan a conocer las tipologías de los accidentes. Dentro del análisis realizado se desprende lo siguiente:

1. De un universo total de 1870 encuestas, se reportaron 1178 accidentes, de los cuales el 61% de ellos corresponden al género de los hombres mientras que un 39% son mujeres.

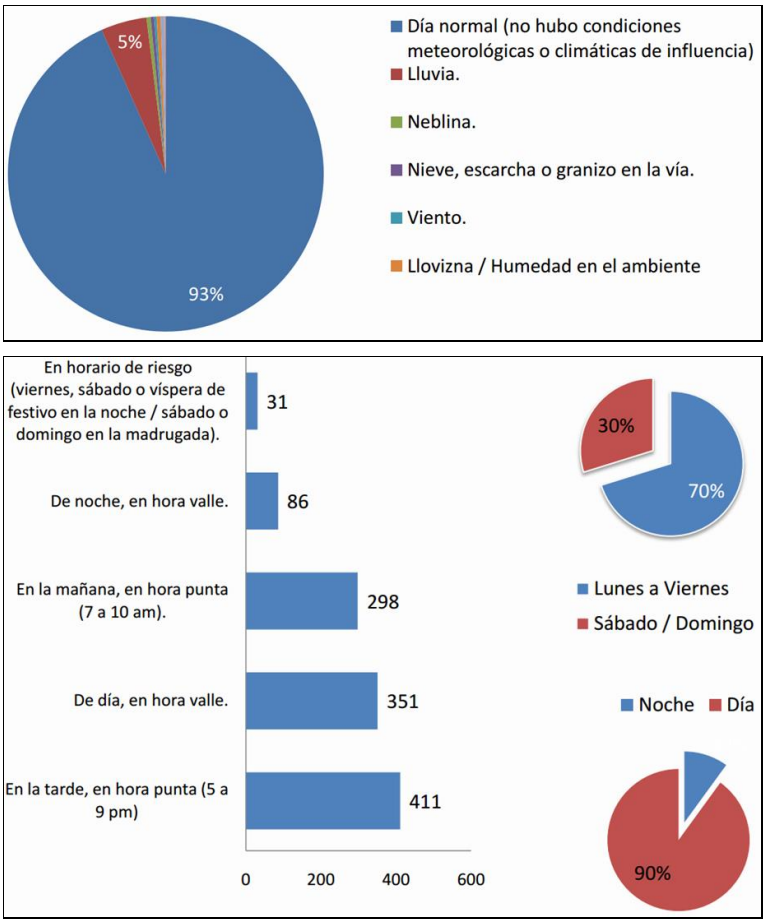
Figura 10-2 Análisis de accidentes




Fuente: Bicicultura

2. Del número de accidentes reportados gran parte de ellos se producen durante los días de semana en los horarios con mayor tránsito vehicular.

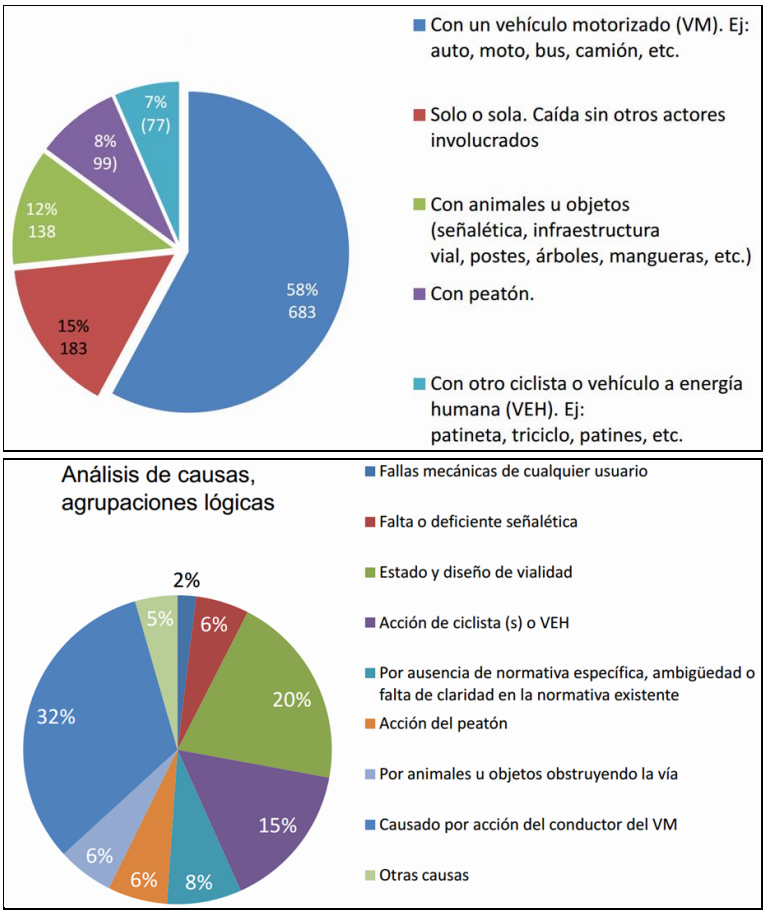
Figura 10-3 Horario de accidentes




Fuente: Bicicultura

3. Del total de accidentes reportados más de la mitad involucraron a vehículos motorizados, en donde el 32% de las encuestas esgrime como causal la imprudencia del vehículo motorizado. En segunda posición, con un 20% se encuentra la falta de señalización y deficiente diseño.

Figura 10-4 Vehículos motorizados involucrados y causalidad

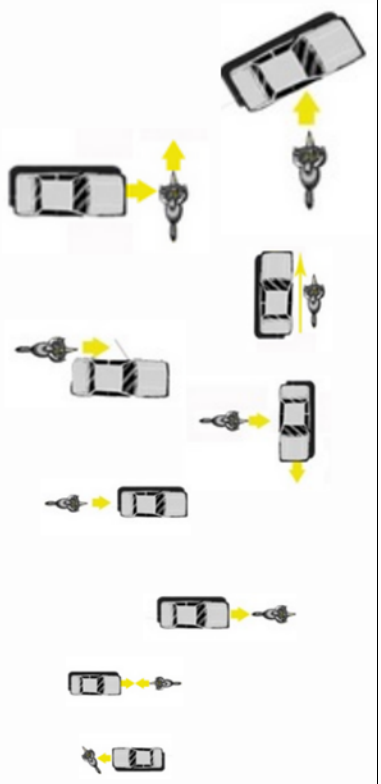



Fuente: Bicicultura

4. De un universo de 683 accidentes con vehículos motorizados, sobre el 30% de ellos es atribuible a la escasa visibilidad en la maniobra en intersecciones y en gran medida la causa de este tipo de accidentes es la imprudencia y la falta en respetar la señalización del tránsito.

Figura 10-5 Otras causas de accidentes

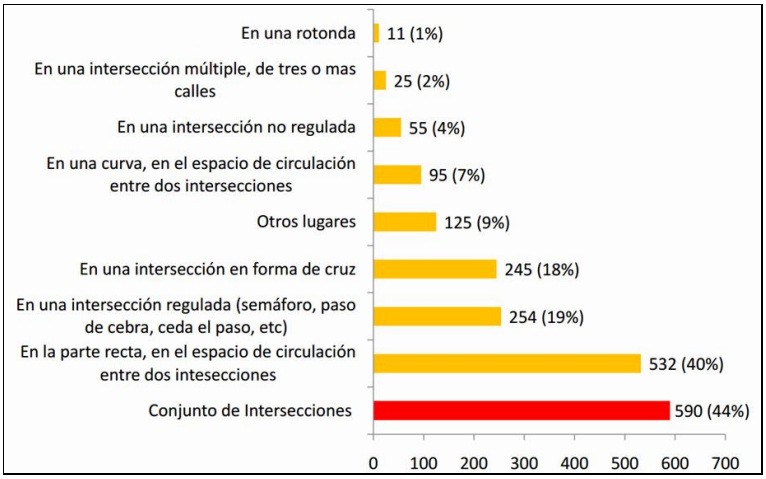
| Tipo de accidente | Cantidad | Porcentaje en relación a los accidentes con VM (%) |
|---|---|---|
| Colisión por viraje de motorizado | 213 | 31 |
| Colisión en intersección por costado de bicicleta | 168 | 25 |
| Impacto lateral por roce, un sentido | 84 | 12 |
| Impacto por apertura súbita de puerta | 71 | 10 |
| Colisión en intersección, por costado de motorizado | 46 | 7 |
| Bicicleta impacta por atras | 18 | 3 |
| Motorizado impacta por atrás | 18 | 3 |
| Colisión frontal, sentidos opuestos | 12 | 2 |
| Colisión por viraje de la bicicleta | 10 | 1 |
| Otros tipos | 43 | 6 |

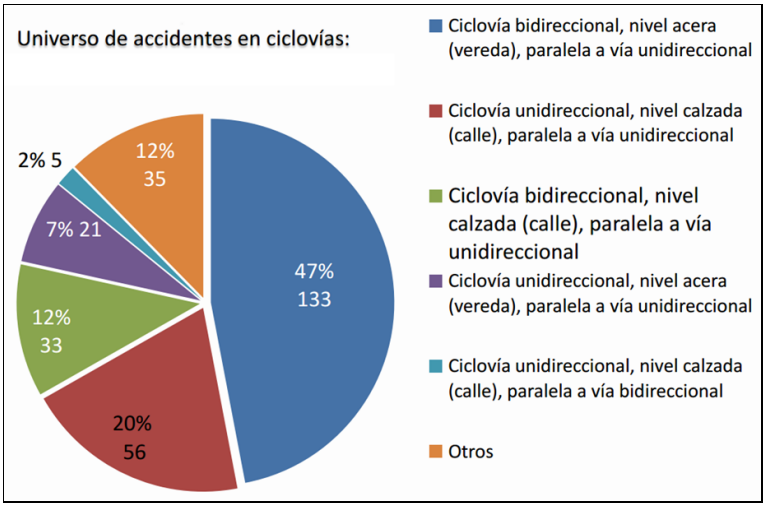


Fuente: Bicicultura

5. De un universo de 1.178 accidentes reportados, gran parte de ellos se localizan en las intersecciones y en circunstancia en que la ciclovía bidireccional estaba emplazada en la acera paralela a una vía unidireccional.

Figura 10-6 Localización accidentes






Fuente: Bicicultura

De los resultados expuestos anteriormente no se puede concluir en forma definitiva las recomendaciones en favor de ciclovías en las acera o ciclovías en la calzada, dado el sesgo existente en la cantidad de ciclovías de este tipo, a modo de ejemplo, existen menos accidentes en ciclovías en la calzada que en ciclovías por la acera por el simple hecho de que en Santiago existen menos ciclovías en calzada que en la acera. Sin prejuicio de lo anterior, los datos demuestran tajantemente que las zonas más inseguras son las intersecciones y que la falta de señalización y deficiencia en el diseño son causales directas de los accidentes.

Dentro del análisis realizado por el estudio "Seguro de accidentes para ciclistas" se observó un tendencia en la disminución de accidentes totales en el año 2012 en circunstancias que existen más ciclistas circulando. Esta baja no es un fenómeno aislado en Santiago sino que se ha registrado esta misma situación en países con más ciclistas. Dicho de otra manera, al aumentar el número de ciclista en circulación se generó el efecto "pelotón" en donde el grupo de ciclistas imponen presencia y obligan a todos a extremar precauciones y reducir velocidades, aportando a la seguridad del Sistema de Tránsito.

## 10.4 Tendencias internacionales y movimientos sociales nacionales

Este último tiempo hemos sido testigos en Chile de manifestaciones sociales más recurrentes, con ciudadanos más empoderados y con demandas más exigentes hacia las autoridades. Ejemplos de estas manifestaciones son el rechazo al proyecto Hidro Aysén, demandas de las agrupaciones estudiantiles frente a la educación pública, la integración de las comunidades homosexuales, entre otros, que sin duda han logrado cambios significativos en términos de políticas públicas y cambios culturales en la población. A menudo, estos movimientos sociales se gatillan espontáneamente y sin advertencia alguna mientras que otras van ganado protagonismo a lo largo del tiempo reflejando inquietudes hacia un tema específico. Los movimientos sociales asociados al fomento del

uso de la bicicleta han jugado un rol fundamental en las experiencias internacionales para el desarrollo de la ciclo inclusividad como una parte integral en el funcionamiento de una ciudad y la sociedad como un todo.

En el caso de Holanda, un movimiento ciudadano espantado por la pérdida de vidas por accidentes de tránsito fue uno de los principales detonadores de un interés en lo ciclo inclusivo. De allí nace el concepto de seguridad sustentable, y una institución (SWOV) a cargo de estudiar, difundir e integrar este conocimiento en la planificación general. En Alemania, la ciudadanía ha jugado un papel importante desde todos los ámbitos, impulsando una búsqueda de eficiencia energética, transporte sustentable y preservación de la naturaleza, entre otros temas, que favoreció los planteamientos relacionados con la bicicleta. Para Nueva York, ciudad estadounidense con las más altas tasas de transporte público, fue el deterioro de los espacios públicos por el sobreuso del automóvil lo que motivó la intervención ciudadana. En este caso se aprovechó el conocimiento que se desarrolló originalmente en Copenhage, para la recuperación de espacios públicos a través de potenciar lo peatonal y lo ciclístico por sobre lo motorizado.

Los países líderes en políticas de transporte enfocadas en la infraestructura para ciclistas son Dinamarca, Holanda y Alemania. Estos tres países desarrollados han generado toda una cultura entorno a la bicicleta desincentivando por completo el uso del automóvil (propaganda en TV, impuestos excesivos para la compra de autos y un empeoramiento de la circulación vehicular mediante “traffic calming” o “green wave”). Entre los logros más destacados se encuentra la calidad de la infraestructura de las ciclovías, las cuales se encuentran emplazadas en la calzada segregadas de los automovilistas potenciando de esta manera el nivel de serviciabilidad hacia sus usuarios lo que provoca que los viajes en bicicleta sean más convenientes y compitiendo a la par con los automovilistas. Los ciclistas en estos países tienen redes de ciclovías más densas, con mejor conectividad y al igual que cualquier vehículo estos deben de respetar las leyes del tránsito.

América Latina por ejemplo, se encuentra en un proceso de transición para revertir la congestión y contaminación, sin embargo, dada la escasez de recursos enfocados a la inversión de infraestructura vial, es que su cambio es mucho más lento, generando ciclovías con mal estándar y con poca mantención lo que provoca accidentes y un desincentivo en su uso. En Santiago se tiene una cultura automovilizada profundamente instalada y en expansión, sin embargo, cada año se ven señales de preocupación ciudadana para poner en la agenda pública la bicicleta como medio de transporte destacándose diversas organizaciones como "Furiosos Ciclistas", "Happy Ciclistas", "Arriba de la Chancha", "Bicicultura", "Pedalea Beauchef" "Mujeres Arriba de la Cleta", "Recicleta", "Voy en Cleta UC", "La Bicicleta Verde", "Ciclorecreovía", "Ciudad Viva", "Bicipunto", "Macleta", "Retro Pedal", entre otros. El llamado por redes sociales y paseos en masa de ciclistas por las calles son formas de dar a conocer sus ideas orientadas al fomento de la bicicleta y ciudades más sustentables.

Los movimientos ciudadanos enfocados a los ciclistas son numerosos en Chile; en donde cada uno de ellos clama posturas diferentes, algunas enfocadas en aspectos ambientales, otras se centran en los beneficios en salud, etc. Al mirar el abanico de movimientos sociales existentes y revisar desde las posturas más radicales hasta los más conservadores solamente existe un común denominador entre todos ellos: "la bicicleta es un vehículo y por ende debe de transitar por la calzada", anecdóticamente, uno de los movimientos tiene por nombre "Pedalea por la Calle".

# 11 Modelación del anteproyecto

## 11.1 Modelación SATURN

### 11.1.1 Metodología

La metodología de simulación del anteproyecto es la misma utilizada para la simulación de la situación base y alternativas preliminares, la que se basa en dos aspectos. El primero corresponde a la codificación del proyecto vial y, el segundo, al proceso de optimización de las programaciones de las redes de semáforos definidas en el área de modelación (inner).

Se modeló y simuló el proyecto para dos cortes temporales futuros, años 2016 para los tres períodos (primer año de operación del proyecto) y 2020 para la punta mañana (quinto año de operación del proyecto) y 2025 para el fuera de punta y punta tarde (décimo año de operación del proyecto). En el proceso de simulación de estos dos cortes temporales, se analizó en cada período la necesidad de introducir modificaciones, en especial, requerimientos de nuevas intersecciones semaforizadas y pequeños cambios en las programaciones o usos de pistas a fin de resolver problemas de congestión.

El proceso de optimización de programaciones se realizó a partir de los programas SATED y SATOFF, los cuales forman parte del paquete SATURN. El primero permite la optimización de repartos y el segundo de desfases. Nótese que no existe en SATURN un programa que optimice los tiempos de ciclo. Dado esto último, la modificación del tiempo de ciclo se realizó manualmente (según se explica más adelante).

La optimización de las programaciones de los semáforos es un proceso iterativo que no tiene garantizada su convergencia, pues al optimizar las programaciones varía la asignación y al variar esta varían las programaciones. Si bien podría existir una convergencia a nivel de flujos, es decir, que éstos ya no varíen significativamente entre una iteración y la siguiente, ello no asegura que el equilibrio que se obtenga corresponde al de mínimo costo global en la red.

Por lo anterior, lo que se hace, dada la facilidad que provee la automatización del proceso, es correr muchas iteraciones (se consideró 10 iteraciones de optimización de repartos y 5 de desfases) y seleccionar de entre ellas aquella que arrojó los menores costos globales en la red SATURN.

Dado que ambos programas de SATURN, SATED y SATOFF no corren simultáneamente (el primero corre dentro del módulo P1X y el segundo desde la línea de comando), se procedió de la siguiente manera:

i) Codificada la red, se itera optimizando los repartos de los semáforos, es decir, se asigna y luego se optimiza los repartos con los flujos asignados y con estos nuevos repartos se vuelve a asignar. Este procedimiento se realizó 10 veces para cada red/período/corte temporal.

ii) De las 10 corridas se elige la que entregó los resultados globales más bajos.

iii) Se itera 5 veces optimizando los desfases.

iv) Se elige el resultado con costos más bajos (representados por la demora total en la red en PCU-h/h).

v) La corrida elegida en el punto anterior representa el resultado final, sobre el cual se analizó los niveles de saturación que presentan las intersecciones semaforizadas en la red. Si existen nodos que presentan sobre saturación, se procedió a repetir todo el proceso de optimización pero aumentando el tiempo de ciclo de la o las redes que presentaron semáforos sobre saturados.

Los análisis con la modelación de tránsito se llevaron a cabo en dos cortes temporales: el primer año de operación del proyecto (año 2016) y el décimo año (2025). No obstante, durante dicho proceso se constató para el período punta mañana la sobre saturación de la red en el año 2025, razón por la cual el corte temporal para dicho período se fijó en el año 2020. En el caso del período punta tarde, si bien el modelo de asignación no arrojó una situación extrema de saturación, en el proceso de microsimulación realizado para la alternativa anteproyectada (ver sección 11.2) se observó un muy alto nivel de congestión en el eje para este período en dicho corte temporal. Dado lo anterior, se tomó la decisión de modelarlo también en el año 2020, a fin de obtener una situación operacional que permita un análisis adecuado del diseño con microsimulación.

La problemática del período punta tarde se estima tiene su origen en los inicios de la modelación de dicho período. El proceso de calibración de este período consideró, tal como lo disponían las bases de licitación del estudio, como matriz a priori una obtenida de las matrices Estraus del período punta tarde. Al realizar el “corte” de dicha matriz punta tarde al área de análisis de este estudio, se obtuvo como resultado directo una matriz con menos de la mitad de los viajes (34 mil viajes/h) de la matriz punta mañana (72 mil viajes/h) e incluso menos viajes que la matriz a priori para el período fuera de punta (51 mil viajes/h).

El proceso de calibración de la matriz punta tarde llevo el total a 50 mil viajes/h reproduciendo correctamente los conteos de flujo y tiempos de viaje en el eje Vivaceta y en su entorno inmediato, pero aun así el total obtenido se considera igualmente bajo.

La modelación de la punta tarde en 2025, si bien arrojó resultados de costos y beneficios razonablemente consistentes, se acordó descartala dado los resultados obtenidos en la microsimulación. Por ello, se modeló el año 2020, en el cual fue posible realizar un

análisis apropiado de la operación del eje, ya que se estima que este período reproduce adecuadamente la situación del eje y su entorno inmediato, pero presenta más incertidumbres en la periferia de la red.

Finalmente, dado que ambos períodos punta se modelaron en esta etapa en el corte temporal 2020, se consideró también que el período fuera de punta se modelara en dicho corte. Esto significa que dado que todos los períodos fueron modelados en el mismo corte temporal, no aplica utilizar la metodología para modificar los factores de expansión de beneficios, manteniéndose en este caso en 2020 los mismos factores determinados para el 2016.

Por último, es importante mencionar que el diseño del eje en la Alternativa N°4 sufrió modificaciones en el desarrollo del anteproyecto, tomando en cuenta los comentarios y observaciones manifestados por las distintas instituciones que conforman la contraparte del estudio. Estas modificaciones responden a que se cumplan en forma estricta diversos criterios normativos y de diseño, además de otros aspectos solicitados por los organismos. En general estas modificaciones se tratan en eliminar algunas aperturas de la mediana; eliminar el ramal de viraje proyectado desde 14 de la Fama a calle Cañete (por abarcar un terreno de expropiación mayor a la faja normada); la semaforización de la intersección Vivaceta con Hipódromo Chile y la definición de que las calles Altamirano y Las Enredaderas operen con par vial.

Las modificaciones mencionadas fueron incorporadas en la modelación del proyecto y éste se corrió nuevamente en los 3 períodos y los 2 cortes temporales considerados en el análisis.

Por otra parte, la situación Base también se corrió nuevamente, debido a que a instancias de la UOCT se solicitó considerar en la intersección de 14 de la Fama con Vivaceta un diseño de fases del semáforo con 3 fases. Esto también se consideró en la situación con proyecto.

Todos los archivos de entrada y salida del modelo, así como las simulaciones intermedias correspondientes a la optimización de las programaciones de semáforos se entregan en el Anexo óptico en la carpeta 09. Modelación anteproyecto.

### 11.1.2 Resultados de costos de operación

a) Tiempo de viaje

En los cuadros siguientes se presenta los consumos físicos (h/h) y costos ($/h), para cada período considerado y tipo de vehículo, correspondientes al tiempo de viaje, tanto para la situación base como para la situación con proyecto.

Cuadro 11-1 Costos de tiempo de viaje, situación base 2016

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 8.188 | 11.463 | 16.231 |
| Bus | 27,60 | 258 | 7.113 | 10.072 |
| Bus Articulado | 48,30 | 42 | 2.020 | 2.860 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 174 | 471 | 667 |
| Camión Simple | 1,40 | 195 | 273 | 387 |
| Camión Articulado | 1,40 | 69 | 96 | 136 |
| | | | 21.436 | 30.353 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 4.399 | 6.159 | 8.721 |
| Bus | 18,30 | 165 | 3.018 | 4.273 |
| Bus Articulado | 26,70 | 32 | 867 | 1.228 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 134 | 349 | 494 |
| Camión Simple | 1,40 | 315 | 441 | 624 |
| Camión Articulado | 1,40 | 89 | 125 | 177 |
| | | | 10.958 | 15.517 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 5.370 | 8.055 | 11.406 |
| Bus | 24,70 | 220 | 5.427 | 7.684 |
| Bus Articulado | 36,20 | 41 | 1.479 | 2.095 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 114 | 273 | 387 |
| Camión Simple | 1,40 | 198 | 277 | 392 |
| Camión Articulado | 1,40 | 67 | 94 | 133 |
| | | | 15.605 | 22.096 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-2 Costos de tiempo de viaje, situación con proyecto 2016

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 8.149 | 11.409 | 16.154 |
| Bus | 27,60 | 255 | 7.042 | 9.971 |
| Bus Articulado | 48,30 | 42 | 2.016 | 2.855 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 174 | 470 | 665 |
| Camión Simple | 1,40 | 192 | 269 | 381 |
| Camión Articulado | 1,40 | 68 | 95 | 134 |
| | | | 21.299 | 30.160 |

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 4.362 | 6.106 | 8.647 |
| Bus | 18,30 | 164 | 3.002 | 4.251 |
| Bus Articulado | 26,70 | 33 | 869 | 1.231 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 134 | 347 | 492 |
| Camión Simple | 1,40 | 309 | 432 | 612 |
| Camión Articulado | 1,40 | 88 | 124 | 175 |
| | | | 10.881 | 15.407 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 5.292 | 7.938 | 11.240 |
| Bus | 24,70 | 217 | 5.369 | 7.602 |
| Bus Articulado | 36,20 | 41 | 1.474 | 2.088 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 113 | 272 | 385 |
| Camión Simple | 1,40 | 192 | 269 | 381 |
| Camión Articulado | 1,40 | 66 | 92 | 130 |
| | | | 15.414 | 21.826 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-3 Costos de tiempo de viaje, situación base 2020

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.327 | 15.858 | 22.456 |
| Bus | 27,60 | 327 | 9.026 | 12.780 |
| Bus Articulado | 48,30 | 50 | 2.435 | 3.448 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 218 | 587 | 832 |
| Camión Simple | 1,40 | 276 | 386 | 546 |
| Camión Articulado | 1,40 | 104 | 145 | 206 |
| | | | 28.438 | 40.268 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 5.133 | 7.186 | 10.176 |
| Bus | 18,30 | 183 | 3.358 | 4.754 |
| Bus Articulado | 26,70 | 36 | 973 | 1.378 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 151 | 392 | 554 |
| Camión Simple | 1,40 | 385 | 539 | 763 |
| Camión Articulado | 1,40 | 112 | 156 | 221 |
| | | | 12.603 | 17.847 |

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 6.473 | 9.710 | 13.750 |
| Bus | 24,70 | 255 | 6.293 | 8.910 |
| Bus Articulado | 36,20 | 46 | 1.677 | 2.375 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 131 | 314 | 445 |
| Camión Simple | 1,40 | 252 | 352 | 499 |
| Camión Articulado | 1,40 | 86 | 121 | 171 |
| | | | 18.468 | 26.151 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-4 Costos de tiempo de viaje, situación con proyecto 2020

| Período/Tipo veh | [pax/veh] | [veh-h/h] | [pax-h/h] | [M$/h] |
|---|---|---|---|---|
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 1,40 | 11.107 | 15.550 | 22.019 |
| Bus | 27,60 | 326 | 8.996 | 12.739 |
| Bus Articulado | 48,30 | 50 | 2.405 | 3.406 |
| Taxi Colectivo | 2,70 | 214 | 579 | 819 |
| Camión Simple | 1,40 | 270 | 378 | 535 |
| Camión Articulado | 1,40 | 98 | 137 | 193 |
| | | | 28.045 | 39.712 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 1,40 | 5.106 | 7.149 | 10.123 |
| Bus | 18,30 | 184 | 3.370 | 4.771 |
| Bus Articulado | 26,70 | 37 | 981 | 1.389 |
| Taxi Colectivo | 2,60 | 152 | 395 | 560 |
| Camión Simple | 1,40 | 378 | 530 | 750 |
| Camión Articulado | 1,40 | 111 | 155 | 220 |
| | | | 12.579 | 17.812 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 1,50 | 6.356 | 9.534 | 13.500 |
| Bus | 24,70 | 246 | 6.071 | 8.597 |
| Bus Articulado | 36,20 | 46 | 1.674 | 2.370 |
| Taxi Colectivo | 2,40 | 129 | 309 | 437 |
| Camión Simple | 1,40 | 242 | 339 | 479 |
| Camión Articulado | 1,40 | 83 | 116 | 164 |
| | | | 18.042 | 25.548 |

Fuente: Elaboración Propia

b) Combustible

El costo de combustible se divide en 3 componentes: en movimiento, en ralentí y por detenciones. En los cuadros siguientes se presentan los resultados obtenidos en unidades físicas (l/h) y costos ($/h), para cada período considerado y tipo de vehículo.

Cuadro 11-5 Costo combustible en movimiento, situación base

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 26.944 | 12.771 | 31.581 | 14.969 |
| Bus | 2.298 | 1.103 | 2.489 | 1.195 |
| Bus Articulado | 507 | 244 | 550 | 264 |
| Taxi Colectivo | 366 | 173 | 396 | 188 |
| Camión Simple | 1.373 | 659 | 1.637 | 786 |
| Camión Articulado | 2.538 | 1.218 | 3.025 | 1.452 |
| | 34.026 | 16.169 | 39.678 | 18.853 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 16.903 | 8.012 | 19.629 | 9.304 |
| Bus | 1.609 | 772 | 1.743 | 837 |
| Bus Articulado | 410 | 197 | 445 | 213 |
| Taxi Colectivo | 331 | 157 | 359 | 170 |
| Camión Simple | 2.572 | 1.234 | 3.066 | 1.471 |
| Camión Articulado | 4.065 | 1.951 | 4.847 | 2.327 |
| | 25.891 | 12.324 | 30.089 | 14.323 |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 17.803 | 8.439 | 20.184 | 9.567 |
| Bus | 2.300 | 1.104 | 2.492 | 1.196 |
| Bus Articulado | 538 | 258 | 583 | 280 |
| Taxi Colectivo | 279 | 132 | 303 | 143 |
| Camión Simple | 1.590 | 763 | 1.895 | 910 |
| Camión Articulado | 2.815 | 1.351 | 3.356 | 1.611 |
| | 25.325 | 12.047 | 28.813 | 13.707 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-6 Costo combustible en movimiento, situación con proyecto

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 26.863 | 12.733 | 31.493 | 14.928 |
| Auto | 2.296 | 1.102 | 2.487 | 1.194 |
| Bus | 508 | 244 | 550 | 264 |
| Bus Articulado | 366 | 173 | 396 | 188 |
| Taxi Colectivo | 1.368 | 656 | 1.630 | 782 |
| Camión Simple | 2.539 | 1.219 | 3.026 | 1.452 |
| Camión Articulado | 33.939 | 16.127 | 39.582 | 18.808 |
| | | | | |

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Fuera de Punta | 16.810 | 7.968 | 19.558 | 9.271 |
| Auto | 1.608 | 772 | 1.742 | 836 |
| Bus | 411 | 197 | 445 | 213 |
| Bus Articulado | 331 | 157 | 359 | 170 |
| Taxi Colectivo | 2.562 | 1.230 | 3.053 | 1.466 |
| Camión Simple | 4.066 | 1.952 | 4.846 | 2.326 |
| Camión Articulado | 25.788 | 12.275 | 30.003 | 14.282 |
| | | | | |
| Punta Tarde | 17.619 | 8.351 | 20.054 | 9.506 |
| Auto | 2.298 | 1.103 | 2.489 | 1.195 |
| Bus | 538 | 258 | 583 | 280 |
| Bus Articulado | 279 | 132 | 302 | 143 |
| Taxi Colectivo | 1.582 | 760 | 1.886 | 905 |
| Camión Simple | 2.814 | 1.351 | 3.354 | 1.610 |
| Camión Articulado | 25.130 | 11.955 | 28.668 | 13.638 |
| | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-7 Costo combustible en ralentí, situación base

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | | | | |
| Auto | 2.127 | 1.008 | 4.285 | 2.031 |
| Bus | 140 | 67 | 252 | 121 |
| Bus Articulado | 17 | 8 | 29 | 14 |
| Taxi Colectivo | 46 | 22 | 80 | 38 |
| Camión Simple | 81 | 39 | 189 | 91 |
| Camión Articulado | 35 | 17 | 88 | 42 |
| | 2.446 | 1.161 | 4.923 | 2.337 |
| Fuera de Punta | | | | |
| Auto | 481 | 228 | 712 | 337 |
| Bus | 34 | 16 | 48 | 23 |
| Bus Articulado | 8 | 4 | 12 | 6 |
| Taxi Colectivo | 15 | 7 | 22 | 10 |
| Camión Simple | 69 | 33 | 105 | 50 |
| Camión Articulado | 15 | 7 | 30 | 14 |
| | 623 | 296 | 927 | 441 |

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Tarde | | | | |
| Auto | 974 | 462 | 1.510 | 716 |
| Bus | 69 | 33 | 111 | 53 |
| Bus Articulado | 11 | 5 | 16 | 8 |
| Taxi Colectivo | 13 | 6 | 22 | 10 |
| Camión Simple | 48 | 23 | 93 | 44 |
| Camión Articulado | 31 | 15 | 50 | 24 |
| | 1.145 | 544 | 1.803 | 856 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-8 Costo combustible en ralentí, situación con proyecto

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.108 | 999 | 4.098 | 1.942 |
| Auto | 135 | 65 | 252 | 121 |
| Bus | 17 | 8 | 28 | 13 |
| Bus Articulado | 45 | 22 | 76 | 36 |
| Taxi Colectivo | 80 | 38 | 183 | 88 |
| Camión Simple | 33 | 16 | 75 | 36 |
| Camión Articulado | 2.418 | 1.148 | 4.712 | 2.237 |
| | | | | |
| Fuera de Punta | 479 | 227 | 729 | 346 |
| Auto | 32 | 16 | 49 | 23 |
| Bus | 8 | 4 | 12 | 6 |
| Bus Articulado | 14 | 7 | 23 | 11 |
| Taxi Colectivo | 65 | 31 | 100 | 48 |
| Camión Simple | 14 | 7 | 28 | 14 |
| Camión Articulado | 612 | 291 | 941 | 447 |
| | | | | |
| Punta Tarde | 928 | 440 | 1.420 | 673 |
| Auto | 65 | 31 | 90 | 43 |
| Bus | 10 | 5 | 15 | 7 |
| Bus Articulado | 11 | 5 | 18 | 8 |
| Taxi Colectivo | 45 | 22 | 80 | 38 |
| Camión Simple | 28 | 14 | 44 | 21 |
| Camión Articulado | 1.087 | 516 | 1.666 | 791 |
| | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-9 Costo combustible por detenciones, situación base

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.742 | 1.299 | 3.583 | 1.698 |
| Fuera de Punta | 1.823 | 864 | 2.126 | 1.008 |
| Punta Tarde | 2.145 | 1.017 | 2.719 | 1.289 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 11-10 Costo combustible por detenciones, situación con proyecto

| Período/Tipo veh | 2016 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|
| | [l/h] | [M$/h] | [l/h] | [M$/h] |
| Punta Mañana | 2.723 | 1.291 | 3.520 | 1.668 |
| Fuera de Punta | 1.824 | 865 | 2.091 | 991 |
| Punta Tarde | 2.123 | 1.006 | 2.642 | 1.252 |

Fuente: Elaboración Propia

## 11.2 Microsimulación

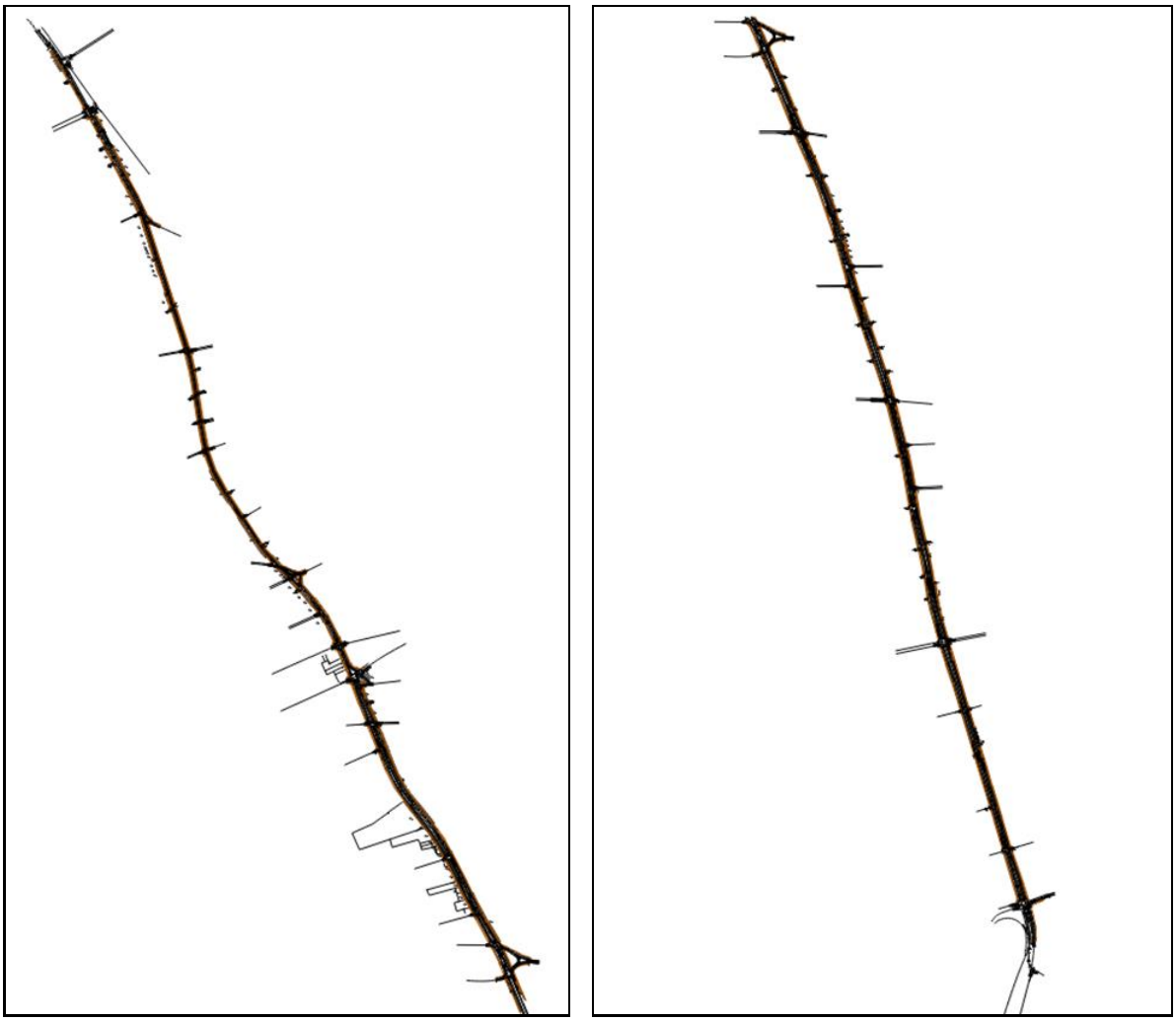
### 11.2.1 Modelación

Como apoyo al diseño del eje Vivaceta se realizó una microsimulación con el modelo AIMSUN versión 8.02 para los períodos punta mañana (año 2020) y, en un inicio, en la punta tarde (año 2025), pero luego se desechó ese corte temporal y se simuló la punta tarde en el año 2020.

Se codificó el eje completo considerando los flujos, recorridos de buses y programaciones de los semáforos obtenidas de la simulación con el modelo de asignación SATURN.

En la figura siguiente se muestra el eje simulado.

Figura 11-1 Esquema red de microsimulación AIMSUN



Para esta microsimulación se utilizó como parámetros de comportamiento y características de los vehículos los valores obtenidos en el estudio “Análisis y Desarrollo Plan Maestro de Infraestructura para el sector Ex San Diego". MIDEPLAN- SECTRA (2006). Sin perjuicio de esto, en dicho estudio no se consideraron todos los tipos de vehículos modelados en el presente estudio, razón por la que se asimilaron y ajustaron algunos de sus parámetros para poder ser simulados en forma explícita. En los cuadros siguientes se presentan los valores de parámetros considerados.

Cuadro 11-11 Parámetros automóvil

| Nombre | Media | Desviación | Mín. | Máx. | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Largo | 4,65 | 0,51 | 3,68 | 5,81 | m |
| Ancho | 1,68 | 0,08 | 1,48 | 1,86 | m |
| Velocidad máxima deseada | 60 | 10 | 50 | 70 | Km/h |
| Aceleración máxima | 2,2 | 0,26 | 1,76 | 2,81 | $m/s^2$ |
| Desaceleración normal | 2,4 | 0,69 | 1,76 | 5,38 | $m/s^2$ |
| Desaceleración máxima | 6 | 0,5 | 5 | 7 | $m/s^2$ |
| Aceptación de velocidad | 1,0 | 0,15 | 0,73 | 1,24 | |
| Distancia mínima entre vehículos | 1,7 | 0,87 | 0,5 | 6,0 | m |
| Sensibilidad | 1 | 0 | 1 | 1 | |

Cuadro 11-12 Parámetros bus

| Nombre | Media | Desviación | Mín. | Máx. | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Largo | 12,0 | 0 | 12,0 | 12,0 | m |
| Ancho | 2,3 | 0,2 | 2,1 | 2,5 | m |
| Velocidad máxima deseada | 50,0 | 10,0 | 32,0 | 74,0 | Km/h |
| Aceleración máxima | 1,72 | 0,59 | 1,11 | 4,17 | $m/s^2$ |
| Desaceleración normal | 2,85 | 0,64 | 1,94 | 4,72 | $m/s^2$ |
| Desaceleración máxima | 5 | 2 | 4,5 | 8 | $m/s^2$ |
| Aceptación de velocidad | 1,0 | 0,21 | 0,64 | 1,47 | |
| Distancia mínima entre vehículos | 1,46 | 0,74 | 0,30 | 4,00 | m |
| Sensibilidad | 1 | 0 | 1 | 1 | |

Cuadro 11-13 Parámetros bus articulado

| Nombre | Media | Desviación | Mín. | Máx. | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Largo | 18,0 | 0 | 18,0 | 18,0 | m |
| Ancho | 2,55 | 0 | 2,55 | 2,55 | m |
| Velocidad máxima deseada | 50,0 | 10,0 | 32,0 | 74,0 | Km/h |
| Aceleración máxima | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 3,0 | $m/s^2$ |
| Desaceleración normal | 2,85 | 0,64 | 1,94 | 4,72 | $m/s^2$ |
| Desaceleración máxima | 5 | 2 | 4,5 | 8 | $m/s^2$ |
| Aceptación de velocidad | 1,0 | 0,21 | 0,64 | 1,47 | |
| Distancia mínima entre vehículos | 1,46 | 0,74 | 0,30 | 4,00 | m |
| Sensibilidad | 1 | 0 | 1 | 1 | |

Cuadro 11-14 Parámetros taxi colectivo

| Nombre | Media | Desviación | Mín. | Máx. | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Largo | 4,65 | 0,51 | 3,68 | 5,81 | m |
| Ancho | 1,68 | 0,08 | 1,48 | 1,86 | m |
| Velocidad máxima deseada | 60 | 10 | 50 | 70 | Km/h |
| Aceleración máxima | 2,2 | 0,26 | 1,76 | 2,81 | $m/s^2$ |
| Desaceleración normal | 2,4 | 0,69 | 1,76 | 5,38 | $m/s^2$ |
| Desaceleración máxima | 6 | 0,5 | 5 | 7 | $m/s^2$ |
| Aceptación de velocidad | 1,0 | 0,15 | 0,73 | 1,24 | |
| Distancia mínima entre vehículos | 1,7 | 0,87 | 0,5 | 6,0 | m |
| Sensibilidad | 1 | 0 | 1 | 1 | |

Cuadro 11-15 Parámetros camión simple

| Nombre | Media | Desviación | Mín. | Máx. | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Largo | 8,0 | 2 | 6,0 | 10,0 | m |
| Ancho | 2,0 | 0,2 | 1,8 | 2,3 | m |
| Velocidad máxima deseada | 60,0 | 10,0 | 50,0 | 70,0 | Km/h |
| Aceleración máxima | 1,5 | 0,5 | 0,6 | 1,8 | $m/s^2$ |
| Desaceleración normal | 3,5 | 1,0 | 2,5 | 4,8 | $m/s^2$ |
| Desaceleración máxima | 5 | 0,5 | 4,0 | 6 | $m/s^2$ |
| Aceptación de velocidad | 1,2 | 0, 1 | 1,0 | 1,5 | |
| Distancia mínima entre vehículos | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 2,5 | m |
| Sensibilidad | 1 | 0 | 1 | 1 | |

Cuadro 11-16 Parámetros camión articulado

| Nombre | Media | Desviación | Mín. | Máx. | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| Largo | 15,0 | 2 | 14,0 | 18,0 | m |
| Ancho | 2,4 | 0,2 | 2,3 | 2,6 | m |
| Velocidad máxima deseada | 50,0 | 10,0 | 50,0 | 50,0 | Km/h |
| Aceleración máxima | 1,3 | 0,4 | 0,6 | 1,5 | $m/s^2$ |
| Desaceleración normal | 3,5 | 1,0 | 2,5 | 4,8 | $m/s^2$ |
| Desaceleración máxima | 5 | 0,5 | 4,0 | 6 | $m/s^2$ |
| Aceptación de velocidad | 1,2 | 0, 1 | 1,0 | 1,5 | |
| Distancia mínima entre vehículos | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 2,5 | m |
| Sensibilidad | 1 | 0 | 1 | 1 | |

Cuadro 11-17 Parámetros globales AIMSUN

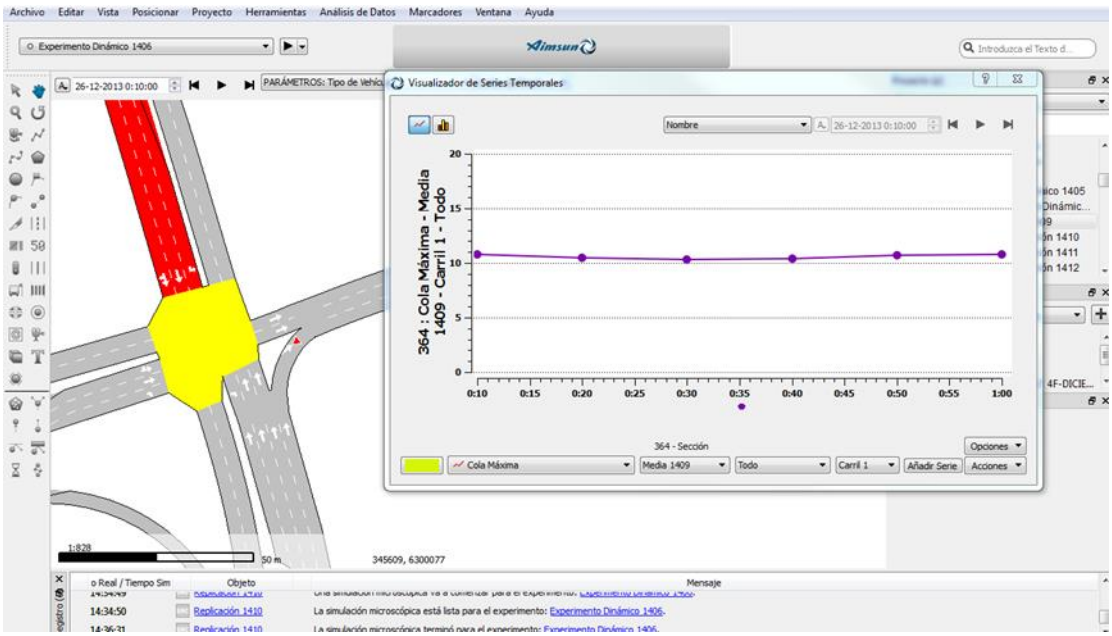
| GLOBALES | Auto | Bus | Bus Art. | Tx. Col. | C. simple | C. Art. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiempo de Reacción (TR) | 0,75 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,75 | 0,75 |
| Tiempo de Reacción en Reposo (TRS) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,35 | 1,35 |

### 11.2.2 Simulación punta mañana

A partir de la microsimulación de la punta mañana del año 2020 se analizó la operación del eje constatando que presenta un nivel de servicio adecuado, a pesar de corresponder a una situación cercana a la saturación. Cabe señalar que la saturación de la red de asignación modelada par este estudio en este período en años posteriores no necesariamente se presenta en el eje Vivaceta, existiendo otros ejes altamente saturados como Av. Independencia y las calles locales de la Autopista Norte – Sur, en particular la caletera oriente.

El análisis de las distintas intersecciones del eje en este período mostró una circulación razonablemente fluida, y en particular se analizaron las pistas de viraje dispuestas a lo largo del eje. En dicho análisis, se constató que las longitudes de las pistas de viraje diseñadas eran adecuadas, con la sola excepción de la pista para virar desde el norte al oriente en Vivaceta con Aníbal Pinto. El flujo asignado a dicho viraje alcanzó los 501 veh/h más los flujos correspondientes a rutas fijas (buses, taxis colectivos y camiones), aunque estos últimos no son muy relevantes. En la figura siguiente se puede apreciar que la cola media máxima en la pista de viraje alcanza del orden de 11 vehículos. Siendo la mayoría del flujo de vehículos livianos, dicha cola puede ser bien acomodada en una pista de 65 a 70 m de longitud.

Figura 11-2 Longitud cola media máxima pista viraje N-O Aníbal Pinto / Vivaceta




El diseño inicial para dicha pista era de una longitud de 40 m, lo cual era insuficiente y generaba que ella se desbordara reduciendo significativamente la capacidad del acceso.

En el cuadro siguiente se muestra el resultado obtenido para las otras pistas de viraje en el eje.

Cuadro 11-18 Análisis longitud de pistas de viraje

| Intersección | Pista | Long. Cola máx. veh | Longitud pista m | Verificación |
|---|---|---|---|---|
| Vivaceta / Bezanilla | N-O | 2 | 40 | Ok. |
| Vivaceta / San Luis | N-O | 5 | 50 | Ok. |
| Vivaceta / Gamero | S-P | 2 | 40 | Ok. |
| Vivaceta / Nva. De Matte | N-O | 8 | 45 | Ok. |
| Vivaceta / Nva. De Matte | S-P | 4 | 45 | Ok. |
| Vivaceta / Altamirano / H. Chile | N-O | 5 | 30 | Ok. |
| Vivaceta / Las Enredaderas /H. Chile | S-P | 2 | 20 | Ok. |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en las figuras siguientes se muestran diversas vistas de la operación del eje, todas en torno a los 30 min de simulación.

Figura 11-3 Vivaceta / Anibal Pinto

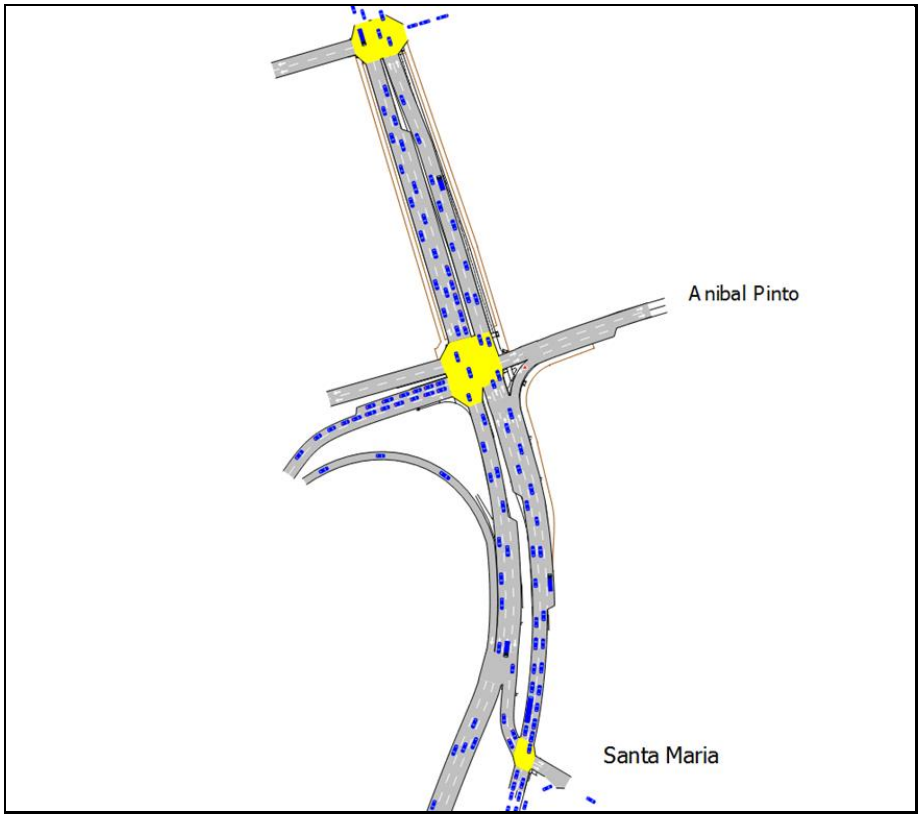


Figura 11-4 Vivaceta / Gamero

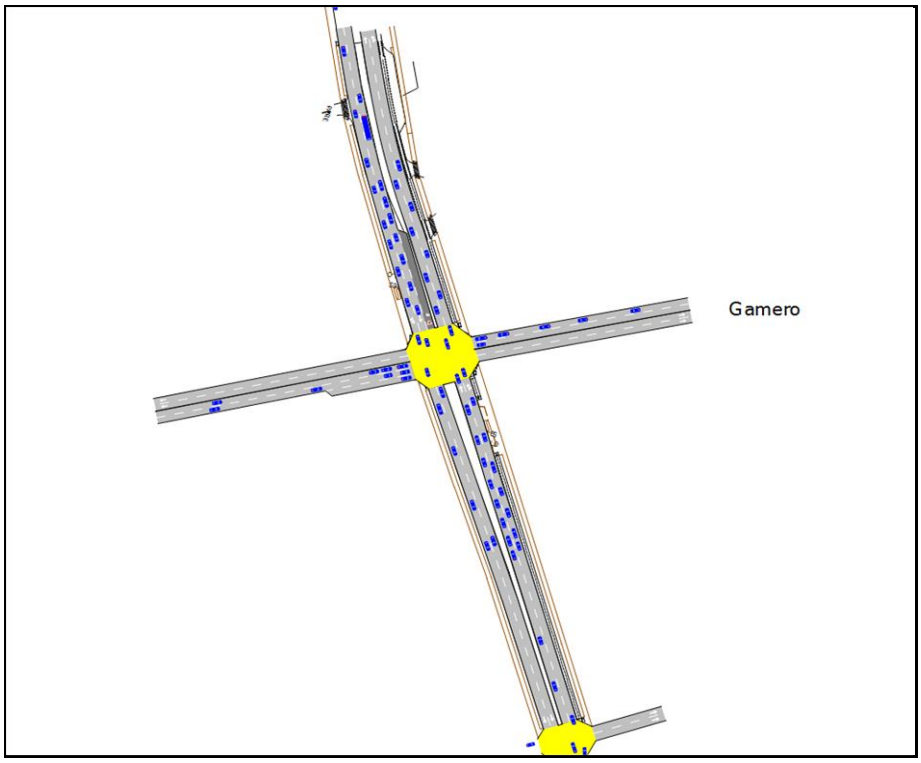



Figura 11-5 Vivaceta / Domingo Santa María

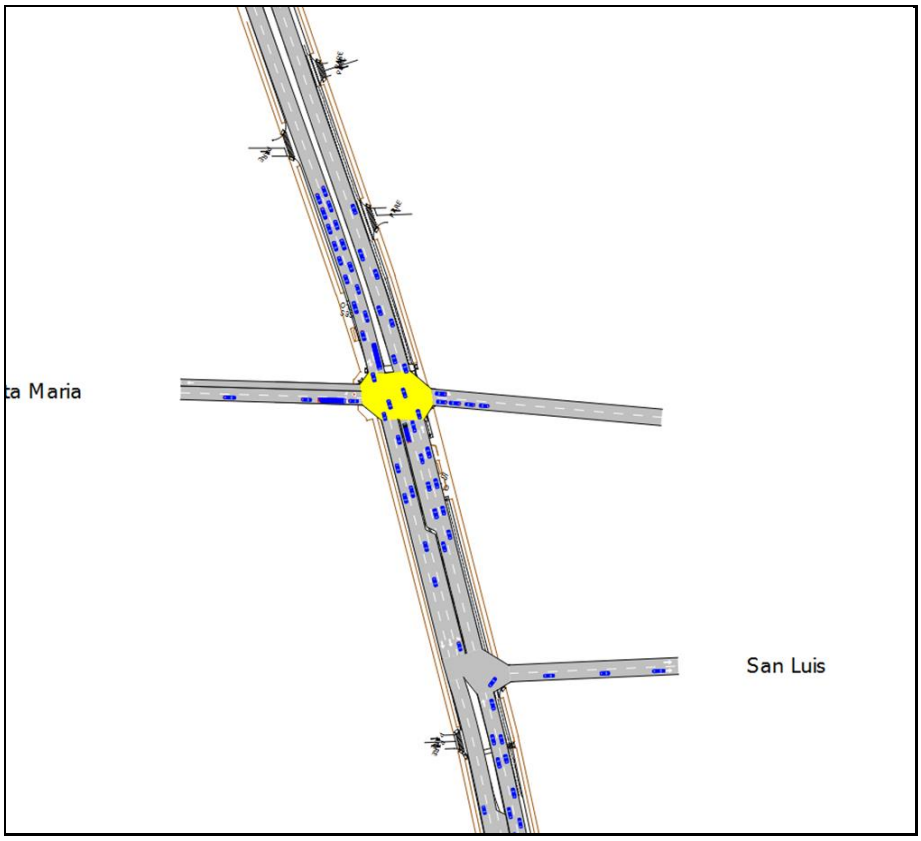


Figura 11-6 Vivaceta / Hipódromo Chile

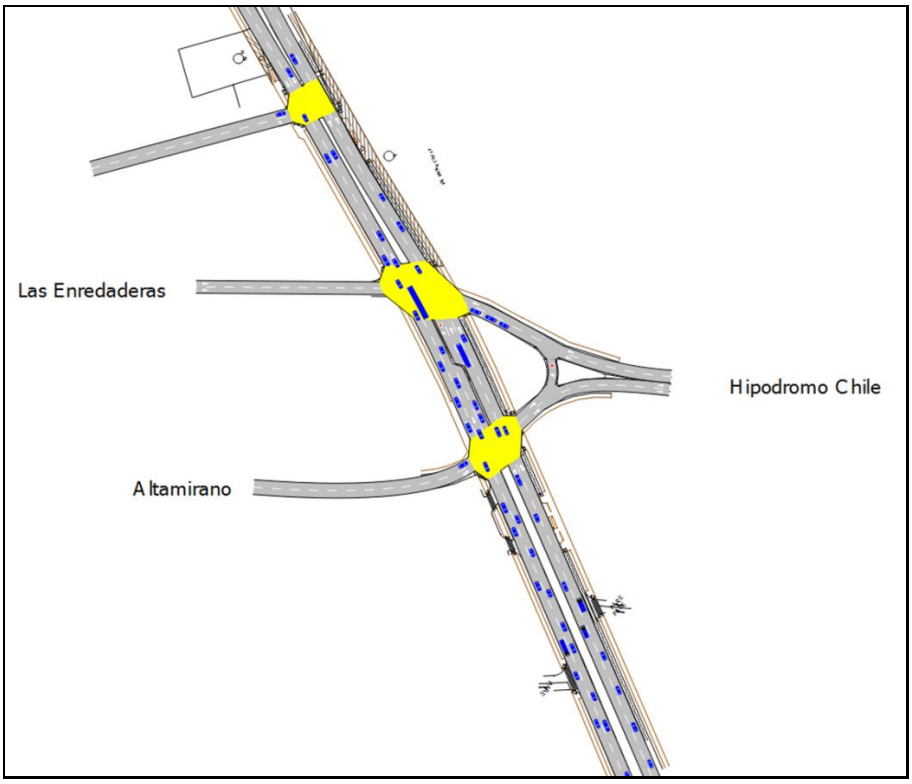
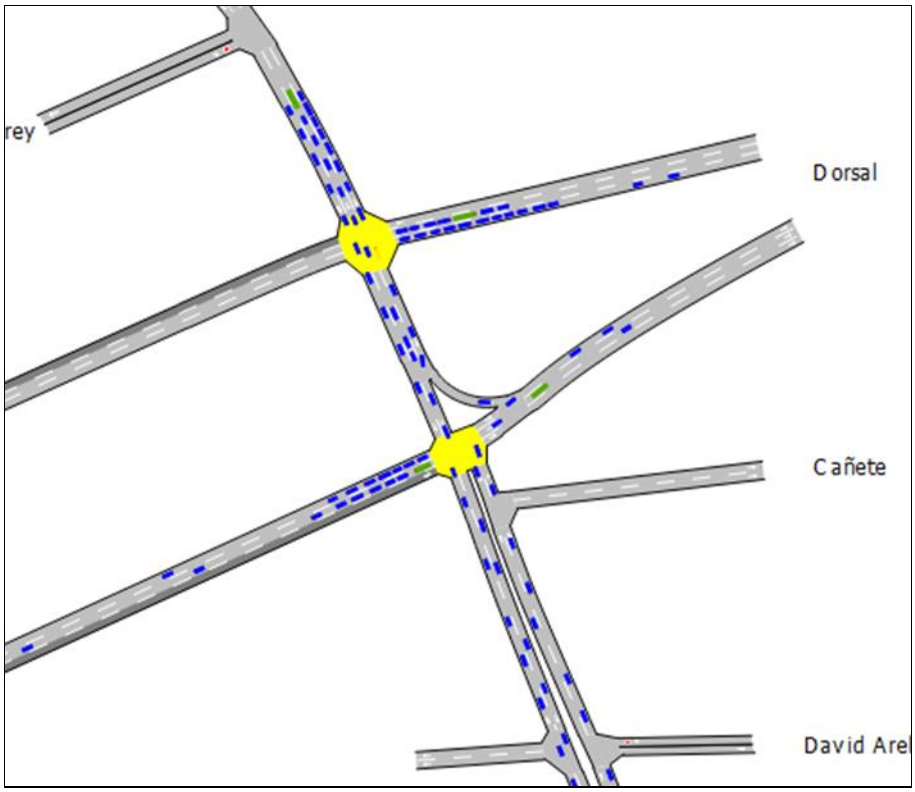
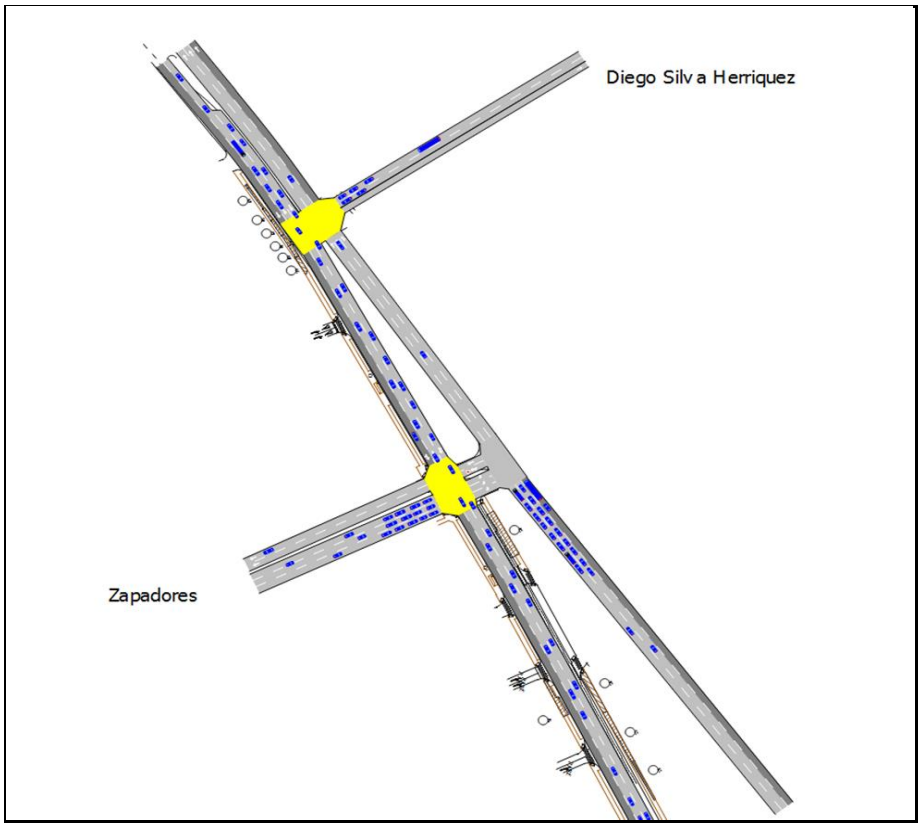



Figura 11-7 Vivaceta / Dorsal



En Vivaceta con Dorsal, la microsimulación mostró una falta de capacidad por el acceso norte (Roma) que producía una cola importante. Esto se resolvió modificando en la microsimulación el reparto (dándole más verde a Vivaceta Norte) y una variación en el desfase que hace que para ambos nodos el verde de Vivaceta se otorgue más simultáneamente. Lo anterior fue suficiente para lograr la operación que se muestra en la figura anterior.

Figura 11-8 Vivaceta / Zapadores / Diego Silva




Los archivos de modelación AIMSUN se entregan en el Anexo DVD en el directorio “09. Modelación anteproyecto/AIMSUN” en el archivo vivaceta_pm20.ang.

### 11.2.3 Simulación punta tarde

En la simulación del período punta tarde en el año 2025, los resultados fueron radicalmente distintos a los obtenidos en la punta mañana. La microsimulación mostró un alto nivel de congestión en todo el eje Vivaceta.

No se presenta un mayor análisis de este período en dicho corte temporal, ya que a partir de estos resultados se tomó la decisión de considerar un corte temporal anterior para este período en la modelación y evaluación del proyecto.

Por lo anterior, el análisis del diseño con microsimulación se realizó para la punta tarde en el año 2020. En general, la operación se aprecia cargada pero fluida, no presentando problemas en las pistas cortas, toda vez que en este período los flujos de viraje a la izquierda son significativamente más bajos que en la punta mañana.

A continuación, en las figuras siguientes se muestran diversas vistas de la operación del eje, todas en torno a los 30 min de simulación.

Figura 11-9 Vivaceta / Anibal Pinto – Santa María

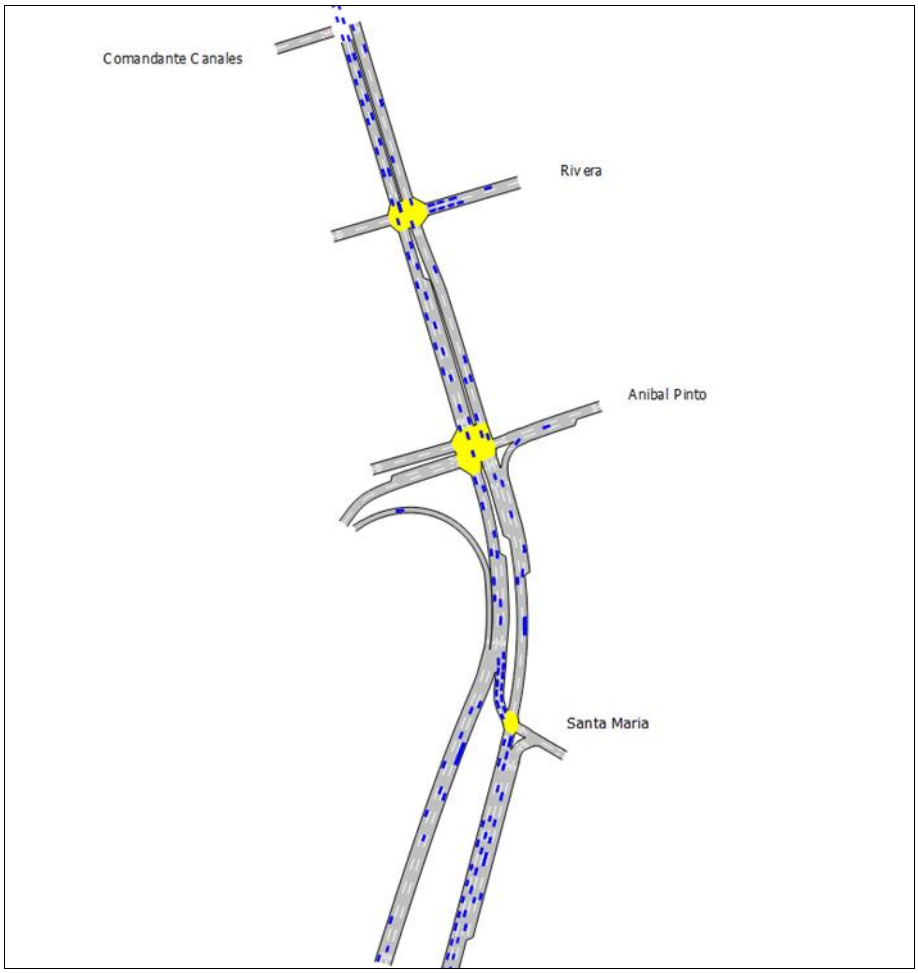


Figura 11-10 Vivaceta / Gamero

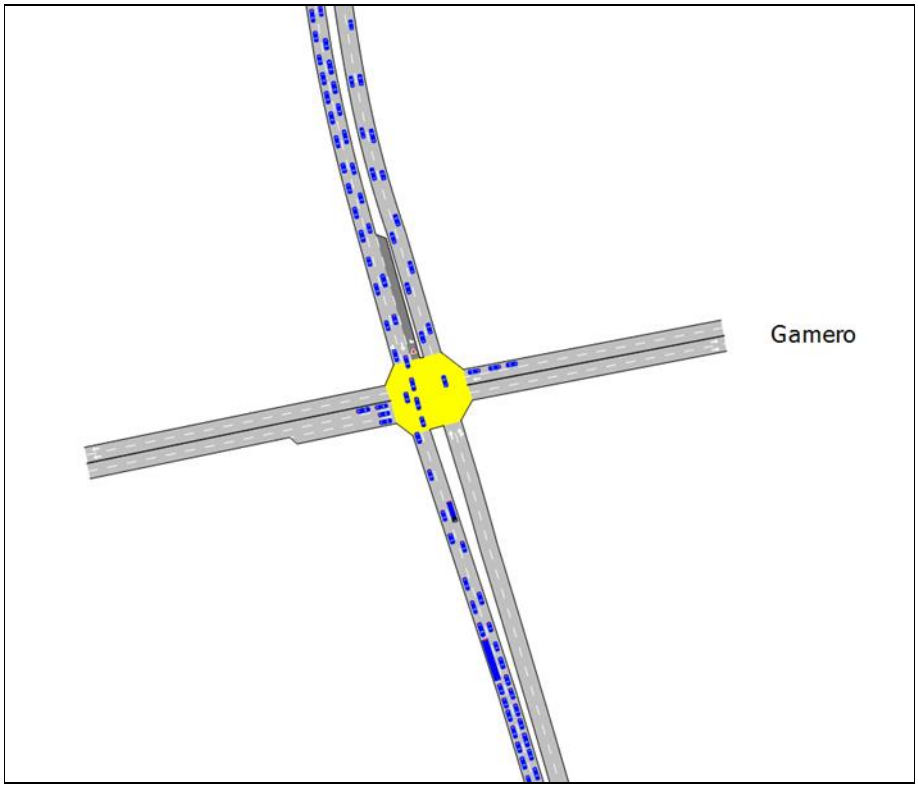



Figura 11-11 Vivaceta / Domingo Santa María

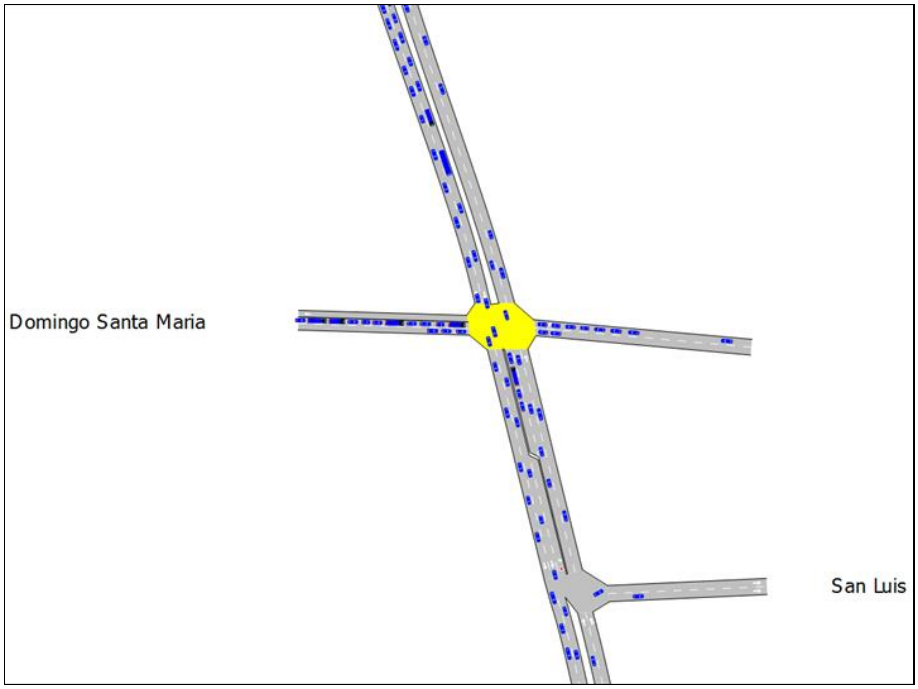


Figura 11-12 Vivaceta / Hipódromo Chile

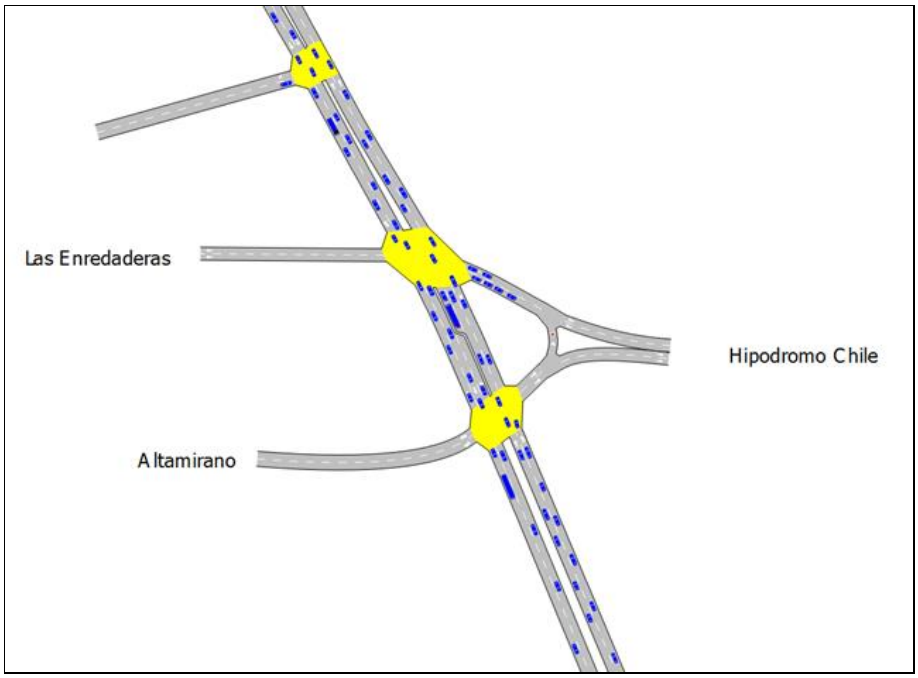



Figura 11-13 Vivaceta / Dorsal

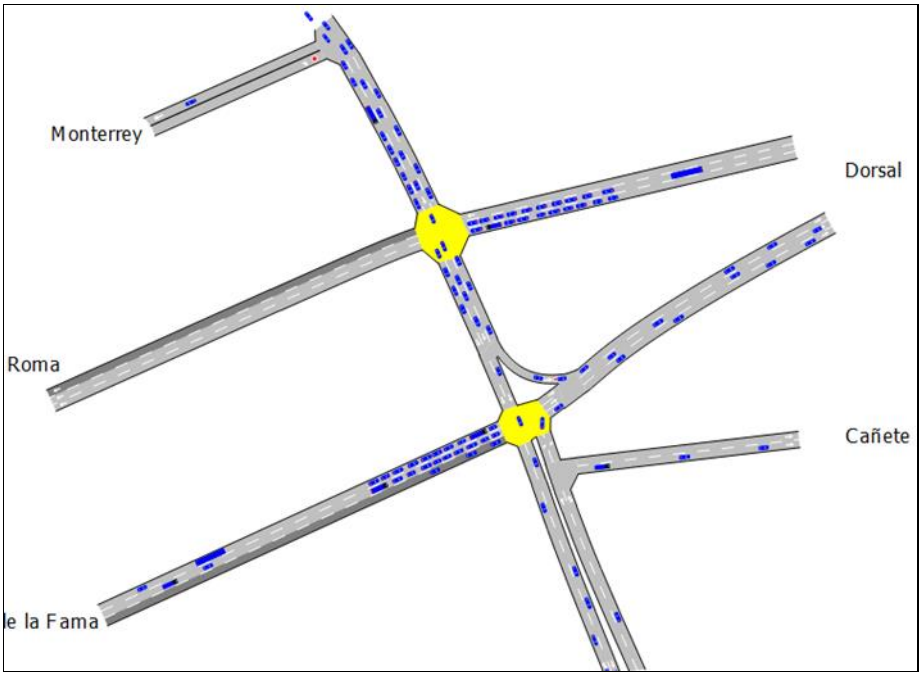
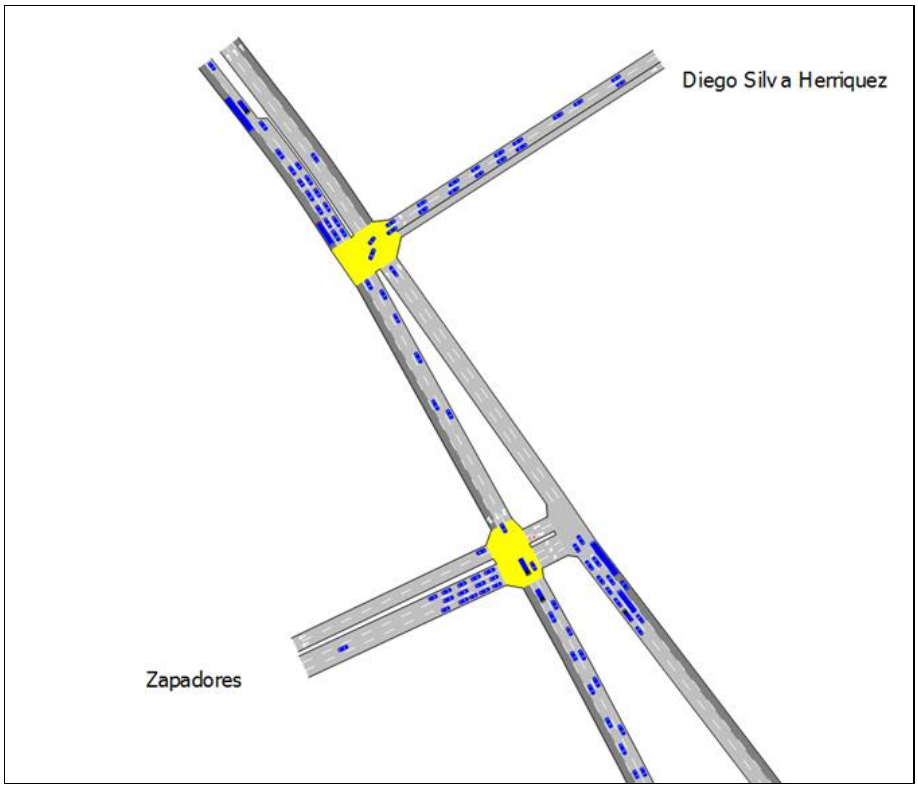


Figura 11-14 Vivaceta / Zapadores / Diego Silva




Los archivos de modelación AIMSUN se entregan en el Anexo CD en el directorio “09. Modelación anteproyecto/AIMSUN” en el archivo vivaceta_pt20.ang.

# 12 Evaluación social del anteproyecto

## 12.1 Costos de inversión social y valor residual

Los montos de inversión privada y social del anteproyecto, ejecutada en asfalto y en hormigón, se entregan en el cuadro siguiente. Adicionalmente se entrega el valor residual, valor estimado de acuerdo al MESPIVU y minuta metodológica actualizada emitida por SECTRA y minutas posteriores (que considera movimiento de tierras si corresponde, expropiaciones y modificación de servicios).

Cuadro 12-1: Monto de inversión y valor residual anteproyecto (UF)

| Descripción | ASFALTO | | | HORMIGÓN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Monto privado | Monto social | Valor año 20 | Monto privado | Monto social | Valor año 20 |
| Preparación del área de trabajo | 19.267 | 14.463 | 0 | 19.267 | 14.463 | 0 |
| Movimiento de tierras | 13.307 | 9.561 | 0 | 13.307 | 9.561 | 0 |
| Capas granulares | 19.331 | 14.999 | 0 | 9.353 | 7.206 | 0 |
| Revestimientos y pavimentos | 162.409 | 123.376 | 0 | 196.609 | 149.209 | 0 |
| Drenaje y protección de la faja | 57.160 | 42.838 | 0 | 57.160 | 42.838 | 0 |
| Elementos de control y seguridad | 40.532 | 26.127 | 0 | 40.532 | 26.127 | 0 |
| Obras complementarias | 182.123 | 135.398 | 79.930 | 182.863 | 135.950 | 79.930 |
| Expropiaciones | 233.164 | 233.164 | 233.164 | 233.164 | 233.164 | 233.164 |
| **TOTAL** | **727.293** | **599.926** | **313.094** | **752.255** | **618.517** | **313.094** |

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de precios sociales, se utilizó la versión actualizada de monomios de precios unitarios por partida emitida por el Ministerio de Desarrollo Social y entregada por SECTRA. El valor año 20 que se presenta en los cuadros corresponde al valor remanente de las obras, constituido por el 100% del valor de las expropiaciones y servicios al año 20 de operación. Este valor representa la parte de la inversión que no se requiere para repetir el proyecto por un nuevo período de 20 años.

Los cálculos que dan origen a estos resúmenes se presentan en el directorio “08. Anteproyecto\11. Costos de Inversión anteproyecto” en el Anexo Digital.

## 12.2 Determinación de beneficios

### 12.2.1 Factores de expansión

Los factores de expansión por período se determinaron a partir de la metodología expuesta en el MESPIVU, para el primer año de operación.

Dado que la evaluación del anteproyecto se realizó considerando para todos los períodos de análisis el corte temporal 2020, los factores de expansión son los mismos que para el primer año de operación (2016).

### 12.2.2 Proyección de beneficios

La proyección de los beneficios es el proceso a través del cual se estiman, a partir de los resultados de los cortes temporales simulados, los beneficios del proyecto para todo el horizonte de evaluación (20 años).

El procedimiento normal es el de simular el primer y décimo año, determinar los beneficios anuales para esos dos cortes temporales e interpolar y extrapolar linealmente para obtener los beneficios para el resto de los años. Sin embargo, cuando se produce la saturación de la situación base en algún período antes del año 10, es necesario adoptar otros criterios para proyectar los beneficios.

En efecto, teóricamente cuando una red se satura significa que se ha alcanzado la capacidad de la red y ya no puede acomodar los crecimientos de la demanda dentro de la hora de simulación, es decir, a partir de ese momento la demanda en la hora representativa ya no puede crecer más. Sin embargo, esto no significa que la demanda del período ya no crezca, si no que ésta será servida en un número mayor de horas. En otras palabras, a partir del momento de saturación de un período lo que crece es el factor de expansión de dicho período, de manera tal que la demanda total anual sigue creciendo a las tasas estimadas.

Cabe notar que el aumento del factor de expansión es producto del cambio de horario de algunos viajes del período que se saturó (se adelantan o atrasan, ampliando la duración del período). También es posible que frente a la saturación algunos viajes prefieran cambiar de modo o, si son opcionales, no realizarse o hacerlo en otro período, pero estos casos se estiman poco significativos por lo que no se tomaron en cuenta.

En el presente estudio, la situación base presentó saturación en el período punta mañana y punta tarde al año 10 (2025), por lo que se decidió simular el segundo corte temporal en el año 2020 para los 3 períodos de análisis.

Para obtener los beneficios para cada año del horizonte de evaluación del proyecto se interpoló linealmente entre los cortes temporales 2016 y 2020. Entre el año 2021 y 2025 se consideró conservadoramente como crecimiento de los beneficios la mitad de la tasa anual resultante entre los dos cortes temporales modelados y posterior al año 10 (2025) se consideró los beneficios constantes. Todo lo anterior de acuerdo con las minutas metodológicas emitidas por el MDS.

### 12.2.3 Beneficios anuales provenientes del tránsito

Los beneficios anuales se obtienen de la diferencia de los costos expandidos de la situación base y el proyecto. Los costos estimados por período y tipo de vehículo, así como el cálculo de beneficios anuales se entregan en el Anexo DVD directorio "10.Evaluación anteproyecto", en la planilla "Evaluación Vivaceta-Anteproyecto.xlsx".

## 12.3 Indicadores de rentabilidad social

En los cuadros siguientes se entrega los flujos de caja de la evaluación social realizada para el proyecto, considerando la solución con pavimento de hormigón y de asfalto.

Cuadro 12-2 Evaluación social proyecto, asfalto

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -13.702.749 | | | | | 0 | -13.702.749 |
| 2016 | | 88.249.825 | 69.745.514 | 87.565.038 | 69.425.747 | 1.004.554 | 1.004.554 |
| 2017 | | | | | | 1.038.690 | 1.038.690 |
| 2018 | | | | | | 1.072.827 | 1.072.827 |
| 2019 | | | | | | 1.106.964 | 1.106.964 |
| 2020 | | 104.364.991 | 82.029.463 | 103.607.823 | 81.645.530 | 1.141.101 | 1.141.101 |
| 2021 | | | | | | 1.158.169 | 1.158.169 |
| 2022 | | | | | | 1.175.237 | 1.175.237 |
| 2023 | | | | | | 1.192.306 | 1.192.306 |
| 2024 | | | | | | 1.209.374 | 1.209.374 |
| 2025 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2026 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2027 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2028 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2029 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2030 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2031 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2032 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2033 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2034 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2035 | 7.151.302 | | | | | 1.226.442 | 8.377.744 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 1.713.902 |
| | | | | | | TIR | 7,3% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12-3 Evaluación social proyecto, hormigón

| Año | Inversión | Costo Base | | Costo Proyecto | | Beneficio | Flujo de Caja |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tiempo | Combustible | Tiempo | Combustible | | |
| | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] | [M$] |
| 2015 | -14.127.401 | | | | | 0 | -14.127.401 |
| 2016 | | 88.249.825 | 69.745.514 | 87.565.038 | 69.425.747 | 1.004.554 | 1.004.554 |
| 2017 | | | | | | 1.038.690 | 1.038.690 |
| 2018 | | | | | | 1.072.827 | 1.072.827 |
| 2019 | | | | | | 1.106.964 | 1.106.964 |
| 2020 | | 104.364.991 | 82.029.463 | 103.607.823 | 81.645.530 | 1.141.101 | 1.141.101 |
| 2021 | | | | | | 1.158.169 | 1.158.169 |
| 2022 | | | | | | 1.175.237 | 1.175.237 |
| 2023 | | | | | | 1.192.306 | 1.192.306 |
| 2024 | | | | | | 1.209.374 | 1.209.374 |
| 2025 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2026 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2027 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2028 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2029 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2030 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2031 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2032 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2033 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2034 | | | | | | 1.226.442 | 1.226.442 |
| 2035 | 7.151.302 | | | | | 1.226.442 | 8.377.744 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | VAN | 1.313.286 |
| | | | | | | TIR | 7,0% |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la evaluación muestran que el proyecto es socialmente rentable.

## 12.4 Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad de los indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando las variaciones que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 12-4 Sensibilización Indicadores de rentabilidad

| Variable | Descripción | Asfalto | Hormigón |
|---|---|---|---|
| +20% Inversión | VAN (M$) | -450.803 | -931.542 |
| | TIR (%) | 5,7% | 5,4% |
| -20% Beneficios | VAN (M$) | -793.584 | -1.194.199 |
| | TIR (%) | 5,4% | 5,1% |
| +20% Inversión -20% Beneficios | VAN (M$) | -2.958.289 | -3.439.028 |
| | TIR (%) | 4,1% | 3,8% |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los resultados de los indicadores de rentabilidad del proyecto resultan negativos para todos los casos sensibilizados.

Todos los cálculos para la estimación de beneficios, indicadores de rentabilidad y sensibilizaciones se entregan en la planilla “Evaluación Vivaceta-Anteproyecto.xlxs” en el CD adjunto en la carpeta 10. Evaluación anteproyecto.