



SECTRA

Ministerio de Transportes
y Telecomunicaciones

Gobierno de Chile

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTIAGO: NUEVA LICITACIÓN DE BUSES 2022

**Área PITP
SECTRA**

Febrero, 2020

CONTENIDO

■	CONTENIDO	2
■	INTRODUCCIÓN	4
■	METODOLOGÍA.....	5
■	DEFINICIONES GENERALES	6
	3.1. Área de Análisis	6
	3.2. Períodos de Análisis	6
	3.3. Modos considerados	6
	3.4. Categorías de usuario.....	7
	3.5. Propósitos de viaje	7
	3.6. Definición de Escenarios	8
■	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA	9
■	SITUACIÓN ACTUAL 2020	11
	5.1. Red de modelación.....	11
	a. Transporte Público Masivo.....	11
	b. Vías Exclusivas	12
	c. Corredores.....	12
	d. Pistas Sólo Bus.....	13
	e. Unidades de Negocio	16
	5.2. Demanda	20
	5.3. Resultados principales.....	20
	a. Partición Modal Período AM Ampliado de 2 horas.....	20
	b. Partición Modal Período AM1 (1 hora)	21
	c. Indicadores Globales de Niveles de Servicio Período AM1.....	21
	d. Etapas de Viaje Período AM1	21
	e. Flujo de pasajeros en buses	22
	f. Resultados por Unidad de Negocio	24
■	ESCENARIO BASE 2022	25
	6.1. Red de Modelación	25
	6.2. Demanda	27
	a. Partición Modal Período AM Ampliado de (2 horas)	27
	b. Partición Modal Período AM1 (1 hora)	27
■	ESCENARIO RELICITACIÓN 2022	28
	7.1. Red de Modelación	28
	7.2. Demanda	37

■	RESULTADOS COMPARADOS.....	38
8.1.	Demanda e Indicadores globales de operación	38
8.2.	Etapas de Viaje Período.....	39
8.3.	Número de Servicios de Buses	40
8.4.	Kilómetros Totales de Cobertura	40
8.5.	Pasajeros Transportados	41
8.6.	Pasajeros Kilómetro	41
8.7.	Flota.....	41
8.8.	Buses Kilómetro	42
■	CONCLUSIONES	43
■	ANEXOS	44

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se realiza un análisis de los impactos que podrían provocar las modificaciones del Plan Operacional de Buses (PO) debido a la licitación de las Unidades de Negocio N°2 y N°5 al año 2022. Este estudio fue solicitado a la Secretaría de Planificación de Transportes (SECTRA) por el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM), requiriendo identificar el impacto en el sistema de transportes esperado en caso de establecerse la licitación de vías II, de acuerdo con lo establecido en el artículo 3° de la Ley N° 18.696.

Para ello, se contrastó la operación del sistema de transporte de Santiago al año 2022, incluyendo proyectos de infraestructura que estarán operativos a ese año (mejoras en ejes para el transporte público, AVOI y proyectos viales menores) y donde el Plan Operacional de buses es el vigente a marzo de 2020, frente a un escenario donde el Plan Operacional de buses es modificado al propuesto referencial de la licitación.

El escenario al año 2022 sin modificaciones al Plan Operacional de buses se denominó Escenario Base y al escenario con modificaciones producto de la nueva licitación, Escenario Relicitación.

El documento se estructura como sigue:

Tanto el Capítulo 2, Metodología, como el Capítulo 3, Definiciones Generales, entregan el marco general en el que se desarrolla el análisis.

El Capítulo 4, Estimación de Demanda, presenta las principales variables del escenario de desarrollo urbano considerado.

El Capítulo 5, Situación Actual 2020, presenta la estimación de demanda, redes y principales resultados del proceso de equilibrio oferta y demanda simulado con el modelo de transporte. Se muestran datos observados contra los cuales contrastar la bondad de ajuste de la herramienta utilizada en el análisis.

Los Capítulos 6 y 7 detallan las principales consideraciones en cuanto a la demanda y oferta, los proyectos de infraestructura que se consideran operativos y las modificaciones a los Planes Operacionales de Buses que aplican en cada uno de los Escenarios analizados al año 2022.

El Capítulo 8, Resultados Comparados, muestra los principales resultados e indicadores del proceso de equilibrio aplicado en cada escenario.

Finalmente, el Capítulo 9 presenta las principales conclusiones del análisis.

Respecto de los alcances de este documento, cabe señalar que la metodología y herramientas a utilizar permiten realizar análisis de carácter estratégico, por lo que los resultados deben ser interpretados en términos de diferencias que generan las modificaciones propuestas a nivel global, pero no son recomendable para la definición en detalle de servicios específicos de buses.

Asimismo, resulta importante destacar que el Programa de Operación y el diseño de servicios modelado, corresponde a una situación referencial consistente con las definiciones preliminares disponibles a la fecha. Por esto, los servicios modelados podrían sufrir cambios.

METODOLOGÍA

La metodología se basó en la utilizada en los análisis de sistemas de transporte de grandes ciudades, la que está inspirada en el enfoque general propuesto por Manheim¹, centrándose en la modelación de las relaciones de corto plazo entre el sistema de transporte T y el sistema de actividades A (la ciudad a la que el T sirve). Así, dado un sistema de actividades, que fija la demanda por servicios de transporte (generaciones y atracciones de viajes de personas), y dado un sistema de transporte (redes de infraestructura y de servicios con sus respectivas características operacionales) se predicen los patrones de flujos (viajes de personas, origen-destino y flujos en arcos) y los niveles de servicio de equilibrio resultantes en las diversas redes consideradas en la modelación.

El sistema de actividades está determinado por los escenarios de hogares y uso de suelo estimados para los años en que se efectúa el análisis y que se basan en la información recopilada en los siguientes estudios:

- Análisis Estratégico de Proyectos de Transporte Urbano, Etapa VI, OT7, SECTRA 2015.
- Análisis y desarrollo de escenarios de desarrollo urbano para el Gran Santiago, SECTRA 2015.
- Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012.
- CENSO 2017. Instituto Nacional de Estadísticas

El sistema de transporte considerado en cada escenario variará según las modificaciones a la red de Metro y Plan Operacional de buses que se desee analizar.

Dado que se estima que la entrada en operación de un proyecto estratégico dentro del sistema de transporte, como es la autopista Américo Vespucio Oriente tramo I, generaría cambios en la estructura de viajes del sistema, se decidió utilizar el modelo en su versión de equilibrio simultáneo oferta – demanda para el Escenario Base. Esto permitió también incorporar las dinámicas en los cambios de uso de suelo y hogares que se contemplan para la Región Metropolitana al año 2022.

Se estimó que las modificaciones al Plan Operacional de buses producto de la licitación sólo tendrán impactos a nivel de asignación de vehículos privados y pasajeros a la red por lo que se utilizó el modelo en su versión de equilibrio de oferta (Asignación Privado – Público MAITE) para el Escenario Relicitación.

Las redes de modelación contemplaron la utilización de una velocidad de operación fija para aquellos ejes con vialidad exclusiva para buses en la red de superficie (Pistas Sólo Bus, Vías Exclusivas, Corredores Segregados). Para las vías de tráfico mixto, la operación de los buses se obtiene a partir de la velocidad de vehículos privados, es decir, en estas vías la operación de los buses se ve afectada por la congestión provocada por vehículos livianos lo que permite incorporar efectos de disminución de velocidad producto del aumento de flujo vehicular.

Para los análisis se utilizó el software ESTRAUS en su versión 8.4.

¹ Manheim, M.L. (1979) Fundamentals of Transportation System Analysis. The MIT Press, Cambridge, Mass.

DEFINICIONES GENERALES

3.1. Área de Análisis

La herramienta de modelación utilizada contempló el área del Gran Santiago y su interacción con el resto de comunas de la Región Metropolitana (RM).

El área se subdividió en 762 zonas además de 7 zonas externas que representan viajes originados/atraídos por áreas fuera de la RM.

Para todas las comunas de la provincia de Santiago (32 comunas) y las comunas de Puente alto, Pirque, San Bernardo, Colina y Lampa se estiman viajes mediante un modelo de demanda de transporte.

Para las 14 comunas restantes de la región Metropolitana (Tiltil, Padre Hurtado, Buin, Paine, Melipilla, Peñaflor, El Monte, Talagante, Isla de Maipo, San José, Calera de Tango, Alhué, Curacaví, María Pinto) y las 7 zonas fuera de la RM, los viajes por modo privado o público se estimaron exógenamente y se imputaron directamente en la etapa de asignación.

3.2. Períodos de Análisis

Los análisis se efectuaron para 1 período, Período Punta Mañana (período AM).

El período modelado consideró dos horas de extensión, 07:00 a 09:00 horas, que representa el período con más viajes totales dentro de un día laboral normal.

Este período AM distingue a su vez 2 sub horarios de 1 hora cada uno:

- Horario AM1, que representa la hora de mayor número de viajes dentro del período AM ampliado, que a partir de la EOD2012 es la comprendida entre las 07:00 y 08:00 horas.
- Horario AM2, que representa la hora de menor número de viajes dentro del período AM, que permite considerar la posibilidad de elección horaria en la etapa de demanda.

3.3. Modos considerados

La modelación contempló viajes inter-zonales en los siguientes modos de transporte:

- Caminata
- Autochofer
- Autoacompañante
- Taxi
- Taxi Colectivo
- Transporte Público

Donde Transporte Público incluyó viajes en los modos metro, tren, buses integrados, buses no integrados y combinaciones entre estos modos.

3.4. Categorías de usuario

Los hogares se desagregaron en 13 categorías que resultan del cruce entre 5 categorías de ingreso y 3 niveles de tasa de motorización. Como indica el cuadro siguiente:

Tabla 1. Categorías de usuario

	Sin Auto	Un auto	Dos o más autos
Ingreso Bajo	1	2	
Ingreso Medio Bajo	3	4	
Ingreso Medio	5	6	7
Ingreso Medio Alto	8	9	10
Ingreso Alto	11	12	13

Fuente: Análisis y Actualización del modelo Estraus; SECTRA, 2005

Los límites superior e inferior y el ingreso medio mensual de cada categoría están descritos en la tabla siguiente:

Tabla 2. Niveles de Ingreso de los Hogares (\$2017)

	Límite Inferior	Límite Superior	Ingreso Medio	Tasa salarial /hr
Ingreso Bajo	-	\$249.848	\$168.414	\$842
Ingreso Medio Bajo	\$249.848	\$499.697	\$377.094	\$2.095
Ingreso Medio	\$499.697	\$999.394	\$714.451	\$3.969
Ingreso Medio Alto	\$999.394	\$1.998.787	\$1.341.575	\$7.453
Ingreso Alto	\$1.998.787	-	\$3.583.887	\$19.910

Fuente: Sectra 2020

Los valores de tasa salarial, así como otros valores monetarios fueron ingresados al modelo de transporte expresando los montos en \$ de 2001, para lo cual se utilizó un factor de actualización de 1.629.

Para cada nivel de ingreso, la probabilidad de tenencia de auto está descrita en el cuadro siguiente:

Tabla 3. Probabilidad de tenencia de auto, según ingreso

	Sin Auto	Un auto	Dos o más autos
Ingreso Bajo	0,873	0,112	0,015
Ingreso Medio Bajo	0,834	0,148	0,018
Ingreso Medio	0,589	0,365	0,046
Ingreso Medio Alto	0,323	0,621	0,056
Ingreso Alto	0,181	0,666	0,153

Fuente: EODH 2012

3.5. Propósitos de viaje

Para la estimación de la demanda se utilizaron modelos que distinguen entre 4 propósitos de viaje:

- Trabajo
- Estudio 1: Básico y medio
- Estudio 2: Superior
- Otros

3.6. Definición de Escenarios

a. Situación Actual 2020

Situación actual del sistema, con demanda estimada para el año 2020. Considera red actual vigente con todas sus estaciones, incluyendo Líneas 3 y 6, y Plan Operacional de Marzo de 2020. Se analizó con Equilibrio Simultáneo.

b. Escenario Base

Situación proyectada del sistema, con demanda estimada para el año 2022. Considera red actual vigente con todas sus estaciones, Autopista Américo Vespucio Oriente tramo I. Se analizó con Equilibrio Simultáneo.

c. Escenario Relicitación

Situación proyectada del sistema, con demanda estimada para el año 2022. Considera red actual vigente con todas sus estaciones, Autopista Américo Vespucio Oriente tramo I. Plan Operacional Modificado producto de la nueva licitación del Sistema de Buses. Se analizó con Asignación bimodal, considerando demanda estimada en Escenario Base.

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

La estimación de la demanda total que enfrenta el sistema de transporte se basó en la aplicación de los últimos modelos de Generación y Atracción de viajes definidos para la RM, que utilizan como variables explicativas el escenario de desarrollo urbano propuesto para el área de análisis.

Los últimos modelos disponibles se encuentran detallados en el Análisis Estratégico de Proyectos de Transporte Urbano, Etapa V, OT7, SECTRA 2015.

Los totales de viaje por propósito estimados al año 2012 fueron ponderados por un factor que permite replicar los totales observados en la Encuesta Origen Destino de Hogares (EODH) de ese año, factor que se replica para las estimaciones de los cortes temporales siguientes (2017, 2030). Así, el crecimiento global de la demanda queda explicado fundamentalmente por el aumento del número de hogares de la RM.

A partir de la información generada por diversos estudios de SECTRA se tienen estimaciones del desarrollo urbano más probable para la RM, así como una estimación de cada una de las principales variables explicativas de viajes del sistema. Estas estimaciones recogen información proveniente de los siguientes estudios:

- Análisis Estratégico de Proyectos de Transporte Urbano, Etapa V, OT7, SECTRA 2015.
- Análisis y desarrollo de escenarios de desarrollo urbano para el Gran Santiago, SECTRA 2015.
- Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012.
- CENSO 2017. Instituto Nacional de Estadísticas

En el contexto del Plan Maestro de Santiago 2030, se genera un nuevo escenario de desarrollo urbano, con variables para los cortes temporales 2017 y 2030. Los cortes temporales para los años 2020 y 2022 son interpolaciones de los años antes mencionados. Las principales variables explicativas de la demanda de viajes se resumen en el siguiente cuadro.

Tabla 4. Resumen Variables Escenario de Desarrollo Urbano

		Año			
		2017	2020	2022	2030
Hogares RM	Total	2.238.179	2.326.965	2.423.176	2.827.457
Hogares RM 37	Ingreso Bajo	299.879	275.856	262.950	216.113
	Ingreso Medio Bajo	560.922	557.161	561.912	560.417
	Ingreso Medio	732.370	778.618	818.663	971.435
	Ingreso Medio Alto	406.665	449.134	490.134	688.238
	Ingreso Alto	238.343	266.197	289.517	391.254
	Total	2.238.179	2.326.965	2.423.176	2.827.457
	Ingreso Promedio (\$2017)	976.254	1.018.240	1.046.651	1.155.562
Superficie Construida [m²]	Comercio	15.258.401	15.948.622	16.422.911	18.448.868
	Educación	8.472.293	9.057.936	9.457.790	11.132.607
	Habitación	154.526.499	162.905.224	168.693.316	193.687.966
	Industria	13.018.488	13.491.762	13.807.277	15.069.340
	Servicios	16.465.348	17.378.119	18.014.575	20.802.187
	Otros	7.148.430	7.534.061	7.801.819	8.970.036
	Sin considerar	32.460.129	34.216.695	35.449.012	40.936.336
	Total	214.889.459	226.315.724	234.197.688	268.111.004
Matrículas	Básica	726.043	715.351	715.694	719.748
	Media	367.326	346.739	355.722	372.901
	Superior	499.877	563.596	564.846	579.743
	Totales	1.593.246	1.625.686	1.636.262	1.672.392

Fuente: SECTRA 2020.

5.1. Red de modelación

Para el año 2020 se consideraron los proyectos operativos a ese año. El proyecto más relevante AVO Tramo I.

En el caso de la operación de buses del Sistema Integrado, se adoptó el Plan Operacional de marzo de 2020 proporcionado por DTPM.

A continuación, se detallan las principales características operacionales consideradas en los servicios de transporte público masivo (metro, metrotrén) y en los ejes de superficie que contemplan condiciones de operación preferente para transporte público. Para estos ejes, la velocidad de operación se considera fija, es decir, no se ve afectada por la congestión provocada por el flujo de vehículos livianos. Dicha velocidad fue proporcionada por DTPM según los datos más recientes recogidos mediante los sistemas GPS de la flota de buses operativa.

a. Transporte Público Masivo

Tabla 5. Características Operacionales Servicio de Transporte Masivo

Línea	Estación Inicio	Estación Terminal	Intervalo [min]	Capacidad Tren [Pax/Tren]	Capacidad Línea [Pax/Hr]	Tiempo [min]	Distancia [km]	Atractividad [min/km]
Línea 1 Vía 1	San Pablo	Manquehue	3,5	1.490	25.543	36,5	16,9	1,3
Línea 1 Vía 2	Manquehue	San Pablo	3,5	1.490	25.543	33,8	16,9	1,3
Línea 1 Bucle Vía 1	Pajaritos	Los Dominicos	3,5	1.490	25.543	37,1	17,2	1,3
Línea 1 Bucle Vía 2	Los Dominicos	Pajaritos	3,5	1.490	25.543	33,3	17,2	1,3
Línea 2 Roja Vía 1	Vespucio Norte	Lo Espejo	6,3	1.230	11.714	30,6	19,6	2,0
Línea 2 Roja Vía 2	Lo Espejo	Vespucio Norte	6,3	1.230	11.714	31,5	19,6	0,4
Línea 2 Verde Vía 1	Vespucio Norte	Lo Espejo	6,3	1.230	11.714	30,6	19,6	2,0
Línea 2 Verde Vía 2	Lo Espejo	Vespucio Norte	6,3	1.230	11.714	31,6	19,6	0,4
Línea 3 Vía 1	Los Libertadores	Fdo Castillo Velasco	3,2	1.299	24.365	30,9	21,0	0,4
Línea 3 Vía 2	Fdo. Castillo Velasco	Los Libertadores	3,2	1.299	24.365	30,9	21,0	0,4
Línea 4 Roja Vía 1	Tobalaba	Plaza Puente Alto	5,2	1.580	18.231	37,4	22,9	1,0
Línea 4 Roja Vía 2	Plaza Puente Alto	Tobalaba	5,2	1.580	18.231	37,8	22,9	0,0
Línea 4 Verde Vía 1	Tobalaba	Plaza Puente Alto	5,2	1.580	18.231	35,3	22,9	1,0
Línea 4 Verde Vía 2	Plaza Puente Alto	Tobalaba	5,2	1.580	18.231	37,5	22,9	0,0
Línea 4A Vía 1	Vicuña Mackenna	La Cisterna	4,4	805	10.977	11,3	7,9	2,5
Línea 4A Vía 2	La Cisterna	Vicuña Mackenna	4,4	805	10.977	11,3	7,9	1,3
Línea 5 Verde Vía 1	Plaza Maipú	Vicente Valdés	4,8	1.170	14.625	47,8	29,5	0,4
Línea 5 Verde Vía 2	Vicente Valdés	Plaza Maipú	4,8	1.170	14.625	46,2	29,5	0,5
Línea 5 Roja Vía 1	Plaza Maipú	Vicente Valdés	4,8	1.170	14.625	47,7	29,5	0,4
Línea 5 Roja Vía 2	Vicente Valdés	Plaza Maipú	4,8	1.170	14.625	46,2	29,5	0,5
Línea 6 Vía 1	I. Goyenechea	Lo Errázuriz	4,0	1.210	18.150	22,6	14,1	1,0
Línea 6 Vía 2	Lo Errázuriz	I. Goyenechea	4,0	1.210	18.150	22,7	14,1	0,0
Metrotrén Nos NS	Estación Central	Nos	6,0	1000	10.000	25,2	20,3	0,0
Metrotrén Nos SN	Nos	Estación Central	6,0	1000	10.000	25,9	20,3	0,0
Metrotrén Rgua NS	Estación Central	Linderos	30,0	600	1.200	58,4	49,8	0,0
Metrotrén Rgua SN	Linderos	Estación Central	30,0	600	1.200	58,4	49,8	0,0

Fuente: SECTRA y Metro S.A. 2019.

b. Vías Exclusivas

Tabla 6. Características Operacionales Vías Exclusivas año 2020

Eje	Desde	Hasta	Sentido	Longitud [km]
Santa Rosa	Placer	Alameda	Al norte	3,6
Mac- Iver	Alameda	Cardenal Caro	Al norte	1
San Antonio	Ismael Valdés Vergara	Alameda	Al sur	1
San Francisco	Alameda	Placer	Al sur	3,6
Compañía/Merced	Manuel Rodríguez	Santa Lucía	Al oriente	1,5
Santo Domingo	Ismael Valdés Vergara	Manuel Rodríguez	Al poniente	1,4
José Joaquín Pérez	Teniente Cruz	Walker Martínez	Al oriente	4,3
San Pablo	La Estrella	Barros Arana	Al oriente	5,4
Irrarrázaval	Av. Ossa	General Bustamante	Al poniente	5,5
San Martín	Balmaceda	Alameda	Al sur	1,5

Fuente: DTPM

c. Corredores

Tabla 7. Características Operacionales Corredores de Buses año 2020

Eje	Desde	Hasta	Sentido	Longitud [km]
Grecia	Crescente Errázuriz	Avda. Diagonal Las Torres	Al Poniente	10,1
Grecia	Crescente Errázuriz	Avda. Diagonal Las Torres	Al Oriente	10,1
Santa Rosa	Carlos Silva Vildósola	Lo Ovalle	Al Sur	4,8
	Américo Vespucio	Acceso Sur	Al Sur	12
	Palena	Pintor Cicarelli	Al Norte	4,8
	Acceso Sur	Américo Vespucio	Al Norte	12
Los Pajaritos – Gladys Marín	Manuel Rivas Vicuña	Américo Vespucio	Al Poniente	4,8
	Presidente de Gaulle	Rey Gustavo Adolfo	Al Oriente	4,8
Los Pajaritos	La Colonia	Nueva O'Higgins	Al Sur	1,9
	Nueva San Martín	5 de Abril	Al Norte	1,9
Suiza –Las Rejas	Mailef	Porto Seguro	Al Sur	3,9
	Porto Seguro	Mailef	Al Norte	3,9
Vicuña Mackenna –Concha y Toro	Barón Pierre de Coubertin	Coquimbo	Al Sur	1,8
	Rodríguez Velasco	San Hugo	Al Sur	7,6
	Coquimbo	Eulogia Sánchez	Al Norte	1,8
	San Carlos	Anahí	Al Norte	8,5
Vicuña Mackenna –Concha y Toro	Av Matta	Vicente Valdés	Al Norte	8,2
	Vicente Valdés	Av Matta	Al Sur	8,2
Pedro Aguirre Cerda	Suiza	Américo Vespucio	Al Sur	4
	Américo Vespucio	Departamental	Al Norte	4
	Camino a Melipilla	Esquina Blanca	Al Sur	0,8
	Serafín Zamora	Las Torres	Al Norte	0,8
Camino Melipilla - 5 abril	Serafín Zamora	Primera Transversal	Al Poniente	2,1
	Primera Transversal	Serafín Zamora	Al Oriente	2,1
Jaime Guzmán	Jorge Hirmas	Bravo de Saravia	Al Oriente	2,6
	Bravo de Saravia	Jorge Hirmas	Al Poniente	2,6
Departamental	Gamma	General Velásquez	Al Poniente	2,6
	General Velásquez	Gamma	Al Oriente	2,6
	Tobalaba	Vicuña Mackenna	Al Poniente	4,7
	Vicuña Mackenna	Tobalaba	Al Oriente	4,7
Las Industrias	Yungay	Carlos Valdovinos	Al Norte	4,4
	Carlos Valdovinos	Yungay	Al Sur	4,4
Dorsal	Cardenal José María Caro	Fermín Vivaceta	Al Oriente	1,8
	Fermín Vivaceta	Cardenal José María Caro	Al Poniente	1,8
Manuel Antonio Matta	O'Higgins	Jaime Guzmán	Al Oriente	2,3
	Jaime Guzmán	O'Higgins	Al Poniente	2,3
Independencia	Dorsal	Santa María	Al Sur	4,1
	Santos Dummont	Dorsal	Al Norte	2,9
Rinconada	Las Naciones	Primera Transversal	Al Oriente	3,6
	Primera Transversal	Las Naciones	Al Poniente	3,6

Fuente: DTPM

d. Pistas Sólo Bus

Tabla 8. Características Pistas Sólo Bus año 2020

Eje	Desde	Hasta	Sentido	Longitud [km]
Alameda	Vicuña Mackenna	Las Rejas	Al Poniente	7,1
	Las Rejas	Vicuña Mackenna	Al Oriente	7,1
Eje José Pedro Alessandri – Macul	Av. Américo Vespucio	Irarrázaval	Al Norte	6,1
	Las Encinas	Av. Américo Vespucio	Al Sur	4,5
Eje Providencia – Nueva Providencia	General Bustamante	Av. Tobalaba	Al Oriente	4,1
	Av. Tobalaba	Vicuña Mackenna	Al Poniente	4,2
Av. Apoquindo	Av. Tobalaba	Av. Manquehue	Al Oriente	3,3
	Av. Manquehue	Av. Tobalaba	Al Poniente	3,3
San Diego	Placer	Tarapacá	Al Norte	3,1
Nataniel Cox	Olivares	Franklin	Al Sur	2,9
Gran Avenida Jose Miguel Carrera	Placer	Balmaceda	Al Sur	13,3
	Balmaceda	Placer	Al Norte	13,3
Av. Las Condes	Av. Manquehue	Pastor Fernández	Al Oriente	8,9
	Pastor Fernandez	Av. Manquehue	Al Poniente	9
Av. Los Pajaritos	Anunciación	5 de Abril	Al Sur	1,6
	5 de Abril	Anunciación	Al Norte	1,6
Av. Recoleta	Av. Américo Vespucio	Mario Neira	Al Sur	0,5
	Mario Neira	Av. Américo Vespucio	Al Norte	0,6
	Av. Zapadores	Av. Santa María	Al Sur	4,6
	Av. Santa María	Av. Zapadores	Al Norte	4,6
Av. San Pablo	Barros Arana	Teatinos	Al Oriente	3,7
Av. Los Leones	Sucre	Pio X	Al Norte	4
Av. Francisco Bilbao	Av. Tomás Moro	Vicuña Mackenna	Al Poniente	7,6
Av. Exposición	Alameda	Pedro Aguirre Cerda	Al Sur	2,2
Bascañan Guerrero	Ramón Subercaseaux	Alameda	Al Norte	2,3
Ramón Subercaseaux	Pedro Aguirre Cerda	Bascañan Guerrero	Al Oriente	0,8
Carmen	Curicó	Isabel Riquelme	Al Sur	3,3
Eje Sierra Bella – Lira	Isabel Riquelme	General Jofré	Al Norte	4,3
Avda. Américo Vespucio	Grecia	Príncipe de Gales	Al Norte	3,6
	Príncipe de Gales	Grecia	Al Sur	3,6
Jaime Guzmán – 14 de la Fama	Bravo de Saravia	Vivaceta	Al Oriente	1
Eje Roma – Jaime Guzmán	Vivaceta	Bravo de Saravia	Al Poniente	1
Lord Cochrane - Amunátegui	Tarapacá	General Mackenna	Al Norte	1,6
General Mackenna. Valdés Vergara	Teatinos	Miraflores	Al Oriente	1
Av. Matta	Vicuña Mackenna	Viel	Al poniente	2,8
	Viel	Vicuña Mackenna	Al Oriente	2,8
Blanco Encalada - Arica	Viel	Av. 5 de Abril	Al poniente	3,4
	Av. 5 de Abril	Viel	Al Oriente	3,4
Andes	Matucana	Ebner	Al Poniente	1,5
Mapocho	Walker Martínez	Barroso	Al Oriente	2,9
Escanilla - Colón	Gamero	Independencia	Al oriente	0,6
Santos Dumont - Gamero	La Paz	Vivaceta	Al Poniente	1,1
Freire	Esmeralda	Balmaceda	Al Norte	1,3
Urmeneta	Francisco	Aranda	Al Sur	0,7
Santa María-Balmaceda	Guzmán	Fajardo	Al Poniente	0,5
Santa María	Fajardo	Estrecho de Magallanes	Al Oriente	0,5
Av. Independencia	Av. Américo Vespucio	Asteroides	Al Sur	0,8
Av. Independencia	José Pérez Cotapos	General Prieto	Al Sur	4,0
Av. Independencia	Echeverría	José Pérez Cotapos	Al Norte	2,8
Av. Independencia	Dr. Asenjo	Av. Américo Vespucio	Al Norte	0,8
Av. Departamental	Santa Rosa	Vicuña Mackenna	Al Oriente	2,2
Av. Departamental	Vicuña Mackenna	Santa Rosa	Al Poniente	2,2

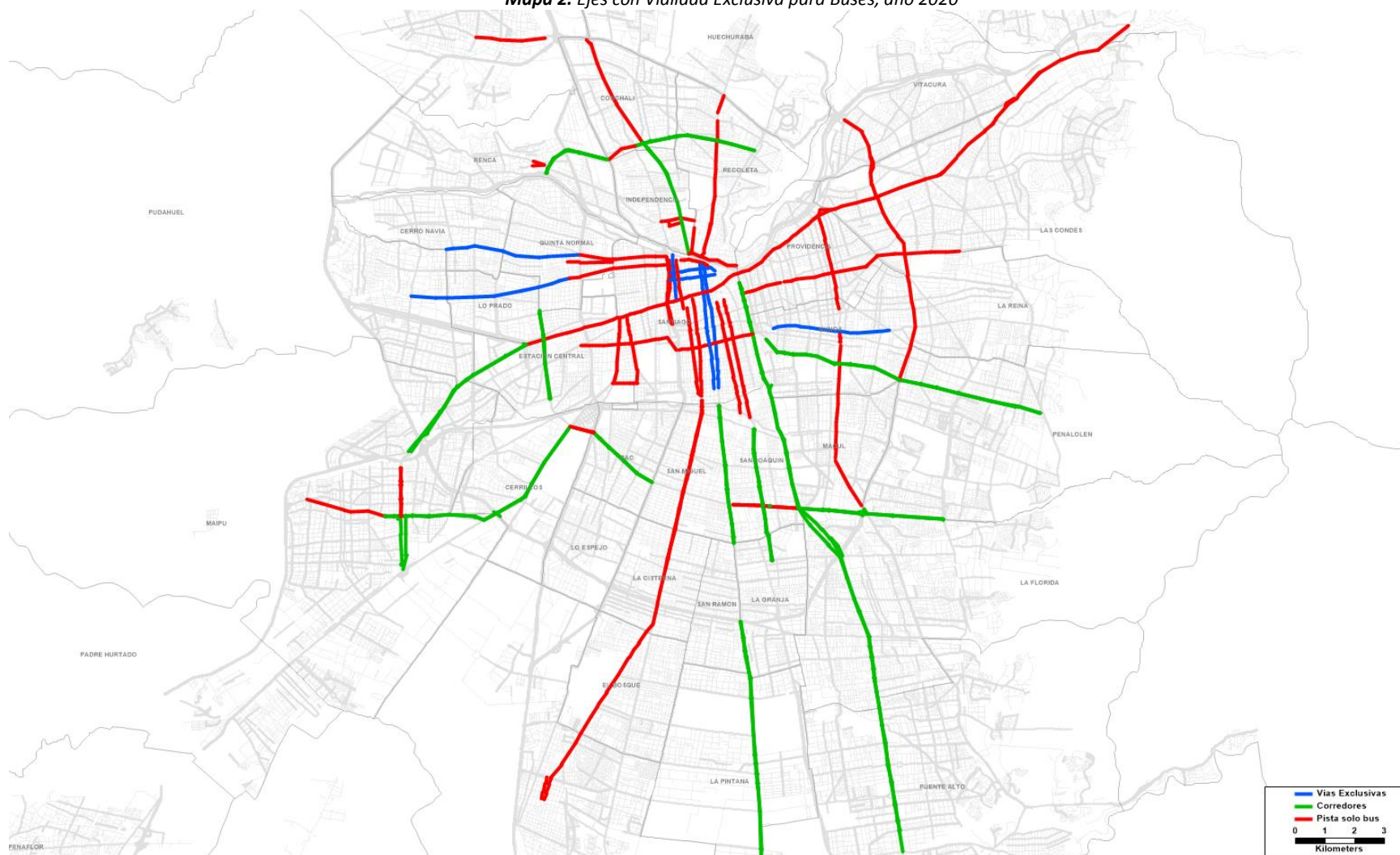
Fuente: DTPM

Mapa 1. Red de Transporte Público Masivo, año 2020



Fuente: Metro S.A. y EFE

Mapa 2. Ejes con Vialidad Exclusiva para Buses, año 2020

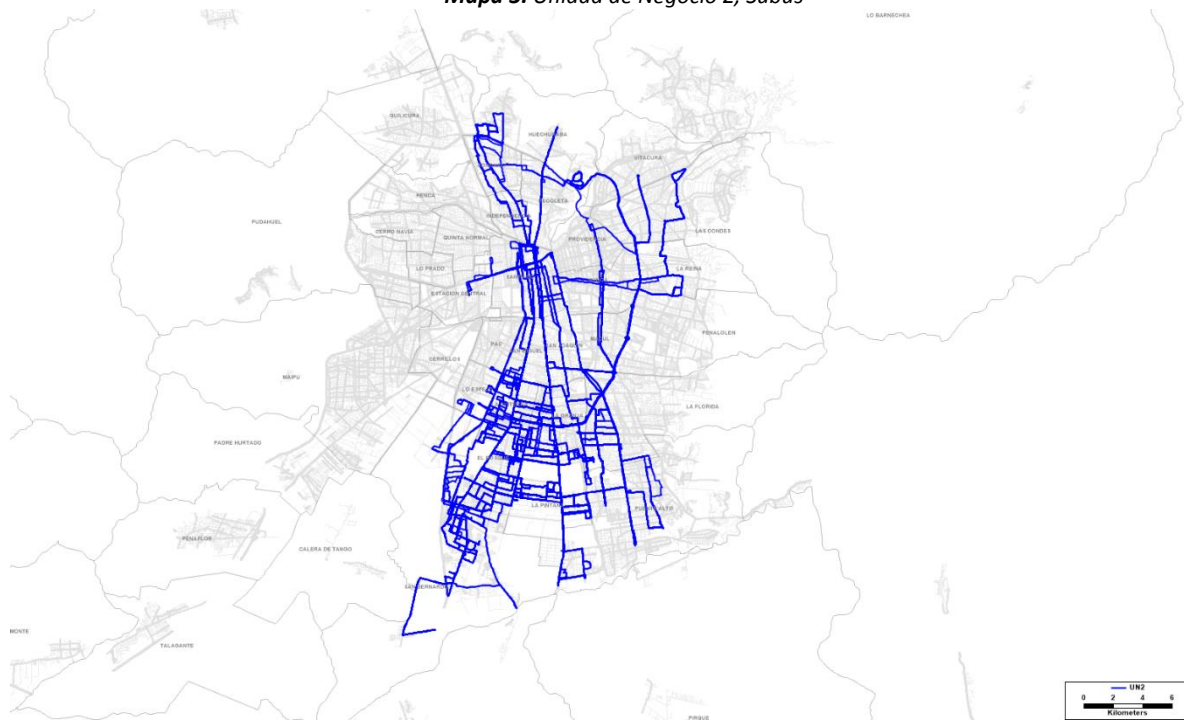


Fuente: DTPM

e. Unidades de Negocio

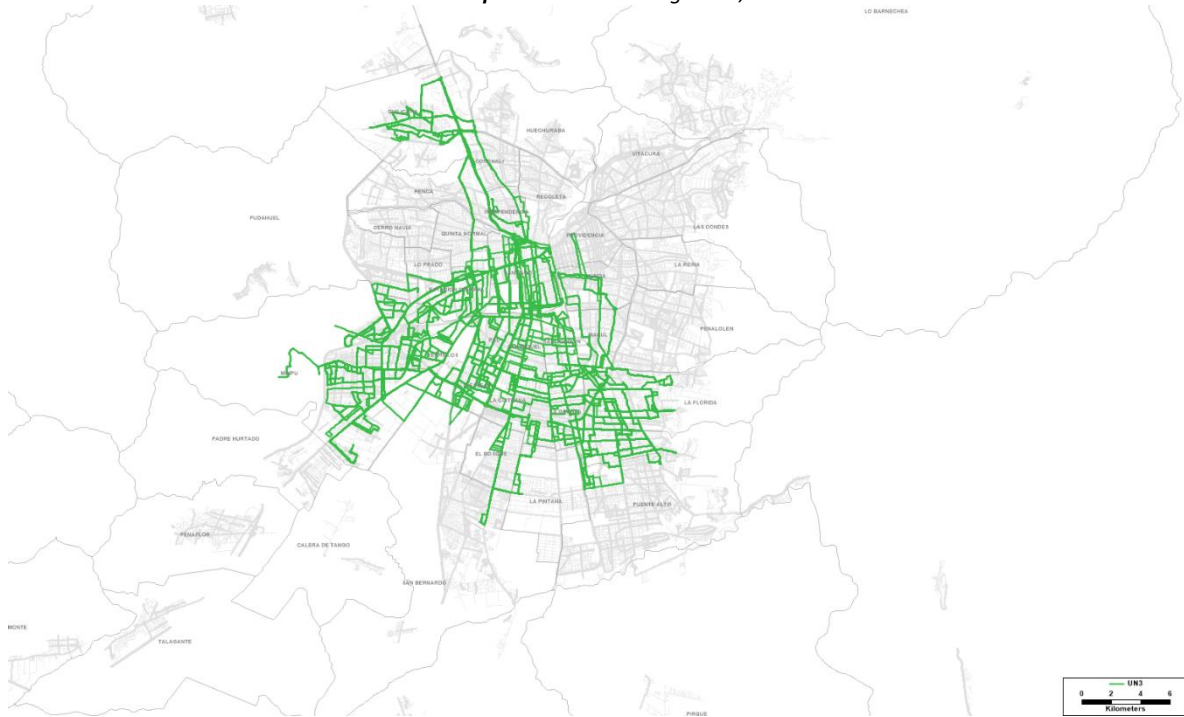
El sistema de Buses Integrado contempla 6 Unidades de Negocio que atienden la demanda de distintas zonas geográficas de Santiago. Los siguientes mapas muestran la cobertura de cada una de las Unidades.

Mapa 3. Unidad de Negocio 2, Subus



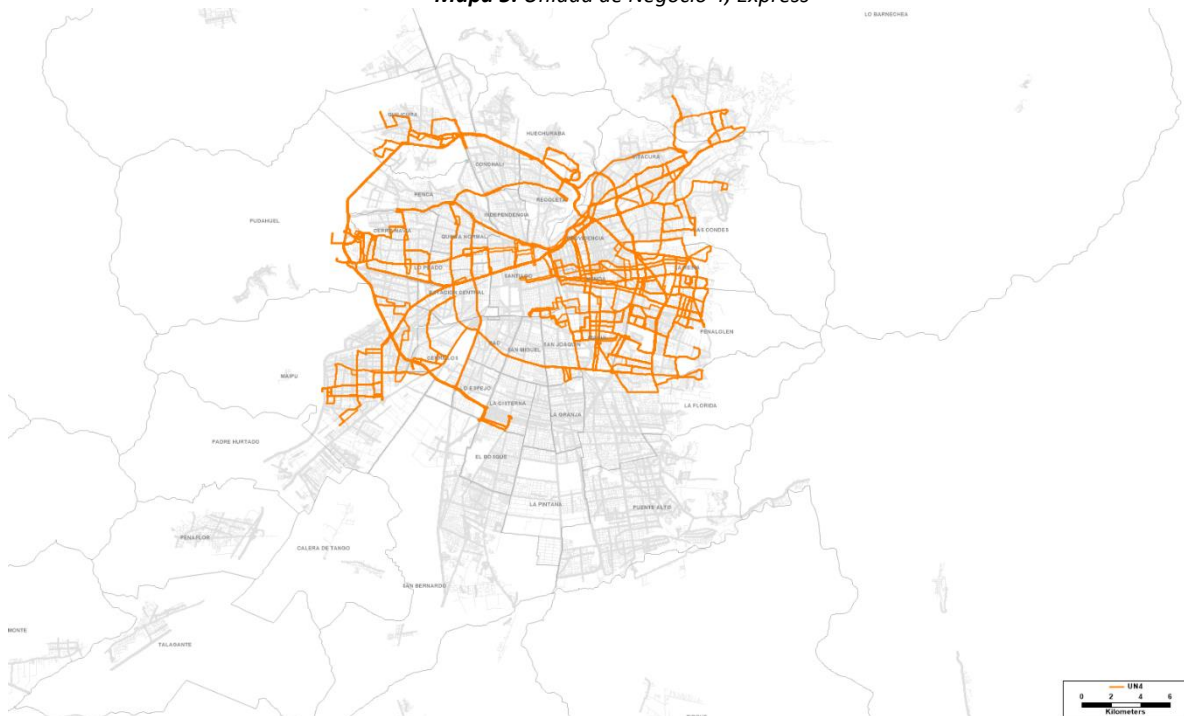
Fuente: DTPM

Mapa 4. Unidad de Negocio 3, Vule



Fuente: DTPM

Mapa 5. Unidad de Negocio 4, Express



Fuente: DTPM

Fuente: DTPM

[illegible]

Fuente: DTPM

UN7

0 2 4 6

Kilometers

5.2. Demanda

La demanda total estimada para el periodo AM en el año 2020 es de 2.625.000 viajes totales, que se descomponen según nivel de ingreso como muestra la tabla.

Tabla 9. Viajes por Nivel de Ingreso y Propósito, período AM, año 2020

	TRABAJO	ESTUDIO 1	ESTUDIO 2	OTROS	TOTAL
Ingreso Bajo	34.257	26.115	28.711	43.740	132.823
Ingreso Medio Bajo	198.596	66.092	82.306	104.629	451.622
Ingreso Medio	460.180	115.053	162.681	164.453	902.366
Ingreso Medio Alto	380.797	57.656	92.073	110.721	641.247
Ingreso Alto	213.191	70.146	89.798	125.216	498.352
TOTAL	1.287.024	335.059	455.569	548.760	2.626.410

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

A partir de los modelos de demanda es posible determinar también del total de viajes cuántos son cautivos de transporte público, es decir, provienen de un hogar sin auto disponible, lo que representa un piso mínimo de demanda del sistema de transporte público.

Tabla 10. Viajes según tenencia de Auto, período AM, año 2020

	TRABAJO	ESTUDIO 1	ESTUDIO 2	OTROS	TOTAL
Sin Auto	582.065	138.100	174.190	209.572	1.103.925
	45%	41%	38%	38%	42%
Con Auto	704.959	196.959	281.379	339.188	1.522.485
	55%	59%	62%	62%	58%

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

5.3. Resultados principales

a. Partición Modal Período AM Ampliado de 2 horas

Tabla 11. Viajes por Modo y Propósito, período AM, Situación Actual 2020

Modo	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otros	TOTAL	%	EOD 2012
Caminata	47.357	119.258	17.449	53.250	237.314	9,04	-
Auto-chofer	513.441	0	33.936	220.791	768.168	29,27	640.223
Auto-acompañante	110.746	183.790	102.981	103.696	501.212	19,10	312.277
Taxi	13.438	0	2.514	9.007	24.959	0,95	33.342
Taxi Colectivo	8.921	0	4.975	9.302	23.199	0,88	-
Transporte Público	592.955	31.949	293.637	152.628	1.071.169	40,81	1.025.129
Total	1.286.361	334.857	455.129	548.357	2.624.703	100,00	-

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

Estos totales de viaje son coherentes a los posibles de estimar mediante la EOD 2012² donde para el mismo período ampliado de 2 horas se tiene 640.000 viajes en modo Auto Chofer y 1.025.000 viajes en transporte público.

En el dato EOD2012 de viajes en transporte público no se consideraron viajes en Buses No Integrados, por no ser directamente comparables a los viajes en Buses No Integrados incluidos en la modelación. El dato EOD2012 considera viajes intra-comunales en las zonas externas y en el

² Actualización del Modelo ESTRAUS con Información de la EOD 2012, Informe Avance.

modelo se incluyeron sólo aquellos cuyo origen y destino se encuentran en una zona interna y una externa.

La comparación con la EOD2012 también excluyó los viajes en caminata dado que la modelación considera viajes interzonales y tal depuración aún no ha sido realizada en el análisis de la EOD 2012 a la fecha.

b. Partición Modal Período AM1 (1 hora)

Dado el número de viajes del sistema, los niveles de carga en los distintos arcos de la red y servicios de transporte público y por ende los niveles de servicio experimentados por los usuarios son más críticos durante el período más cargado AM1, se reportan para este período los principales resultados:

Tabla 12. Viajes por Modo y Propósito, período AM1, Situación Actual 2020

Modo	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otros	TOTAL	%
Caminata	33.297	117.717	16.839	36.870	204.723	10,89
Auto-chofer	381.960	0	30.515	191.470	603.944	32,13
Auto-acompañante	72.132	154.275	79.657	76092	382.156	20,33
Taxi	10.634	0	1.028	6.929	18.592	0,99
Taxi Colectivo	6.695	0	4.376	5.924	16.994	0,90
Transporte Público	310.665	24.346	210.003	108.509	653.524	34,77
Total	815.212	296.265	342.289	425.668	1.879.434	100,00

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

c. Indicadores Globales de Niveles de Servicio Período AM1

Los niveles de servicio estimados para la hora más cargada del período son los siguientes:

Tabla 13. Indicadores globales de Operación por Modo, período AM1, Situación Actual 2020

Modo	Viajes*	Tiempo**[min]				Distancia [km]	Velocidad [km/hr]
		Caminata ***	Espera	Viaje	Total		
Privado	643.504	-	-	28,01	28,01	10,42	22,32
Público	686.646	13,14	9,57	34,35	57,06	16,37	25,29

*Para el modo Privado, corresponde al total de viajes en vehículos livianos: Auto Chofer + Taxi + Viajes Externos. Para el modo Público, corresponde al total de pasajeros de transporte público + taxis colectivos, considerando pasajeros de zonas externas.

**Los tiempos indicados incluyen la suma de todas las etapas de viaje

***Tiempo de Caminata incluye Acceso + Transbordo.

Fuente: SECTRA

d. Etapas de Viaje Período AM1

Para la estimación de las etapas de viaje se requiere determinar la afluencia en metro y metrotrén, dado que se considera el viaje completo en metro como 1 sola etapa de viaje, aun cuando para un mismo viaje puedan existir transbordos entre líneas de metro, y se contabiliza una nueva etapa de viaje sólo cuando ocurre un transbordo hacia o desde buses.

Tabla 14. Afluencia a Red de Metro y Metrotrén, período AM1, año 2020, [pax/hr]

LINEA	MODELADO 2020			OBSERVADO 2017
	ACCESO CAMINANDO	ACCESO POR TRANSBORDO	TOTAL	TOTAL
Línea 1	36.960	36.883	73.844	73.166
Línea 2	21.769	23.430	45.198	48.779
Línea 4	32.090	23.753	55.843	57.932
Línea 4A	5.772	4.122	9.894	14.697
Línea 5	29.726	28.243	57.968	60.681
Línea 3	23.415	9.986	33.401	-
Línea 6	8.600	11.428	20.029	-
Total Metro	158.332	137.845	296.177	255.255
Metrotrén	10.983	948	11.931	-

Fuente: SECTRA, Metro S.A.

El detalle de los perfiles de carga de pasajeros de cada línea de metro puede corroborarse en Anexos.

Tabla 15. Etapas del Sistema, período AM1, año 2020, [pax/hr]

	MODELADO 2020
Viajes	653.524
Etapas Totales Sistema	1.167.479
Etapas Totales (bip!)	1.101.363
Etapas Promedio Sistema	1,786
Etapas Promedio (bip!)	1,685

Fuente: SECTRA

Las etapas totales del sistema pueden desagregarse según modo como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 16. Etapas por modo de Transporte Público, período AM1, año 2020, [pax/hr]

	MODELADO 2020	%
Etapas Totales Bus	694.726	60%
Etapas Totales Metro	392.421	34%
Etapas Metrotrén	14.214	1%
Etapas No Integrado	66.116	6%
Etapas Totales	1.167.479	100%

Fuente: SECTRA

Se aprecia entonces que la herramienta de modelación utilizada reproduce ajustadamente los resultados globales que pueden extraerse de los datos disponibles.

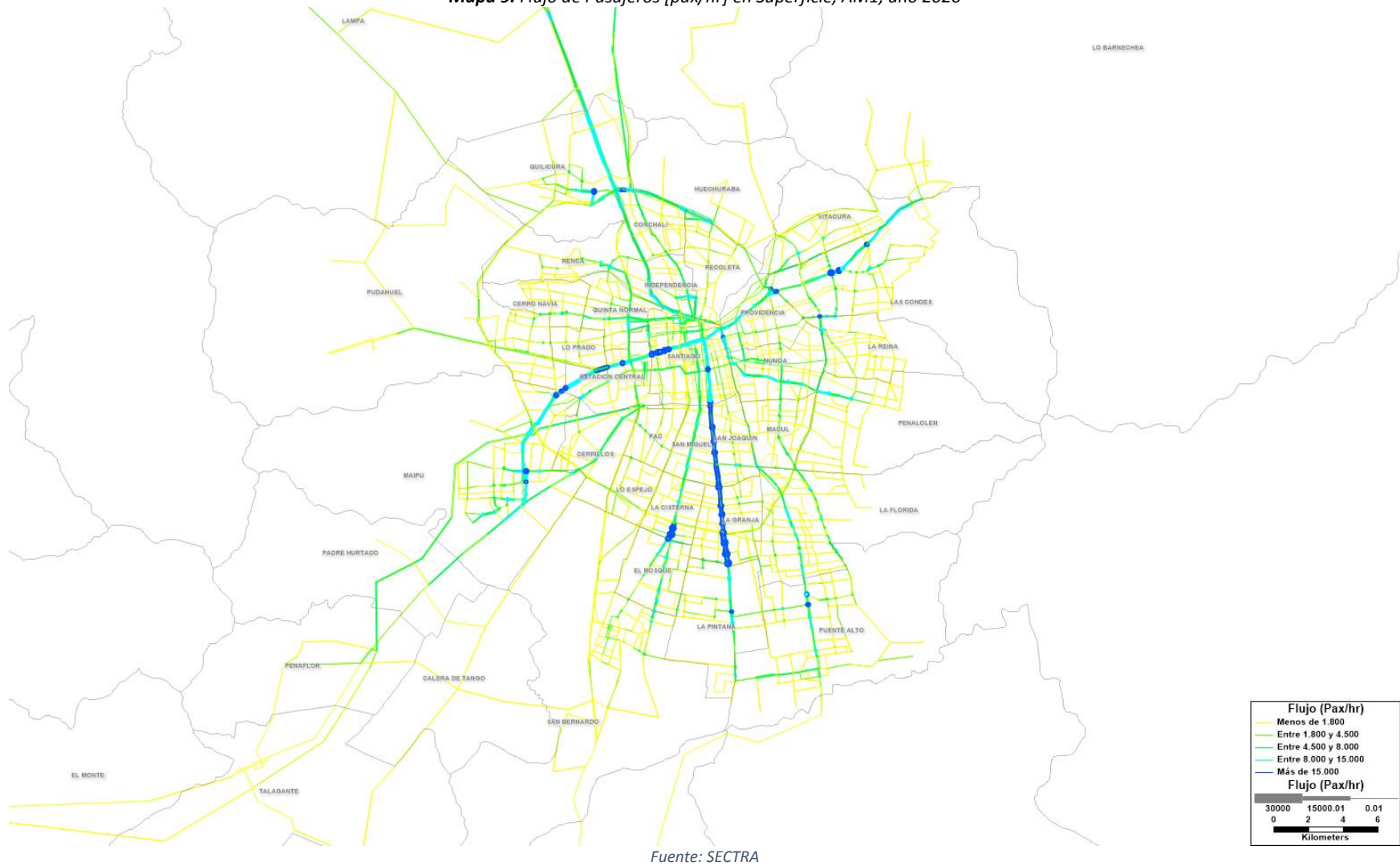
e. Flujo de pasajeros en buses

El proceso de asignación de pasajeros a la red de transporte público permite generar el siguiente mapa de flujo para la red de superficie a nivel de la red completa.

Puede apreciarse la importancia de los principales ejes de transporte público de superficie: Santa Rosa, Grecia, Independencia, Alameda – Providencia, Gran Avenida, entre otros.

La estructura de los flujos en el nivel de detalle que muestra el siguiente mapa no cambia sustancialmente en el resto de los escenarios analizados.

Mapa 9. Flujo de Pasajeros [pax/hr] en Superficie, AM1, año 2020



f. Resultados por Unidad de Negocio

Tabla 17. Resultados por Unidad de Negocio, período AM1, año 2020

Unidad de Negocio	Nombre	Número de servicios	Km Cobertura	Pasajeros Transportados	Pax-Km	Flota de Buses	Buses-Km
2	Subus	108	2.119	144.067	1.043.261	938	21.451
3	Vule	175	2.321	129.463	771.030	894	14.927
4	Express	120	2.468	147.124	1.023.993	984	25.831
5	Metbus	98	1.962	129.796	787.837	807	21.004
6	Redbus	119	1.409	78.749	438.202	482	6.864
7	STP	67	939	65.529	352.731	381	7.024
TOTAL		675	11,218	694.727	4.417.053	4.484	97.101

Fuente: SECTRA

Estos resultados se basan en el trazado que las rutas tienen en el modelo utilizado que contempla sólo aquellos tramos donde hay traslado de pasajeros, es decir, excluye tramos desde y hacia terminales más alejados y contempla sólo la flota operativa necesaria para cumplir el Plan Operacional modelado, es decir, no considera flota de reserva.

■ ESCENARIO BASE 2022

6.1. Red de Modelación

Este escenario consideró la entrada en operación de la Autopista Américo Vespucio Oriente Tramo I, y el Plan Operacional de buses vigente a marzo de 2020

Las características de ambos proyectos de infraestructura se detallan en las siguientes tablas:

Incluir características de AVO I

Tabla 18. Características Autopista Vespucio Oriente, Tramo I

Eje	Desde	Hasta	Pistas	Longitud [kms]	Velocidad [km/hr]	Tarifa Punta [\$ /km]
Américo Vespucio Oriente, Tramo I	El Salto	Príncipe de Gales	3 por sentido	9,1	120	240

Fuente: SECTRA

Mapa 10. Trazado Américo Vespucio Oriente, Tramo I



Fuente: SECTRA

6.2. Demanda

La demanda total estimada para el período AM en el año 2022 es de 2.750.000 viajes totales, que representan un aumento del 2% anual respecto de lo estimado para 2020. Se descomponen según nivel de ingreso como muestra la tabla:

Tabla 19. Viajes por Nivel de Ingreso y Propósito, período AM, año 2022

	TRABAJO	ESTUDIO 1	ESTUDIO 2	OTROS	TOTAL
Ingreso Bajo	32.451	24.778	27.282	41.319	125.831
Ingreso Medio Bajo	198.448	66.186	82.465	104.221	451.321
Ingreso Medio	478.983	120.417	171.411	171.094	941.905
Ingreso Medio Alto	412.733	62.701	100.229	119.862	695.526
Ingreso Alto	228.546	75.556	96.358	133.888	534.349
TOTAL	1.351.161	349.639	477.745	570.384	2.748.929

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

A partir de los modelos de demanda es posible determinar también del total de viajes cuántos son cautivos de transporte público, es decir, provienen de un hogar sin auto disponible, lo que representa un piso mínimo de demanda del sistema de transporte público.

Tabla 20. Viajes según tenencia de Auto, período AM, año 2022

	TRABAJO	ESTUDIO 1	ESTUDIO 2	OTROS	TOTAL
Sin Auto	597.523	139.496	176.927	210.231	1.124.179
	44%	40%	37%	37%	41%
Con Auto	753.638	210.143	300.818	360.153	1.624.750
	56%	60%	63%	63%	59%

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

a. Partición Modal Período AM Ampliado de (2 horas)

Tabla 21. Viajes por Modo y Propósito, período AM, Escenario Base, año 2022

Modo	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otros	TOTAL	%
Caminata	49.035	122.225	18.192	53.685	243.137	8,85
Auto-chofer	548.981	0	35.758	234.516	819.255	29,82
Auto-acompañante	116.788	195.464	108.473	109.817	530.542	19,31
Taxi	13.799	0	2.804	9.159	25.762	0,94
Taxi Colectivo	8.888	0	5.158	9.391	23.437	0,85
Transporte Público	613.498	31.888	307.278	153.728	1.106.393	40,27
Total	1.350.428	349.429	477.294	569.971	2.747.121	100,00

*No considera viajes de zonas externas.

Fuente: SECTRA

b. Partición Modal Período AM1 (1 hora)

Tabla 22. Viajes por Modo y Propósito, período AM 1, Escenario 1 año 2022

Modo	Trabajo	Estudio 1	Estudio 2	Otros	TOTAL	%
Caminata	34.477	120.645	17.556	37.171	209.849	10,7
Auto-chofer	406.393	0	32.055	203.007	641.455	32,7
Auto-acompañante	75.363	162.689	83.307	80.212	401.571	20,47
Taxi	10.875	0	1.125	7.037	19.036	0,97
Taxi Colectivo	6.625	0	4.527	5.977	17.129	0,87
Transporte Público	320.934	23.886	219.259	109.228	673.308	34,32
Total	854.457	307.143	357.698	442.505	1.961.804	100,00

*No considera viajes de zonas externas

Fuente: SECTRA

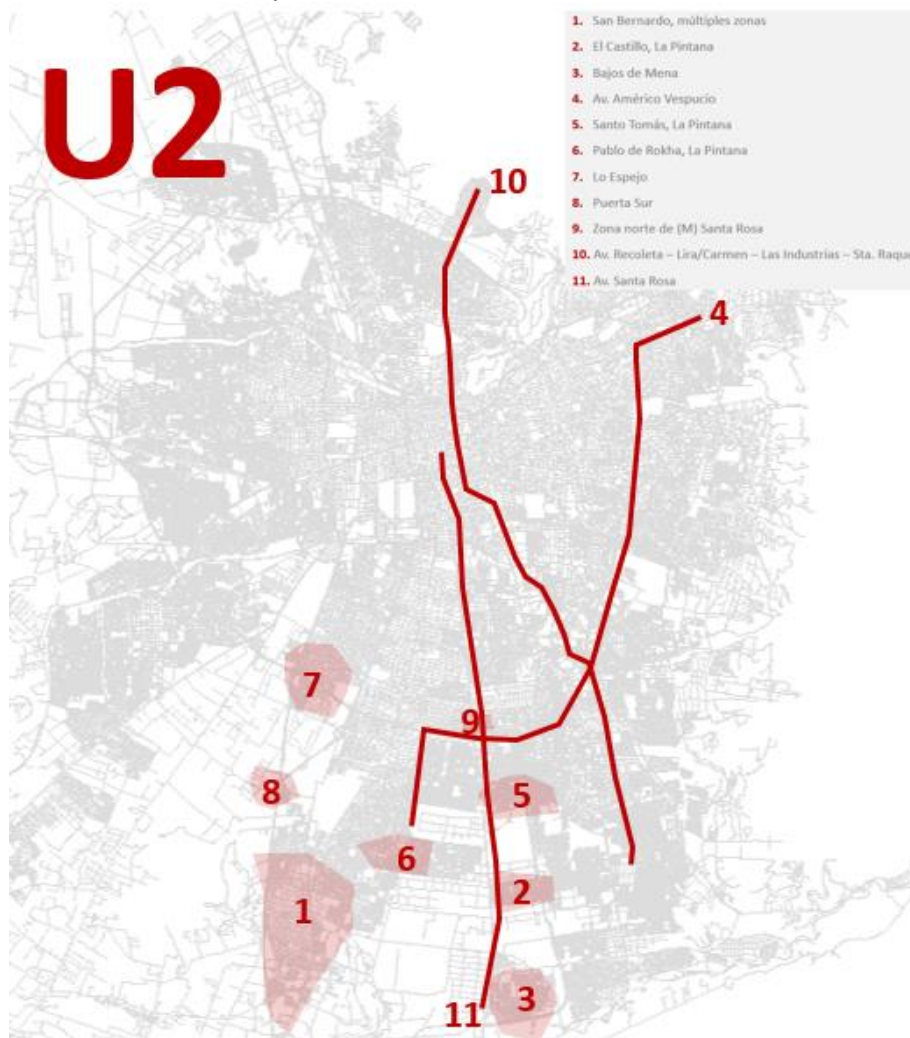
ESCENARIO RELICITACIÓN 2022

7.1. Red de Modelación

a. Zonas Cambios Relevantes

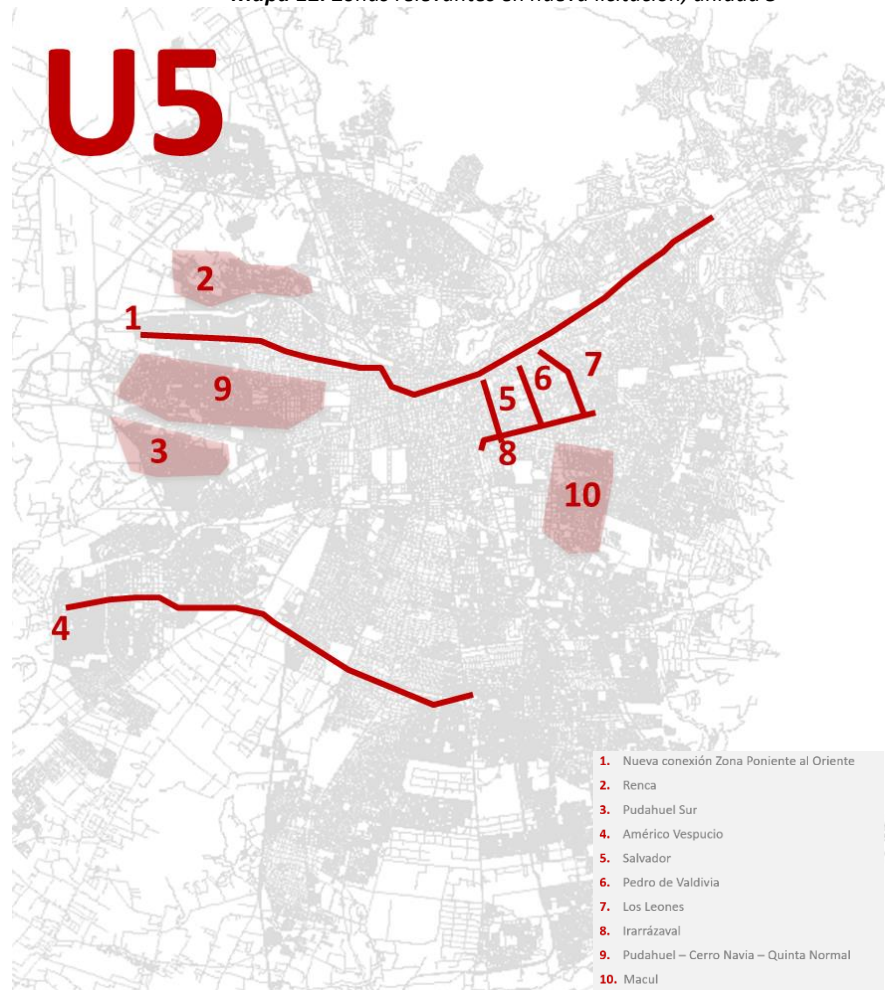
A continuación, se presenta el detalle de la red completa del Escenario Base, a nivel geográfico, indicando los lugares en los que el Escenario Relicitación genera nuevas coberturas y mejoras de servicios y frecuencias en base al Programa de Operación referencial de la licitación. Estas zonas son las más relevantes y que presentan importantes cambios.

Mapa 11. Zonas relevantes en nueva licitación, unidad 2



Fuente: DTPM

Mapa 12. Zonas relevantes en nueva licitación, unidad 5



Fuente: DTPM

Con esto como objetivo, el Escenario Relicitación presenta una serie de modificaciones propuestas por DTPM a partir de los impactos que se estima tendrá la nueva licitación.

b. Servicios que modifican su trazado

Tabla 23. Servicios que modifican su trazado, Escenario Relicitación

Unidad de Negocio	Servicio	Resumen modificación
2	201e	En sentido Norte-Sur, se detiene en estaciones Toesca (L2) y Parque O'Higgins (L2), con entrada a Autopista Central al sur de la Alameda
2	209	Comienza a circular por el eje Sargento Menadier, en Bajos de Mena, Puente Alto
2	211	Genera conexión con la Estación Bellavista de La Florida (L5)
2	214	Suma a la zona de Clara Estrella dentro de la red de cobertura, en Lo Espejo. Nueva conexión desde Lo Espejo al centro de Santiago
2	221e	Conecta el sector de Estación Central, terminales de buses y trenes, hasta metro San Alberto Hurtado (L1), otorgando cobertura a zonas con mayor demanda
2	224c	Conexión directa a la Estación Intermodal Bellavista de La Florida
2	225	Servicio más directo en zona oriente, conectando con Estación Escuela Militar (L1). Además incorpora a sector Santo Tomás en La Pintana.
2	271	Extensión al sur que conecta Villa Las Palmeras, con eje Gran Avenida y Centro de Santiago. Modificación al norte, que conecta con Ejes Mac Iver y sector de La Vega y Patronato (L2)

Unidad de Negocio	Servicio	Resumen modificación
2	G01c	Alimenta a la zona de Población Paraguay y Población Libertad en San Ramón. Se extiende hasta metro Santa Rosa (L4A), complementa oferta con G01
2	G07	Servicio extiende su cobertura hasta Lo Herrera (Villa La Estrella) desde El Barrancón, zona sur de San Bernardo
2	G08v	Línea que cruza el eje Santa Inés, otorgando mayor cobertura y conexión a la comuna de San Bernardo. Otorga conexión por eje Los Suspiros y Colón con las estaciones de Tren 5 Pinos y San Bernardo
2	G09	Mejora cobertura en la zona de Lo Sierra 2, en Lo Espejo. Genera conexión a Estación La Cisterna (L2, L4A) desde Puerta Sur en San Bernardo y Las Turbinas en Lo Espejo.
2	G12	Se transforma en servicio circunvalar en la comuna de La Cisterna
2	G14	Otorga nuevo acceso a Estación de Tren San Bernardo desde Población Angelmo y eje Colón, en San Bernardo
2	G18	Alimenta a la zona de Población Paraguay y Población Libertad en San Ramón. Conecta directamente con estación Santa Rosa (L4A). Complementa oferta con servicios G04 y G15
2	G22	Servicio que otorga mayor cobertura en los ejes Buenos Aires y las zonas de Villa Portales 8 y Lomas de Mirasur (San Bernardo). Conecta con estación Nos, San Bernardo y Mall Plaza Sur
5	110	Se extiende servicio hasta Av. Independencia, estación Hospitales (L3)
5	110c	Mejora conexión entre sector Vicuña Mackenna/Miraflores en Renca con Estación Pudahuel (L5)
5	408	Extensión por Vicuña Mackenna hacia el norte, comuna de Renca
5	408e	Servicio retorno simetriza con ida para acceder a zona norponiente de Renca
5	501	Se extiende servicio hasta Estación Los Héroes (L2), pasando por Centro de Santiago, reaprovechando oferta de servicio 501
5	505	Genera conexión de eje Pedro de Valdivia hacia el poniente
5	509	Accede a Estación Plaza de Maipú (L5)
5	513	Abre uso de eje Av Salvador hacia el poniente
5	514	Abre uso de eje Los Leones hacia el poniente
5	517	Mejora conexión con Estación Fernando Castillo Velasco (L3)
5	518	Se modifica por eje Flemming para suplir sectores más densos
5	J01	Aumenta cobertura en Quinta Normal, por calle Aguirre
5	J03	Accede a casco histórico de Santiago para disminuir transbordos
5	J07c	Amplia cobertura en sector de Lo Boza, comuna de Renca
5	J08	Nueva conexión de Salvador Gutiérrez con Estación Gruta de Lourdes (L5). Cobertura Hospital Félix Bulnes por servicio J16
5	J11	Cambia a eje Claudio Arrau, comuna de Pudahuel
5	J14c	Acorta servicio sólo hasta Vespucio con Los Mares
5	J17	Se modifica trazado en sentido Oriente-Poniente para reaprovechamiento oferta del servicio desde estación Pajaritos (L1).
5	J19	Se modifica servicio para conexión a zona sur oriente de Laguna Sur/Vespucio con estación Barrancas (L5) de forma directa.

Fuente: DTPM

c. Servicios que modifican su oferta

Tabla 24. Servicios que modifican su oferta, cambios en frecuencia Escenario Relicitación

Unidad de Negocio	Servicio	Unidad de Negocio	Servicio	Unidad de Negocio	Servicio
2	201	2	271*	5	506v
2	201e*	2	G01	5	507
2	203	2	G04	5	507c
2	203e	2	G05	5	508
2	204	2	G08	5	509*
2	204e	2	G08v*	5	510
2	205	2	G11	5	513*
2	206	2	G13	5	514c*
2	206c	2	G15	5	516
2	207	2	G16	5	517*
2	207e	2	G18*	5	518*
2	208	2	G22*	5	519
2	208c	2	G23	5	546e
2	209*	5	109	5	J01*
2	209e	5	110*	5	J02
2	210	5	110c*	5	J04

Unidad de Negocio	Servicio	Unidad de Negocio	Servicio	Unidad de Negocio	Servicio
2	211*	5	115*	5	J06
2	211c	5	118	5	J07
2	212	5	408*	5	J07e
2	216	5	408e*	5	J08*
2	217e	5	424	5	J11*
2	219e	5	501*	5	J13
2	223*	5	502	5	J13c
2	224	5	503	5	J15c
2	225*	5	504	5	J16
2	226	5	505*	5	J18
2	228	5	506	5	J19*
2	229	5	506e	5	J20

*También modifica trazado

Fuente: DTPM

Tabla 25. Servicios que modifican su oferta, cambios en capacidad de buses Escenario Relicitación

Unidad de Negocio	Servicio	Unidad de Negocio	Servicio	Unidad de Negocio	Servicio
2	203	2	G09*	5	408e*
2	204	2	G11	5	502c
2	205	2	G12*	5	506e
2	206	2	G13	5	506v
2	207	2	G14*	5	507c
2	208	2	G15	5	514c*
2	209*	2	G16	5	J01*
2	210	2	G18*	5	J01c
2	212	2	G22*	5	J02
2	216	5	109	5	J03*
2	225	5	110*	5	J04
2	226	5	115*	5	J05
2	271*	5	118	5	J06
2	272	5	408*	5	J07
2	201e	5	501*	5	J07c*
2	203e	5	502	5	J07e
2	204e	5	503	5	J08*
2	206c	5	504	5	J10
2	207e	5	505*	5	J11*
2	209e	5	506	5	J12
2	217e	5	507	5	J13
2	G01	5	508	5	J13c
2	G01c*	5	508	5	J14c*
2	G02	5	510	5	J15c
2	G04	5	514*	5	J16
2	G05	5	516	5	J17*
2	G07*	5	517*	5	J18
2	G08	5	518*	5	J18c
2	G08v*	5	519	5	J19*
		5	110c*	5	J20

*También modifica trazado

Fuente: DTPM

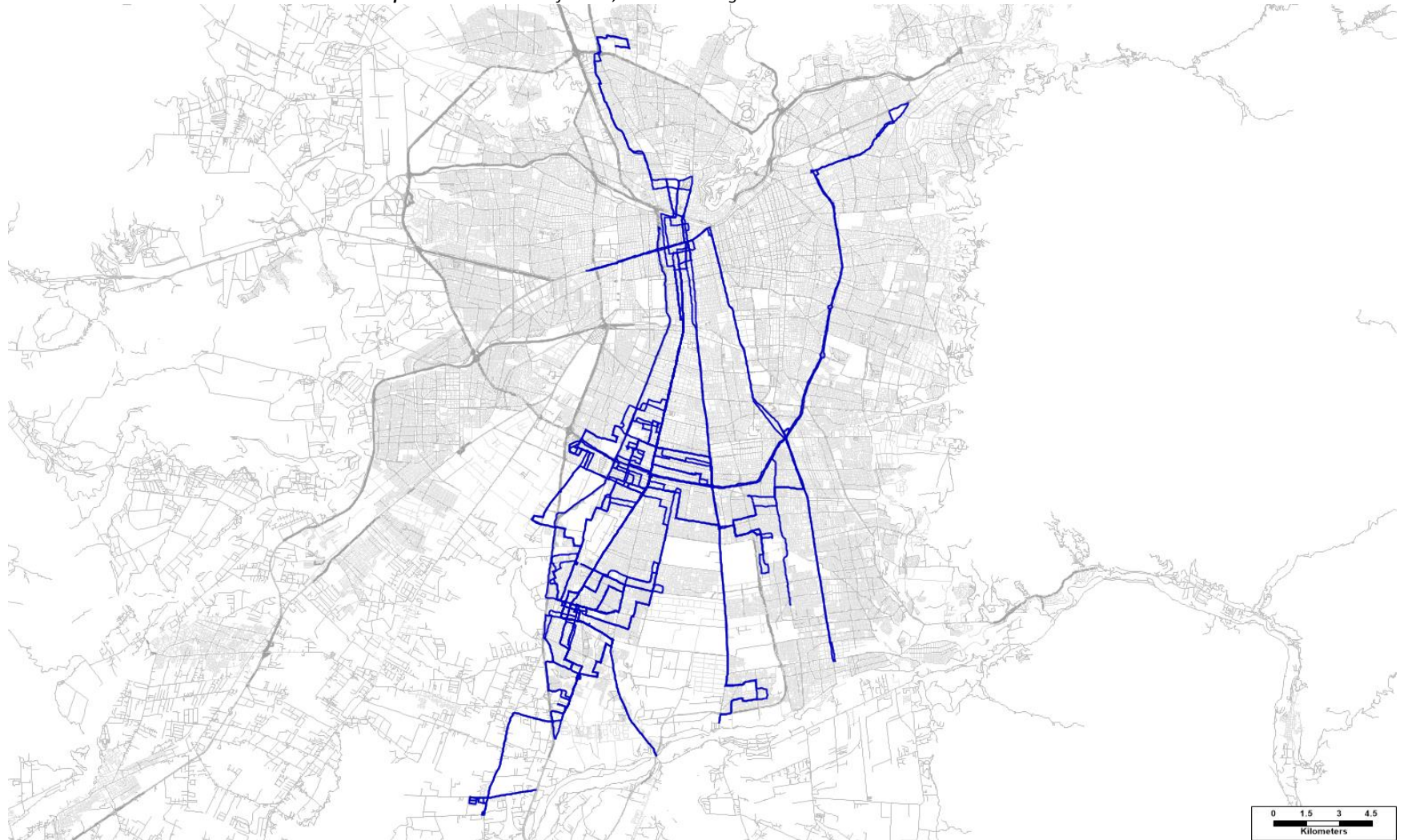
d. Servicios nuevos

Tabla 26. Servicios nuevos, Escenario Relicitación

Unidad de Negocio	Servicio	Resumen nuevos
2	203c	Servicio corto que conecta directamente con estación Santa Rosa (L4A)
2	205c	Servicio corto que conecta directamente con estación Santa Rosa (L4A)
2	207c	Servicio corto que conecta directamente con estación Santa Rosa (L4A)
2	209c	Servicio corto que conecta directamente con estación Santa Rosa (L4A)
2	224c	Mejora conexión Av. Santa Raquel con Vicuña Mackenna, mejorando transbordo tanto en Santa Julia (L4A) como en Bellavista de La Florida (L5)
2	225c	Optimiza oferta en tramo más cargado de 225, desde (M) Vicente Valdés al sur
2	225c2	Suple anterior conexión de 225 desde metro Los Orientales (L4) hasta metro Los Dominicos (L1)
2	277e	Contraflujo de 217e, mejora conexión directa de zona sur con centro de Santiago, y aprovecha oferta de buses con sentidos menos cargados
2	281	Servicio que aumenta cobertura en la zona de Villa Maestranza y Casas del Parque en San Bernardo, conectando con estaciones 5 Pinos y San Bernardo. Es una alternativa de servicio por General Urrutia.
2	284	Nueva conexión de zona sur con Huechuraba, utilizando ejes Santa Raquel, Las Industrias, Lira y Recoleta
2	286	Nueva conexión de zona sur (San Bernardo, El Bosque) con estación La Cisterna (L2, L4A) y a zona oriente vía Av. Américo Vespucio, cruzando el Eje Av. Apoquindo (Escuela Militar L1). Además, conecta con transporte público el Parque Juan Pablo II, en la comuna de Las Condes.
2	286e	Nueva conexión de zona sur (San Bernardo, El Bosque) con estación La Cisterna (L2, L4A) a zona oriente, cruzando el Eje Av. Las Condes (Escuela Militar L1). Servicio Expreso por Autopista Américo Vespucio
2	290e	Servicio expreso que conecta Bajos de Mena en Puente Alto con Parque Bicentenario en Vitacura, vía Acceso Sur y Autopista Vespucio Sur
2	G13c	Mejora conectividad con la Población San Ricardo, en La Pintana, conectando de forma directa a estación La Cisterna (L2,L4A)
2	G22c	Optimiza operación del servicio, mejorando capacidad en el eje actual. Conecta Estación Lo Blanco con La Cisterna (L2, L4A)
2	G23c	Optimiza tramo más cargado.
2	G31	Genera conectividad sin trasbordos a sector El Castillo en La Pintana con la estación Santa Rosa (L4A) y Protectora de la Infancia (L4).
5	110c2	Nueva conexión entre Pudahuel sur, Pudahuel y Cerro Navia con sector Industrial Lo Echevers. Complementa oferta de 110 y 110c, y sólo opera en horarios puntas
5	115c	Genera nueva cobertura en sector Esdras/Lautaro en El Abrazo, en Maipú
5	138	Fortalece oferta entre Maipú y eje Américo Vespucio (M) Santa Rosa, atendiendo a sectores más densos de la comuna de Maipú.
5	424	Se reordena servicio en Pudahuel Sur (Laguna Sur)
5	438e	Otorga nueva conexión sin trasbordos a Metro y Mapocho, de eje Brasil y Balmaceda. Opera sólo en horarios puntas
5	502y	Nuevo servicio de inyección para la línea 502
5	503c	Servicio que suple oferta por eje Colón
5	505c	Se crea servicio para optimizar oferta de 505 en el oriente del trazado, llegando hasta (M) Plaza Egaña.
5	505c2	Servicio que optimiza oferta en el sector poniente de 505, al poniente de Centro de Santiago.
5	505c3	Servicio que optimiza oferta en sector poniente, accediendo a estación Gruta de Lourdes (L5)
5	508c	Servicio creado para optimizar oferta de línea 508 en su extremo poniente, entre Parque La Hondonada y Centro de Santiago,
5	508c2	Servicio creado para optimizar oferta de línea 508 en su extremo oriente, entre (M) Salvador y cabezal oriente.
5	514c3	Servicio creado para optimizar oferta de línea 514 en su extremo oriente, desde (M) Macul.
5	516c	Servicio creado para optimizar oferta de línea 516, desde Pudahuel Sur a (M) Pajaritos
5	553	Nuevo servicio que conecta Cerro Navia con Las Condes por J. J. Pérez, Mapocho y Av. Providencia

Fuente: DTPM

Mapa 13. Servicios modificados, Unidad de Negocio 2 Escenario Relicitación.



Fuente: DTPM

Mapa 14. Servicios modificados, Unidad de Negocio 5 Escenario Relicitación.



Fuente: DTPM

Mapa 15. Servicios nuevos, Unidad de Negocio 2 Escenario Relicitación.



Fuente: DTPM

Mapa 16. Servicios nuevos, Unidad de Negocio 5 Escenario Relicitación.



Fuente: DTPM

7.2. Demanda

La demanda del Escenario Relicitación corresponde a la descrita en el Escenario Base. Se utilizó el modelo de asignación bimodal MAITE que considera demanda fija, es decir, se estima que las modificaciones al Plan Operacional sólo tendrán efectos a nivel de asignación de pasajeros a la red de servicios de Red (Transantiago) y no impactarán en la partición modal del sistema.

RESULTADOS COMPARADOS

A continuación, se muestran los principales resultados de la hora más cargada AM1, correspondientes a las simulaciones de cada uno de los escenarios modelados y a la situación actual. Luego se presentan resultados en detalle para los escenarios donde ocurren modificaciones al Plan Operacional de Buses.

8.1. Demanda e Indicadores globales de operación

Tabla 27. Indicadores Globales por Escenario

		SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Privado	Viajes Totales*	643.504	681.463	681.463
	Tiempo Promedio de Viaje [min]	28,01	29,61	29,06
	Distancia Promedio de Viaje [km]	10,42	10,44	10,37
	Velocidad Promedio de Viaje [km/hr]	22,32	21,15	21,41
Público	Viajes Totales**	686.646	706.567	706.567
	Tiempo Promedio Acceso [min]	12,61	13,19	13,13
	Tiempo Promedio Transbordo [min]	0,53	0,55	0,55
	Tiempo Promedio Espera [min]	9,57	9,75	9,72
	Tiempo Promedio Viaje [min]	34,35	34,88	34,73
	Tiempo Promedio Total [min]	57,06	58,37	58,13
	Distancia Promedio de Viaje [km]	14,48	14,43	14,41
	Velocidad Promedio de Viaje [km/hr]	25,29	24,82	24,91

*Incluye todos los viajes realizados en transporte privado: Auto chofer, Taxi y Viajes de Zonas Externas.

** Incluye los viajes realizados en modos públicos desde y hacia Zonas Externas.

Fuente: SECTRA

La velocidad promedio de Transporte Privado al año 2020 y la estimada al año 2022 indica que el sistema espera una caída del 2,5% anual en la velocidad, afectando directamente a las vías con tráfico mixto. Para el sistema de transporte público completo la velocidad cae en un 1% anual.

La distancia promedio de viaje para transporte público disminuye levemente al año 2020 y al año 2022 con Escenario Relicitación.

Los cambios propuestos en el Escenario Relicitación provocan una importante disminución del tiempo de viaje (de 0,15 minutos en promedio), con disminuciones menores en los tiempos de acceso y espera (de 0,06, y 0,03 minutos en promedio respectivamente), por lo que el tiempo total de viaje en transporte público disminuye en 0,24 minutos en promedio, indicando la conveniencia de las modificaciones desde el punto de vista del usuario. Estas disminuciones en los tiempos de viaje, acceso y espera indican que, desde una perspectiva estratégica, las modificaciones planteadas

a la malla de recorridos y el ajuste de la oferta de transporte contenida en el Programa de Operación referencial de la Relicitación tienen resultados positivos desde el punto de vista social.

8.2. Etapas de Viaje Período

Para estimar las etapas de Viaje es necesario determinar la afluencia de metro en cada escenario:

Tabla 28. Afluencia de Metro por Escenario [pax/hr]

	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Línea 1	73.844	78.012	74.546
Línea 2	45.198	47.187	47.699
Línea 4	55.843	59.386	58.609
Línea 4A	9.894	11.060	11.510
Línea 5	57.968	61.113	62.907
Línea 3	33.401	36.584	37.699
Línea 6	20.029	20.170	19.783
Total Metro	296.177	326.200	324.872
Metrotrén	11.931	12.687	12.119

Fuente: SECTRA

Luego, las Etapas Totales del Sistema se detallan a continuación:

Tabla 29. Etapas Totales por Escenario, [pax/hr]

	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Viajes	653.524	673.308	673.308
Etapas Totales Sistema	1.167.479	1.194.052	1.189.642
Etapas Totales (bip!)	1.101.363	1.125.268	1.121.126
Etapas Promedio Sistema	1,786	1,827	1,820
Etapas Promedio (bip!)	1,685	1,722	1,716

Fuente: SECTRA

Tabla 30. Etapas por Modo por Escenario [pax/hr]

	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Etapas Totales Bus	694.726	699.209	697.435
Etapas Totales Metro	392.421	411.629	409.187
Etapas Metrotrén	14.214	14.431	14.504
Etapas No Integrado	66.116	68.784	68.516

Fuente: SECTRA

Los cambios del Escenario Relicitación disminuyen las etapas totales del sistema de manera considerable, 4.500 etapas menos. Las etapas en buses caen en 1.500 etapas producto de la operación de servicios que reducen el número de transbordos. Las etapas en metrotrén aumentan en 200 etapas, por la inclusión de servicios alimentadores propuestos que incentivan el transbordo y las etapas en metro disminuyen en 2.500, producto de servicios más directos. De esta forma, considerando que los transbordos son percibidos negativamente por los usuarios, reflejándose esto en el modelo estratégico como un costo asociado al transbordo, los resultados muestran que las modificaciones tienen un efecto positivo en el servicio entregado a los usuarios de transporte público de Santiago.

8.3. Número de Servicios de Buses

El número de Servicios es relativamente similar en ambos Escenarios. Para esta tabla y las siguientes, se agruparon los servicios en dos Grupos: (i) servicios que forman parte de la nueva licitación (correspondientes a nuevos servicios en las vías licitadas y a aquellos actualmente operados por las Unidades de Negocio 2 y 5); y (ii) Servicios que no se licitan en este proceso (correspondientes a servicios operados por las Unidades de Negocio 3, 4, 6 y 7).

Tabla 31. Número de Servicios por Grupo de servicios y Escenario

Grupo	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Servicios que forman parte de la nueva licitación	208	208	241
Servicios que no se licitan en este proceso	479	479	479
TOTAL	687	687	720

Fuente: SECTRA

8.4. Kilómetros Totales de Cobertura

Las modificaciones del Escenario Relicitación aumentan el número de kilómetros de cobertura en el período de análisis, producto fundamentalmente del mayor alcance que se propone con los nuevos servicios.

Tabla 32. Kilómetros Totales Recorridos por Grupo de servicios y Escenario

Grupo	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Servicios que forman parte de la nueva licitación	4.130	4.130	4.665
Servicios que no se licitan en este proceso	7.088	7.088	7.088
TOTAL	11.218	11.218	11.754

Fuente: SECTRA

En general, las nuevas coberturas representan una mejora de servicio para los usuarios y brindan un mayor acceso al transporte público, lo que se ve reflejado en los resultados de la modelación en que existe una disminución de los tiempos de viaje y del número de etapas. Lo anterior implica un impacto social positivo por las modificaciones incorporadas en el Programa Operación referencial que se ha propuesto para la licitación. Cabe destacar que, como se señala más adelante en la sección 8.8, el aumento en cobertura no significa un aumento de los buses- kilómetros totales para el horario modelado.

8.5. Pasajeros Transportados

Las modificaciones propuestas por el Escenario Relicitación disminuyen los pasajeros transportados por buses, al generar servicios directos que reduce el número de trasbordos. Por otra parte, la operación de nuevos servicios alimentadores de metro aumenta la afluencia de este último.

Tabla 33. Pasajeros Transportados por Grupo de servicios y Escenario

Grupo	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Servicios que forman parte de la nueva licitación	276.347	277.468	284.137
Servicios que no se licitan en este proceso	418.318	421.741	413.297
TOTAL	694.727	699.209	697.434

Fuente: SECTRA

8.6. Pasajeros Kilómetro

La disminución de los pasajeros transportados por buses se traduce en una disminución del 1% de pasajeros – kilómetro del sistema de buses.

Tabla 34. Pasajeros kilómetro por Grupo de servicios y Escenario

Grupo	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Servicios que forman parte de la nueva licitación	1.855.494	1.867.849	1.931.883
Servicios que no se licitan en este proceso	2.561.559	2.577.353	2.510.654
TOTAL	4.417.053	4.445.202	4.442.537

Fuente: SECTRA

8.7. Flota

Las modificaciones del Escenario Relicitación permitirían reducir la flota necesaria en un 1,3% en base a la metodología de cálculo utilizada. Cabe destacar que la flota presentada representa sólo la flota que está circulando (comercial), no considerando la flota no comercial necesaria para brindar la oferta comercial (movimientos en vacío desde y hacia depósitos, retornos no comerciales, entre otros) y la Flota de reserva y auxiliar.

Tabla 35. Flota por Grupo de servicios y Escenario

Grupo	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Servicios que forman parte de la nueva licitación	1.746	1.881	1.812
Servicios que no se licitan en este proceso	2.720	2.811	2.819
TOTAL	4.484	4.692	4.631

Fuente: SECTRA

Considerando que el escenario Relicitación presenta disminuciones de los tiempos de viaje y del número de etapas, estos resultados sugieren que las modificaciones introducidas, evaluadas desde una perspectiva estratégica, generan una malla de recorridos que utiliza los recursos de mejor manera, pues mejora las variables de servicio y disminuye el tamaño de la flota. Lo anterior tiene impactos económicos directos si se considera que los buses tienen un alto costo y representan uno de los principales activos del Sistema.

8.8. Buses Kilómetro

Las disminuciones de la flota y kilómetros recorridos de los cambios propuestos provocan una disminución del 2,6% para el Escenario Relicitación.

Tabla 36. Buses kilómetro por Grupo de servicios y Escenario

Grupo	SIT. ACTUAL	BASE	RELICITACIÓN
Servicios que forman parte de la nueva licitación	42.957	45.589	43.817
Servicios que no se licitan en este proceso	54.145	55.786	55.948
TOTAL	97.101	101.374	99.765

Fuente: SECTRA

Este resultado implica que, en base a una modelación estratégica, se observan potenciales ahorros del sistema con las modificaciones introducidas en la malla de servicios, pues los kilómetros representan la principal variable de costos y el pago a los operadores del Sistema está directamente relacionado con los kilómetros que recorren los buses. En este sentido, existiría impacto económico positivo en el sistema de transporte producto de la licitación y ajustes en la malla de servicios.

CONCLUSIONES

A partir de las simulaciones de los distintos escenarios es posible extraer distintas conclusiones tanto de la evolución temporal del sistema como del impacto que tendrá sobre el sistema la entrada en operación de modificaciones de carácter sistémico.

En primer lugar, el análisis del sistema en 2 años distintos (2020 y 2022) permite estimar un aumento del 2,3% anual en la flota de buses para mantener el nivel de servicio actual. Este aumento se debe a la disminución de la velocidad de operación de buses en vías de tráfico mixto producto de la congestión provocada por el aumento de viajes en transporte privado.

Las modificaciones propuestas para el nuevo proceso de Licitación (Escenario Relicitación) impactarían positivamente sobre la demanda del sistema, fundamentalmente a partir de la inclusión de servicios de mayor extensión que permitirían realizar viajes que hoy requieren 2 etapas sin necesidad de transbordo, además de servicios alimentadores a la red de metro y tren.

En este escenario, se reducen los tiempos promedio de viaje en tanto en acceso, espera y en viaje a bordo resultando en una disminución de 0,24 minutos totales en promedio por viaje. Los nuevos servicios de buses propuestos disminuyen los transbordos entre buses en 4.500 y disminuyen la afluencia de metro en 1.500 pasajeros al proponer nuevos servicios más directos. Inclusive presenta reducciones de tiempos en transporte privado, debido a la disminución de flota de buses en tráfico mixto. Asimismo, como se señaló en el punto 8, Resultados Comparados, el escenario de Relicitación permitirá aprovechar de mejor forma los recursos disponibles (flota y kilómetros) respecto del escenario base y al mismo tiempo entregar un mejor servicio a los usuarios, lo que implica potenciales ahorros desde una perspectiva económica.

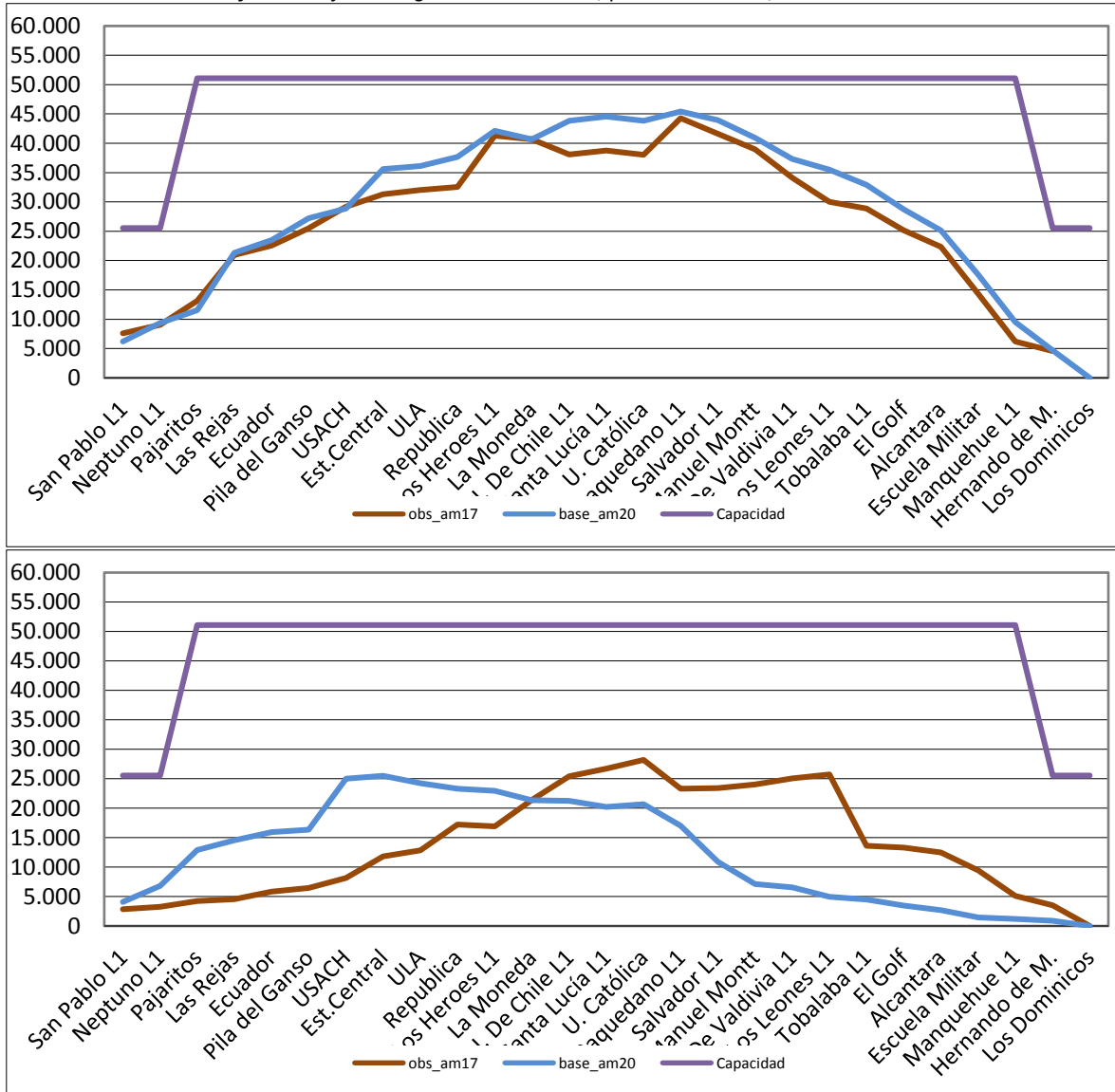
Considerando lo anterior, el nuevo proceso de licitación de vías permitirá mejorar el nivel de servicio y la cobertura ofrecida por el sistema de buses de Santiago. Para ello, resultan especialmente relevantes las modificaciones propuestas al Programa de Operación y a la malla de servicios. Además, los cambios propuestos permiten enfrentar de mejor manera la entrada en operación de nueva infraestructura mayor para el transporte público.

Por estas razones, desde una perspectiva estratégica, los resultados muestran que las modificaciones introducidas generan eficiencias económicas para el Sistema y se espera un impacto social positivo del nuevo proceso de licitación de vías producto de las disminuciones en tiempos de viaje y reducción de etapas.

Respecto de los alcances del presente informe, cabe señalar que el análisis es de carácter estratégico, por lo que los resultados y análisis presentados sirven como antecedente para estimar impactos de las modificaciones a nivel global por Unidad de Negocio o Grupo de servicios. Sin embargo, no es recomendable que este tipo de análisis sea utilizado para la definición en detalle de servicios específicos de buses, para ello se recomienda realizar un análisis a nivel más táctico, en base a los resultados del análisis estratégico, lo que permitiría determinar con mayor precisión los trazados, paradas, frecuencias y capacidades necesarias de acuerdo con la demanda específica de cada recorrido.

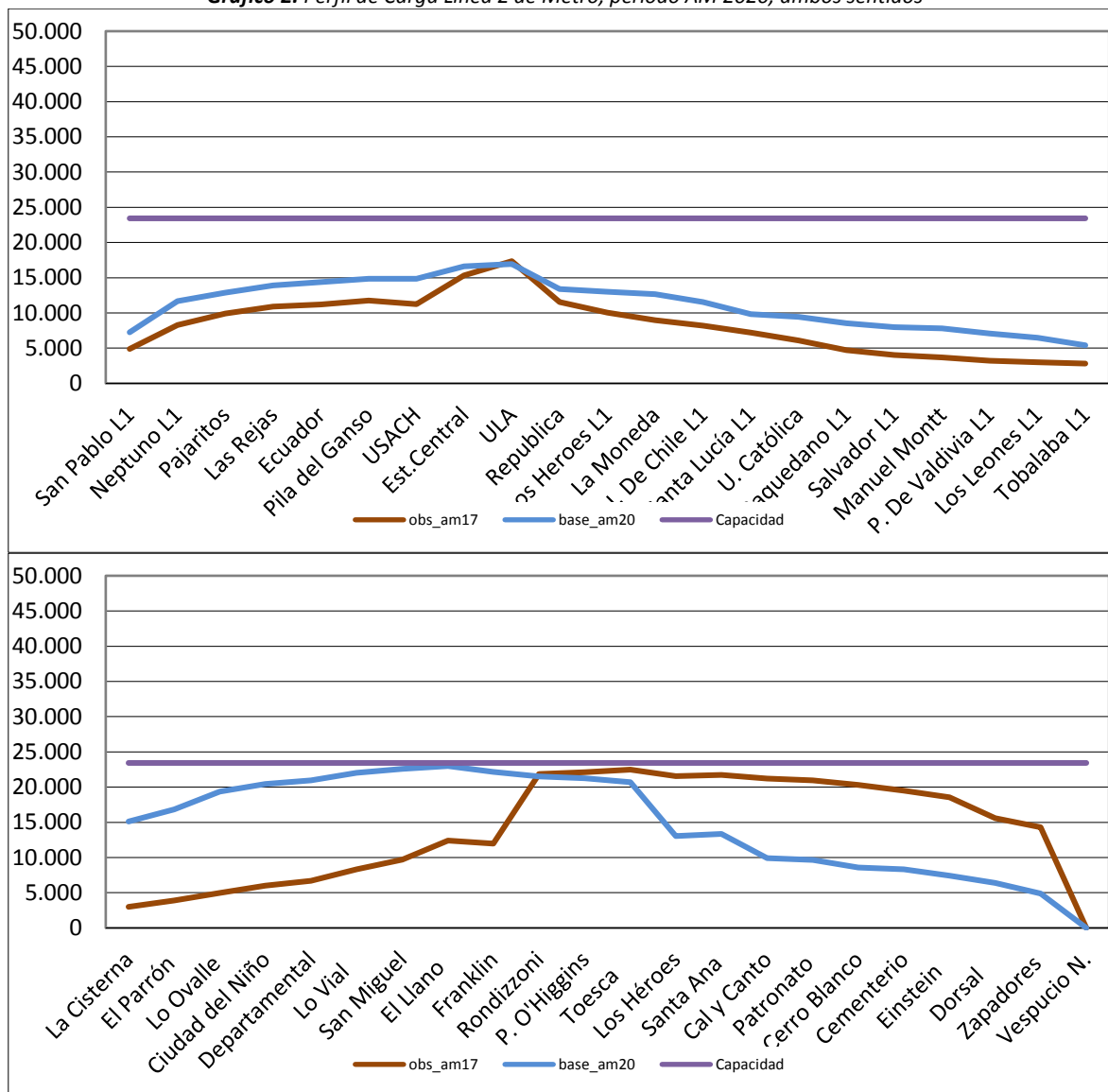
A. Perfiles de Carga de Líneas de Metro AM1 año 2020.

Gráfico 1. Perfil de Carga Línea 1 de Metro, período AM 2020, ambos sentidos



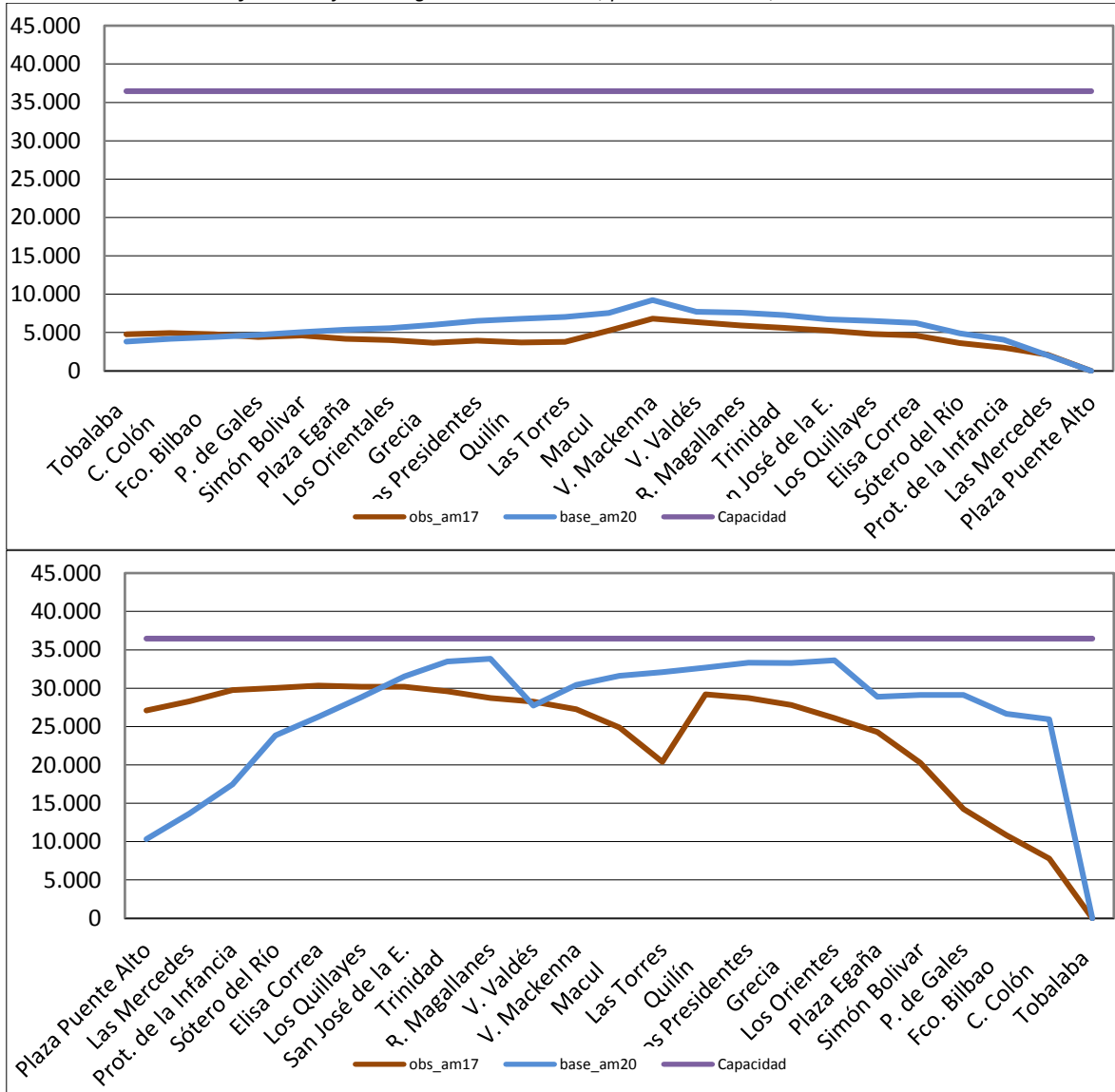
Fuente: SECTRA

Gráfico 2. Perfil de Carga Línea 2 de Metro, período AM 2020, ambos sentidos



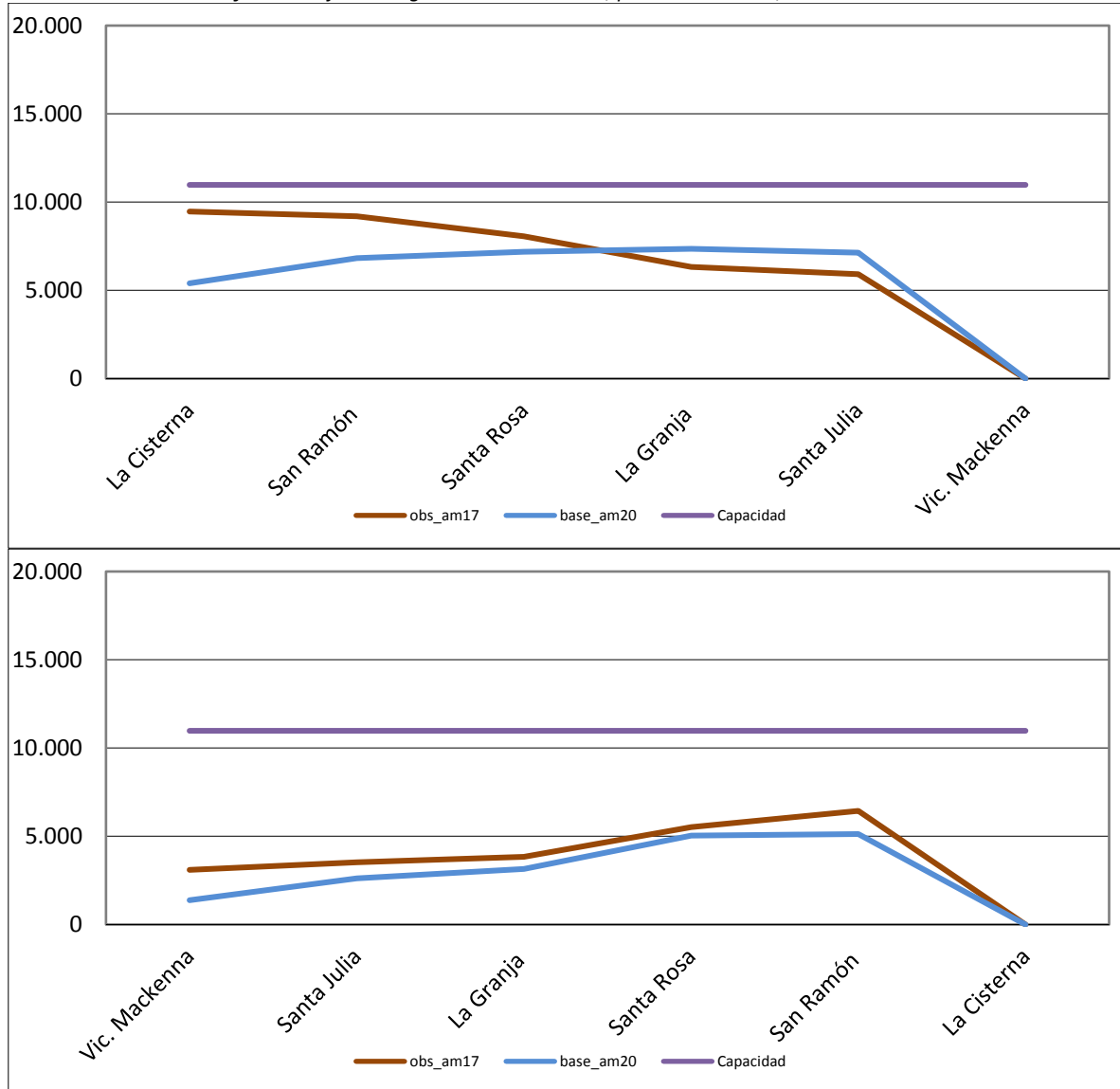
Fuente: SECTRA

Gráfico 3. Perfil de Carga Línea 4 de Metro, periodo AM 2020, ambos sentidos



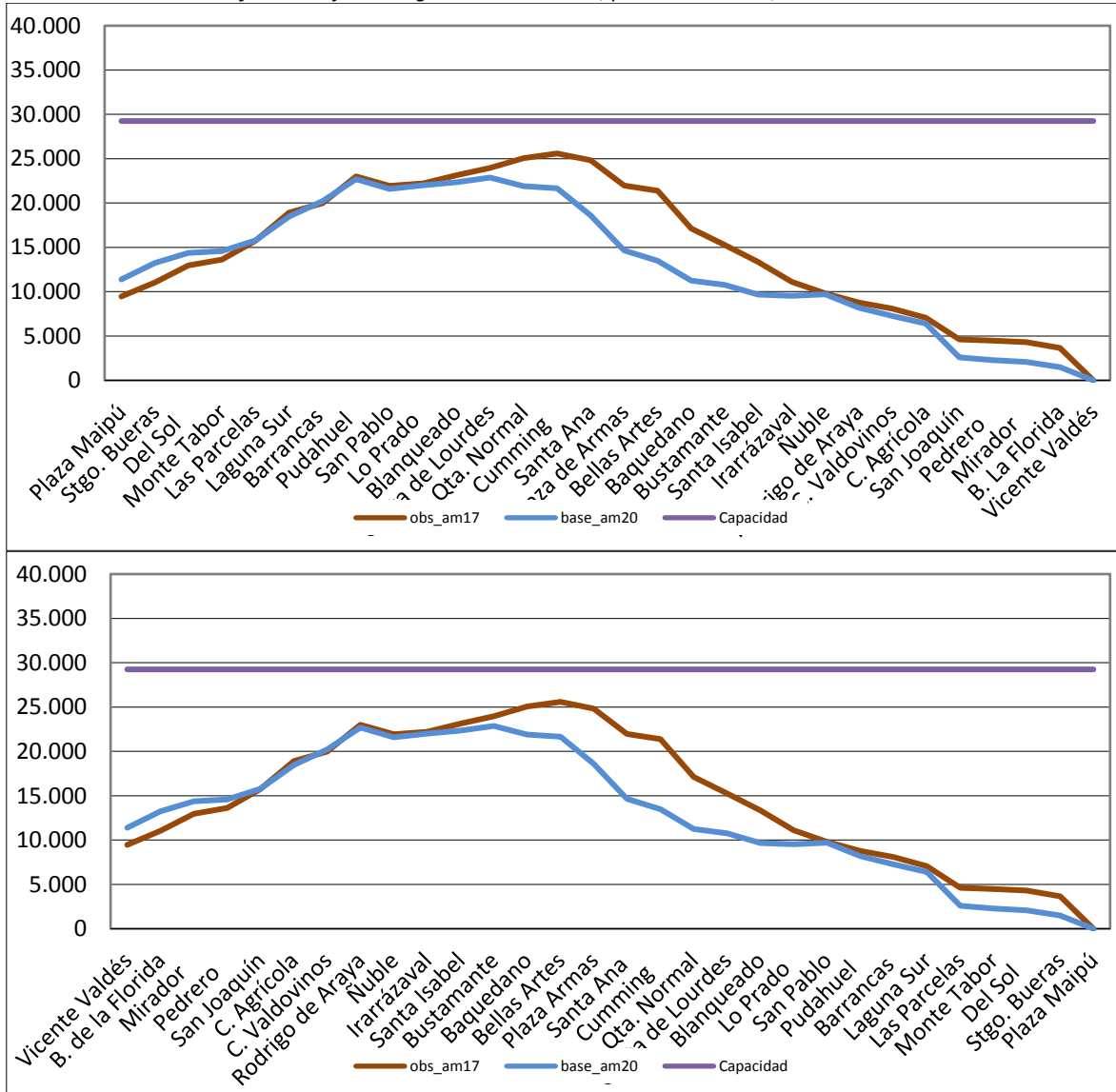
Fuente: SECTRA

Gráfico 4. Perfil de Carga Línea 4A de Metro, período AM 2020, ambos sentidos



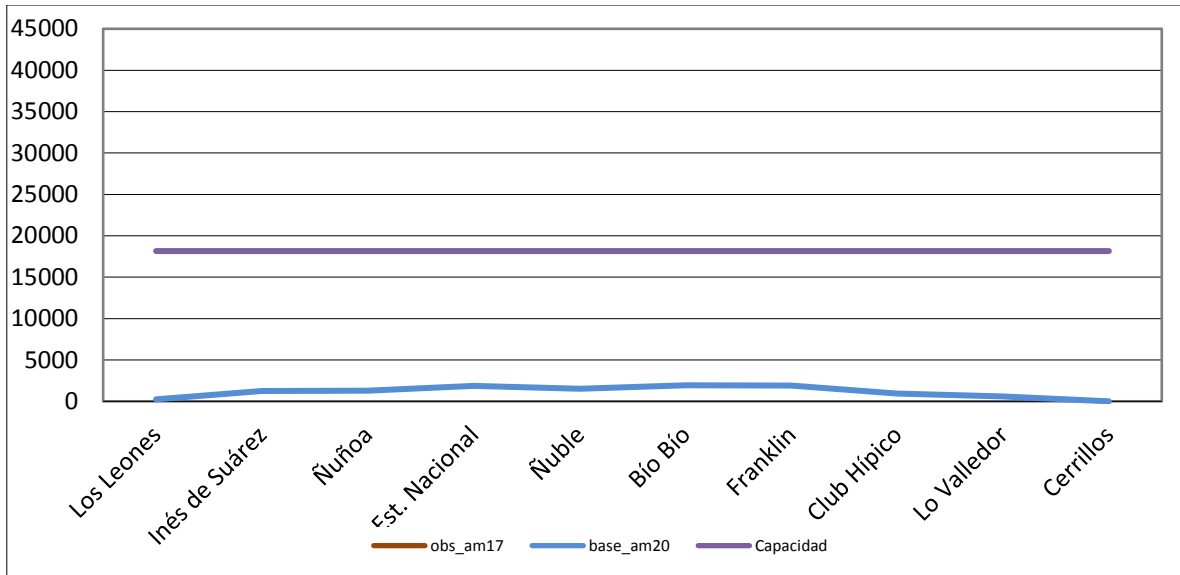
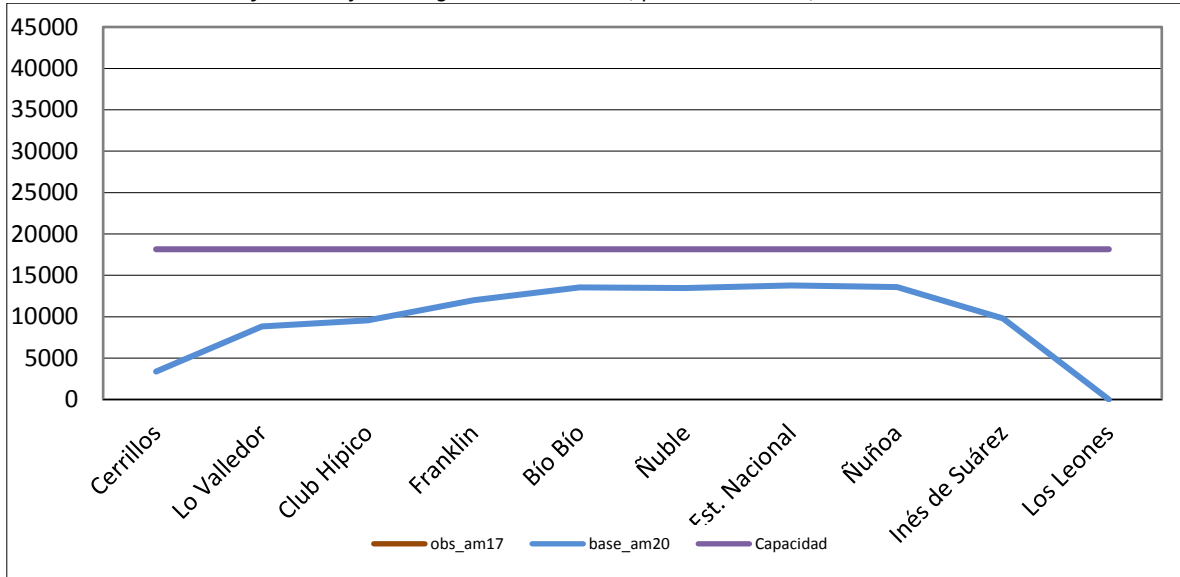
Fuente: SECTRA

Gráfico 5. Perfil de Carga Línea 5 de Metro, período AM 2020, ambos sentidos



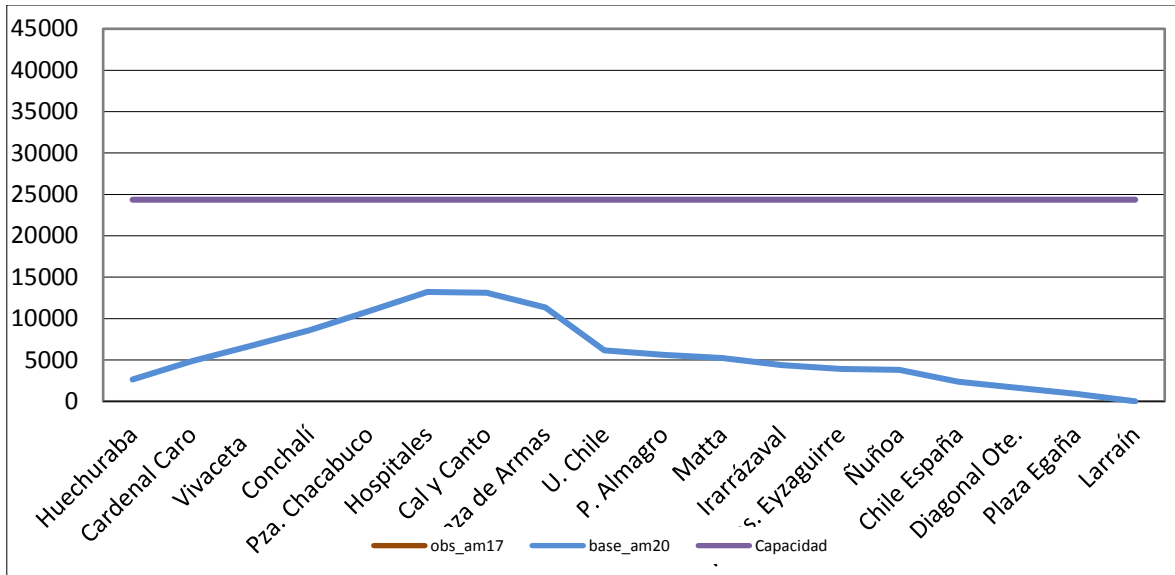
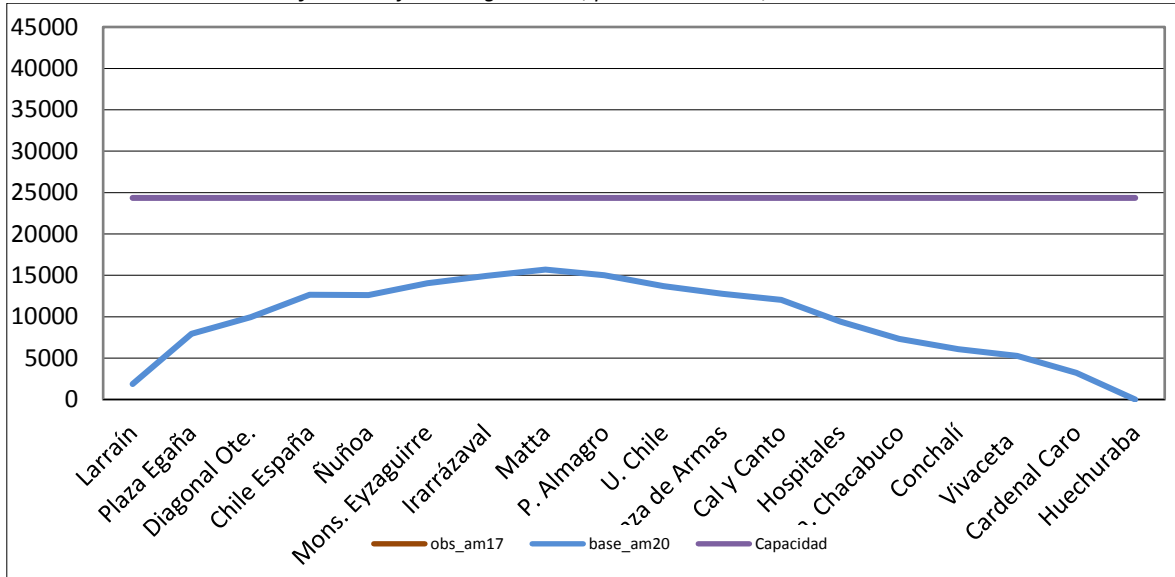
Fuente: SECTRA

Gráfico 6. Perfil de Carga Línea 6 de Metro, período AM 2020, ambos sentidos



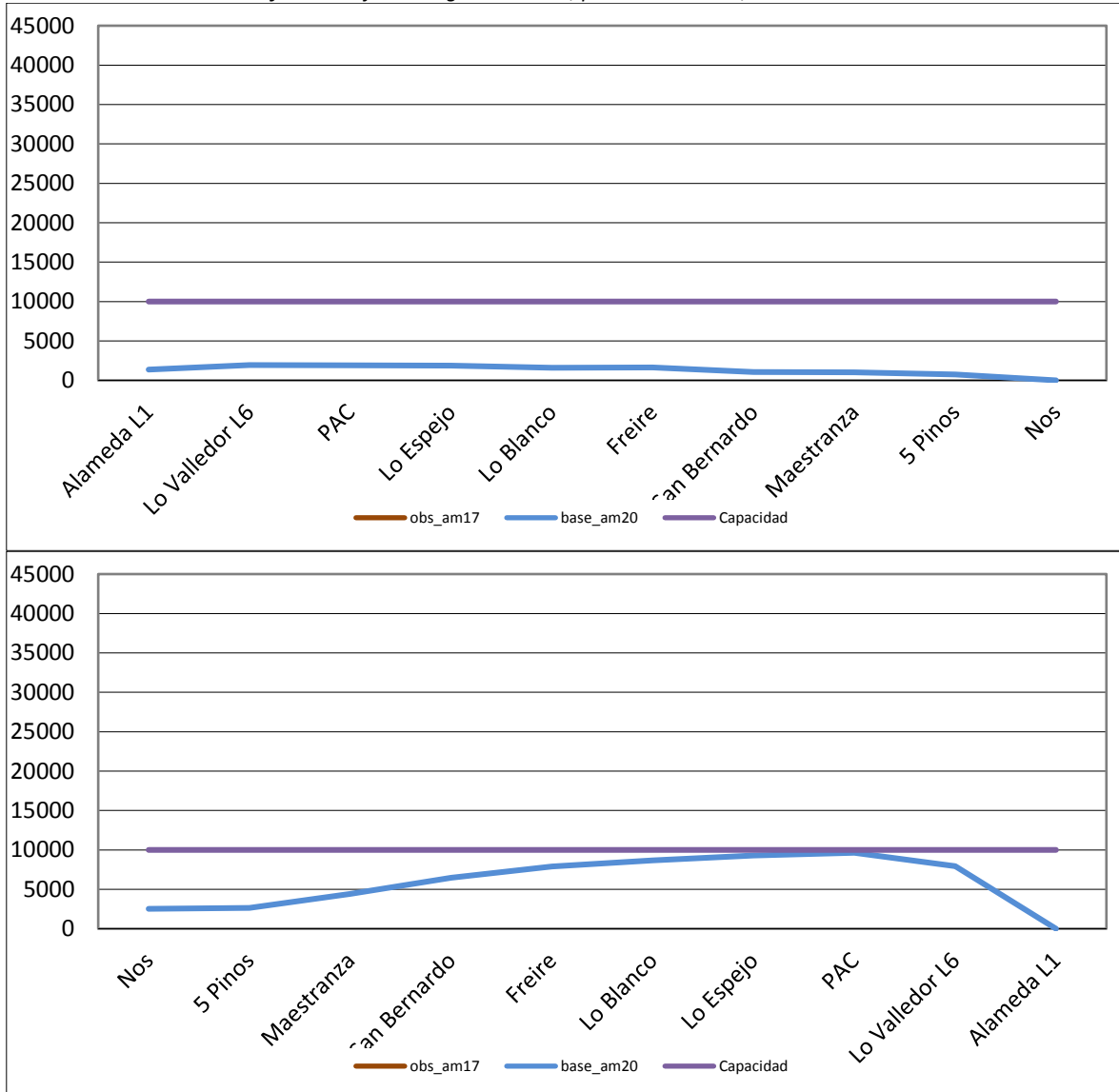
Fuente: SECTRA

Gráfico 7. Perfil de Carga Línea 3, período AM 2020, ambos sentidos



Fuente: SECTRA

Gráfico 8. Perfil de Carga Metrotrén, período AM 2020, ambos sentidos



Fuente: SECTRA