

PLAN ESTRATÉGICO Y TÉCNICO

2015

PARA LA EXPANSIÓN
DE LA RED DE SUBTES
DE BUENOS AIRES





PETERS

Plan Estratégico y Técnico para la Expansión
de la Red de Subtes de Buenos Aires

PRÓLOGO.

Buenos Aires es la ciudad de todos los argentinos, y cada día circulan por sus calles cientos de miles de vecinos y personas que vienen de distintas partes de la Provincia a trabajar, estudiar y desarrollarse en el camino que eligieron.

Es por eso que el transporte público, y el subte en particular, ocupa un lugar fundamental en nuestras vidas. Gracias al subte, más de un millón de personas viajan todos los días de forma rápida, reduciendo el tránsito vehicular y haciendo un enorme aporte para reducir la contaminación del medio ambiente.

En 2013, comenzó una nueva etapa para todos los vecinos: la Ciudad se hizo cargo del subte, y SBASE pasó a ser protagonista, asumiendo en conjunto el desafío de ofrecer un mejor servicio y lograr que todos viajen mejor.

Ese es nuestro objetivo, y para eso queremos ampliar la oferta, modernizar el servicio y lograr que todos vuelvan a creer en el transporte público, viajando cada día mucho más rápido, más cómodos y más seguros. Contamos con el conocimiento y la decisión política para hacerlo.

Por todo esto, para poder avanzar con obras a largo plazo que permitan el desarrollo de la red de subtes, emprendimos este estudio. Estamos convencidos de que el beneficio concreto va a marcar un antes y un después en la calidad de vida de las millones de personas que todos los días recorren la ciudad.

Sabemos que las obras son de gran magnitud, que van a llevar tiempo y que vamos a necesitar acceder al financiamiento para poder realizarlas. Pero nuestra prioridad son los usuarios, y tenemos que pensar a largo plazo para tener vigente una visión de futuro.

El desafío está planteado y estamos convencidos de que vamos por el camino correcto para alcanzarlo. En equipo, podemos lograr que todos vivamos mejor.

Ing. Mauricio Macri

*Jefe de Gobierno
de la Ciudad de Buenos Aires*

En tiempos en los que se sólo se hablaba del subte en ciudades como Londres y Nueva York, llegó a Buenos Aires esta nueva forma de transporte a principios del siglo XX. Paradigma de la modernidad, la primera red de subtes de toda América del Sur empezaba a funcionar en nuestra ciudad.

Desde los primeros coches de madera hasta los coches actuales, han viajado millones de pasajeros que lo utilizaron a diario. Buenos Aires ha sido el escenario de una verdadera revolución en el transporte público, y tiene una amplia proyección a seguir expandiéndose.

Las múltiples ventajas que alcanzó a lo largo de estos años han simplificado el tiempo y acortado las distancias, dándonos otra forma más cómoda de recorrer la ciudad. A través de la combinación con otros transportes, fue posible viajar por arriba y por debajo, a lo largo y a lo ancho de toda la ciudad. Este resultado se hizo realidad gracias a una serie de planes que fueron entrelazándose de manera inteligente y oportuna, con el anhelo que de allí puedan desprenderse nuevos proyectos.

De eso se trata esta publicación: de introducirnos al mundo del subte visto desde su planificación, desde el trazado de sus redes, su función y su estructura, atendiendo aquellos aspectos que necesiten ajustes para la futura expansión y modernización del servicio.

El estudio PETERS funciona como un manual que nos hace viajar en el tiempo entre mapas cargados de líneas y de letras, diseñados en distintos períodos, revelándonos cómo el subte se instaló en Buenos Aires como uno de los medios de transporte público más importante de la capital. No sólo grafica con claridad

que su expansión tuvo una amplia respuesta por parte de los ciudadanos sino que además abre las puertas hacia otras alternativas frente a las ya experimentadas, para lograr su perfeccionamiento.

Es decir, leer este “manual” en detalle dará lugar a la inspiración, a la reflexión y a cálculos orientadores, de los que podrán surgir nuevas ideas tomando del pasado aquello que fue exitoso para aplicarlo en el presente con las posibilidades tecnológicas propias de este siglo.

Porque con los cambios que se avecinan es fundamental estar alerta a las técnicas modernas que implica el desarrollo, en este caso del subte, para mejorar la calidad de vida de la gente y estar a la par de las principales ciudades del mundo. Todo dependerá del empeño y la visión que tengamos frente a las oportunidades que se presenten, de aprovechar al máximo la experiencia. Aún cuando lo nuevo genere incertidumbre, si no intentamos progresar y superar lo que ya se hizo, corremos el riesgo de caer en una zona de confort que no es conveniente.

En definitiva, no podemos imaginarnos una ciudad moderna sin subtes, ya que es uno de los motores de cualquier metrópoli de las dimensiones de Buenos Aires. Esta publicación mantiene viva dicha idea y su finalidad contribuye a pensar el bienestar de todos.

A más de un siglo de distancia de su aparición, es evidente que el subte seguirá siendo parte importantísima de la vida cotidiana de muchas personas.

Lic. Horacio Rodríguez Larreta

*Jefe de Gabinete
Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires*

El 1º de diciembre de 1913 se inauguró el primer subte de Buenos Aires. Fuimos pioneros construyendo el primero de Hispanoamérica y de todo el hemisferio sur. Desde ese día, en el que viajaron 170 mil personas, el subte contó con gran aceptación entre los porteños.

Con el correr de los años, en las grandes ciudades, el subte se consagró como el medio de transporte masivo por excelencia gracias a sus enormes cualidades que conjugan rapidez, eficacia, seguridad y cuidado del medio ambiente.

Al impulso inicial de los primeros años, le siguió un largo período de desinversión en la segunda mitad del siglo XX. Tanto los subtes como los ferrocarriles sufrieron el deterioro de la infraestructura y de la calidad del servicio, perdiendo así competitividad y finalmente expulsando a los usuarios a otros medios de transporte. A lo largo de la historia, los diferentes gobiernos trazaron diversos planes para la expansión de la red pero pocas veces se concretaron y el subte fue perdiendo el liderazgo de los primeros años.

Luego de 100 años de historia, estamos convencidos de que el transporte público, y en especial el subte, debe ser una política de Estado que pueda ser pensada a largo plazo con un horizonte mínimo de 30 años. Sin dudas, a partir de una planificación profunda de la red de subtes se realizará un aporte significativo a la calidad de la gestión estatal.

Es por este motivo que Subterráneos de Buenos Aires S.E. encargó un riguroso estudio que fue financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que pretende sentar las bases de la discusión y el pensamiento respecto de la visión del subte que la

ciudad necesita de cara al futuro.

Profesionales y especialistas de primer nivel participaron de este trabajo en el cual se utilizaron los más modernos métodos de análisis y modelos de simulación sobre diferentes alternativas, teniendo especialmente en cuenta también todos los antecedentes de estudios previos realizados para el subte.

Como resultado de este importante trabajo, presentamos en las páginas siguientes el plan maestro para la expansión de la red de subtes que tiene como objetivo establecer los principales lineamientos de trabajo para que la Ciudad de Buenos Aires alcance como mínimo una red de 100 kilómetros de extensión, y así satisfacer la demanda esperada para una ciudad como la nuestra.

Esperamos poder realizar un aporte para el desarrollo y expansión del subte como medio esencial de movilidad en la ciudad y recuperar así el esplendor y posicionamiento que supo tener.

Confiamos en que así sea.

Ing. Juan Pablo Piccardo

*Presidente
de Subterráneos de Buenos Aires S.E.*

ÍNDICE.

- 1. Pág.17**
Buenos Aires, pionera en América del Sur.
- 2. Pág.23**
Los planes de expansión.
- 3. Pág.41**
Las premisas para el diseño de redes.
- 4. Pág.49**
Diagnóstico del sistema.
- 5. Pág.61**
Amplitud horaria.
- 6. Pág.67**
Plan estratégico.
- 7. Pág.79**
La modelización y sus resultados.
- 8. Pág.107**
La ingeniería de las nuevas líneas.
- 9. Pág.119**
Evaluación de las alternativas.

INTRODUCCIÓN.

ABORDO
DEL FUTURO

El subte es un emblema de Buenos Aires. Con su inauguración el 1º de diciembre de 1913, la ciudad pasó a ser la primera en América del Sur en contar con el servicio de tren subterráneo. Era una de las doce del mundo con este moderno sistema de transporte, que se expandió en distintas latitudes a partir de la década del cincuenta. En ese momento, había diecinueve subterráneos en el planeta y la capital argentina, con sus cinco líneas, continuaba siendo precursora.

Su revitalización es una prioridad insoslayable para una gran metrópoli como Buenos Aires, que necesita dotarse de un sistema de transporte amplio y coherente, aprovechando la mejor tecnología disponible.

Por eso, en las últimas décadas, se presentaron seis planes formales para la expansión y la modernización del subte. Concordaron, en su mayoría, en que las líneas debían extenderse a mayor distancia del microcentro y en que la cuadrícula en el microcentro y el macrocentro debía trazarse por medio de líneas transversales. Si bien cada uno tuvo su impronta y sus matices, uno se nutrió del otro y, en algunos casos, expresaron una visión opuesta.

De desglosar esos planes, resumidos en alternativas, se trata este libro, desarrollado en base al estudio Plan Estratégico y Técnico para la Expansión de la Red de Subtes de Buenos Aires, emprendido por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado (SBASE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), al concebirlo como un aporte para la modernización y la expansión, con visión de futuro, cifrado en el año 2030. En estas páginas se describe la situación del subte y su interacción con otros medios de transporte, se detallan y analizan los planes presentados en diferentes períodos, se exponen los pormenores de la oferta y la demanda, así como la modelización y la ingeniería, y se evalúan las alternativas para mejorar un servicio que resulta indispensable para la ciudad.

Buenos Aires tiene sus particularidades. Por ejemplo, ninguna otra ciudad de América Latina posee una red ferroviaria tan extensa y de gran cobertura. Y, en ese marco, la visión del subte como sustituto del ferrocarril, como se planteó hace unos años, va a contramano de lo que ocurre en otras metrópolis. Por el contrario, es fundamental lograr un complemento entre ambos medios de transporte, potenciando las estaciones de transbordo y creando nuevas cuando exista esa posibilidad.

Tres aspectos son vitales en la planificación del subte: las obras civiles, el material rodante y las instalaciones fijas. Cada estación dispone de una zona o radio de influencia, que es el área de viviendas, comercios y empleos del cual provienen sus usuarios. El radio de acción peatonal refiere al ingreso a pie en la estación; está limitado a algunos centenares de metros y se cuenta desde los accesos a la misma. También existe el radio de acción plurimodal, que se refiere a las formas complementarias de llegar al subte, como los colectivos, los ferrocarriles, los taxis y los vehículos privados, como se verá en forma detallada en las siguientes páginas.

La modelización de las alternativas para el subte busca la mejor solución. ¿Es la que atrae la mayor cantidad de pasajeros? ¿Es la más económica? ¿Es la que promete los mejores resultados? Cada enigma plantea un desafío. ¿Sobre cuál alternativa debe basarse la decisión? ¿Elegir un criterio para la ejecución significa ignorar otros igualmente razonables? El método para encontrar la opción adecuada debe combinar criterios para tomar la decisión.

Para eso, la evaluación de los planes de redes del subte presentados en las últimas décadas fue posible gracias a programas informáticos avanzados de modelización del sistema de transporte. También ha sido posible gracias a una base de datos actualizada sobre la demanda del sistema de transporte público colectivo del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y la Investigación del Transporte Público Urbano de Buenos Aires (INTRUPUBA).

El estudio PETERS, detallado en esta publicación frente a los planes que lo antecedieron, se distingue por haber comparado varias alternativas, utilizando información de la demanda contemporánea para realizar la modelización. Esto hizo posible arribar a conclusiones justificadas que permiten vislumbrar una mayor aproximación a la mejor solución para la red de subtes porque, como corresponde al emblema de una ciudad pujante como Buenos Aires, hay que perfeccionar el presente para lograr un mejor futuro.



ERU

PER

VEAN
LA PECADOS
CAPITALES

**BUENOS AIRES,
PIONERA EN
AMÉRICA DEL SUR**

1

375

BUENOS AIRES PIONERA EN AMÉRICA DEL SUR

La primera línea del subte, conocida actualmente como Línea A, la construyó la Compañía de Tranvías Anglo Argentina, que había recibido la concesión en 1909. Cuatro años después, en 1913, comenzaron a circular los coches de madera, hechos especialmente por la compañía belga La Brugeoise para el primer tren subterráneo de América Latina. En ese entonces, la línea unía las estaciones Plaza de Mayo y Plaza 11 de Septiembre (hoy Miserere). Al año siguiente, se amplió el trayecto hasta Río de Janeiro y después, hasta Caballito.

En 1912, la compañía Lacroze Hermanos obtuvo la concesión para construir la Línea B, inaugurada en 1930. Asimismo, la Compañía Hispano Argentina de Obras Públicas y Finanzas (CHADOPYF) comenzó a construir, en 1933, la Línea C, estrenada en 1936; construyó la Línea D, entre 1937 y 1940; e inició la construcción de la Línea E, abierta al público por la Corporación de Transportes de la Ciudad de Buenos Aires en 1944. Ese año, el Estado nacional pasó a administrar el subte, un sistema que sumaba 30 kilómetros y 53 estaciones.

En 2007, Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado (SBASE) inauguró la última línea, la H.

¹ CABA y partidos del Gran Buenos Aires a no más de 60 km.

Cuando se inauguró la primera línea, en la Ciudad de Buenos Aires y el Área Metropolitana¹ residían unos dos millones de habitantes. Al entrar en servicio la quinta línea, la E, la población había crecido hasta cerca de cinco millones, pero la ampliación del subte no avanzó en paralelo al incremento demográfico sostenido. A su vez, el transporte subterráneo registró una crisis a comienzos de los años treinta por la aparición de los colectivos. En 1928, las líneas de pequeños ómnibus comenzaron a circular sin concesión ni autorización oficial, compitiendo con el sistema tranviario. En consecuencia, al duplicarse los recorridos, hubo una caída de la demanda de los tranvías y del subte.

De la intervención pública, a mediados de la década del treinta, surgió la Corporación de Transportes de la Ciudad de Buenos Aires, ente mixto que asumió la administración de los servicios de transporte urbano, incluido el subte. Se relevó entonces a las tres empresas originarias, y ese fue el primer paso hacia la gestión pública directa del servicio.

El desarrollo de la red del subte se detuvo en 1948 y retomó su crecimiento en 1980, mientras en el mundo, sobre todo en América Latina, varias ciudades lo incorporaban como medio de transporte. En ese período, la población capitalina y del conurbano creció de manera constante. De haberse agregado un kilómetro por año desde 1944, su actual extensión sería de 100 kilómetros, casi el doble que en la actualidad.

En síntesis, los tramos habilitados y las empresas e instituciones participantes en la construcción del subte² son las siguientes:

•Línea **A**

1. Plaza de Mayo - Primera Junta, Compañía de Tranvías Anglo Argentina, 1913 - 1914.
2. Primera Junta - Carabobo, SBASE, 2008.
3. Carabobo - San Pedrito, SBASE, 2013.

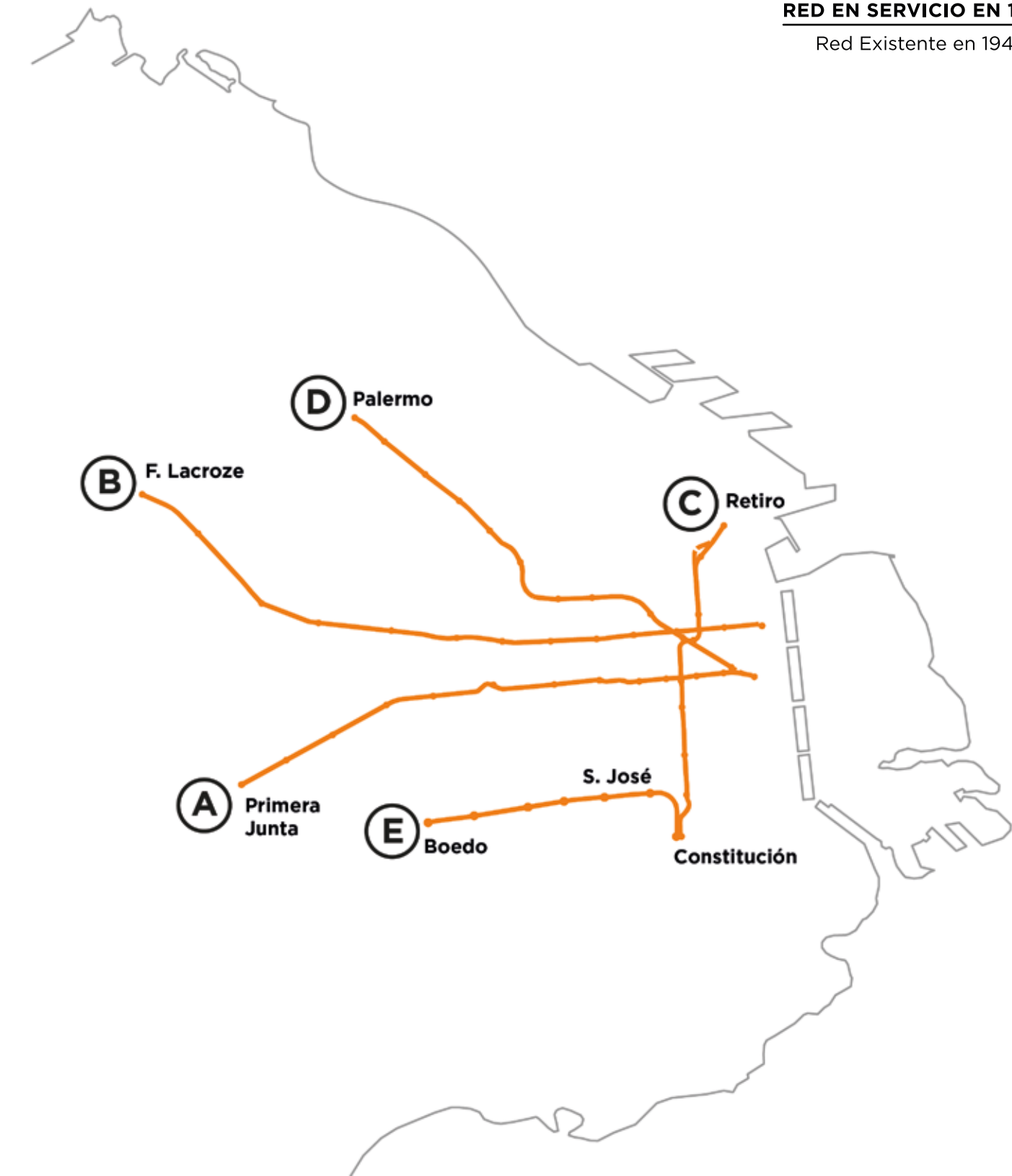
•Línea **B**

1. Correo Central - Fco. Lacroze, F.C. Terminal Central Buenos Aires, 1930 - 1931.
2. Fco. Lacroze - Los Incas, SBASE, 2003.
3. Los Incas - Juan Manuel de Rosas, SBASE, 2013.

² Relevamiento realizado en el Plan Estratégico y Técnico para la Expansión de la Red del Subte.

RED EN SERVICIO EN 1944

Red Existente en 1944 ●



•Línea C

1. Plaza Constitución – Retiro, Compañía Hispano Argentina de Obras Públicas y Finanzas (CHADOPyF), 1934 – 1936.

•Línea D

1. Catedral – Palermo, CHADOPyF, 1937 – 1940.
2. Palermo – Mtro. Carranza, SBASE, 1987 – 1993.
3. Mtro. Carranza – José Hernández, SBASE, 1997.
4. José Hernández – Juramento, SBASE, 1999.
5. Juramento – Congreso de Tucumán, SBASE, 2000.

•Línea E

1. Constitución – Boedo, Corporación de Transportes, 1944.
2. Bolívar – San José (no habilitado al público desde 1966), SBA, 1966.
3. Boedo – Av. La Plata, SBA, 1966.
4. Av. La Plata – J. M. Moreno, SBA, 1973.
5. J. M. Moreno – Varela, SBASE, 1985.
6. Varela – Plaza de Los Virreyes, SBASE, 1986.

•Línea H

1. Once – Caseros, SBASE, 2007.
2. Once – Corrientes, SBASE, 2010.
3. Caseros - Parque Patricios, SBASE, 2011.
4. Parque Patricios - Hospitales, SBASE, 2013.

A más de un siglo de las primeras dos concesiones, la diversidad de las iniciativas que dieron lugar al subte presentan dos aspectos primordiales:

- La red necesita un proyecto integral y superador de la visión de la ciudad de principios del siglo XX, para acomodarse a las necesidades actuales.

- Los equipamientos son heterogéneos, lo que dificulta o hace inviable el intercambio de material rodante y encarece su explotación y mantenimiento.

La ampliación y la modernización de la red son una prioridad de la Ciudad, lo que hace necesario contar con un plan estratégico y adecuado a las demandas actuales, que examine las alternativas tecnológicas adecuadas y que incluya una visión a largo plazo. En eso radica la importancia de contar con un estudio como el Plan Estratégico y Técnico para la Expansión de la Red del Subte de Buenos Aires, denominado PETERS, que

apunta a planificar la expansión y renovación del subte corrigiendo sus debilidades. En ese sentido, sugiere el rumbo a seguir para que nuevas obras y equipamientos configuren una red sólida y uniforme, que tenga como referentes a los sistemas de subterráneos más modernos y eficientes.

PRIMERA VISIÓN DEL SUBTE

El subterráneo como sistema presenta aspectos que dan lugar a puntos de vista divergentes. Algunos tienen explicación en la diversidad de iniciativas que le dieron origen y son los más complejos de corregir por sus características estructurales, mientras que otros desafíos relevantes, que implican cuestiones técnicas, podrían tener soluciones accesibles sobre la base de una disponibilidad de los recursos necesarios.

El mayor reto estructural es la configuración de la red, intensamente convergente al microcentro, en particular a la Plaza de Mayo, sin haber aprovechado esos trazados para una mayor cobertura y conectividad interna del Área Central.

Los centros de transbordo entre las líneas recibieron, en general, poca atención en el diseño original de cada una de ellas y se corrigieron en forma parcial más tarde. Esa es la razón por la cual los transbordos son complejos y se saturan por la gran afluencia de pasajeros. Superar esta circunstancia requiere eficaces inversiones en obras de alto presupuesto.

La diversidad en la toma de decisiones técnicas de los primeros concesionarios sigue afectando la explotación. Si bien la trocha de todas las líneas es la misma, 1,435 metro, el ancho de los trenes es diferente, al igual que la longitud de los andenes y de las formaciones, la tensión o el voltaje de alimentación y el sistema de captación de electricidad.

En ese sentido, la alimentación eléctrica es aérea en la A, C, D, E y H mientras que en la B se hace a partir de un tercer riel. Asimismo, el largo predominante de los andenes varía: 100 metros en la Línea A; 132 m en la Línea B; entre 106 y 110 m en las líneas C, D y E; y 120 metros en la Línea H³.

³ Relevamiento realizado para el PETERS.

Los retos circunstanciales son muchos: la antigüedad del material rodante; la insuficiencia y calidad de los pasillos y accesos a las estaciones, y la estructura de las combinaciones entre líneas; la ventilación insuficiente; y la necesidad de contar con cocheras y talleres funcionales. No obstante, su corrección es conceptualmente sencilla, porque pueden abordarse de forma escalonada y relativamente independiente, incluso cuando se trate de obras complejas y de alto costo.



**LOS PLANES
DE EXPANSIÓN**

2.

LOS PLANES DE EXPANSIÓN

1. Plan de la Comisión de Subterráneos (PCS), Transportes de Buenos Aires, 1953.
2. Plan Cóndor (PCDR), Transportes de Buenos Aires, 1957.
3. Estudio Preliminar de Transporte de la Región Metropolitana (EPTRM), Secretaría de Obras Públicas y Transporte de la Nación, 1973.
4. Plan de Subterráneos Municipal (PSM), Municipalidad de Buenos Aires, 1981.
5. Plan Maestro de Infraestructura (PMI), SBASE, 1991.
6. Plan de la ley N° 670 (PL670), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2001.

Estos planes, que se detallan en el capítulo dos de esta publicación, fueron coyunturales en su mayoría, pero presentaban algunos aspectos para tender hacia una solución integral de cara al futuro.

Los seis planes formales para la expansión y la modernización del subte, que se sucedieron a lo largo de seis décadas, coincidieron, en su mayoría, en dos aspectos: que las líneas debían extenderse a mayor distancia del microcentro y que la cuadrícula de dicha área y del macrocentro debía trazarse mediante líneas transversales.

Si bien cada plan tuvo su impronta y sus matices, uno se nutrió del otro y, en algunos casos, plantearon aspectos opuestos.

Para sustentar el debate sobre el futuro de la red, conviene repasar cada plan para comprender las dinámicas de la planificación a lo largo de las últimas seis décadas y la evolución de las ideas, y también para visualizar la transformación de la Ciudad de Buenos Aires y del Área Metropolitana con el transcurrir de las décadas en función de los planes para el subte.

• PLAN DE LA COMISIÓN DE SUBTERRÁNEOS (PCS), TRANSPORTES DE BUENOS AIRES, 1953

Hacia 1950, los servicios de tranvías y ómnibus de Transportes de Buenos Aires estaban desbordados por la demanda. Gran parte de la ciudadanía optó, entonces, por el subte y varias de sus líneas estuvieron al borde de la saturación. En esa época, se alcanzó el máximo histórico de pasajeros pagos⁴.

En 1953, Transportes de Buenos Aires propuso ampliar la red a 110 kilómetros, agregando siete líneas a las cinco

⁴ Se denomina "pasajeros pagos de una línea" a los que pagan su viaje en los molinetes. Los "pasajeros transportados de una línea" son los pagos más los que ingresan libremente con un pase, como los jubilados, o quienes transbordan desde otra línea.

existentes, de las cuales cuatro iban a ser extendidas. Este plan consistía en el informe de la oficina técnica denominada Comisión de Subterráneos, publicado por el Ministerio de Transportes de la Nación.

La red del PCS iba a formar una cuadrícula densa en el microcentro. Se proponía aliviar las líneas A y C duplicándolas con líneas paralelas contiguas. Se agregaban líneas radiales por Córdoba, Belgrano y Caseros y se multiplicaban las estaciones terminales en el microcentro. Las radiales antiguas se extendían entre ocho y diez kilómetros desde la Plaza de Mayo. Dos líneas nuevas iban hasta el límite de la ciudad en el Riachuelo, una de las cuales ingresaría en el municipio de Avellaneda y terminaba en Crucecita.

Pronto, el PCS fue superado. Sin embargo, parte de sus propuestas fueron retomadas en planes posteriores, como la extensión de la Línea E hasta la Plaza de Mayo, las extensiones de la Línea A hasta Flores, la B hasta Villa Urquiza, la D hasta Belgrano y la E hasta Plaza de los Virreyes, así como el trazado de la Línea H por las avenidas Pueyrredón y Jujuy.

• PLAN CÓNDOR (PCDR), 1957

Entre 1957 y 1960, las condiciones del transporte urbano de superficie empeoraron. La extensión del subte se concebía como una solución ineludible. El PCDR lo elaboró Transportes de Buenos Aires, poco después del plan anterior (el PCS). Se hizo público en 1957 y fue actualizado a mediados de los años sesenta. Fue el plan más ambicioso y el más influyente en las ideas posteriores sobre la modernización de la red, en tanto proponía extenderla a un total de 176 kilómetros, agregando once líneas nuevas a las cinco históricas.

Se creaba una cuadrícula gigantesca que cubriría buena parte de la ciudad mediante líneas radiales por las principales avenidas de ingreso al centro y cuatro líneas transversales, además de dos periféricas que conformaban una amplia circunvalación entre la Boca y Belgrano. Casi todas las radiales alcanzaban el límite de la ciudad en la avenida General Paz, dos líneas transversales llegaban hasta el límite del Riachuelo y otras dos líneas superpuestas recorrían la avenida Montes de Oca y penetraban en Avellaneda para

bifurcarse hacia las avenidas Mitre y Pavón.

El PCDR, concebido en un momento crítico del transporte de superficie, superaba las necesidades de la época, ya que extendía las líneas subterráneas, de elevado costo de construcción, hasta barrios periféricos con baja densidad de población y alejados del Área Central de ese entonces, comprendida por los alrededores de la Plaza de Mayo.

Entre sus propuestas merecen mencionarse dos: una línea iba a recorrer las avenidas Las Heras, Callao y Entre Ríos, conectada con Constitución, pero sin llegar directamente a esa terminal, y otra línea iba a salir de Retiro hacia Santa Fe para desviarse, una vez traspasada la avenida Pueyrredón, hacia Córdoba y alcanzar la zona del Cid Campeador. Estas líneas, aunque con matices, aparecían en todos los planes potenciales.

Desde el punto de vista técnico, el PCDR no estaba libre de objeciones. Si bien creaba una gran estructura reticular con nuevas líneas transversales, varias de ellas eludían el Área Central para servir a corrientes de tráfico de mediana o baja densidad entre barrios periféricos. Se acentuaba la concentración de terminales de líneas alrededor de la Plaza de Mayo y se creaba un segundo punto de convergencia en Retiro, donde iban a terminar tres líneas nuevas sin integrar sus trazados.

Según la Memoria de Transportes de Buenos Aires de 1958, este organismo del Estado nacional declaraba que uno de los objetivos del PCDR era sustituir las líneas ferroviarias que atraviesan la Ciudad de Buenos Aires. Con este fin procuraba concretar ideas que habían tomado cuerpo después de 1920 y que, en el momento de formularse el PCDR, podían ser consideradas anacrónicas. Eso iba contracorriente de la tendencia mundial de utilizar el subterráneo como complemento de las líneas ferroviarias suburbana y no como sustituto.

• ESTUDIO PRELIMINAR DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN METROPOLITANA (EPTRM), 1973

El EPTRM, concebido entre 1969 y 1973, fue el primer estudio que abordó el Área Metropolitana de Buenos Aires en su conjunto con una propuesta integral para la infraestructura vial, incluyendo a los ferrocarriles

suburbanos y al subte. A diferencia de los planes anteriores, incluyó un estudio de la demanda de transporte basado en datos reales de los viajes diarios de la población. La información se obtuvo mediante una encuesta domiciliaria, la primera de ese tipo en la Argentina, y se procesó con un software de modelización de la demanda del sistema de transporte urbano.

En cuanto al subte, el EPTRM propuso una red enfocada en mejorar la vinculación entre el centro y los principales subcentros de la Ciudad de Buenos Aires, en facilitar los movimientos internos del centro y en complementar a la red ferroviaria suburbana en la distribución del tráfico dentro de la ciudad, específicamente en el centro y en las zonas de mayor densidad demográfica. La propuesta del EPTRM, emprendida por el Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación, era lograr en 20 años que la red tuviera 90 kilómetros y ocho líneas.

Proponía tres etapas de expansión, durante las cuales iban a prolongarse cuatro de las líneas radiales existentes hasta el año 2000. Con pocas diferencias, estas propuestas se realizaron:

• **Línea A** por Rivadavia hasta la Plaza Pueyrredón, popularmente conocida como Plaza Flores, punto de transbordo con el Ferrocarril Sarmiento (estación Flores) y la avenida Nazca.

• **Línea B** por Triunvirato hasta Villa Urquiza, punto de transbordo con el Ferrocarril Mitre (estación Gral. Urquiza).

• **Línea D** por Cabildo hasta General Paz, punto de transbordo con el Ferrocarril Belgrano (estación Aristóbulo del Valle).

• **Línea E** por avenida del Trabajo hasta la calle Lafuente.

El EPTRM también proponía agregar tres líneas nuevas:

• **Línea F** desde Martín García y Montes de Oca hasta Plaza Italia, pasando por Plaza Constitución, estación San José y las avenidas Entre Ríos, Callao y Las Heras.

• **Línea G** desde Retiro hasta la estación Sarandí, centro de transbordo con el Ferrocarril Roca, siguiendo las calles San Martín y Bolívar, y las avenidas Martín García,

Montes de Oca y Mitre.

• **Línea H** partiendo de Retiro por las avenidas Santa Fe, Pueyrredón, Jujuy, Caseros, Almaguero y Sáenz, siguiendo en territorio provincial hasta la estación ferroviaria Lanús, punto de transbordo con el Ferrocarril Roca.

El EPTRM guarda similitudes importantes con el plan anterior, el PCDR:

• La línea que une Plaza Italia con Constitución por las avenidas Las Heras, Callao y Entre Ríos es significativamente parecida a la del PCDR.

• En ambos planes, una línea sale de Retiro hacia Santa Fe y llega hasta Pueyrredón, punto a partir del cual ambas propuestas divergen.

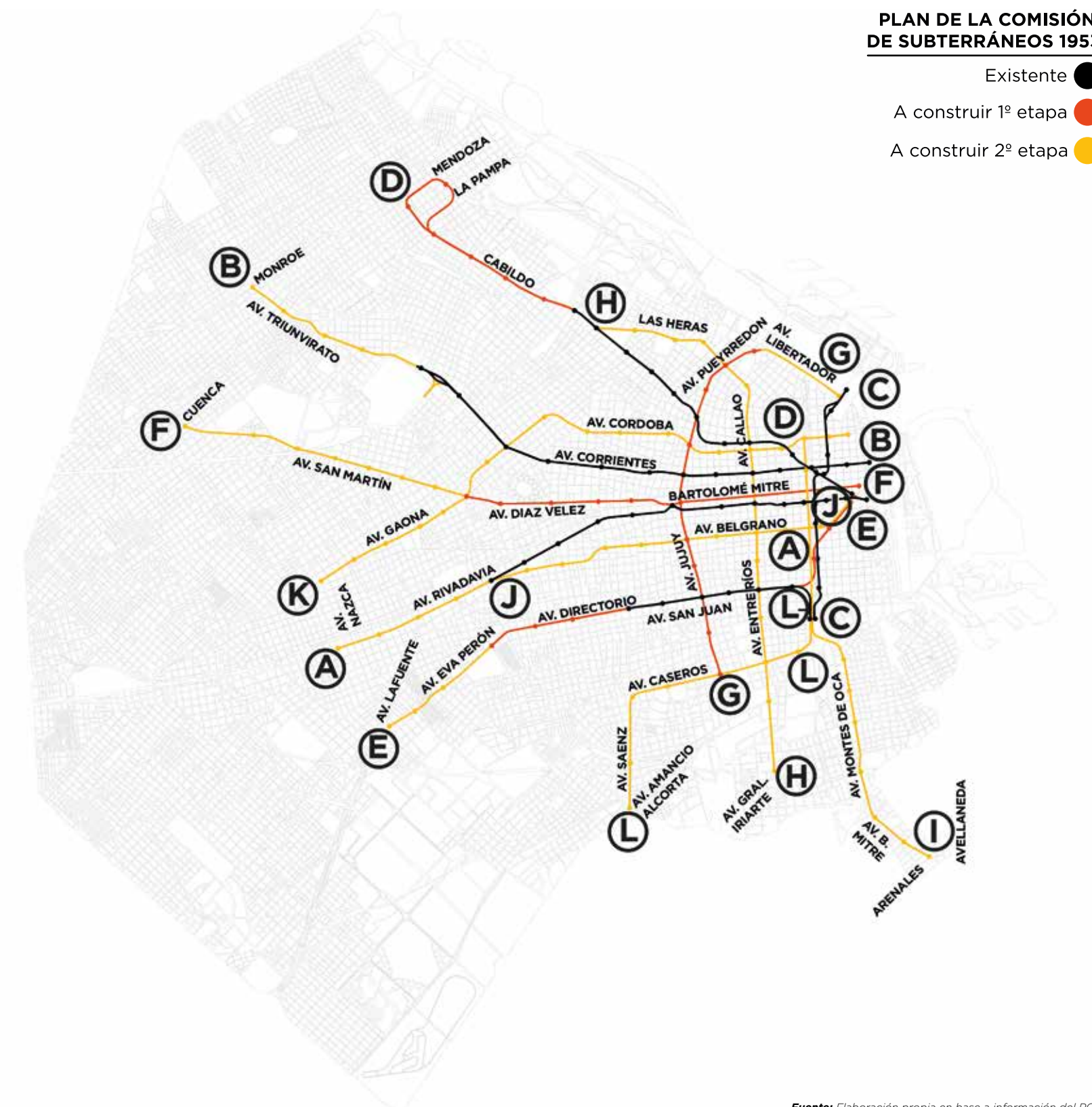
• La línea que parte de Retiro y que recorre el microcentro pasando por la Plaza de Mayo, siguiendo hacia las avenidas Martín García y Montes de Oca para continuar su recorrido hacia Avellaneda, es similar.

• Se plantea en Retiro una concentración de terminales (tres en el EPTRM y cuatro en el PCDR).

• Sólo la línea que recorre las avenidas Pueyrredón y Jujuy difiere en forma significativa, ya que en el PCDR llega hasta Retiro por Avenida del Libertador y su extremo sur está en la Caseros, mientras que en el EPTRM recorre Santa Fe y termina en Lanús, pasando por el Puente Alsina.

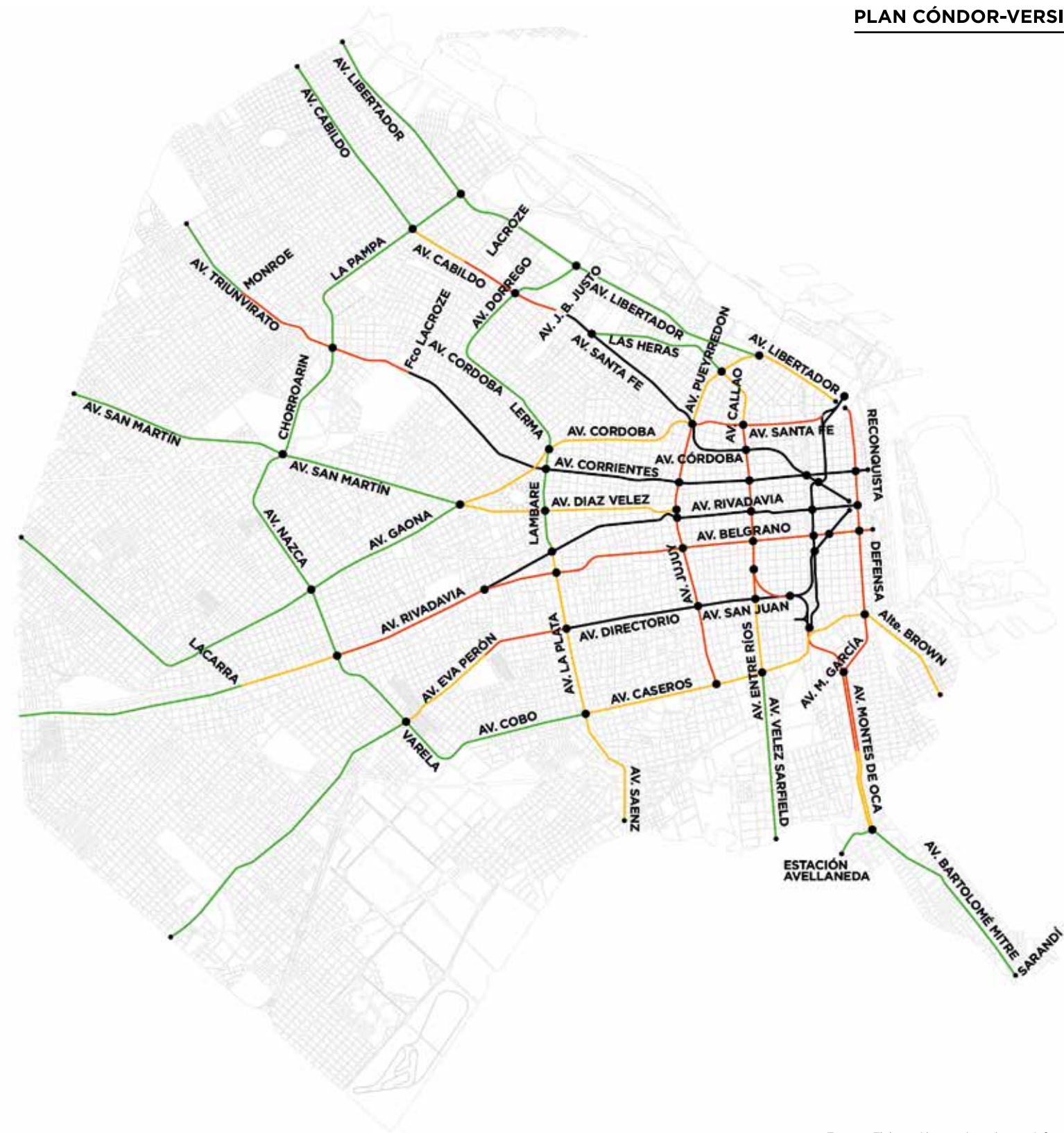
En realidad, el EPTRM obedecía a la misma concepción de los dos planes anteriores, principalmente del PCDR, del que difiere en la dimensión final del sistema que se proponía alcanzar. El EPTRM era semejante a una primera etapa del Plan Cóndor. Cabe destacar que retomaba la propuesta de una línea que saliera de Retiro hacia Avellaneda por el eje de las calles San Martín y Bolívar, eludiendo realizar esa vinculación por Leandro N. Alem para servir al nuevo centro administrativo de Catalinas, que había comenzado a construirse en esos años.

El EPTRM mantenía las soluciones del PCDR para las líneas B y D, extendiéndolas casi hasta General Paz. También mantenía la extensión de una línea hacia la



Fuente: Elaboración propia en base a información del PCS.

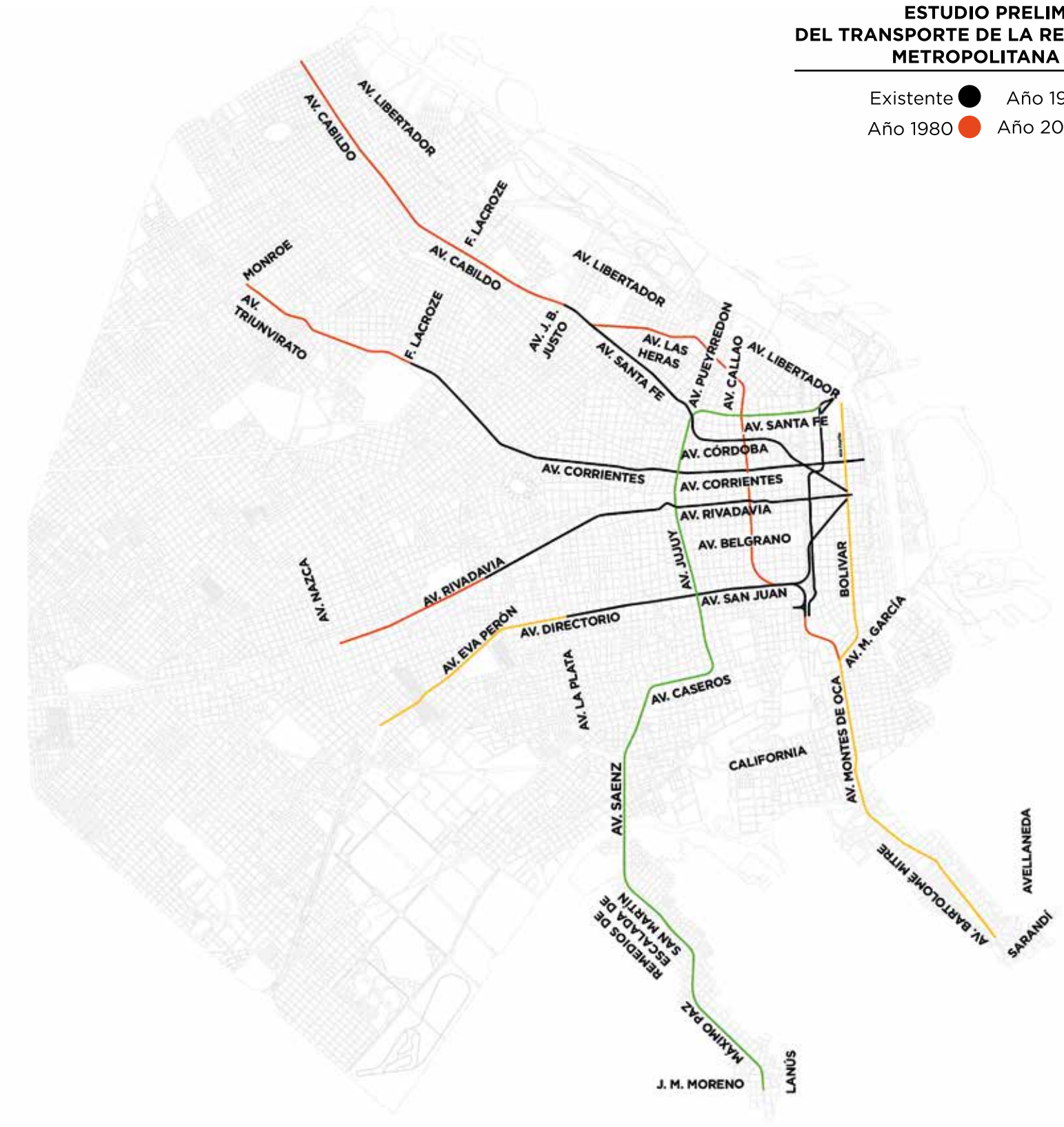
PLAN CÓNDOR-VERSION 1964



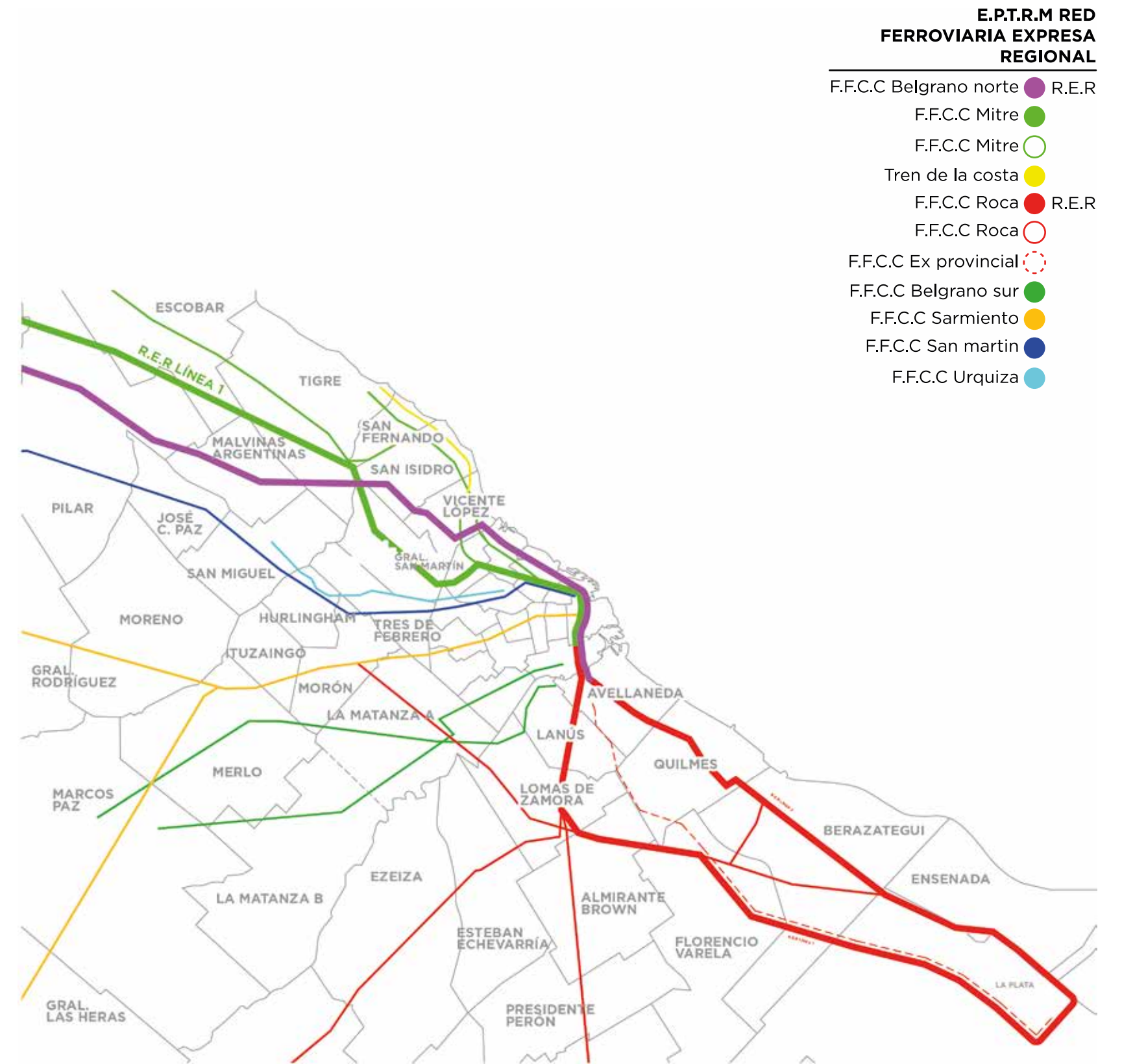
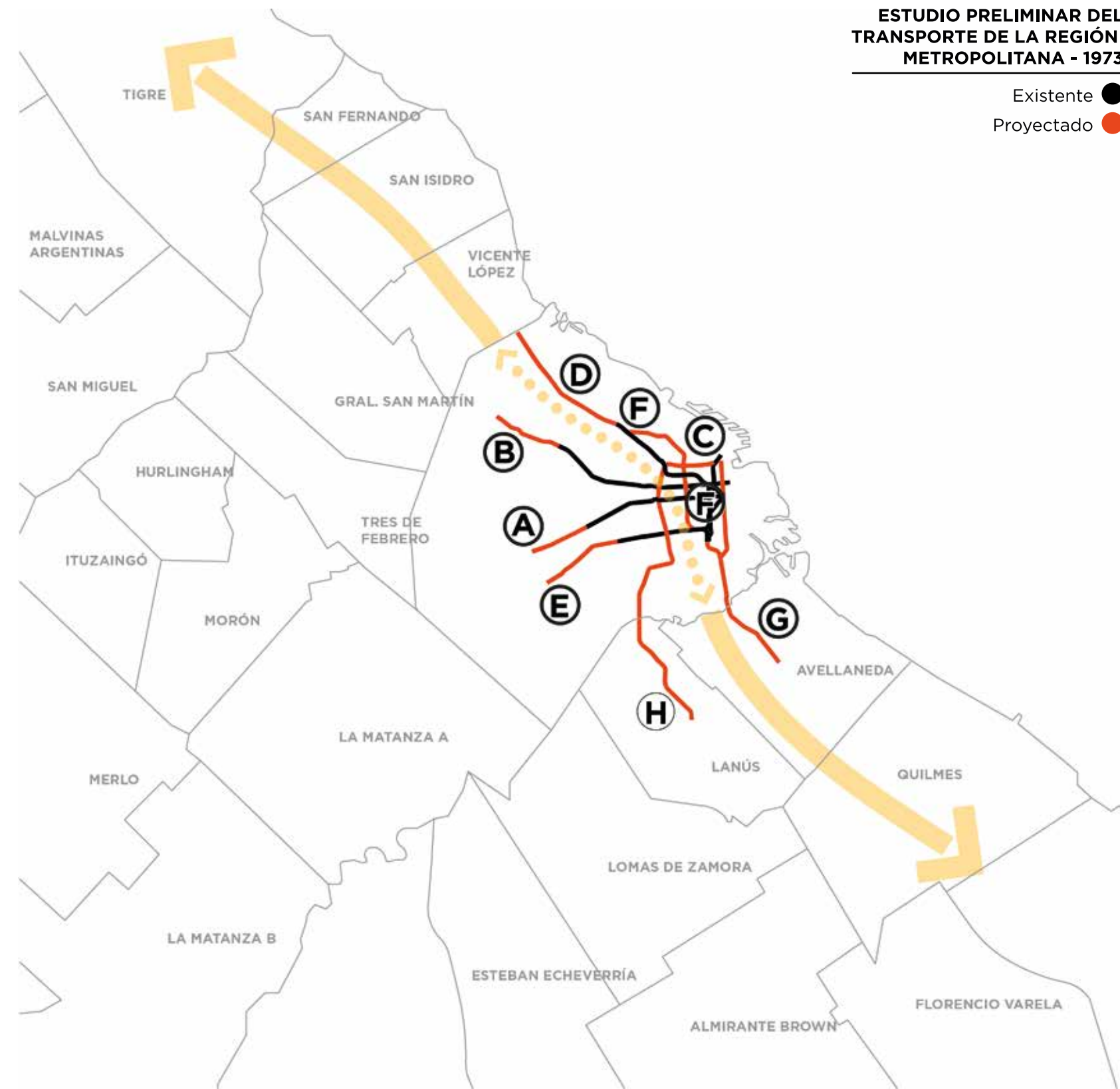
Fuente: Elaboración propia en base a información del PCS.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL TRANSPORTE DE LA REGIÓN METROPOLITANA - 1973

Existente ● Año 1985 ●
 Año 1980 ● Año 2000 ●



Fuente: Elaboración propia en base a información del EPTRM.



avenida Mitre, en Avellaneda, y agregó el ingreso de la Línea H al territorio provincial, hasta la estación Lanús. En general, tendía a configurar la red del subte mediante corredores, en respuesta al modelo de desarrollo territorial planteado por la Oficina de la Región Metropolitana, que preveía la extensión del Área Metropolitana en paralelo a la costa del Río de la Plata.

Esto era un gran avance. El plan abandonaba la concepción anterior de que el subte fuera un sustituto del ferrocarril y, al contrario que el PCDR, proponía aplicar la estrategia de la Red Expresa Regional de París, enlazando las terminales de Retiro y Constitución.

• PLAN MUNICIPAL (PSM), 1981

Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado (SBASE), transferido a la órbita de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, sugería una red de 73 kilómetros que concluiría en 1991, diez años después del estudio. Aunque se utilizó un modelo de transporte moderno para la época, la única información disponible para estimar la demanda del subte era el EPTRM. El objetivo de la red era vincular el centro con los barrios más poblados de la ciudad, servir a los desplazamientos dentro del centro y distribuir en ella los viajes derivados de los ferrocarriles suburbanos.

El PSM, a diferencia de los planes anteriores, contemplaba líneas pasantes por el Área Central a partir de las líneas existentes. Entonces, agregaba dos líneas y convertía en pasantes a las líneas A, D y E, las dos últimas enlazadas en una línea única. También proponía construir un taller en un amplio terreno de la estación Avellaneda y crear un puesto central para el control de las operaciones de todas las líneas.

Las líneas radiales existentes, excepto la D, iban a extenderse siguiendo, en general, los planes anteriores:

• **Línea A** por Rivadavia hasta la Plaza Flores.

• **Línea B** desde Federico Lacroze desviándose hacia la avenida Forest, para alinearse en estructura elevada con la Autopista Central AU-3 proyectada (que iba a correr entre las calles Charlone-Giribone y, después, Donado-Holmberg), hasta la estación Luis María Drago del

Ferrocarril Mitre.

• **Línea C** previa a la reconstrucción de su estación Retiro, iba a ser prolongada por la avenida Ramos Mejía hasta la Avenida de los Inmigrantes, actual sede de los tribunales federales.

• **Línea E** desde la estación José María Moreno, siguiendo la traza de la Autopista 25 de Mayo, hasta la Plaza de los Virreyes y desde allí hasta una terminal en la zona denominada Parque Almirante Brown, entre las calles Mariano Acosta y la avenida Lacarra. Esa obra comenzó a ejecutarse al incluirse la construcción del túnel hasta la Plaza de los Virreyes en el tendido de la Autopista 25 de Mayo.

El PSM también contemplaba corredores radiales y una línea de circunvalación:

• Un trazado radial nuevo desde Once por las avenidas Díaz Vélez y San Martín hasta el cruce con la avenida Juan B. Justo. Se lo llamó Línea J.

• El tramo de la Línea J iba a prolongarse al este de Once por las avenidas y calles Rivadavia, Pasteur, Santa Fe y Leandro N. Alem hasta la Plaza de Mayo, donde iba a enlazarse con la Línea A, cuya estación iba a reubicarse.

• El enlace de la Línea J con la A iba a dar lugar a un trazado de circunvalación del macrocentro denominado Línea A/J.

• El servicio al barrio de Belgrano por Cabildo iba a brindarlo una línea nueva, la G, que recorrería las avenidas Cabildo, Santa Fe y Las Heras, siguiendo desde la plaza Vicente López hasta la avenida Córdoba. Continuaba por las calles San Martín y Bolívar y la avenida San Juan. Iba a pasar por la terminal ferroviaria de Constitución y seguía hacia el sur en el espacio central de la Autopista 9 de Julio Sur (hoy Presidente Frondizi) e ingresaba en el municipio de Avellaneda, donde continuaba por la avenida Mitre hasta la terminal en la zona llamada Crucecita.

• **Línea D** que iba a quedar con terminales en Palermo y la Plaza de Mayo, iba a enlazarse con la Línea E,

formando la pasante D/E.

El PSM era innovador. Proponía la construcción de un taller en un amplio terreno de la estación Avellaneda y la creación de un puesto central para el control operativo de todas las líneas. Sugería que era inconveniente alargar las líneas radiales a más de 10 kilómetros del microcentro. Se hizo una licitación para otorgar la concesión de la red, pero no pudo concretarse por razones económicas y políticas.

En la década del ochenta, SBASE completó la obra de la Línea E, e inauguró la extensión de José María Moreno a Plaza de los Virreyes. En 1988 se contrató la prolongación de la Línea D hasta el barrio de Belgrano. En consonancia con el EPTRM, de 1973, propuso una red expresa regional que enlazara los ferrocarriles Roca y San Martín debajo de la avenida 9 de Julio.

La nueva Línea G iba a construirse con gálibo ancho (3,10 metros) y andenes para trenes de ocho coches. Esas características eran compatibles sólo con la Línea B, por lo que iban a consolidarse los dos sistemas dominantes: uno con gálibo angosto y alimentación eléctrica por línea aérea (líneas A, C, D, E y H) y otro con gálibo ancho y alimentación por tercer riel (Línea B).

Algunos de los aspectos destacables del PSM, en comparación con el EPTRM, son:

• La acertada conclusión de que la Línea D –con formaciones angostas (2,60 metros) y cortas (seis coches)– se saturaría si se prolongaba hasta Belgrano y Puente Saavedra. Con ese trazado, además de capturar los viajes de los barrios periféricos de la ciudad, iba a extender su influencia al municipio de Vicente López. Además, la Línea F, de la avenida Las Heras no iba a descargar mucho tráfico a la Línea D a pesar del posible transbordo en Plaza Italia.

• Frente a la previsible saturación de la Línea D, el PSM propuso que mantuviera su terminal en Palermo y que una línea nueva, la G, proveniente del microcentro, sustituyera la extensión a Belgrano. La G recorrería la avenida Las Heras en reemplazo de la Línea F. Con este cambio, gran parte de los pasajeros de Belgrano y zonas aledañas iba a viajar en la G –que también llegaría a la

Plaza de Mayo–, sin necesidad de transbordar a la D en Plaza Italia.

• Una propuesta fundamental del PSM fue el enlace ferroviario de las líneas D y E con un túnel Catedral - Bolívar para que ambas radiales se convirtieran en una pasante única. Tenía varias ventajas: para una misma longitud de línea se suprimían dos terminales céntricas y el tiempo ocioso de los trenes, también iba a aumentar la cantidad de pasajeros entre ambas líneas, porque ya no tendrían que afrontar el difícil transbordo entre Catedral y Bolívar que antes los impulsaba a preferir el colectivo. Así, la Línea E incursionaría mejor en el microcentro y el macrocentro, permitiendo viajes directos, como por ejemplo entre Boedo o Parque Chacabuco y Tribunales o Facultad de Medicina. La Línea E, extendida hasta el Parque Almirante Brown, y la D, con terminal en Palermo, podían tener una demanda equilibrada.

• Con el enlace de las líneas A y J se creaba una línea de circunvalación del microcentro y el macrocentro que iba a establecer combinaciones con las otras líneas. El nuevo trazado daría servicio al corredor de la avenida Leandro N. Alem y a la emergente zona de Catalinas.

• PLAN MAESTRO DE INFRAESTRUCTURA (PMI), 1991

En 1989, la Municipalidad de Buenos Aires analizó posibles estrategias para la expansión del Subte considerando que había pocos recursos disponibles. Por ello, el PMI no se basó sobre la demanda y fue más modesto que los planes anteriores. La red iba a sumar 52 kilómetros de vías sin tender nuevas líneas, sino sólo con algunas extensiones.

El PMI proponía lo siguiente:

• **Línea A** por Rivadavia hasta la avenida Nazca.

• **Línea B** mantenía su terminal histórica en Federico Lacroze, pero en el centro, desde la estación Leandro N. Alem, iba a ingresar al área de Puerto Madero, en ese momento en etapa de proyecto.

• **Línea D** por Cabildo hasta la calle Monroe se reactivaba la obra que había sido contratada en 1988 y que estaba paralizada. Posteriormente, SBASE desplazó

por razones técnicas la terminal de la línea de Monroe a Congreso de Tucumán.

•**Línea E** desde su terminal en Bolívar, iba a cruzar la Plaza de Mayo en dirección a la avenida Leandro N. Alem. En la zona de Catalinas iba a girar hacia Santa Fe y, a la altura de la calle Uruburu, iba a orientarse hacia el sur hasta tomar la avenida Rivadavia en dirección a Once. Se trataba de un recorrido de circunvalación incompleto del macrocentro. Esta propuesta derivaba del PSM, con la diferencia de que aquel plan proponía una circunvalación total. Al igual que la Línea J, también prevista por el PSM, este trazado iba a continuar hacia el noroeste por las avenidas Díaz Vélez y San Martín.

La variante del PMI para la Línea E consistía en el trazado desde Santa Fe hacia Plaza Miserere/Once, siguiendo la avenida Pueyrredón hasta Rivadavia. En una segunda etapa, podía prolongarse hacia el sur, como la Línea H del plan EPTRM.

Las dos propuestas para la Línea E coincidían en el paso por la Plaza de Mayo y la continuación por la avenida Leandro N. Alem hasta Catalinas. La solución en la Plaza de Mayo era sencilla. El túnel de la Línea E, construido en 1966, cruzaba la plaza una vez superado el cruce con las líneas A y D. Su trazado hacia la avenida Leandro N. Alem se facilitaba por la profundidad del túnel de la Línea E en la Plaza de Mayo. En ambos casos, la semicircunvalación del macrocentro iba a hacer más atractiva la Línea E para la población de su zona de influencia en los barrios de San Cristóbal, Boedo, Parque Chacabuco y Flores Sur por su mayor conectividad con el Área Central.

Otro aspecto positivo del PMI era la intención de que el subte ingresara en un área en desarrollo como Puerto Madero. Implicaba una obra de gran complejidad en la Línea B, quizá con la reconstrucción de la estación Leandro N. Alem, ya que se debía pasar por debajo del gran conducto pluvio - cloacal que corría paralelo a la avenida Eduardo Madero.

En realidad, el PMI intentó sintetizar algunas de las propuestas anteriores en un momento difícil para la economía nacional. De ahí los agregados a las líneas A, B, D y E sin trazados nuevos e independientes.

En 1994, la concesión a Metrovías S.A. llevó a SBASE a planificar, proyectar y ejecutar las obras de ampliación de la red. Sus esfuerzos se orientaron a terminar la Línea D, extender la A y la B y tender la nueva Línea H bajo la planificación tradicional derivada del PCDR y del EPTRM.

En 1997, el Estado nacional prorrogó la concesión y dispuso la prolongación de la Línea E desde Bolívar por la avenida Leandro N. Alem, y ubicar la terminal en Retiro. Casi en simultáneo, la Legislatura de la ciudad sancionó la ley N° 317, que dispuso la construcción de la Línea H entre Pompeya y Retiro, cuyo extremo norte de recorrido seguiría la Avenida del Libertador.

• PLAN DE LA LEY 670 DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES (PL670), 2001

La ley N° 670, sancionada por la Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en 2001, determinaba los trazados de tres líneas nuevas, F, G y la I, y establecía su forma de ejecución por medio de una concesión separada de la que regía desde 1994 a Metrovías. Esta norma, fruto de las tratativas de la Secretaría de Hacienda y Finanzas de la Ciudad de Buenos Aires y Subterráneos de Buenos Aires S.E. (SBASE) con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), identificaba los barrios a los que las nuevas líneas iban a brindar servicio y, en un anexo, determinaba los recorridos para dos etapas de realización.

Sobre la base de datos históricos de la demanda, el PL670 propuso una red para la cual se efectuó un amplio estudio de ingeniería que incluyó la redacción de pliegos de especificaciones técnicas para la ejecución de la obra civil, la provisión del material rodante y las instalaciones electromecánicas. Tras la sanción de la ley, se utilizó un modelo de transporte y usos del suelo con el fin de validar los estudios de demanda, ajustarlos y analizar escenarios para las etapas de construcción de las nuevas líneas propuestas.

El trazado de las nuevas líneas F, G e I, según la ley N° 670, iba a ser como se detalla:

•**Línea F** desde Plaza Italia por las avenidas Las Heras, Callao, Entre Ríos y Juan de Garay hasta Plaza Constitución. En la segunda etapa iba a continuar por

la avenida Montes de Oca hasta la calle California, en Barracas.

•**Línea G** desde Retiro por Santa Fe hasta el cruce de la avenida Pueyrredón; desde allí hacia Córdoba para seguir por ésta y las avenidas Estado de Israel y Ángel Gallardo, Parque Centenario y la Avenida Díaz Vélez hasta el cruce del Cid Campeador. En la segunda etapa iba a continuar por la avenida San Martín para terminar en la Estación Villa del Parque, del Ferrocarril San Martín.

•**Línea I** desde Parque Chacabuco (Emilio Mitre y Avenida Directorio), por las calles Centenera y Rojas hasta la calle Bacacay; desde allí hacia la avenida Honorio Pueyrredón, siguiendo por ésta y a continuación por la calle Apolinario Figueroa y la avenida Scalabrini Ortiz hasta Santa Fe y Plaza Italia. La segunda etapa iba a continuar por las avenidas Santa Fe y Luis María Campos hasta Barracas de Belgrano y desde allí hasta Ciudad Universitaria.

Las tres líneas nuevas las construiría una empresa concesionaria que también iba completar la obra de la Línea H y gestionar el servicio de todas ellas. Debido a ese enfoque, la ley N° 670 no menciona la red preexistente del subte ni las extensiones proyectadas de las líneas A (a Flores), B (a Villa Urquiza) y E (a Retiro), cuya operación seguiría a cargo del concesionario de la red antigua.

La ley N° 670 contiene algunas imprecisiones. En el caso de la Línea F, el anexo menciona para la segunda etapa la extensión por la avenida Vélez Sarsfield como alternativa de Montes de Oca y, para la Línea I, el primer artículo sitúa como terminales en el extremo norte a “Retiro y/o Núñez”, ambigüedad que el anexo ignora. Más allá de esos matices, es la única con vigencia sancionada por la Legislatura.

De la evaluación del PL670 surgen coincidencias y diferencias con los planes anteriores:

•**Línea F** concordaba con las propuestas del PCS, del PCDR y del EPTRM. La coincidencia era total en el trazado hacia el norte de la avenida Independencia. Al sur de esa arteria, coincidía con el EPTRM. Planteaba un acceso directo a Constitución, pero no contemplaba pasar por la

antigua estación San José. La continuación hacia Montes de Oca y su prolongación por esta coincidía, en cambio, con el PCDR, pero restringía su trazado al territorio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

•**Línea G** concordaba con el trazado del PCDR entre Retiro y la zona de Parque Centenario.

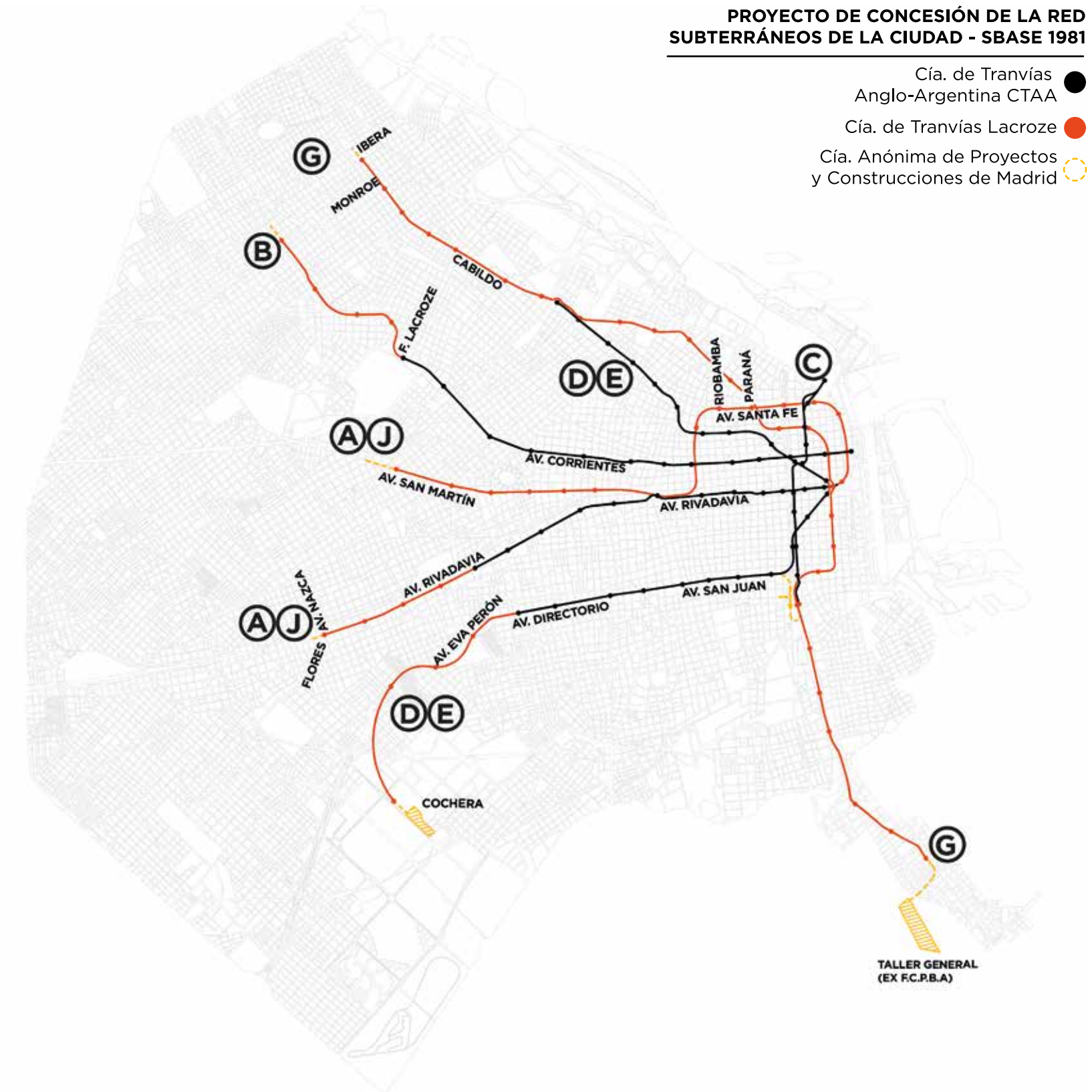
•**Línea I** era una línea periférica que no coincidía con otras similares de los planes anteriores.

•**Línea H** en la ley N° 670 no se mencionó su trazado porque, en el momento de la sanción, la obra estaba contratada en cumplimiento de la ley N° 317. Su recorrido coincidía con el propuesto en el PCDR hacia el norte de la avenida Caseros y con el EPTRM al sur de esa arteria hasta el límite de la Ciudad de Buenos Aires.

Como ocurría con el PCDR, la zona de Retiro concentraría muchas terminales (C, E, G y H), por lo que no se aprovecharía todo el potencial del material rodante, las obras requerían cuantiosos recursos y el diseño para asegurar el tránsito libre de los pasajeros pagos entre las cuatro líneas iba a ser complejo.

PROYECTO DE CONCESIÓN DE LA RED SUBTERRÁNEOS DE LA CIUDAD - SBASE 1981

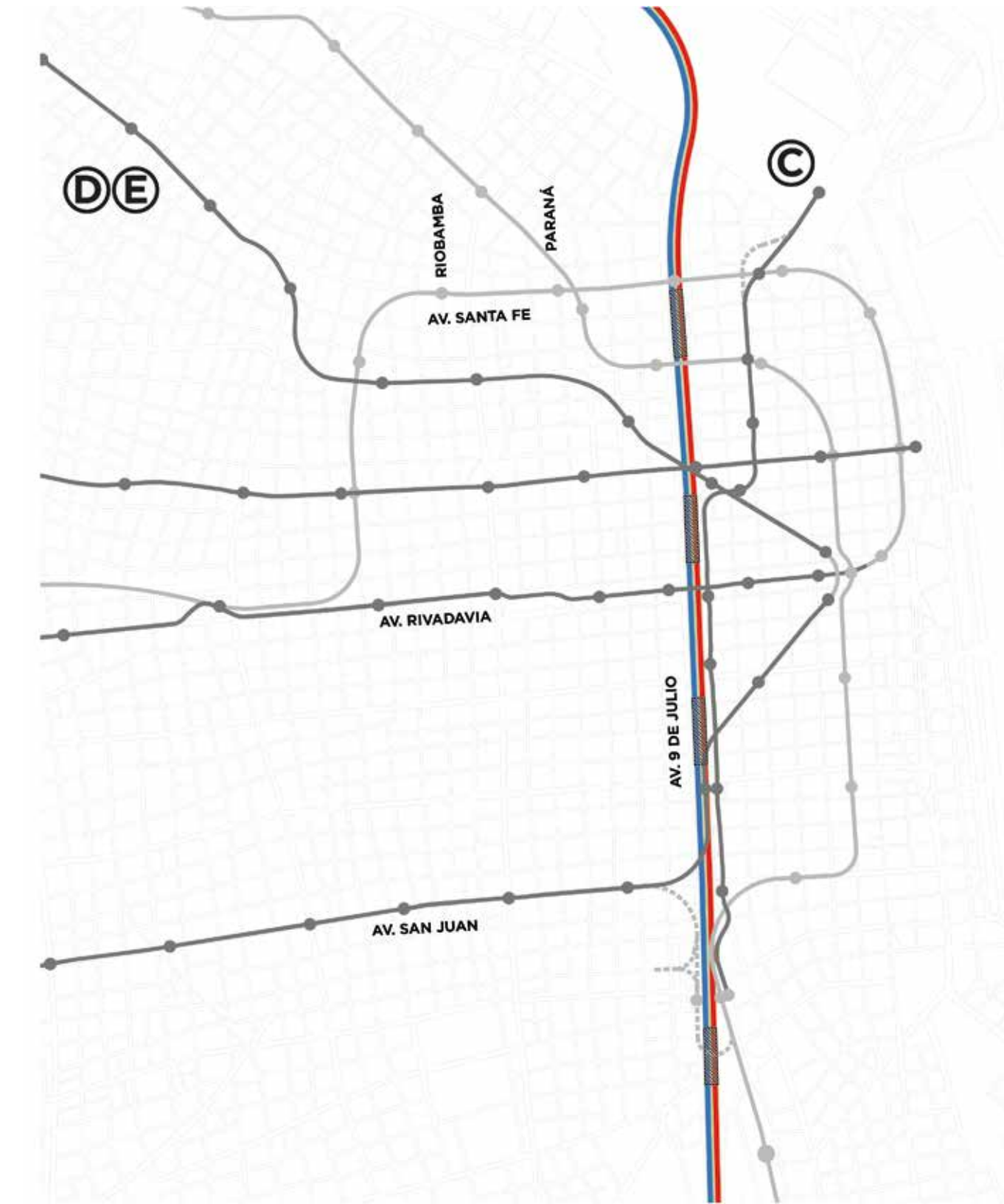
- Cía. de Tranvías Anglo-Argentina CTAА ●
- Cía. de Tranvías Lacroze ●
- Cía. Anónima de Proyectos y Construcciones de Madrid ○



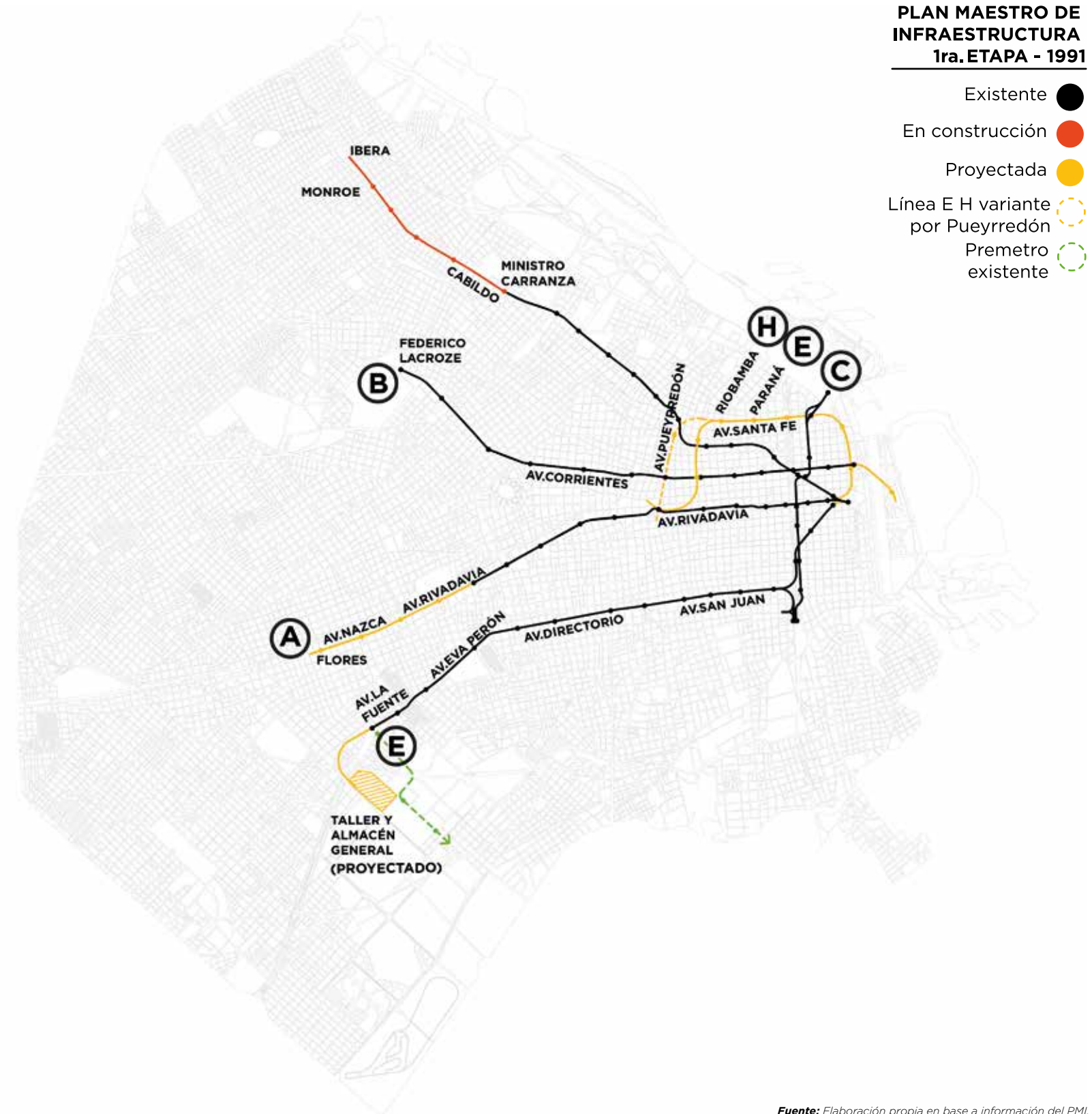
Fuente: Elaboración propia en base a información del PSM.

PROYECTO DE CONCESIÓN DE LA RED DE SUBTERRÁNEOS DE LA CIUDAD SBASE 1981

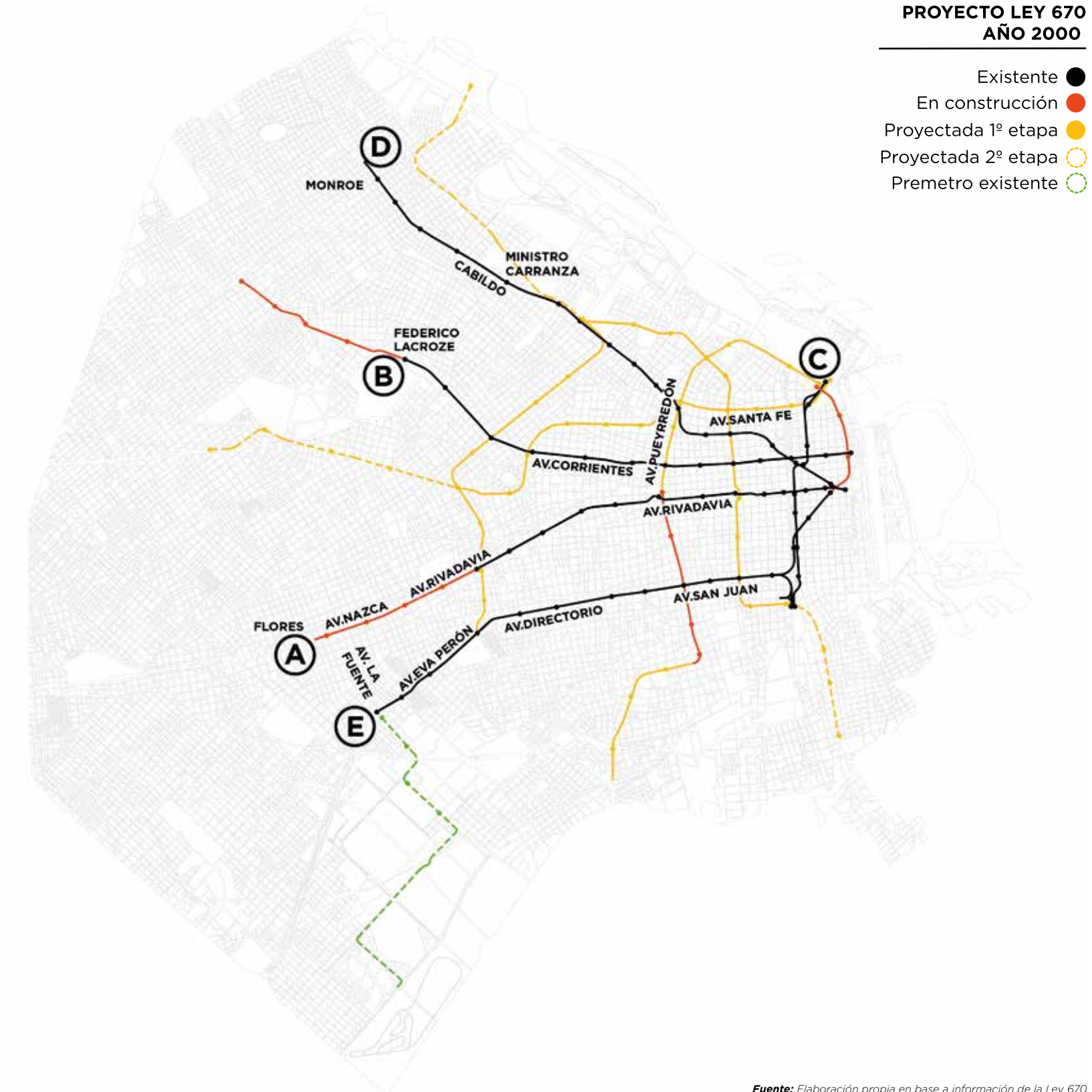
- R.E.R Línea 1 ●
- R.E.R Línea 2 ●
- Red de Subte existente ●
- Red de Subte tramos nuevos ●
- Red de Subte tramos nuevos ○



Fuente: Elaboración propia en base a información del PSM.



Fuente: Elaboración propia en base a información del PMI.



Fuente: Elaboración propia en base a información de la Ley 670.



SALIDA

3 SAN PEDRITO

Subte

Rca 203
B

**LAS PREMISAS
PARA EL DISEÑO
DE REDES**

3

Subte
Buenos Aires Ciudad

LAS PREMISAS PARA EL DISEÑO DE REDES

La mayoría de los proyectos de modernización y expansión del subte está contemplada en los seis planes formales planteados a lo largo de seis décadas, entre los cuales hay coincidencias importantes:

Las propuestas de las antiguas líneas A, B, D y E coincidían en que el sistema radial debía extenderse a mayor distancia del microcentro; la diferencia estaba en cuánto prolongarlas. Excepto el PCDR y el EPTRM, los proyectos limitaban la extensión de las líneas a un radio de entre ocho y diez kilómetros de la Plaza de Mayo. El PCDR alcanzaba con varias líneas la avenida General Paz como parte de su objetivo de sustituir las líneas férreas que cruzan la ciudad. El EPTRM, por su parte, sugería extender la Línea D hasta General Paz, punto de transbordo con el Ferrocarril Belgrano (estación Aristóbulo del Valle), y la B hasta el Parque Sarmiento. En este caso, la finalidad era formar una red alargada en sentido paralelo a la costa del río.

Los cuatro primeros planes –PCS, PCDR, EPTRM y PSM– coincidían en traspasar el límite sur de la ciudad, extendiendo una línea hasta Avellaneda y, en el caso del EPTRM, también hasta Lanús. Cuando se formularon,

la ciudad aún no era autónoma y la jurisdicción del servicio quedaba en el ámbito nacional. El PMI y el PL670 acotaron su propuesta al límite de la ciudad; el primero por limitaciones de inversión; y el segundo, por lo concerniente a la jurisdicción.

Cuatro planes –PCS, PCDR, EPTRM y PL670–, propusieron una cuadrícula en el microcentro y el macrocentro mediante líneas transversales al sistema radial por los ejes Pueyrredón - Jujuy y Callao - Entre Ríos. En cambio, el PSM y el PMI omitieron esas transversales y formularon un trazado de circunvalación que interconectara, en parte, las líneas radiales.

Cinco planes formularon que una línea nueva atravesara total o parcialmente el microcentro. El PCDR, el EPTRM y el PSM coincidieron en que pasara por la Plaza de Mayo. El PCS programó la duplicación de la Línea C por la avenida 9 de Julio. El PMI sugirió que atravesara el microcentro parcialmente con la extensión de la Línea E por la avenida Leandro N. Alem. El PL670 aceptaba la extensión de la Línea E hacia Retiro por la misma avenida, aunque el texto de la ley no lo mencionara.

Dos planes propusieron líneas transversales periféricas, alejadas del macrocentro; en el caso del PCDR, eran dos líneas; en el PL670 era una.

No hubo divergencias sobre los corredores radiales o transversales, sino sobre la forma en que las líneas iban a enlazarse o no para conformar la red. Cuatro planes –PCS, PCDR, EPTRM y PL670– creaban una red en cuadrícula que aumentaba la cantidad de terminales en el microcentro y las concentraba en Retiro. El PSM y el PMI no creaban nuevas terminales en el microcentro, puesto que enlazaban nuevos corredores radiales con otros existentes y los convertían en líneas pasantes o creaban una línea nueva como línea pasante.

Excepto el PCDR, que planteaba al subte como sustituto del ferrocarril, los sucesivos planes plantearon hipótesis de complementación. El EPTRM propuso la Red Expresa Regional ferroviaria como eje de su propuesta, aunque su trazado fuera técnicamente discutible. La solución presentada por el PSM tomó una hipótesis diferente, pero tenía el mismo objetivo. Los otros planes no contemplaron la integración física de los servicios.

Sólo un plan, el PSM, propuso que algunas líneas nuevas se construyeran con otro estándar de ingeniería: gálibo ancho, tercer riel, trenes más largos. Esa iniciativa se sustentaba en que la Línea B ya tenía esas características.

LOS CORREDORES PRIORITARIOS

A más de diez años de la sanción de la ley N° 670, es necesario evaluar esas alternativas mediante programas avanzados de modelización del sistema de transporte. Una base de información actualizada recapitula la demanda del sistema de transporte público colectivo. Se trata de la Investigación del Transporte Público Urbano de Buenos Aires (INTRUPUBA). Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado (SBASE), a su vez, realizó un estudio estratégico y técnico con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para mejorar la calidad de esos datos, entre otros objetivos.

En principio, el subte debe estar donde su presencia sea difícilmente sustituible. Es el caso de los corredores densos y el Área Central (según el PUA) de la ciudad, con una demanda concentrada y una necesidad de velocidad elevada. Esa es la visión de las obras inauguradas en 2013 en las líneas A (estaciones San José de Flores y San Pedrito) y B (estaciones Echeverría y Juan Manuel de Rosas), que potencian la vinculación de las respectivas centralidades barriales con el Área Central y con el propio corredor.

El subte puede ocupar nichos de servicio en algunos tramos cortos en los cuales la demanda es alta, mientras sea posible conjugar esos tramos con corredores radiales existentes o proyectados. En esa categoría entran los movimientos internos del Área Central, donde existen varios corredores con mucha demanda cuya longitud sería insuficiente para justificar por sí sola la construcción de una línea del subte, pero podría tenderse un tramo nuevo si se lo conjuga con alguna de las líneas existentes o en proyecto. También puede justificarse el tendido de un corredor del Área Central si se enlazan las líneas de dos corredores radiales para formar una única línea pasante por allí.

La extensión de la Línea E desde la Plaza de Mayo (Bolívar - Retiro) se ajusta a este criterio, ya que apoya

un corredor del Área Central –la avenida Leandro N. Alem– que por sí solo o por combinación con otras líneas dará servicio a gran cantidad de movimientos internos. La posible extensión de la Línea D hacia Paseo Colón incluye ese criterio.

Otro objetivo debería ser la creación de una malla. Una red de subterráneos gana valor cuando las líneas tienen muchos puntos de intercambio de viajes, multiplicando la cantidad de pares origen - destino a los que el subte puede servir, reduciendo las longitudes recorridas. La creación de líneas que completen la malla en Buenos Aires refiere las líneas transversales que modifiquen el carácter radial - convergente de la red histórica. Las nuevas vinculaciones transversales pueden captar gran cantidad de viajes dentro del Área Central o de áreas residenciales densamente pobladas.

Para validar la creación de una línea nueva, deberían cumplirse esas funcionalidades y que el trazado se conjugara con algún corredor radial. Es el caso de la Línea H, a menudo vista como transversal al abanico histórico de líneas radiales de Buenos Aires. Para cuando se complete, al llegar a la avenida Sáenz, en el barrio de Pompeya, dará servicio a un nuevo corredor radial de acceso a la ciudad desde el sur. Ese corredor, estaría llamado a extenderse hacia el territorio provincial, conforme aumente la densidad del territorio, delineando una configuración radial transversal.

COMPLEMENTACIONES

Ninguna ciudad de América Latina posee una red ferroviaria extensa y de gran cobertura como la de Buenos Aires. Eso explica la considerable longitud de las líneas de subterráneos de San Pablo, la Ciudad de México, Santiago de Chile y Caracas.

El subte y el ferrocarril, si bien tienen similitudes tecnológicas, tienen cualidades distintas y, por lo tanto, distintas aptitudes para satisfacer a cada necesidad.

La visión del subte como sustituto del ferrocarril cobró fuerza durante el gobierno militar que comenzó en 1976. Iba a contramano de lo que ocurría en otras grandes metrópolis, como París. En Buenos Aires se pensó durante décadas que el ferrocarril sólo debía servir

para llegar a la ciudad y que, por ello, podía reducirse la cantidad de líneas o interrumpir su recorrido en el límite capitalino. Ese límite era la General Paz, sobre la cual iban a emplazarse las terminales. El Plan Cóndor (PCDR), de 1957, perseguía ese objetivo.

La visión actual es que el subte y el ferrocarril deben complementarse. El ferrocarril suburbano debe atender la demanda a lo largo de los corredores radiales que se extienden fuera de la ciudad hasta distancias de 30, 40 o más kilómetros del Área Central. El tren, con estaciones distanciadas y donde sea posible con cuatro vías, tiene que proveer alta capacidad con velocidad comercial superior a la del subte. Ambos sistemas deben potenciar sus actuales estaciones de transbordo y crear nuevas cuando exista esa posibilidad.

La concepción de nuevas líneas de subte, en convivencia con el ferrocarril, podría vislumbrar una red de unos 80 kilómetros de extensión. De hecho, la ley N° 670 proyectaba una primera etapa de 82 kilómetros para alcanzar 99 kilómetros en segunda etapa.

Un análisis trascendental es el de la extensión óptima de cada nueva línea del subte. Si las líneas radiales son cortas, no captarán una proporción alta de la demanda, ya que la necesidad de acceder al subte usando como complemento el colectivo hará que los potenciales usuarios prefieran evitar el transbordo si el viaje es corto. Alargar las líneas más allá de determinado punto implica simplemente ir a buscar más lejos a los mismos pasajeros. Una prolongación excesiva haría penetrar a las líneas del subte dentro del área suburbana y, en ese caso, competirían con los ferrocarriles suburbanos.

Las líneas radiales actuales con sus terminales en San Pedrito, Juan Manuel de Rosas (Villa Urquiza), Congreso de Tucumán y Plaza de los Virreyes marcarían un punto óptimo para una primera etapa de expansión de la red. Estas terminales están dentro de los nueve o diez kilómetros, medidos desde el Obelisco.

Es importante tener en cuenta el corredor sur, que continúa en el municipio de Avellaneda por la avenida Mitre. Las estaciones ferroviarias Avellaneda y Sarandí no se usan en forma masiva para ingresar en la Ciudad de Buenos Aires. La primera, porque es demasiado

cercana a la terminal Constitución, y la segunda, porque carece de una buena frecuencia para captar volúmenes sustanciales de viajes. Por eso, el partido de Avellaneda, en su vinculación con la ciudad, depende del colectivo.

El tránsito de los colectivos se ha aligerado en algunas zonas de Buenos Aires gracias al sistema de autobús de tránsito rápido (del inglés Bus Rapid Transit, BRT), llamado Metrobus. La experiencia internacional demuestra que se puede conseguir una elevada capacidad de transporte y alta velocidad comercial con colectivos que circulan por carriles liberados de otros vehículos en avenidas anchas, como Juan B. Justo y 9 de Julio.

La replicación del Metrobus puede y debe darse en todos los corredores donde sea posible su inserción urbana y donde conduzca a incrementos de velocidad para los colectivos. El Metrobus restringe espacio al automóvil particular a favor de los modos públicos. El ferrocarril, el subte y el Metrobus se benefician con ello. Cuando la capacidad del Metrobus se vea excedida, deberá darse paso a una tecnología de mayor capacidad como el subte.

Teniendo en cuenta que la infraestructura del subte es cara, debe ser utilizada al máximo de su capacidad. Frente a esto, puede entenderse al Metrobus como un modulador de demanda, que permita bajar los riesgos de que las nuevas líneas de subte cuenten con pocos pasajeros.

También es adecuado tener en cuenta la conexión entre el subte y las autopistas contemplada en 1977, cuando se planteó como un ejemplo de posible solución la construcción simultánea de la autopista 25 de Mayo y la extensión de la Línea E. El breve tramo de esa línea construido debajo de la autopista fue consecuencia directa de esa obra y, aunque afectó a la menor cantidad posible de inmuebles, al trazarse por los centros de manzana, implicó la demolición de viviendas y produjo un efecto ambiental desfavorable por la emisión de ruidos y por su impacto en la barrera arquitectónica.

En esa década también se proyectó la extensión de la Línea B para acompañar, en viaducto elevado, la construcción de la Autopista 3, que iba a ser la vía de ingreso del Acceso Norte en la ciudad. Luego se

descartó. Se economizaba, de ese modo, la construcción del subte, pero se lo alejaba del núcleo de radicación residencial y comercial de Villa Urquiza. En la actualidad, los proyectos de nuevas autopistas urbanas se circunscriben al enlace de la Autopista Ribereña, en la zona de Puerto Madero, donde no se contempla una conexión con un trazado del subte.

En los últimos años, Buenos Aires está ampliando la peatonalización de un sector del Área Central, el microcentro, como ocurre en otras grandes ciudades. A Florida y Lavalle se sumaron las calles Reconquista, Suipacha y otras de menor longitud, lo que mejora el ambiente urbano y recupera el valor de las áreas centrales. Al mismo tiempo, restringe la circulación de autos, limitándola a los que estacionan en edificios de la zona o en playas privadas. Los colectivos deben desviarse hacia las arterias paralelas disponibles.

La creación de una red del subte que contenga corredores pasantes por el Área Central es compatible con la peatonalización y permite establecer una sinergia. El análisis debe tener en cuenta las nuevas líneas radiales, las transversales, las pasantes por el Área Central, el radio de acción del subte en la primera etapa de expansión, las conexiones con los ferrocarriles suburbanos y el servicio al microcentro.

En suma, las premisas de diseño son:

1. Nuevas líneas radiales

La ciudad tiene varios corredores radiales sin el subte, identificados en la ley N° 670, como los de las avenidas Las Heras y Santa Fe - Córdoba, que deben ser cubiertos en una primera etapa.

- El corredor de la avenida Las Heras con terminal en Plaza Italia o en Palermo tiene potencial para extenderse en la segunda etapa hacia el barrio de Belgrano (Barrancas, Bajo Belgrano, Avenida del Libertador).

- El corredor de Córdoba puede continuarse por esa avenida hasta el barrio de Chacarita u orientarse hacia Caballito (cruce del Cid Campeador) para continuar por la Avenida San Martín o por Gaona.

- La ley N° 670 previó para la segunda etapa un corredor radial de Barracas con eje en Montes de Oca y principal ingreso de transporte público desde el partido de Avellaneda y otros del sur. Es un corredor corto. Su extremo dentro del territorio porteño estaría a 5,5 kilómetros del Obelisco.

- El segundo corredor sur corresponde a la avenida Sáenz, de la Línea H.

Los dos corredores del sur tienen proyección a los municipios vecinos, lo que podría realizarse mediante acuerdos institucionales de largo plazo.

2. Líneas transversales

La creación de líneas transversales figura en casi todos los planes para el subte. Se identificaron como prioritarios los corredores de las avenidas Jujuy - Pueyrredón y Entre Ríos - Callao.

- El eje Jujuy - Pueyrredón está en curso con la construcción de la Línea H entre la avenida Sáenz, en Pompeya, y la zona de Recoleta. Este corredor transversal se conjuga con el segundo corredor radial desde el sur, el de Pompeya, avenida Sáenz. Según la ley N° 317, esta transversal llegaría a Retiro.

- El corredor Entre Ríos - Callao integra las propuestas de la ley N° 670, conjugado con el corredor radial de la avenida Las Heras y, en la segunda etapa, con el corredor sur de Montes de Oca.

Para ambos corredores transversales se plantean alternativas en sus extremos en el norte, ya que pueden mantenerse según las propuestas de las leyes N° 317 y 670, o bien orientar uno o ambos hacia una nueva estación de transferencia con los ferrocarriles suburbanos en la zona de la Facultad de Derecho.

3. Líneas pasantes por el Área Central

Las líneas pasantes o diametrales (C, H y E con terminal en Retiro) son aquellas que penetran en el Área Central y salen de ella por el lado opuesto.

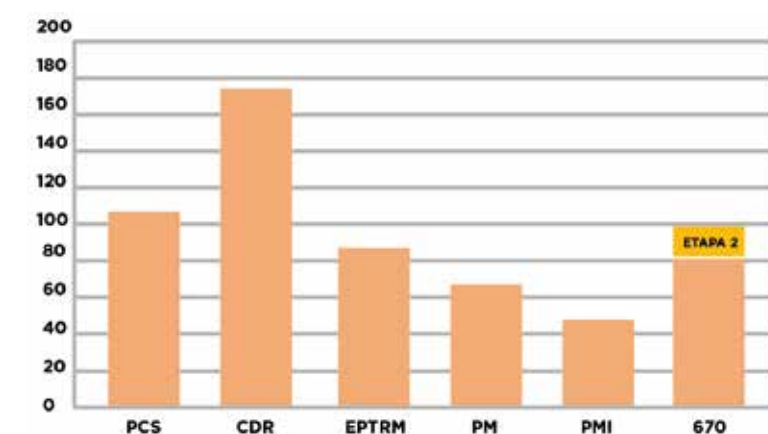
Varios planes introdujeron el concepto de líneas

pasantes o diametrales. A este concepto responde la obra en marcha entre Bolívar y Retiro por Leandro N. Alem, que prolonga la Línea E.

La propuesta de la ley N° 670 limita las líneas pasantes a los dos corredores transversales de Callao y Pueyrredón, que cubren el Área Central pero obvian sus sectores más dinámicos. Lo mismo sucede con el corredor de las avenidas Santa Fe - Córdoba, que la ley N° 670 proyecta con su terminal en Retiro y un trazado que elude la parte más activa del Área Central.

La implantación del subte en los corredores radiales de Las Heras, Córdoba y Montes de Oca y la extensión a Retiro de la Línea E ofrecen varias posibilidades de crear trazados pasantes adicionales, conjugando algunos de esos corredores.

4. Radio de acción del subte en la primera etapa de expansión



El plan de obras de SBASE, desarrollado en las dos últimas décadas, obedeció al concepto de extender los corredores radiales dentro de un radio de diez kilómetros desde el Obelisco en una primera etapa.

La propuesta de la ley N° 670 limita a las líneas F, G e I a unos seis kilómetros del Obelisco, en una primera etapa, terminando el corredor de Las Heras en Plaza Italia y el de la avenida Córdoba en el cruce del Cid Campeador.

La segunda etapa se propone alcanzar puntos dentro de los diez kilómetros, extendiendo una línea por Luis

María Campos hasta Barrancas de Belgrano y Ciudad Universitaria, y la Línea G por la Avenida San Martín hacia Villa del Parque.

Los nuevos corredores radiales propuestos por la ley N° 670 podrían extenderse en una primera etapa hasta el radio de diez kilómetros si las dos extensiones dejadas para la segunda etapa sustituyeran la Línea I (Parque Chacabuco - Plaza Italia), cuyo trazado transversal y periférico no son recomendables porque la cantidad de pasajeros que sirve es muy baja.

En los corredores del sur deben considerarse las extensiones de la línea del corredor Barracas hasta Sarandí y de la Línea H hasta la estación Lanús del ferrocarril. Esto fue propuesto por el EPTRM, en 1970.

5. Conexiones con los ferrocarriles suburbanos

Las siguientes obras crean nuevas posibilidades de uso combinado del subte y el ferrocarril:

- En la estación Juan Manuel de Rosas, de la Línea B, con el Ferrocarril Mitre, estación Villa Urquiza.
- En la estación Flores, de la Línea A, con la estación homónima del Ferrocarril Sarmiento.
- En la estación Retiro, de la Línea E, con los ferrocarriles Mitre, Belgrano y San Martín.
- En la estación Sáenz, de la Línea H, con la estación homónima del Ferrocarril Belgrano Sur.

La propuesta de la ley N° 670 agrega a las anteriores, en el corto plazo, la estación de transbordo entre la Línea I del subte -transversal periférica Parque Chacabuco - Plaza Italia- y el Ferrocarril Sarmiento, en la estación Caballito. En la segunda etapa, la Línea I agregaría Barrancas de Belgrano (Belgrano C, Ferrocarril Mitre), Villa del Parque (Ferrocarril San Martín) y Ciudad Universitaria (Ferrocarril Belgrano Norte).

Hay más posibilidades:

- Los transbordos en Barrancas de Belgrano y Villa del Parque podrían anticiparse si los corredores radiales se

consideraran prioritarios.

- Los transbordos en Sarandí y en Lanús serían posibles en la segunda etapa mediante acuerdos institucionales necesarios.

- Las líneas transversales de Jujuy - Pueyrredón y Entre Ríos - Callao pueden conectarse en sus extremos norte con los ferrocarriles Mitre y Belgrano.

- La transversal periférica I, de mantenerse en el plan, podría desplazar su extremo sur al centro de transbordo de Sáenz, en Pompeya.

- La estación Buenos Aires, del Ferrocarril Belgrano Sur, debería ser atendida con una línea del subte. Si bien es cierto que este ferrocarril se conectará con la Línea H en la avenida Sáenz, ello sólo le dará acceso al microcentro por el subte mediante transbordos. Podría estudiarse una vinculación con alguna línea que acceda al microcentro.

6. Servicio al microcentro

La extensión de los corredores radiales, asociada con la creación de nuevas vinculaciones transversales y con el criterio de concebir la red con líneas pasantes por el Área Central, sin omitir los sectores con mayor actividad y dinamismo, dan la posibilidad de crear un nuevo corredor pasante del microcentro.

- La rama sur de esa nueva línea brindaría cobertura al de Montes de Oca, con su potencial prolongación al municipio de Avellaneda.
- La rama norte podría conjugarse con el corredor radial de la avenida Las Heras o con el de las avenidas Santa Fe y Córdoba.

En síntesis, la futura red del subte puede concebirse como un conjunto de ocho corredores radiales que terminen en Ciudad Universitaria, Congreso de Tucumán, Villa Urquiza, Villa del Parque, Flores, Plaza de los Virreyes, la avenida Sáenz (futura extensión a Lanús) y California entre Hornos y Montes de Oca.

La red contaría con un sistema de líneas transversales

por los corredores Jujuy - Pueyrredón, Entre Ríos - Callao, 9 de julio - Esmeralda, la avenida Leandro N. Alem y la línea del microcentro, creando una malla de distribución de los flujos radiales dentro del Área Central y, dentro de ésta, en el microcentro.

Podrían crearse hasta siete estaciones de transbordo con los ferrocarriles suburbanos, pasando de 11 (Retiro, Constitución, Once, Lacroze, Palermo, Chacarita, Ministro Carranza, Caballito, Villa Urquiza, Flores y Sáenz) a 18 -considerando las actuales más las que se finalizarán en el corto plazo-, al agregarse Ciudad Universitaria, Barrancas de Belgrano, Facultad de Derecho, Villa del Parque, Buenos Aires, Lanús y Sarandí.



SALIDA

↓ Salida ↓

**DIAGNÓSTICO
DEL SISTEMA**

4.

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA

Dentro del microcentro, comprendido por el área del centro histórico entre las avenidas Belgrano, Paseo Colón-Leandro N. Alem, Córdoba y 9 de Julio, hay 13 estaciones, cuatro de las cuales son terminales. Es decir, una sexta parte del total de las estaciones de la red se encuentra en un área de un kilómetro y medio cuadrado, lo que representa el uno por ciento de la superficie continua edificada en la ciudad.

Por esta concentración, hasta la apertura de la Línea H, sólo había cuatro puntos de transbordo. Si bien el subte cubre con sus líneas el 16 por ciento del área continua edificada de la ciudad, esos cuatro puntos de transbordo no proveen mejores alternativas que el transporte automotor.

La Línea H, inaugurada parcialmente en 2007, mitigó el defecto original de la red, creando tres nuevos centros de transbordo con las líneas A, B y E, fuera del microcentro. Las extensiones en construcción de esa línea a Plaza Francia, y de la E a Retiro agregarán otros tres, y así serán diez los puntos de conexión dentro del subte.

Asimismo, esos centros deberían ser más cómodos y funcionales. Dos de ellos, los nodos del Obelisco y del Cabildo, son triples, ya que establecen la combinación de tres líneas. Eso complica la solución técnica de los movimientos de transbordo y los hace poco atractivos para los pasajeros. La mejora es compleja y costosa, pero es una necesidad.

El diseño de las tres redes originarias no previó trazados pasantes por el Área Central, excepto en la vinculación entre Retiro y Constitución. Esas líneas, también llamadas diametrales, conjugan dos corredores radiales dirigidos al Área Central para servir a ambos con una misma línea. El recorrido de la línea pasante por el Área Central dota a ambos corredores de un conjunto de estaciones dentro de ese sector urbano clave. Los trazados pasantes aprovechan mejor la oferta en las horas pico. Las formaciones que regresan poco cargadas desde uno de los corredores proveen la oferta que capta la mayor demanda de pasajeros del corredor opuesto.

Las líneas pasantes pueden tener un trazado recto cuando la longitud entre los extremos de las mismas

no difiere sustancialmente de la distancia en línea recta entre sus extremos. En ese caso, se justifica llamarlas líneas diametrales. También pueden tener trazados en forma de herradura o de “U”. Lo importante no es la figura que proyecta en planta, sino que la demanda de las líneas enlazadas sea de magnitud semejante para aprovechar con eficacia el material rodante. Al formar una línea pasante, se suprimen dos estaciones terminales dentro del Área Central y, en esos puntos, se evitan las demoras de las formaciones para invertir la marcha.

El esquema radial de la red del subte mejorará cuando se inauguren los tramos en construcción Corrientes-Plaza Francia, de la Línea H, y Bolívar-Retiro, de la Línea E, pero es necesaria otra vinculación transversal por el corredor Callao-Entre Ríos, propuesta en varios planes.

RADIO PEATONAL

La red de subte se caracteriza por tener estaciones relativamente cercanas. En 2008, la distancia de las estaciones en servicio era, en promedio, de 660 metros, según el siguiente detalle⁵:

• **Línea A** Plaza de Mayo – Primera Junta, 566 metros.

• **Línea B** Leandro N. Alem – Los Incas, 728 metros.

• **Línea C** Constitución – Retiro, 536 metros.

• **Línea D** Catedral – Congreso de Tucumán, 687 metros.

• **Línea E** Bolívar – Plaza de los Virreyes, 687 metros.

• **Línea H** Once – Caseros, 747 metros.

La separación promedio del sistema es baja en comparación con otras redes subterráneas del mundo. Eso se debe a que la de Buenos Aires es poco extensa, está desarrollada en el área con mayor densidad de población y entra en la categoría de metro urbano, no regional. En el Área Central, las distancias son bajas: 300 o 400 metros, mientras que las separaciones son mayores en las extensiones habilitadas desde 1980, apartadas del Área Central, lo que es coherente con una menor densidad de viajes por kilómetro como consecuencia de una menor densidad de uso del territorio.

⁵ Relevamiento realizado en el estudio PETERS (2009).

La tendencia a incrementar la distancia entre estaciones se acentuó en las extensiones posteriores a 2008. En la Línea A, el tramo a Flores tiene una separación promedio de 736 metros. En la Línea B, el tramo de Los Incas a Villa Urquiza es de 800 metros. En la Línea E, el tramo de Bolívar a Retiro es de 770 metros. En los casos de las líneas A y B, el subte sirve a áreas residenciales de densidad media alejadas del Área Central, mientras que en la E la existencia de puntos obligados en los cruces con las líneas B y C determinó una separación media elevada para el Área Central.

En la Línea H, el primer tramo en servicio en 2008 mostraba la mayor distancia media de la red:

• Caseros – Inclán, 680 metros.

• Inclán – Humberto Primo, 712 metros.

• Humberto Primo – Venezuela, 895 metros.

• Venezuela – Once, 710 metros.

• Once – Corrientes, 579 metros.

RADIO DE INFLUENCIA PLURIMODAL

Tres de las cinco estaciones del subte con mayor captación de pasajeros son Constitución, Retiro y Federico Lacroze por el transbordo con los ferrocarriles urbanos.

En cuanto a las combinaciones con el transporte automotor, son importantes los flujos de pasajeros que reciben las estaciones Acoyte, de la Línea A; Malabia, de la B; Scalabrini Ortiz y Palermo, de la D, y Boedo y Avenida La Plata, de la E. Eso extiende el área de influencia del subte en la ciudad y en municipios limítrofes, como ocurre en los siguientes casos:

• **Línea A** Primera Junta fue la primera estación de la línea hasta la entrada en servicio de Carabobo a finales de 2008⁶. Desde ese año, Carabobo se situó en los lugares segundo y primero, alternándose con Miserere, también centro de transbordo con el ferrocarril y líneas de colectivos. Carabobo recibe muchos de sus pasajeros de líneas de colectivos que sirven a los barrios del oeste de la ciudad y que antes los llevaban a Primera Junta.

⁶ Relevamiento realizado en el estudio PETERS (2009).

•**Línea B** el primer lugar lo ocupa Federico Lacroze, transbordo con el Ferrocarril Urquiza. Leandro N. Alem y Los Incas⁷ constituyen el segundo y tercer lugar, por ser importantes centros de transbordo con colectivos, combis procedentes de la zona sur del Gran Buenos Aires y, en el caso de Los Incas, extiende su influencia a los barrios de Villa Urquiza, Pueyrredón, Coghlan, Villa del Parque y Villa Devoto.

•**Línea D** Congreso de Tucumán alterna en el primer lugar con Catedral. Intercambia pasajeros con las líneas de colectivos de la avenida Cabildo mediante las que extiende su influencia a los barrios de Núñez y Saavedra, y al partido de Vicente López.

•**Línea E** Plaza de los Virreyes es la segunda estación de la línea. Los pasajeros provienen de una decena de líneas de colectivos que extienden su influencia a los barrios de Soldati, Lugano y Mataderos, y al partido de La Matanza.

•**Línea H** por el momento, su radio de influencia es limitado. Cuando llegue a la avenida Sáenz, ese radio se ampliará a los partidos de Lanús, Lomas de Zamora y La Matanza, en el último caso por medio del Ferrocarril Belgrano Sur.

ACCESIBILIDAD DE LAS ESTACIONES

El ancho de las escaleras depende del ancho de las veredas. La mayoría de los accesos más amplios se encuentra en el tramo antiguo de la Línea A con un par de escaleras fijas para cada andén de anchos que varían entre 2,10 y 2,30 metros. En la Línea B, predominan las escaleras a la calle de 1,60 metro de ancho; la Línea C tiene escaleras más amplias, de hasta dos metro; y en las líneas D y E varían entre 1,20 y 1,50 metros.

Las siguientes son las conclusiones obtenidas del relevamiento realizado en las estaciones:

• Muchos accesos resultan inadecuados porque la evolución de la demanda superó la contemplada en sus diseños originales, un aspecto que debe mejorarse. Entre los casos críticos, figuran las estaciones Florida, vestíbulo este, de la Línea B; Retiro, salida hacia la

terminal de colectivos, de la Línea C; y Catedral, salida hacia la calle San Martín, de la Línea D.

• En algunas estaciones, los pasajeros tienen que cruzar amplios espacios a cielo abierto o atravesar importantes corrientes vehiculares para llegar a la estación, como ocurre en Plaza de Mayo, Mariano Moreno, San Juan y, parcialmente, en Tribunales y Plaza de los Virreyes.

• La estación Lavalle tiene accesos detrás de la línea municipal que desembocan en las veredas angostas de la calle Esmeralda. La ampliación de esos accesos hacia galerías comerciales cercanas mejoraría su conectividad.

• Las estaciones de transferencia con los ferrocarriles tienen, en general, una fuerte demanda. En los últimos tiempos, hubo importantes mejoras en las terminales Once-Miserere, Constitución y Federico Lacroze, donde se crearon espacios de comunicación o se ensancharon los existentes, y se necesitan mejoras similares en las estaciones Dorrego, de la Línea B; Retiro, de la Línea C; y Palermo, de la Línea D.

ESCALERAS MECÁNICAS

En varias estaciones, la cantidad original de entradas disminuyó cuando las escaleras mecánicas remplazaron a las fijas. Eso perjudicó el ingreso al obligar a los pasajeros a dar un rodeo, como ocurre en las estaciones Perú, Piedras, Sáenz Peña, Congreso, Loria, Medrano, Ángel Gallardo, Malabía, Facultad de Medicina, Agüero, Bulnes y Palermo. También eso dificulta la salida de los pasajeros y la evacuación ante una emergencia cuando la escalera mecánica no funciona. Lo ideal es agregar escaleras mecánicas sin anular las fijas, como ocurrió, por ejemplo, en las estaciones San Martín, de la Línea C, y en el andén sur de Federico Lacroze, de la Línea B.

La primera línea en incorporar escaleras mecánicas en las estaciones profundas fue la B, en 1930. La siguieron la C y la D, pero en estos casos –con andenes laterales profundos–, sólo se instalaron escaleras mecánicas hacia arriba. En obras posteriores se proyectó el par de escaleras para cada andén. Hubo casos en los que la escalera mecánica para bajar no se instaló. La Línea A carecía de escaleras mecánicas hasta que se instalaron las que sirven a la dirección hacia el Centro en las

estaciones Perú, Piedras y Congreso, pero al mismo tiempo debió anularse un par de escaleras fijas, con los inconvenientes que eso crea.

ANCHO DE ANDENES

Es importante el ancho de los andenes y su capacidad de evacuación, sobre todo en caso de emergencias. Este es el detalle de la situación:

• Constitución es la principal estación del subte y punto de intercambio con el ferrocarril suburbano hacia el sur, y sus andenes y accesos son insuficientes para la demanda en horas pico. Se necesitan nuevos accesos desde el extremo norte de los andenes y, en la medida de lo posible, ensanchar los andenes laterales.

• Retiro es la segunda estación en importancia por la cantidad de pasajeros. Aunque no presenta las condiciones críticas de Constitución, el principal desafío lo protagonizan el vestíbulo, relativamente estrecho, y las boleterías, que deberían reubicarse para mejorar la fluidez.

• En el nodo del Obelisco, punto de transbordo triple, los retos más urgentes son el ancho insuficiente del andén central de la estación Carlos Pellegrini; el dificultoso acceso a los andenes de Diagonal Norte, en dirección a Constitución; y el tránsito por el andén norte de la estación 9 de Julio de los pasajeros que conectan entre las líneas B y C. Los andenes de Diagonal Norte y 9 de Julio tienen cuatro metros de ancho, el mínimo aceptable de los actuales estándares.

• La estación Catedral, de la Línea D, ubicada en uno de los sectores más activos del Área Central, forma parte de un nodo de transbordo entre tres líneas con las estaciones Perú y Bolívar. El aumento de la cantidad de pasajeros de transbordo provenientes de las extensiones de la Línea A a Flores y de la E a Catalinas congestionarán los andenes. El ancho del andén sur de Catedral, de cuatro metros, es insuficiente frente a la demanda en hora pico.

• La estación Florida, de la Línea B, también muy transitada, tiene un andén central de ocho metros de ancho y buena parte de su longitud la ocupan dos

grupos de tres escaleras que llevan a ambos vestíbulos. Se podrían aprovechar mejor las escaleras mecánicas si funcionaran hacia arriba durante la hora pico de la mañana. Ello conllevaría ampliar los dos vestíbulos y los medios de salida a la calle, incluso con escaleras mecánicas.

• En la estación terminal Bolívar, de la Línea E, disminuirá la cantidad de pasajeros por la extensión a Retiro, que captará a muchos con destino al norte de la Plaza de Mayo, pero aumentará los transbordos de pasajeros que van hacia y desde Catalinas con las líneas A y D. La conexión vestíbulo-andén con un par de escaleras mecánicas y una fija es satisfactoria. Las dos escaleras se usan para subir durante la hora pico de mañana. El vestíbulo este, que concentra la mayor parte de los movimientos, debería ampliarse y contar con nuevos accesos a la calle.

• Las estaciones construidas por las concesionarias originarias de las líneas B, C, D y E tienen andenes angostos, de tres metros. Las más recientes tienen andenes laterales de cuatro metros o más. Entre las primeras se precisan mejoras en las estaciones con movimiento intenso, como Independencia, de la Línea C; Callao, de la B, y Facultad de Medicina, de la Línea D, entre las 20 con mayor demanda. Otras estaciones importantes con andenes angostos son Pueyrredón, Malabía, Uruguay, Medrano y Ángel Gallardo, de la Línea B, y Bulnes, de la D.

TRANSBORDOS INTERNOS

En 2008, el subte contaba con seis centros de transbordo entre igual cantidad de líneas, más uno periférico entre la Línea E y el Premetro en Plaza de los Virreyes. En diciembre de 2010 se sumó el transbordo entre las líneas B y H, entre las estaciones Pueyrredón y Corrientes, respectivamente. En los próximos años se agregarán el transbordo entre las líneas D y H, en Santa Fe y Pueyrredón, y los transbordos de la E con la B en el Correo Central, y con la C en Retiro⁸. Hasta su realización, la situación es la siguiente⁹:

• El nodo del Obelisco es utilizado por 283.000 pasajeros por día, el 18 por ciento del total de pasajeros embarcados en la red. Este cruce de tres líneas –B, C y D– es el punto más transitado Y supera en un 40

^[8] Elaboración propia en base a información de SBASE.

^[9] En las cifras totales, según el análisis realizado en el estudio PETERS en base a los datos del censo anual (2008), no se suman todos los pasajeros embarcados y desembarcados para evitar contar dos veces los viajes de transbordo. Se suman los viajes entrados y salidos, y los viajes de transbordo, puesto que no están duplicados.

por ciento a Constitución. La estación 9 de Julio, de la Línea D, es el paso obligado de quienes conectan con las línea B y C. Un total de 234.000 pasajeros diarios embarcan, desembarcan y transbordan, con lo cual supera en un 18 por ciento la cantidad de pasajeros de Constitución. El 67 por ciento de los pasajeros del nodo del Obelisco hace transbordos entre las tres líneas. Si se considera cada estación por separado, los pasajeros que transbordan representan el 94 por ciento en la estación de la Línea C y el 83 por ciento en la de la Línea D.

• En segundo lugar, se encuentra el nodo del Cabildo, formado por las líneas A, D y E. Por él transitan 212.000 pasajeros por día, un siete por ciento por encima de Constitución. De sus tres estaciones, la más utilizada es Catedral, con un número de pasajeros que llega al 73 por ciento de la cantidad que registra Constitución. Dada la ubicación céntrica de estas tres estaciones, en este nodo predominan los pasajeros que van hacia y desde la calle. La cantidad de transbordos sobre el total es del 25 por ciento, pero si se consideran las estaciones en forma individual, el total de cada una varía entre el 38 y el 47 por ciento.

• En orden de importancia siguen el nodo de Lima-Avenida de Mayo, con un 61 por ciento de transbordos, y el de Independencia, con un 47 por ciento.

ESTACIONES TERMINALES

Las estaciones terminales son determinantes para la calidad del servicio de la línea, sobre todo la capacidad de transporte y la regularidad. Una buena terminal debe tener una disposición de vías para maniobrar y estacionar las formaciones con rapidez y flexibilidad. Además, en al menos una de las dos terminales de cada línea, debe contarse con espacio suficiente para realizar el mantenimiento diario de las formaciones, condición que empezó a cumplirse recientemente.

Las formaciones deberían poder realizar la inversión de marcha detrás y delante de la estación. La primera permite, en condiciones adecuadas del sistema de señales, reducir el intervalo entre formaciones, aumentando la flota. Esto permite aprovechar mejor la infraestructura, que es lo más costoso de una línea, consiguiéndose intervalos de hasta 100 segundos

en vez de los 135 segundos que son posibles en las terminales con cruce de formaciones adelante. Esto es recomendable durante las horas pico, mientras que la maniobra adelante puede convenir en las franjas horarias de menor demanda.

De las líneas históricas, sólo Catedral y Federico Lacroze –mientras era terminal– funcionaron con la maniobra atrás de la estación, pero de esa cualidad no se obtuvo el mejor provecho porque no se disponía de parque suficiente para aumentar la frecuencia lo más posible. Incluso con parque suficiente, las terminales opuestas no lo habrían permitido. Primera Junta y Bolívar tenían espacio posterior utilizable, pero siempre funcionaron con la maniobra adelante. Plaza de Mayo, Leandro N. Alem, Constitución, Retiro, Plaza de los Virreyes y Palermo carecían de espacio atrás de la estación y, cuando lo tuvieron, no era utilizable a estos fines. Congreso de Tucumán dispone de espacio posterior a la estación, pero el diseño de su planta de vías impide aún la operación de inversión de formaciones.

En algunas de estas estaciones será posible mejorar la situación aumentando la longitud de las vías detrás de la estación para que, aun cuando la maniobra siga efectuándose por adelante, el ingreso de las formaciones en la terminal pueda ser más rápido. En otros casos, la situación sólo podría cambiar si se emprenden obras de magnitud.

Las terminales también deben contar con vías para estacionar la flota fuera de las horas pico. En una de ellas, al menos, se necesitan vías para lavado y mantenimiento. Esas instalaciones tienen que estar conectadas con la terminal de pasajeros, para realizar la entrada o salida de una formación sin perturbar el servicio. En las líneas históricas, esta condición sólo se daba en Primera Junta. En Federico Lacroze existe un amplio taller y cochera, Rancagua, pero la conexión con la línea principal es deficiente. Los diseños originales de las líneas C, D y E generan estas dificultades.

TÚNELES Y ANCHO DEL MATERIAL RODANTE

El principal parámetro geométrico relacionado con los túneles es el gálibo¹⁰ del material rodante, que determina las dimensiones de la caja de los coches y los

dispositivos para la captación de energía eléctrica. En Buenos Aires, encontramos básicamente dos gálibos de obra física: el ancho, de 3,15 metros, en la Línea B, y el angosto, de 2,60 metros, en las otras líneas. En cuanto al material rodante, hay 3 gálibos: de 2.80 metros, en la Línea B; de 2.60 metros en las líneas A, D, E y H; y 2.55 metros en la Línea C.

GEOMETRÍA DE LOS TRAZADOS

Las pendientes máximas son comunes en el transporte subterráneo. En general, no superan el 40 por mil, pero hay un corto tramo de la Línea A, inmediatamente al este de la semiestación Alberti, con una pendiente del 55 por mil, subiendo hacia la Plaza de Mayo. Actualmente, ese tramo no ofrece problemas porque las formaciones no se detienen de inmediato antes de llegar.

En el trazado en planta, se aplican al subte radios mayores a 250 metros. La Línea B tiene en general curvas suaves, pero hay algunas muy cerradas en la Línea C, con radio de 75 metros, entrando a ambos lados de la estación Diagonal Norte. Es importante el radio de 75 metros porque todo material de gálibo angosto que se incorpore al subte debe pasar por esas curvas críticas de la Línea C. El radio de curva de 75 metros y el gálibo angosto se asocian, a su vez, con la longitud de los coches, respetando el estándar de entre 17,6 y 17,8 metros.

En la Línea H, cuando se habilitó la estación Caseros y se desplazó el trazado proyectado de la avenida Caseros a la calle Patagones, se aplicó una curva de radio de 120 metros. Este recurso puede ser útil para resolver algunas situaciones planteadas en el PETERS, como la extensión de la Línea C al norte de Retiro o el trazado de una nueva línea en el microcentro,aunque con consecuencias en la operación que deben ser ponderadas.

TÚNELES DE ENLACE

La interconexión de la red es deficiente. La Línea B carece de túnel con el resto del subte por su gálibo diferente. También falta resolver los enlaces entre las líneas de gálibo angosto, excepto las líneas C y D (túnel en la zona del Obelisco). La Línea C se conecta con la E en Constitución mediante maniobras complejas. La Línea

D, a su vez, se conecta en Plaza de Mayo con la Línea A. La rampa de Primera Junta es el único acceso de las líneas C, D y E a la superficie.

Las condiciones geométricas en la zona de la Plaza de Mayo limitan ese intercambio a formaciones de no más de tres coçhes, obligando a maniobras de acople y desacople. Una formación de seis coches que realice ese tránsito debe fragmentarse actualmente en secciones de dos o tres vehículos, según el caso. Esto ha condicionado el nuevo material rodante incorporado al subte en años recientes. Por ejemplo, las modernas formaciones Alstom deben formarse con dos triplas y no resultan intercircularables en toda su extensión o, por lo menos, no con el vano amplio existente dentro de cada tripla. Lo mismo sucede con los Nagoya de la Línea C.

La Línea H se construyó sin realizar un túnel de enlace con la Línea E. Se hizo el muñón para el empalme con una curva en el cuadrante sudeste, el único que las estaciones Jujuy y Humberto Primo dejan disponible. Por ahora, los coches y otros elementos rodantes deben introducirse por la calzada de la avenida Colonia, con uso de guinches¹¹ grandes.

Como el taller central de la red está proyectado en el extremo de la Línea E, sería ventajoso construir un túnel de enlace para las líneas C y E, entre las estaciones Independencia y Mariano Moreno, y evitar así el recorrido por Constitución y San José. Este proyecto debe definirse antes de que progresen otros planes debajo de avenida 9 de Julio.

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

Si bien el sistema de alimentación eléctrica es uno de los componentes con mayor renovación de la red, perduran heterogeneidades dada la diversidad del origen de las líneas. En sus comienzos, las líneas A y B obtenían el suministro de corriente continua de máquinas rotantes, las conmutatrices¹². En los años treinta la concesionaria CHADOPYF introdujo la obtención de la corriente continua mediante rectificadores de vapor de mercurio, y en los años sesenta, la Línea B sustituyó las conmutatrices por rectificadores de estado sólido.

En las dos últimas décadas, los rectificadores de

^[1] Cabrestante; montacargas. Máquina para levantar y trasladar cargas.

^[2] Máquina que convierte la corriente alterna en continua, o viceversa.

silicio remplazaron a los de vapor de mercurio que alimentaban a las líneas C, D y E. Las subestaciones que cuentan con esta tecnología se fueron agregando a la red desde 1980. En la última década, se centralizó el telecontrol de las subestaciones de la red en el Puesto Central de Operaciones de la avenida 9 de Julio, con la excepción de la SER Venezuela, de la Línea H, controlada desde el puesto central de esa línea en la estación Humberto Primo.

La modernización del sistema, que conserva características de concepción anticuada, se ha demorado por razones económicas. Mientras las líneas A y B cuentan con anillos de media tensión de 13,2 kilovatios en el túnel, lo que garantiza una mayor confiabilidad de la alimentación, las líneas C, D y E emplean subestaciones que no están conectadas entre sí y están alimentadas por separado desde subestaciones de 13,2 kilovatios de la red eléctrica pública. La concesionaria impulsó el proyecto -aún pendiente de implementación- para unificar la compra de energía en alta tensión de 132 kilovatios y distribuirla a toda la red desde una subestación, mediante anillos de media tensión a cada línea.

VENTILACIÓN

En las líneas más antiguas, se instaló ventilación mecánica; en las primeras dos estaciones de la D, se construyeron los conductos para instalaciones similares, pero no se colocaron los equipos; y en las siguientes, la ventilación mecánica no se consideró.

En 1999, la concesionaria propuso instalar en toda la red un sistema que perseguía tres objetivos: renovar el aire cuatro veces por hora, en pro de la salubridad; conseguir que la temperatura en el túnel no superara la de superficie en más de tres grados; y disponer la maquinaria para insuflar y extraer aire de funcionamiento reversible, de modo de activar esos equipos para dirigir el aire fresco hacia el túnel o hacia la estación.

Los equipos de inyección se instalaron en Pasteur y en Tribunales, y los de extracción en los túneles en las interestaciones correspondientes. Fueron instalaciones piloto. Por la crisis económica de 2001 y 2002, se postergó el proyecto integral, y en los años siguientes,

se efectuaron instalaciones menores de inyección de aire fresco en los andenes de algunas estaciones.

SBASE diseñó las nuevas estaciones con instalaciones de inyección y de extracción de aire, pero se está a la espera del consenso sobre una doctrina para la ventilación.

VÍA FÉRREA

Las vías originales de las líneas del subte se sustituyeron, excepto en la Línea E, que conserva los rieles tendidos por la CHADOPYF en su tramo más antiguo. Asimismo, los que entraron en servicio después de 1950, conservan la vía con la que fueron equipados. La renovación de las vías se hizo, en general, con tecnología convencional, salvo los durmientes de madera, que fueron sustituidos por durmientes¹³ de hormigón.

En los tramos nuevos se aplican rieles de 54 kilos por metro cúbico con perfiles UIC¹⁴ 54, durmientes de hormigón bi-block, fijación doblemente elástica y balasto de piedra con 30 centímetros como mínimo debajo del durmiente. La vía sin balasto la aplicaron la concesionaria en la Línea C y SBASE en algunos tramos de la Línea D, pero los diseños elegidos dieron lugar a una vía tan ruidosa que se volvió a usar la vía con balasto, ya que la capa de piedra absorbe mejor el ruido emitido en la parte inferior de las formaciones.

RUIDO

El ruido es relativamente elevado y si bien no excede el nivel aceptado desde el punto de vista de la salud, en muchos casos resulta molesto.

Es más bajo en los tramos de vía férrea con durmientes de madera, colocada sobre balasto de piedra partida. En las estaciones Bolívar e Independencia, de la Línea E, habilitadas en 1966, es notorio y abrupto el incremento del nivel sonoro. La situación empeoró en tramos nuevos construidos en las líneas D y C.

Asimismo, suele haber problemas en las curvas cerradas. En las de menos de 80 metros, como la de la estación Diagonal Norte, de la Línea C, el fenómeno pudo neutralizarse gracias a una lubricación adecuada de la superficie de contacto pestaña - cara interna del riel. En

la Línea D no se aplicó dicha solución y, en ocasiones, hay ruidos molestos. Lo mismo ocurre cuando se aplican los frenos en la Línea E.

SEÑALIZACIÓN Y CONTROL DE LA CIRCULACIÓN

El sistema de señales de cuatro de las líneas antiguas se modernizó a partir de 1997, según las especificaciones funcionales de SBASE, mientras que en la Línea C continúan operando los equipos instalados en 1934. Se trata de un sistema de bloqueo automático luminoso con circuitos de vía y paratrén mecánico.

En las líneas A, B, D y E se instaló un sistema Alstom (de origen CMW Brasil), que consta de circuitos de vía de audiodfrecuencias que transmiten códigos a las formaciones, indicando al conductor la velocidad máxima. Los conductores reciben la indicación en su puesto de comando; si no reducen la velocidad máxima, el sistema aplica el freno de emergencia. Existen, además, señales luminosas en el túnel que transmiten la indicación de vía libre o de detención en la forma óptica tradicional.

Hay dos formas de operación: la conducción manual controlada, en la que el conductor actúa bajo la supervisión del sistema, y la operación degradada, en la que el conductor debe limitarse en la velocidad y no cuenta con asistencia del sistema.

El sistema, a su vez, cuenta con otras funciones que van más allá de la seguridad. Por ejemplo, la señal de partida de una estación no da vía libre antes de un lapso mínimo de detención. Si una formación demorada altera el servicio, el sistema regula la marcha de toda la línea para evitar la concentración en un sector. Eso demoraría la normalización del servicio.

En la Línea H, el sistema de señales dispone de tecnología más moderna y diferente, lo que plantea el problema de la interoperabilidad de las líneas en el caso de formaciones equipadas para un sistema de señales que deban pasar por líneas equipadas con otro sistema. Esto no ocurre cuando una formación está en servicio, sino cuando, por ejemplo, debe ir al taller.

Es lógico que en una red coexistan sistemas de señales modernos con otros antiguos en la fase transitoria de

su sustitución.

DIVERSIDAD Y ANTIGÜEDAD

Una de las principales consecuencias de que la red del subte provenga de tres concesiones del primer tercio del siglo XX es que los estándares técnicos de las líneas no son uniformes. Sólo la trocha es la misma e igual, 1,435 metro, pero las dimensiones de los coches son diferentes, sobre todo el ancho y el sistema de alimentación eléctrica:

• Para la Línea A, se compraron 125 coches La Brugeoise de madera, que funcionaban a 1100 voltios.

• La Línea B incorporó en 1930 coches de 16 metros con gálibo ancho, de 3,15 metros, que tenían una capacidad sustancialmente mayor. La tensión de alimentación es de 550 voltios, la misma que utilizaban los tranvías de su compañía originaria, la Lacroze. En este caso, la línea de contacto es por tercer riel.

• Las líneas C, D y E incorporaron a partir de 1934 coches de gálibo angosto, de 17,7 metros de longitud entre acoples y con alimentación por línea aérea con la tensión de 1.500 voltios.

• Para las líneas de gálibo angosto, se eligió como estándar futuro el de los coches de las líneas C, D y E. Las primeras formaciones que ingresaron en 1965 fueron General Eléctric, procedentes de España. Estaban destinados a la Línea E pero, que por un tiempo, se usaron en la Línea D. Con diferencias en cuanto a ciertas tecnologías, eran funcionalmente similares a los Siemens-Schuckert de las líneas C, D y E. En años recientes, se modificó el sistema de control de la tracción.

Durante la década de 1990, se incorporaron:

• En la Línea B ingresaron 128 coches Mitsubishi, de segunda mano, procedentes de Tokio. Usan la alimentación de 550 voltios por tercer riel. Sus dimensiones no coinciden con el estándar antiguo de la Línea B, ya que su ancho es de 2,80 metros y su largo de 18 metros. Son intercirculables sobre toda la longitud de la formación. Las formaciones originales de la Línea B tenían un gálibo original de 3,15 metros y,

^[13] Travesía de la vía férrea.

^[14] Unión Internacional de Ferrocarriles.

con formaciones de ocho coches, podían aprovechar la longitud de los andenes. La flota Mitsubishi, con coches más largos, podría aprovechar casi esa longitud con formaciones de siete coches, aunque con menor capacidad por ser más angostos, previa armonización de los aparatos de vías y sistemas de señales.

- En la Línea C, en varias etapas, entraron en servicio 78 coches, de segunda mano, procedentes de Nagoya, Japón. Son de gálibo de 2,55 metros y sus cajas son más cortas (15,6 metro) que la del estándar de las líneas C, D y E. Sus coches, relativamente cortos, son ventajosos en una línea sinuosa como la C. Tienen tres puertas por costado, que abren 1,30 metro. Son, en principio, intercerculables, con una abertura ancha entre coches. Los coches Nagoya se modernizaron con la incorporación del motor asíncrono de tensión y frecuencia variable y están provistas con ventilación superior.

- En la Línea D, se incorporaron 96 coches Alstom. Responden a las dimensiones de las líneas C, D y E. Tienen cuatro puertas por costado, que abren 1,30 metro. Poseen tracción por motor asíncrono cuya potencia permite una aceleración de arranque alta. La caja de acero inoxidable es óptima para la seguridad de los pasajeros. Son intercerculables. El interior es cómodo, pero presenta cierta estrechez por el grosor de los laterales de la caja, preparada para la dotación de aire acondicionado. A esta pérdida de espacio interior se añade la sensación de estrechez que provoca la forma superior de la carrocería. La encomienda original de la concesionaria, cumpliendo la especificación de SBASE, fue de formaciones de cinco coches, que el fabricante proveyó con tres coches motorizados intermedios y un coche con cabina no motorizado en cada extremo. Posteriormente se agregó a cada formación un coche intermedio con motor.

- Los antiguos coches Siemens-Schuckert de las líneas C, D y E están disponibles. Parte de ellos se destinó a la Línea H hasta que SBASE ponga en servicio 120 vehículos para operar esta línea entre Pompeya y Plaza Francia.

La infraestructura heredada limita la evolución de la flota. Antes de 1980, SBASE decidió modernizar la Línea A con el estándar de las líneas C, D y E. Eso se viene cumpliendo con las siguientes acciones:

- Compra a finales de 1970 de la flota Materfer-FM, la única apta para funcionar con 1.500 o 1.100 voltios y hacer la transición del segundo al primero.

- Proyecto de las subestaciones de la Línea A para suministrar 1.100 y 1.500 voltios, según la flota en servicio, con la misma finalidad. La Línea A cuenta con tres subestaciones aptas para entregar ambos voltajes, puestas en marcha en años recientes. Culminado el cambio de flota en 2013, el carácter bicorriente de los Materfer y de las subestaciones de la Línea A se dejó de utilizar.

- En ese sentido, SBASE puso en funcionamiento 45 coches CITIC comprados por el Estado nacional, y adquirió otros 105 de las mismas características, que serán incorporados paulatinamente.

La intercerculación de las formaciones ha progresado y ya se aplica en las líneas B, C y D, pero en las dos últimas de forma parcial. Si bien los coches Alstom y Nagoya permiten la intercerculación con aberturas amplias entre coches, no es posible hacerla en forma completa porque los coches se dividen en dos secciones entre las cuales no se habilita el tránsito de personas. Esto se debe a que hubo que adaptar esas formaciones formando triplas o duplas que pudieran separarse cada vez que pasan entre las líneas A y D en el enlace Plaza de Mayo-Catedral, único punto de ingreso desde superficie en el subsistema C, D y E.

La disposición de vías en Plaza de Mayo no admite una longitud mayor de 60 metros sin tener que desmembrar la formación. También se vieron condicionadas las formaciones de origen chino compradas en principio para la Línea A, porque se previó que, de ser necesario, iban a pasar al resto de las líneas. Por ese motivo, sus formaciones, compuestas por cinco vehículos, se conforman con una dupla y una tripla.

Con el compromiso de mejorar la frecuencia y el confort para que los usuarios viajen más rápido, cómodos y seguros, se adquirieron 386 coches para las líneas A, B -ya circulan los primeros 18, que se sumaron a los 36 CAF 5000 incorporados anteriormente-, C, E y H, y se sumarán 30 reparados a nuevo con aire acondicionado en la D.

MATERIAL RODANTE

| LÍNEAS | CANTIDAD | MODELO | CARACTERÍSTICAS |
|--------|----------|------------------|-------------------------------|
| A | 105 | CITIC | NUEVOS CON AIRE ACONDICIONADO |
| B | 86 | CAF 6000 | CON AIRE ACONDICIONADO |
| C | 30 | NAGOYA | CON AIRE ACONDICIONADO |
| D | 30 | ALSTOM | REPARADOS A NUEVOS CON AA |
| E | 45 | SIEMENS SHUCKERT | |
| H | 120 | ALSTOM | NUEVOS CON AIRE ACONDICIONADO |

EQUIPAMIENTO

Más allá de la diferencia que pueda existir entre la empresa o la entidad que opere las líneas, es ideal tender a la estandarización del material rodante en cuanto al gálibo, el sistema de alimentación eléctrica y demás características técnicas. La situación actual demanda más recursos económicos e impide a la empresa operadora reaccionar con flexibilidad para reforzar la flota, ya que una parte del material no puede intercambiarse.



749

Subte
Buenos Aires Ciudad

SALIDA

← Salida

a Av. Roosevelt 5100

← SALIDA

**AMPLITUD
HORARIA**

5.

AMPLITUD HORARIA

Durante décadas, el subte circulaba hasta la una de la madrugada¹⁵. En los últimos años de la gestión estatal, concluía a las 22, y luego se extendió hasta las 23. En la actualidad, las líneas comienzan a prestar servicio a las cinco de la mañana. Por la noche, la última formación de cada línea sale poco antes de las 22.30 de la terminal externa hacia el centro, y cerca de las 23 sale la última formación de la terminal céntrica en sentido inverso. La única excepción es la Línea C, en la que ambas terminales despachan la última formación a las 22.45.

Si bien los sábados el horario es el mismo, la frecuencia disminuye en razón de la caída de la demanda a un tercio respecto de los días hábiles. La demanda de los domingos se reduce a un quinto respecto de los días hábiles, razón por la cual los servicios comienzan a las ocho de la mañana y finalizan media hora antes.

En el futuro, el subte podría extender su actividad hasta la medianoche o incluso algo más, pero esa medida debería adoptarse en razón de estudios sobre la cantidad de pasajeros. En el centro, la actividad ha decaído en los últimos años y declina en forma acentuada a partir de las 22, en particular por la menor

¹⁵ Por poco tiempo, a partir del 15 de octubre de 1952, el servicio se extendió hasta las 3 de la mañana.

cantidad de cines y restaurantes. En otros puntos de la ciudad, como Palermo, han cobrado relevancia los restaurantes. La mayoría de la gente se moviliza en automóviles y, en menor medida, en colectivos. Se debe considerar también las obras a realizar. Si se pusieran en marcha algunas de las obras o modificaciones aquí planteadas, la ventana horaria nocturna sería fundamental para ejecutarlas.

TIEMPOS DE VIAJE Y VELOCIDAD COMERCIAL

En las grandes metrópolis, el viaje puede consumir hasta un 15 por ciento de la jornada diaria y un porcentaje aún mayor que el horario no laboral. En Buenos Aires, las velocidades comerciales son bajas. Esto se debe a varios factores, como el material rodante anticuado de algunas líneas, la escasa distancia entre estaciones y las limitaciones que en algunos casos impone la infraestructura.

Otro tanto ocurre con la congestión de varias líneas por su oferta insuficiente, razón por la cual las detenciones en algunas estaciones superan el plazo razonable de 20 a 30 segundos. El aumento de la velocidad comercial depende de la modernización del material rodante, de la capacidad de las líneas para disminuir la congestión, y del desarrollo de nuevas líneas para aliviar a las actuales.

El sistema de transporte debe adaptarse a los cambios que ha experimentado la ciudad en razón de determinadas premisas:

• **Línea A** entre Plaza de Mayo y Carabobo, recorre 8.309 metros en 23 minutos a 21,7 kilómetros por hora.

• **Línea B** entre Leandro N. Alem y Los Incas, recorre 10.186 metros en 23 minutos a 26,6 kilómetros por hora.

• **Línea C** entre Constitución y Retiro, recorre 4.288 metros en 13 minutos a 19,8 kilómetros por hora.

• **Línea D** entre Catedral y Congreso de Tucumán, recorre 10.308 metros en 26 minutos a 23,8 kilómetros por hora.

• **Línea E** entre Bolívar y Plaza de los Virreyes, recorre 9.620 metros en 24 minutos a 24,05 kilómetros por hora.

• **Línea H** entre Once y Caseros, completa su recorrido en siete minutos.

FRECUENCIA DEL SERVICIO

El plan de modernización debe contemplar una mayor oferta, de modo de brindar un servicio de mejor calidad que, a su vez, genere una mayor demanda. Es necesario que haya más formaciones disponibles y, en paralelo, áreas dedicadas a su mantenimiento. La demanda del subte se mantuvo en forma sostenida después de la caída producida a raíz de la crisis económica del período 2001/2003, pero la oferta no acompañó ese proceso. Esta situación dio como resultado un aumento de la ocupación de las formaciones y de la incomodidad de los pasajeros.

La cantidad de formaciones no resuelve por sí misma el problema de la frecuencia. De hecho, el cumplimiento de las frecuencias programadas no es estricto¹⁶. Por lo general, los intervalos medidos son más amplios que los programados. La causa puede ser la eventual falta de una formación en servicio, pero influye mucho la sobrecarga de los trenes al producirse demoras en las estaciones, además de múltiples problemas que alteran la regularidad del servicio.

El sistema de señales que se está instalando desde 1998 admite un intervalo teórico de 2 minutos que, en la práctica, debería alcanzar los 2.15 minutos. La escasez del material rodante, de la potencia y de las señales hace que ese lapso se incumpla y sea, en realidad, de 3 minutos. Esto, si bien no es malo, está por encima de los 2 minutos o menos que se observan en los metros de las ciudades de México y Santiago de Chile, por ejemplo.

Las cuatro líneas principales del subte tienen en las horas pico un intervalo programado de unos 3 minutos, mientras que la E está próxima al límite comercialmente aceptable de 5 minutos. El intervalo de la H, de 7 minutos en la hora pico, excede lo razonable, pero es un servicio corto que, por ahora, tiene poca demanda. Se trata de una situación transitoria que mejorará con el aumento de la oferta frente al incremento de la demanda cuando se extienda hasta la avenida Santa Fe, al norte, y la avenida Sáenz, al sur.

¹⁶ Relevamiento realizado en el estudio PETERS en marzo de 2009.

UNIFORMIDAD DEL INTERVALO

Algunos pasajeros llegan al andén justo a tiempo para abordar el subte. Son los que no deben esperar. Otros arriban al andén cuando la formación está cerrando sus puertas. Son los que deben esperar un intervalo completo hasta que llegue la siguiente. Si los pasajeros acceden al andén con ritmo uniforme, la espera media es igual a la mitad del intervalo que separa las formaciones. La espera media de los pasajeros, en el caso de un intervalo regular y de un flujo uniforme de pasajeros que ingresan en una estación es exactamente la mitad del intervalo.

¿Qué pasa cuando, aun manteniendo el valor del intervalo promedio igual al programado, el tiempo que separa la llegada de los trenes no es uniforme? Si se produce un intervalo amplio seguido por otro breve, los pasajeros que han esperado durante el primero son más que los que han esperado durante el segundo.

Aunque el promedio simple de los intervalos coincida con el programado, la espera media del conjunto de pasajeros no es el promedio simple de las esperas medias de ambos grupos, sino el promedio ponderado. El resultado es una espera media mayor que si los dos trenes hubieran estado precedidos por intervalos iguales.

Así, la falta de uniformidad del intervalo deriva siempre en el aumento de la espera de los pasajeros. En definitiva, cuando se compara la espera media real de los pasajeros con la teórica, que es la mitad del intervalo programado, la primera es mayor porque el intervalo promedio supera, a veces, el programado y porque, además, ese intervalo no es uniforme.

Por la irregularidad del intervalo para el conjunto de los pasajeros, la situación equivale a un servicio con un intervalo mayor que el programado. La diferencia entre ambos puede ser considerable ya que, según la línea, el sentido y la hora, puede variar entre el 12 y el 110 por ciento. Si esa situación es habitual, todo potencial pasajero del subte ha de tenerla en cuenta cada vez que elige este medio de transporte.

El aumento del intervalo percibido por los pasajeros se potencia en el caso de quienes, en las horas pico, intentan subir a los coches en los tramos próximos al de

máxima carga. Muchas veces, deben dejar pasar una o dos formaciones hasta poder subir. Conscientemente o no, los pasajeros asignan un menor peso al tiempo de espera que al tiempo a bordo del tren.

La insuficiencia de la oferta en algunas líneas, el incumplimiento del intervalo programado y la falta de mantenimiento de la cadencia determinan la sobreocupación de las formaciones. Eso da lugar al rechazo de viajes, por una parte, y a viajes incómodos, por la otra.

También ha aumentado la densidad deseable de pasajeros de pie por metro cuadrado. Llegan a ser entre cinco y seis pasajeros por metro cuadrado, por más que los estándares de los países asiáticos contemplan hasta siete pasajeros por metro cuadrado.

MEDIOAMBIENTE

Tres factores contribuyen en el subte a la degradación del medioambiente, expresado por la calidad del servicio:

- La ventilación en los túneles de la red determina en ciertos períodos del año condiciones de incomodidad tenidas en cuenta por los pasajeros. Eso puede apreciarse en los meses previos al verano con la caída de la demanda. Debe facilitarse la aplicación de aire acondicionado en las formaciones, sobre todo por tratarse de un transporte totalmente subterráneo.
- La limpieza, la existencia de malos olores y las filtraciones son los aspectos que más incomodan a los pasajeros.
- La seguridad, tanto de los bienes como de las personas.



**PLAN
ESTRATÉGICO**

6.

PLAN ESTRATÉGICO

Existen varias alternativas para trazar líneas de acción respecto del subte. Algunas de ellas constituyen medidas para el corto y mediano plazo -como la necesidad de mejora y la puesta en valor de las estaciones, y las inversiones tendientes a la modernización- y otras refieren a la fase de planificación del sistema a largo plazo.

He aquí una síntesis de los requerimientos básicos:

- Mejorar los accesos a las estaciones, aumentando la cantidad de escaleras y su ancho, y asegurando su operación y la condición de evacuación en casos de emergencia.
- Crear nuevos accesos detrás de la línea municipal.
- Reubicar los locales comerciales para que no entorpezcan el paso en andenes y salidas congestionadas.
- Prever mejoras importantes en los centros de transbordo antiguos.
- Introducir equipos aspiradores de polvo, de basura pequeña y de lavado.

- En las estaciones críticas, deben considerarse soluciones de ingeniería para ensanchar los andenes.

- Aumentar la cobertura del subte en el Área Central.

- Estructurar la red futura, en lo posible, sobre líneas diametrales, no radiales, para eliminar el exceso de terminales en el Área Central.

- En la primera etapa, extender las líneas hasta no más de 10 kilómetros del microcentro, incluso previendo que traspasen el límite sur de la ciudad. Para ello debe haber un marco institucional adecuado.

- En las líneas nuevas, mantener una distancia media entre estaciones acorde con la densidad de población de las zonas atravesadas, reduciéndola en las áreas centrales.

- Las futuras terminales deben diseñarse con el cruce de formaciones “tras estación” para reducir, en el largo plazo, el intervalo entre formaciones a 105 segundos o menos.

- Construir túneles de enlace entre las líneas existentes y prever nuevos.

- Construir cocheras con diseños adecuados para mejorar la operatividad del sistema.

- Realizar anillos de media tensión en las líneas C, D y E.

- Mejorar el cumplimiento del intervalo programado, de modo que los pasajeros no perciban una frecuencia marcadamente inferior a la que se ofrece.

- Tender a la homogenización de las formaciones, al menos dentro de los subsistemas de gálibo angosto y ancho.

- Contar con la capacidad de Automatic Train Operation (ATO) en el sistema de operación de las formaciones.

- Asegurar la circulación dentro de los coches y entre las formaciones y andenes con los anchos de puertas y pasillos necesarios.

- Prever la continuación de las obras del sistema de ventilación con extracción de aire en el túnel de las interestaciones.

- Atenuar el ruido.

LAS ALTERNATIVAS

¿Cómo debe ser el subte en el futuro? Es la gran pregunta, más allá de que deba mejorarse y expandirse. En los seis planes formales presentados a lo largo de sesenta años se han dado coincidencias y diferencias, como consta en el estudio estratégico para la red del Subte PETERS; pero hay cuestiones por resolver. Entre ellas, cómo deben decidirse los tramos de la red y, una vez decididos, cómo deben enlazarse para mejorar el servicio.

En primer lugar, al planearse la red futura, tendrían que considerarse las siguientes premisas:

- Algunas líneas radiales nuevas al servicio de corredores prioritarios.

- Algunas líneas transversales para dar conectividad a la red.

- Líneas pasantes por el Área Central, para evitar la concentración de costosas terminales en esa zona.

- Mayor cobertura del microcentro en sus sectores de desarrollo más reciente.

- Nuevas conexiones con los ferrocarriles suburbanos, reconociendo la complementariedad de ambos sistemas.

Asimismo, la primera etapa de la expansión de la red debería hacerse dentro de un área que limite a unos 10 kilómetros del microcentro e incluir al corredor del sur por Barracas, destinado a vincular al partido de Avellaneda.

Si bien estas condiciones son necesarias, no alcanzan por sí mismas para definir la futura red. Hay corredores radiales que pueden agregarse, así como corredores transversales entre los cuales habrá que decidir la expansión, al menos en una primera etapa. También hay distintas formas de tender una o más líneas que atraviesen el Área Central para conseguir una mayor cobertura territorial, en especial del microcentro, y posibilidades de aumentar la vinculación entre el Subte y el ferrocarril.

El PETERS, que tuvo como fin definir el plan de una primera etapa de modernización y expansión e incluir la prolongación de las líneas existentes y la construcción de nuevas líneas, siguió estos pasos:

- Se identificaron los tramos que deberían agregarse a la red como parte de líneas nuevas o como extensión de las existentes sobre la base de la revisión de la planificación histórica y el conocimiento de la ciudad actual.

- Se plantearon formas razonables de combinar algunos de los tramos nuevos para formar líneas nuevas. Un tramo nuevo podía unirse a unos u otros tramos también nuevos y, de ese modo, formar líneas nuevas diferentes. Ese mismo tramo nuevo podía ser parte de la extensión de una línea existente. La combinación de tramos para formar líneas debía ser viable desde el punto de vista de la ingeniería y responder a una lógica de cara a la demanda.

- El resultado de ambas acciones fue la concepción de redes alternativas, mutuamente excluyentes. Esas redes diferían en las líneas nuevas a incluir y en las prolongaciones. Al mismo tiempo, redes topológicamente iguales podían ser alternativas excluyentes si diferían en sus características, como el ancho de los coches y la longitud de las formaciones, lo que podía afectar la capacidad de transporte.

- Una vez identificadas las redes alternativas, se encaró su evaluación por medio de indicadores, cuantificados y ponderados para identificar cuál sería la mejor red entre las alternativas planteadas.

- La evaluación incluyó el relevamiento y el análisis de la demanda; el relevamiento del sistema de transporte; la modelización de la red de transporte y de la demanda; la proyección de la demanda; la aplicación de la modelización a cada red alternativa con la demanda actual y la proyectada, así como el análisis de los resultados en cuanto a la captación de la demanda, la utilización de las líneas, su congestión y su saturación.

De los estudios anteriores al PETERS sólo uno, realizado a comienzos de los años ochenta, evaluaba alternativas para la ampliación de la red. El PETERS, a diferencia de los otros estudios, propuso ampliar y mejorar el Subte;

pero estableció que quienes tomen esa decisión deben sopesarla, debido a la posibilidad, siempre presente, de no implementar mejoras. Es decir, la decisión de ampliar y modernizar el servicio, que conlleva una gran inversión y un futuro flujo de gastos de explotación, debía tomarse tras evaluar la posibilidad de destinar los recursos a otras necesidades. Pero en proyectos de esta naturaleza, dejar de implementar mejoras y ampliaciones es inconveniente. Abandonar toda inversión ocasionaría que la infraestructura, los equipos y las formaciones se degradarían en forma paulatina y empeoraría la calidad del servicio. Implicaría, además, el abandono de un enorme capital, mientras en otros países del mundo se crean nuevas líneas de metro o se expanden las existentes.

En casos semejantes, la alternativa de no hacer nada es sustituida por la de hacer lo imprescindible. Esto implica mantener la red existente en buen estado y con una buena actualización tecnológica, de modo de optimizar su funcionamiento y sacar el máximo provecho del capital invertido. Se trata de la Alternativa O. En comparación con ella se evalúan otras alternativas, que suelen denominarse Alternativa 1, Alternativa 2 y, así, hasta la Alternativa n.

ALTERNATIVA O

Para mejorar y expandir el subte, según el PETERS, la Alternativa O debe potenciar la red, modernizando y equipando sus seis líneas para ponerlas en condiciones de prestar un servicio óptimo con su actual infraestructura; terminar las obras contratadas en ejecución y ponerlas en servicio, y expandir la red con la mínima cantidad de tramos, de modo de consolidar un proyecto funcional de los que ya están expandidos o, en otros términos, de los que sean necesarios para que esas obras sean económicamente eficientes.

Al definir la Alternativa O se tuvo en cuenta el estado de la infraestructura de la red y de su equipamiento y se incluyeron las inversiones necesarias para los siguientes fines:

- Sustituir las infraestructuras y las instalaciones cuya vida útil estuviera agotada.
- Ampliar el parque de las líneas para lograr la calidad de

servicio deseada.

- Modificar la infraestructura de las terminales de líneas que limitan la frecuencia del servicio.

- Mejorar el acceso en las estaciones y los puntos de transbordo entre líneas, incluso para las personas de menor movilidad.

- Dotar a las líneas de sistemas de ventilación forzada para garantizar las condiciones ambientales del aire.

- Crear en cada línea la capacidad de vías de cocheras que permita el estacionamiento de las formaciones y la operatividad flexible de sus conexiones.

- Dotar a las cocheras de vías e instalaciones para el mantenimiento diario.

- Mejorar la interconexión de túneles para el movimiento de coches y máquinas de mantenimiento de una línea a otra.

- Contar con instalaciones de taller necesarias sea centralizado o descentralizado según surja de estudios más detallados.

Si bien el volumen de inversión es importante, se trata de potenciar el sistema y optimizar el desempeño. Se perjudicaría a la red en su conjunto si se siguiera invirtiendo en la ampliación del Subte y en el tendido de nuevas líneas mediante tecnologías que tendrían que convivir con otras dotadas de infraestructura agotada y equipamientos obsoletos.

En los casos de las líneas E y H se agregaron las obras en marcha, algunas con un avance considerable. Como es lógico, había que ponerlas en servicio. En el caso de la Línea H sucedía lo mismo con las extensiones al sur y al noroeste, que estaban en construcción en 2009.

Si bien la Línea H, según la ley N°317 de 1999, debe ir desde Nueva Pompeya (avenida Roca) hasta Retiro, en el PETERS se consideró esencial, en la primera etapa, sólo la sección entre la estación Sáenz (donde establecerá la conexión con el Ferrocarril Belgrano Sur) y la avenida Las Heras (donde estaría la combinación con una línea eventual que recorra esa avenida).

Otros puntos destacables:

- El tramo Sáenz-Pompeya se consideró no esencial, ya que la estación Nueva Pompeya debería proyectarse teniendo un conocimiento preciso, del que aún se carece, sobre la planificación de la Línea H más allá del límite de la ciudad. Es probable que esa prolongación tenga lugar en el largo plazo. Tampoco es esencial porque los beneficios de extender la Línea H hasta Nueva Pompeya provienen principalmente del transbordo con los colectivos que entran en la ciudad por el Puente Alsina. Ese mismo efecto sería conseguido con la terminal en la estación Sáenz.

- El tramo entre avenida Las Heras y Retiro también se consideró no esencial, porque ese podría realizarse como parte de la Línea H, según dispone la ley N° 317, o integrado a otra línea que optimice el funcionamiento de la red. Este es uno de los interrogantes que debe esclarecer el PETERS.

Una vez definida la red de la Alternativa O, o caso base, sobre la cual no había que tomar decisiones por cuanto ya estaba en marcha su obra, se pasó al planteo de alternativas de red que, en principio, surgieron agregándole a esa red nuevos tramos y líneas. Como las alternativas eran numerosas, se realizó una preselección con criterios lógicos. Ese proceso se desarrolló en dos fases.

En la primera fase se evaluó el comportamiento de la red sobre la base de la demanda dirigida al sistema público de colectivos. Esa demanda fue conocida en 2006 a raíz de los resultados de la Investigación del Transporte Público Urbano de Buenos Aires (INTRUPUBA), realizada por la Secretaría de Transporte de la Nación, y por un relevamiento del PETERS. Por su brevedad, las dos alternativas evaluadas se denominan Básica 1 (es el plan vigente dispuesto por la ley N° 670) y Básica 2 (es la propuesta de modificación de esa ley, presentada en 2007 por la Jefatura de Gobierno).

En la segunda fase se introdujeron las nuevas alternativas. El comportamiento de la red fue evaluado no sólo con la demanda de 2006, sino también con la proyección hacia el año 2030. La proyección de la demanda se basó en un modelo de análisis que combinó

la relación entre el desarrollo urbano de cada área de la ciudad y la disponibilidad del servicio del subte ampliado y mejorado.

La ley N° 670 estableció el plan para el subte en diciembre de 2001. Cualquier modificación del plan en vigor deberá ser aprobada por la Legislatura y, para ello, deberá ser sustentada con un análisis comparativo.

Esa es la finalidad del PETERS. Para ello considera a la Alternativa Básica 1 como la primera frente a la Alternativa O. El proyecto de 2007 también fue considerado una opción, la Alternativa Básica 2, porque contenía ideas gestadas con anterioridad en la Legislatura sin haber sido tratadas formalmente¹⁷.

La Alternativa Básica 1 consiste en ampliar la red hasta una dimensión total de 80 kilómetros, realizando las primeras etapas de las líneas dispuestas en la ley N° 670, además de completar la Línea H según lo dispuesto en la ley N° 317.

Esto implica agregar a la Alternativa O los siguientes tramos:

- **Línea H** entre avenida Las Heras y Pueyrredón, y entre Sáenz y Nueva Pompeya.

- **Línea F** entre Plaza Constitución y Plaza Italia, por las avenidas Garay, Entre Ríos, Callao y Las Heras.

- **Línea G** entre Retiro y el Cid Campeador, por las avenidas Santa Fe (hasta Pueyrredón), luego Córdoba, Estado de Israel, Ángel Gallardo, circunvalación del Parque Centenario hasta Díaz Vélez y continuación por ésta hasta el cruce con la Avenida Honorio Pueyrredón.

- **Línea I** entre Plaza Italia y Parque Chacabuco, por Santa Fe, Scalabrini Ortiz, Apolinario Figueroa, Honorio Pueyrredón, Rojas y Centenera¹⁸.

Este plan de extensiones y nuevas líneas tiene vigencia legal pero, en realidad, es una alternativa frente a la posibilidad de hacer lo mínimo bajo la consigna de la Alternativa O. Su evaluación, con la herramienta cuantitativa de la modelización de la demanda, permitió mejorar la estimación de la cantidad de pasajeros que se sumarían al Subte y la medida en que sobrecargarían o

¹⁷ El proyecto se había gestado en la Legislatura antes del cambio de gobierno se tramitó con el Expediente 92.672/07. A finales de 2007 fue recogido por la nueva administración del Gobierno de la Ciudad, que le agregó modificaciones para someterlo a la Legislatura.

¹⁸ Elaboración propia en base al PETERS.

descongestionarían la red.

ALTERNATIVA BÁSICA 1 Y ALTERNATIVA BÁSICA 2

A finales de 2007, la nueva gestión del Gobierno de la Ciudad planteó modificar la ley N° 670, que contemplaba el trazado de las nuevas líneas y las disposiciones institucionales para construirlas y operarlas. Las modificaciones que se proponían a la red de la Alternativa Básica 1 tenían como fin mejorar el servicio al Área Central con una mayor cobertura del microcentro, descongestionar la Línea D, mejorar la inserción de la Línea G en el área céntrica, captar mayor demanda con la Línea I y mejorar la vinculación del subte con los ferrocarriles suburbanos.

La Legislatura consideró el proyecto, pero faltó consenso para modificar los trazados de la ley N° 670. Por medio de la Ley 2710, sancionada en mayo de 2008, se cambiaron los artículos referidos a la forma de ejecutar y poner en servicio las obras. Si bien las modificaciones propuestas no superaron la instancia política, en el PETERS se convirtieron en la base de la Alternativa Básica 2, que tiene algunas diferencias con el proyecto de la Jefatura de Gobierno.

Los trazados propuestos en adición a los tramos que constituyen la Alternativa O, fueron los siguientes:

• **Línea E norte** Retiro-Plaza Italia. Extensión de la Línea E a partir de Retiro por las avenidas Del Libertador, Pueyrredón y Las Heras hasta Plaza Italia. En su recorrido por Las Heras, este trazado sustituye a la Línea F de la Alternativa Básica 1.

• **Línea H** Sáenz-Pompeya. Agrega a la Alternativa O solamente el tramo Sáenz-Nueva Pompeya y mantiene la terminal norte en la intersección de las avenidas Las Heras y Pueyrredón.

• **Línea F** Constitución-Facultad de Derecho- (Retiro Norte). Recorre Garay, Entre Ríos, Callao, Las Heras y Gelly y Obes hasta la terminal en un nuevo centro de transbordo que se creará con los ferrocarriles suburbanos que arriban a Retiro, cerca de la Facultad de Derecho.

• **Línea G** Catalinas-Cid Campeador. El extremo céntrico en Catalinas establece la combinación con la Línea E. Recorre las avenidas Córdoba, Santa Fe y nuevamente Córdoba hasta Estado de Israel. Continúa por Estado de Israel y por Ángel Gallardo, circunvalando el Parque Centenario y continuando por Díaz Vélez hasta el cruce con Honorio Pueyrredón.

• **Línea I** Plaza Italia - avenida Sáenz. Desde el extremo norte, que se mantiene en Plaza Italia, se orienta por la avenida Scalabrini Ortiz hacia las avenidas Río de Janeiro y La Plata, desplazando su terminal sur de Parque Chacabuco a la estación Sáenz, punto de transbordo al Ferrocarril Belgrano Sur.

Estos son los puntos centrales diferenciales entre la Alternativa Básica 1 y la Alternativa Básica 2:

• **Línea E norte** procura descongestionar la Línea D al favorecer el transbordo en Plaza Italia de pasajeros de Belgrano y barrios aledaños con destino a Retiro, Catalinas y el Correo Central y sus regresos. Estos pasajeros preferirían eludir los incómodos transbordos del microcentro y ahorrarían tiempo al reducirse la cantidad de estaciones en el trayecto. También daría a los residentes de la avenida Las Heras un acceso directo al área Retiro-Catalinas-Plaza de Mayo, eludiendo el transbordo a las congestionadas líneas A, B y D.

• **Línea F** del corredor Entre Ríos-Callao daría acceso directo desde Retiro Norte - nuevo centro de transbordo con los ferrocarriles- a una importante área del macrocentro, evitando a los pasajeros el paso por Retiro, con economía de distancia recorrida y tiempo de viaje. También les daría la posibilidad de utilizar las demás líneas del subte sin necesidad transbordar en el microcentro.

• **Línea G** cambiaría su acceso a Retiro, conveniente para los viajes que continúan en el ferrocarril, por la cobertura del sector más céntrico de la avenida Córdoba y el área de Catalinas, con la posibilidad de un buen acceso a los ferrocarriles suburbanos por medio del nuevo centro de transbordo Retiro Norte.

• **Línea I** correría su trazado a zonas más habitadas. Su terminal pasaría de un barrio periférico residencial a un

importante centro de transbordo con decenas de líneas de colectivos, además del ferrocarril.

Excepto en el caso de la Línea I, los cambios de trazado que contempla la Alternativa Básica 1 atienden las mismas zonas y corredores de la ciudad, pero los tramos se enlazan de forma distinta.

Esa alternativa no coincide, en términos generales, con la propuesta por la Jefatura de Gobierno en 2007. Ésta llevaba el extremo sur de la Línea F por las avenidas Entre Ríos y Vélez Sarsfield hasta un nuevo centro de transbordo con el Ferrocarril Roca, denominado Nueva Barracas. Ese trazado crearía una nueva vinculación del subte con el ferrocarril suburbano, que permitiría a los pasajeros eludir Constitución. Además, daría servicio al área aledaña de los hospitales Borda y Moyano, donde el Gobierno de la Ciudad proyecta desarrollar el Centro Cívico, lo cual crearía allí un polo residencial y de actividades administrativas.

La inclusión del tramo Centro Cívico - Nuevo Barracas en la Alternativa Básica 2, no en la Alternativa Básica 1, habría creado entre ambas redes una diferencia sustancial. Como cuando comenzó el PETERS estaba en vigor la Alternativa Básica 1, no el proyecto del Centro Cívico, se ubicó en Constitución la terminal de la Línea F, de la Alternativa Básica 2.

LAS PRIMERAS CONCLUSIONES

De la comparación de la Alternativa Básica 1 y la Alternativa Básica 2 surgen como resultados la utilización de la línea o el total del viaje en ambas direcciones y la estimación de la carga máxima, entendida como la cantidad de pasajeros en el punto de mayor carga, en el sentido dominante del tránsito.

Estas han sido las conclusiones:

- El efecto de la descongestión de la Línea D perseguido por el tramo E Norte (hasta Plaza Italia) no fue importante. Sin embargo, es significativo que la utilización de la Línea D haya tenido un pequeño aumento y que, al mismo tiempo, la carga máxima registrara cierta disminución. Estos resultados sugieren que la aproximación de la línea de la avenida Las Heras

al microcentro es efectiva para atraer más pasajeros a la Línea D, gracias a la posibilidad de combinación en Plaza Italia con un buen acceso a Retiro y Catalinas y sin aumentar la congestión porque se reduce la carga máxima. Ese impacto positivo puede conseguirse sin sobrecargar a la Línea D, incluso con una cierta reducción de la carga máxima sobre ella.

- En ambas redes, la línea transversal de Callao es la más demandada del sistema. Tanto su utilización como su carga máxima son mayores con la red planteada por la Alternativa Básica 2. Este efecto va acompañado de una paralela e importante disminución de ambos indicadores sobre la Línea C que, de este modo, se aleja de la saturación, aspecto importante por sus deficiencias de infraestructura.

- El cambio de configuración de la Línea G con el desplazamiento de su terminal de Retiro a Catalinas no modifica sustancialmente la demanda que logra captar. Habría incluso un impacto negativo en la captación de pasajeros.

- El virtual aumento del uso de la Línea I sería, en proporción, menor a la del aumento de su longitud. Esta línea permanecería en el último lugar en cuanto a la captación de pasajeros.

Estos resultados determinaron las siguientes conclusiones preliminares, que, a su vez, crearon nuevas alternativas.

- La captación de pasajeros a lo largo de Las Heras y en la combinación de Plaza Italia, con su impacto positivo en la descongestión de la Línea D por el acceso a Retiro y Catalinas con la Línea E Norte, podría mejorarse con un trazado independiente por la Las Heras que se dirija al microcentro.

- En ese caso, la Línea E podría integrarse con otra línea. Sería natural que lo hiciera con la Línea H.

- El nuevo centro de transbordo de Retiro Norte sería efectivo en la captación de pasajeros para la Línea F y la descongestión de la Línea C.

- La Línea G debería ser parte del proyecto de expansión de la red, más allá de que el análisis

preliminar no haya indicado con claridad cuál sería su trazado en el macrocentro.

• La Línea I no es prioritaria para ser incluida en la primera etapa de la expansión. La inversión podría volcarse en otros proyectos.

LA SEGUNDA FASE

El paso siguiente consistió en la concepción y la evaluación de las nuevas alternativas, de las que debería surgir la mejor propuesta para el subte. Este proceso se llevó a cabo a partir de las conclusiones a las que se había llegado y se incorporaron otras ideas surgidas durante el estudio. El equipo técnico encargado del PETERS interactuó con funcionarios y técnicos de SBASE y del Ministerio de Desarrollo Urbano de la Ciudad.

Temas tratados:

• La extensión de la Línea C al norte de Retiro para dar servicio a la Terminal de Ómnibus y a los edificios cercanos del Poder Judicial y de las Fuerzas Armadas, entre otros. Durante el trabajo del PETERS, el Gobierno de la Ciudad realizó un estudio complementario sobre el subte, denominado Plan de Mediano Plazo. Incluyó el análisis de una solución a la accesibilidad de esa área. Como resultado, se recomendó dar servicio a esa área con una extensión de la Línea C, realizando un circuito de vía única al norte de Retiro con tres estaciones ubicadas frente a la propia terminal, frente al Edificio Cóndor y frente a los tribunales de Comodoro Py.

• La extensión de la Línea C al sur de Constitución para dar servicio al proyecto del Centro Cívico, que el Gobierno de la Ciudad anunció a comienzos de 2008. Ese fue el motivo por el cual se propuso modificar la ley N° 670 en lo relativo a la Línea F, puesto que la proyectaba por las avenidas Entre Ríos y Vélez Sarsfield hasta una nueva estación ferroviaria de la Línea Roca denominada Nueva Barracas. En las alternativas que planteó el PETERS se abordó el mismo tema, pero mediante la extensión de la Línea C desde Constitución hasta la estación Buenos Aires del Ferrocarril Belgrano Sur, pasando por el Centro Cívico. Este proyecto lograba otra importante conexión con el ferrocarril suburbano.

• La extensión de una línea al barrio de Barracas por el eje de Montes de Oca, de modo de encarar en el futuro la extensión por la avenida Mitre, de Avellaneda.

• La extensión de la proyectada línea de la Avenida Las Heras hasta el cruce de las avenidas Santa Fe y Juan B. Justo, que captaría pasajeros entre el extremo Colegiales-Belgrano, de la Línea D, y en la Recoleta, Retiro y Catalinas, así como el recorrido de la avenida Las Heras. Esos pasajeros confluirían sobre el tramo Plaza Italia-Palermo, de la Línea, D, y se superpondrían con los viajes de esta línea entre el Área Central y la Avenida Juan B. Justo, donde está el centro de transbordo conocido como Pacífico¹⁹. La extensión de la línea de la avenida Las Heras hasta Palermo evitaría esa superposición y aliviaría la sobrecarga de la Línea D. También dejaría preparada a la línea de la avenida Las Heras para la prolongación de la Línea I, prevista en ley N° 670.

• A estas propuestas de carácter positivo se sumó la exclusión de la Línea I con terminal norte en Plaza Italia y del tramo terminal sur de la Línea H entre las estaciones Sáenz y Nueva Pompeya. La Línea I se mostró como una opción débil en la Alternativa Básica 1, por captar una demanda baja, situación que no se modificó en la Alternativa Básica 2.

• Entre las alternativas que se evaluaron se omitió el tramo terminal de la Línea H entre las estaciones Sáenz y Pompeya. Ese tramo no puede proyectarse si no está definido el ingreso de la Línea H en el partido de Lanús y, en ese caso, sí debe hacerlo cruzando el Riachuelo en subterráneo o en elevado. Esto también involucra el posible transbordo con el Ferrocarril Belgrano Sur en la estación Puente Alsina.

Con estas premisas se plantearon las alternativas PETERS 1, PETERS 2 y PETERS 3. La primera fue la PETERS 1 a partir de la Alternativa Básica 1 y la Alternativa Básica 2. La PETERS 2 incorporó las conclusiones de la PETERS 1. La PETERS 3 incorporó, a su vez, las conclusiones de la PETERS 1 y la PETERS 2.

ALTERNATIVA PETERS 1

La red PETERS 1 la integrarían ocho líneas: A, B, C, D,

^[19] En ese punto se agregó en 2010 el transbordo al sistema de ómnibus sobre carril exclusivo llamado Metrobus.

E-H, F, G y J. La Línea J, por la Avenida Las Heras hasta el microcentro, sería eficaz para descongestionar la Línea D. La Línea F, entre Retiro Norte y Constitución, captaría muchos pasajeros y, con la extensión de la Línea J a Barracas, descongestionaría la Línea C y permitiría su extensión hasta la estación Buenos Aires. La Línea G no sería efectiva, por no captar mucha demanda. La red terminó siendo seis kilómetros más extensa que la prevista en la ley N° 670, con un mayor costo asociado.

Este es el detalle:

•**Línea C** extensiones al norte de Retiro, mediante un circuito que pase por la Terminal de Ómnibus y al sur de Constitución, para servir al nuevo Centro Cívico y alcanzar la estación Buenos Aires del Ferrocarril Belgrano Sur.

• **Línea E-H**: recoge de la Alternativa Básica 1 la idea de llevar la Línea H hasta Retiro por las avenidas Pueyrredón y Del Libertador, recorrido contemplado en ley N° 670, enlazada con la E en Retiro. Elimina allí ambas terminales y crea así la línea de circunvalación del macrocentro, que se denominó Línea E-H.

•**Línea F** del PETERS 1 toma una propuesta que había mostrado su buen desempeño en la Alternativa Básica 2: crear la nueva estación de transbordo Subte-Ferrocarril Retiro Norte, cerca de la Facultad de Derecho. Está conectada con la línea transversal de la Avenida Callao-Entre Ríos. El recorrido sería: Retiro Norte, Callao desde Avenida del Libertador hasta Congreso, Entre Ríos y Plaza Constitución.

•**Línea G** de la Alternativa Básica 2 se retuvo el acceso a Catalinas, en lugar de Retiro, aunque con un trazado menos sinuoso, directo por Córdoba, con una estación de combinación con la Línea J del microcentro.

•**Línea J** como la aproximación al microcentro de la línea de la avenida Las Heras había tenido un buen desempeño en la Alternativa Básica 2, con la Línea E norte por Leandro N. Alem se buscó una mejor concreción. Se propuso que esa línea, denominada J, atravesie el Barrio Norte y el microcentro de norte a sur para alcanzar la estación Constitución y el barrio de Barracas. El recorrido propuesto sería: Palermo

(Pacífico), Santa Fe, Callao, Plaza Vicente López, Santa Fe, Florida- Perú, San Martín-Bolívar, San Juan, Plaza Constitución y Montes de Oca hasta Quinquela Martín.

ALTERNATIVA PETERS 2

Como elemento novedoso, la red PETERS 2 integró la Línea G con la línea del microcentro. Esta propuesta mantendría el lineamiento de la Línea G, dado en la ley N° 670, y reemplazaría el tramo entre Plaza San Martín y Retiro por el trazado del microcentro hacia Constitución y Barracas.

A su vez, en términos de costos, la PETERS 2 resultaba eficiente y descongestionaría las líneas C y F por la mayor utilización de la Línea G. En cambio, sería ineficaz para descongestionar la Línea D al confirmarse que el enlace de la línea de la avenida Las Heras con la avenida Callao-Entre Ríos, trazado que elude el microcentro, no sería una solución óptima. También se perderían los efectos beneficiosos de un nuevo centro de transbordo con los ferrocarriles en Retiro Norte que arrojaba resultados favorables en PETERS 1.

Esta es la propuesta de la PETERS 2:

•**Línea C** como en la PETERS 1, extensión al norte de Retiro mediante un circuito que pase por la Terminal de Ómnibus, y al sur de Constitución para servir al nuevo Centro Cívico y alcanzar la estación Buenos Aires del Ferrocarril Belgrano Sur.

• **Línea E-H**: se mantuvo la propuesta de la Alternativa Básica 1 de extender la Línea H hasta Retiro por Pueyrredón y Del Libertador, y enlazarla con la Línea E en Retiro, evitando allí una doble terminal y creando la línea de circunvalación del macrocentro que se denominó Línea E-H.

•**Línea F** conservó los lineamientos de la Alternativa Básica 1, pero con su terminal norte desplazada a Palermo. El recorrido sería: Santa Fe, Plaza Italia, Avenida Las Heras, Avenida Callao-Entre Ríos y Plaza Constitución.

•**Línea G** el recorrido, como en la Alternativa Básica 1, se mantuvo entre el Cid Campeador y la Plaza San Martín

con la única diferencia de evitar el cruce triple en Santa Fe y Pueyrredón, haciendo pasar la línea por Facultad de Medicina antes de ingresar en Santa Fe. Desde Plaza San Martín sigue el trazado de la línea del microcentro hacia el sur por Florida-Perú, San Martín-Bolívar, San Juan, Plaza Constitución y la Avenida Montes de Oca hasta Quinquela Martín.

ALTERNATIVA PETERS 3

En la Alternativa PETERS 3, concebida para mantener los impactos positivos de la PETERS 1 con el menor costo de la PETERS 2, se conservó la solución de la Línea G por el microcentro. Fue la que obtuvo mejores indicadores.

De la PETERS 1 se conservó la propuesta de la nueva estación de transbordo en Retiro Norte como terminal de la línea de Callao-Entre Ríos, y la de la Línea E Norte hasta Plaza Italia y Palermo, aunque modificada para cruzar el Barrio Norte y recorrer la avenida Las Heras desde su comienzo en la Plaza Vicente López. Para la Línea H, al no enlazarse con la Línea E, se propuso llevarla también a Retiro Norte.

La línea E Norte resultó muy efectiva en la descongestión de la Línea D. Asimismo, la Línea F y la Línea J, al llegar a Constitución, mostraron la máxima efectividad para descongestionar la Línea C. La Línea G, integrada con la del microcentro y llegando a Constitución y a Barracas, muestra una mucho mejor utilización de su tramo por la avenida Córdoba.

La propuesta de la PETERS 3 pasó a ser la siguiente:

- **Línea C** como en la PETERS 1 y la PETERS 2, extensión al norte de Retiro mediante un circuito que pase por la Terminal de Ómnibus y al sur de Constitución para servir al nuevo Centro Cívico y alcanzar la estación Buenos Aires del Ferrocarril Belgrano Sur.

- **Línea E norte:** continuaría al norte de Retiro por la Avenida del Libertador, girando al sur para tomar la calle Libertad y recorrer el Barrio Norte hasta la Plaza Vicente López, desde donde seguiría por la avenida Las Heras hasta Plaza Italia y la terminal en Palermo.

- **Línea H** desde las avenidas Pueyrredón y Las Heras

hacia Retiro Norte por Pueyrredón.

- **Línea F** como en la PETERS 1, desde Retiro Norte por Callao-Entre Ríos hasta Constitución.

- **Línea G** coincide con la PETERS 2.

Cabe aclarar que las líneas A, B y D no fueron objeto del planteo de propuestas porque se entendió que, en la primera etapa de la ampliación de la red, no iban a cambiar su configuración actual, caracterizada por estaciones terminales de muy compleja modificación en el extremo céntrico y terminales ubicadas a unos 10 kilómetros del centro. Esto no excluye posteriores etapas de expansión.



Subte

Parque Patricios
Combinación Líneas

Parque Patricios
Distrito Tecnológico

Parque Patricios
Combinación Líneas

El subte avanza. Vos también.



7

LA MODELIZACIÓN
Y SUS RESULTADOS

LA MODELIZACIÓN Y SUS RESULTADOS

El software utilizado, VISUM, se creó para el análisis y la planificación de sistemas de transporte. Permite integrar todos los tipos de transporte público en un modelo único y determina el comportamiento de la oferta de transporte proyectada, proporcionando apoyo a la planificación del diseño de las propuestas y la determinación de su impacto. Con VISUM se puede diseñar la oferta, analizarla y evaluar el desempeño de las opciones.

El proceso comienza con un análisis del estado actual del sistema de transporte, que identifica insuficiencias y deficiencias. Le sigue el diseño de alternativas, que consta de cuatro pasos:

1. Desarrollo de una solución.
2. Determinación de sus impactos.
3. Evaluación de los mismos.
4. Análisis de las deficiencias.

Este proceso continúa hasta que se alcanza una solución satisfactoria, es decir, hasta cumplir los objetivos de la planificación. Para determinar los impactos, VISUM suministra indicadores a nivel del usuario que describen la calidad de la conexión entre las zonas de tráfico con los que se evalúa cada solución.

La valoración la conforman un modelo de demanda, otro de red, que representa la oferta, y el de asignación de viajes, que relaciona la oferta (modelo de red) con la demanda (modelo de demanda), simulando el comportamiento de los usuarios.

• **El modelo de demanda** contiene los datos de viajes entre zonas de la región analizada, llamadas matrices Origen-Destino (O-D). Se obtienen en base a los datos de INTRUPUBA e incluye su proyección a escenarios futuros.

• **El modelo de red** abarca los aspectos relevantes de un sistema de transporte, entre ellos, las zonas en que se divide la región analizada, la ubicación de las paradas del transporte público, los enlaces y las líneas de transporte con sus recorridos, horarios y demás características.

• **El modelo de asignación** simula el comportamiento de los pasajeros en la elección de los recorridos y las formas de realizar el viaje. Se utiliza la variable impedancia²¹, que refleja un costo virtual comparado por los usuarios al elegir. La impedancia la integran el tiempo del viaje, el costo monetario que paga y otras condiciones no cuantificables, como el confort y la seguridad.

El armado del modelo de la oferta en VISUM comenzó con la creación de una red física de transporte: calles, avenidas, líneas del ferrocarril y del subte, paradas, estaciones, etcétera. Luego se cargaron los recorridos de los servicios existentes con sus correspondientes tarifas, horarios e intervalos²².

La red de transporte se modeló sobre un sistema de zonificación adoptado. Cada zona tiene asignada una cantidad de viajes con origen y finalización, que proviene de las matrices O-D cargadas. Se asigna la totalidad de los viajes al centro de la zona, punto teórico del que podrían partir todos los viajes originados en esa área y al que arribarían todos los que terminan en ella. Para evitar que esta abstracción incida en la validez de los resultados, se crearon zonas homogéneas de extensión reducida en función del nivel de detalle buscado.

Por este motivo, el tamaño adoptado para las zonas dentro de la Ciudad de Buenos Aires es menor en las cercanías de la red del subte actual y donde se proyecta extender sus líneas que en el resto del área del estudio. En la Provincia de Buenos Aires, dada la distancia respecto del subte, no era necesario un grado tan alto de detalle y se crearon zonas más amplias.

El VISUM permite utilizar dos algoritmos de asignación, uno basado en los horarios de los servicios (Timetable), que supone que el horario establecido para los servicios se cumple con regularidad y que el usuario los conoce; y el segundo, basado en las frecuencias (Headway), que requiere cargar en el modelo los intervalos de todas las líneas de transporte público. Esta es la variante recomendada para las redes urbanas, cuyos servicios se prestan con intervalos cortos, y para diseñar planes de largo plazo en los que no se pueden establecer los horarios precisos de las líneas y servicios.

El algoritmo de asignación realiza dos procesos: primero busca las “n” rutas más atractivas y, a continuación, asigna los viajes entre ellas. La búsqueda equivale a un filtrado grueso de las rutas, desechando aquellas que, por tener tiempos de viaje o tarifas mayores, no eligen los usuarios, salvo casos excepcionales no relevantes.

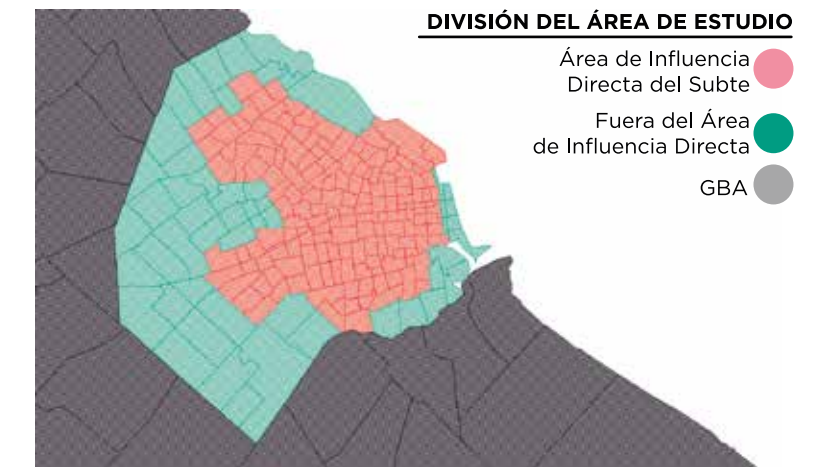


Fig 1. Zonificación adoptada en la CABA. Fuente: Modelo utilizado en el PETERS

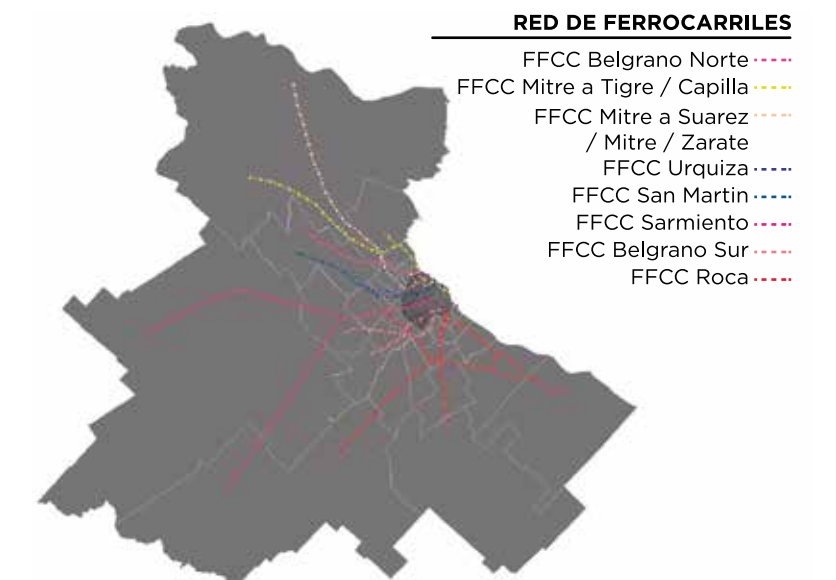


Fig 2. Zonificación adoptada en la provincia de Buenos Aires y líneas de ferrocarril. Fuente: Modelo utilizado en el PETERS

La evaluación de los planes de redes del subte presentados en las últimas décadas ha sido posible gracias a programas informáticos avanzados de modelización del sistema de transporte. También ha contribuido una base de información actualizada sobre la demanda del sistema de transporte público colectivo del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y la Investigación del Transporte Público Urbano de Buenos Aires (INTRUPUBA)²⁰.

Excepto el plan para el subte realizado a comienzos de la década del ochenta, que evaluó distintas alternativas para la ampliación de la red, los demás planes presentaron la alternativa elegida sin dejar constancia de haber considerado otras ni del proceso para descartarlas.

En esos estudios se utilizó la modelización de la demanda sólo para evaluar una alternativa seleccionada a priori. El PETERS se distingue de los estudios anteriores por haber evaluado y comparado varias alternativas. Para la modelización, el sistema utilizó información de la demanda contemporánea, que hizo posible conclusiones valederas y justificadas para una mayor aproximación a la mejor solución para la red del subte.

²⁰ La estimación de la demanda se realizó a partir de las matrices de viajes, por modo de transporte público colectivo, proporcionadas por la encuesta INTRUPUBA, realizada entre 2006 y 2007 por la Secretaría de Transporte de la República Argentina. La misma fue la primera etapa del Plan Integral de Transporte para la Región Metropolitana de Buenos Aires, componente institucional del Proyecto de Transporte Urbano de Buenos Aires (PTUBA), que cuenta con financiamiento del Banco Mundial. INTRUPUBA realizó un total de 368.000 encuestas válidas de origen y destino de viajes en transporte público, con una tasa de muestreo de un pasajero encuestado por cada 14 pasajeros ascendidos.

²¹ En las modelizaciones de transporte se generalizó el uso del término impedancia por reunir en un único parámetro valores de magnitudes diferentes que no son directamente sumables, como ocurre con la magnitud “impedancia” de la electrotecnia.

²² En el caso de los colectivos se hizo una representación simplificada, dado que por su densidad carecía de sentido volcar con exactitud todos los recorridos.

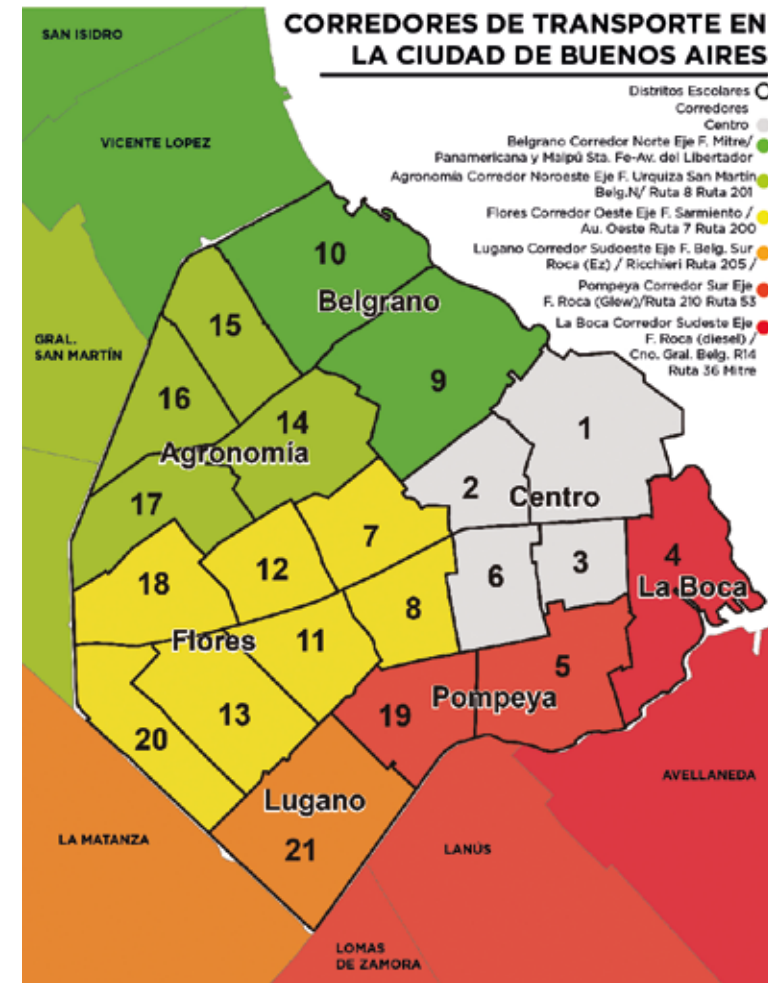


Fig 3. Zonificación INTRUPUBA en la CABA.
Fuente: INTRUPUBA.

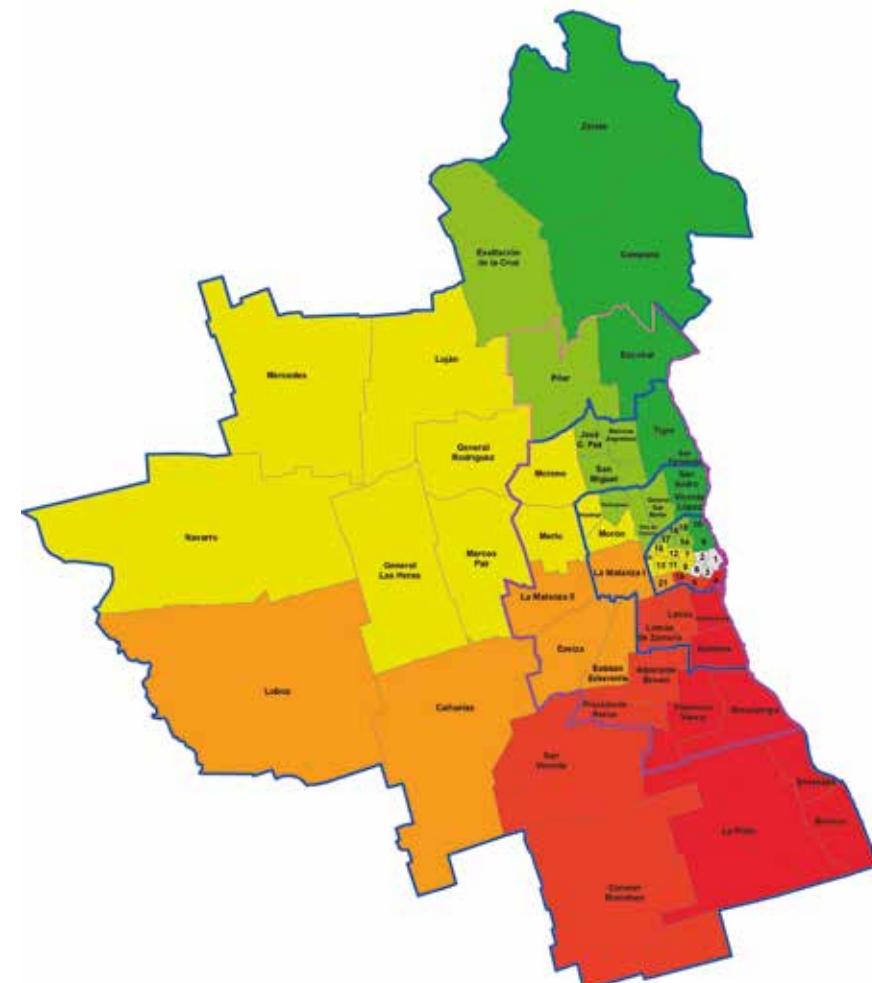


Fig 4. Zonificación INTRUPUBA para toda la AMBA.
Fuente: INTRUPUBA.

Este procedimiento hace más eficiente la siguiente etapa de asignación, porque disminuye el tiempo de procesamiento del modelo. Para evaluar la calidad de las conexiones, el modelo selecciona todas las posibles, según la impedancia, y descarta aquellas cuyas impedancias estén alejadas de la menor impedancia encontrada.

A continuación, durante el proceso de asignación de los viajes, estos se distribuyen entre las conexiones halladas. Para eso se calcula la impedancia de cada conexión, considerando el tiempo de viaje percibido y la tarifa²³.

AÑO HORIZONTE 2030

Además de las encuestas y los resultados proporcionados por la INTRUPUBA, se cuenta con un relevamiento anual sobre los modos de transporte utilizados en el AMBA. La principal fuente de información para el conjunto del sistema proviene de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) respecto de los ferrocarriles suburbanos, el subte y los ómnibus de la jurisdicción nacional. Proporciona datos sobre la cantidad de pasajeros transportados y algunos indicadores de la oferta y de la calidad del servicio.

En el subte, la empresa concesionaria relevó la cantidad de pasajeros transportados, los servicios ofrecidos, las frecuencias y las otras variables volcadas a la modelización. La información de los ferrocarriles no es exacta porque hay un alto porcentaje de boletos no pagos (evasión) en algunas de las líneas suburbanas. La distorsión era moderada hasta 2006, año base del estudio²⁴. Todo esto se configura con los datos del censo nacional de población, hogares y vivienda de 2001, actualizados en 2005, de modo de planificar el sistema de transporte para 2030.

El transporte individual fue excluido del estudio porque, en ese momento, se carecía de un análisis específico y porque, en proporción, son pocos sus usuarios, más allá de que afecte al transporte público debido a la congestión vial. De este modo, la modelización se acotó al sistema colectivo o masivo, incluyendo el ferrocarril, el subte y el colectivo.

También se utilizó el estudio de transbordos intermodales

²³ La ecuación que refleja ese comportamiento es la siguiente: $I = F1 \cdot TVP + F1 \cdot P + F2 \cdot NPT$. Siendo: I : Impedancia del viaje (minutos); TVP : Tiempo de viaje percibido (minutos); P : Penalización o Boarding Penalty (minutos); NPT : Número de puntos tarifarios o Fare Points (pesos); $F1$ y $F2$: Valor del tiempo, que permite convertir la tarifa a minutos de viaje. Este factor es distinto para cada nivel socioeconómico.

²⁴ El tema de la evasión, entre otras prácticas distorsivas, ha crecido después de 2008.

(ETI), investigación de campo sobre el comportamiento de los usuarios del subte y del ferrocarril en el AMBA. El objetivo fue saber qué porcentaje de los viajes se

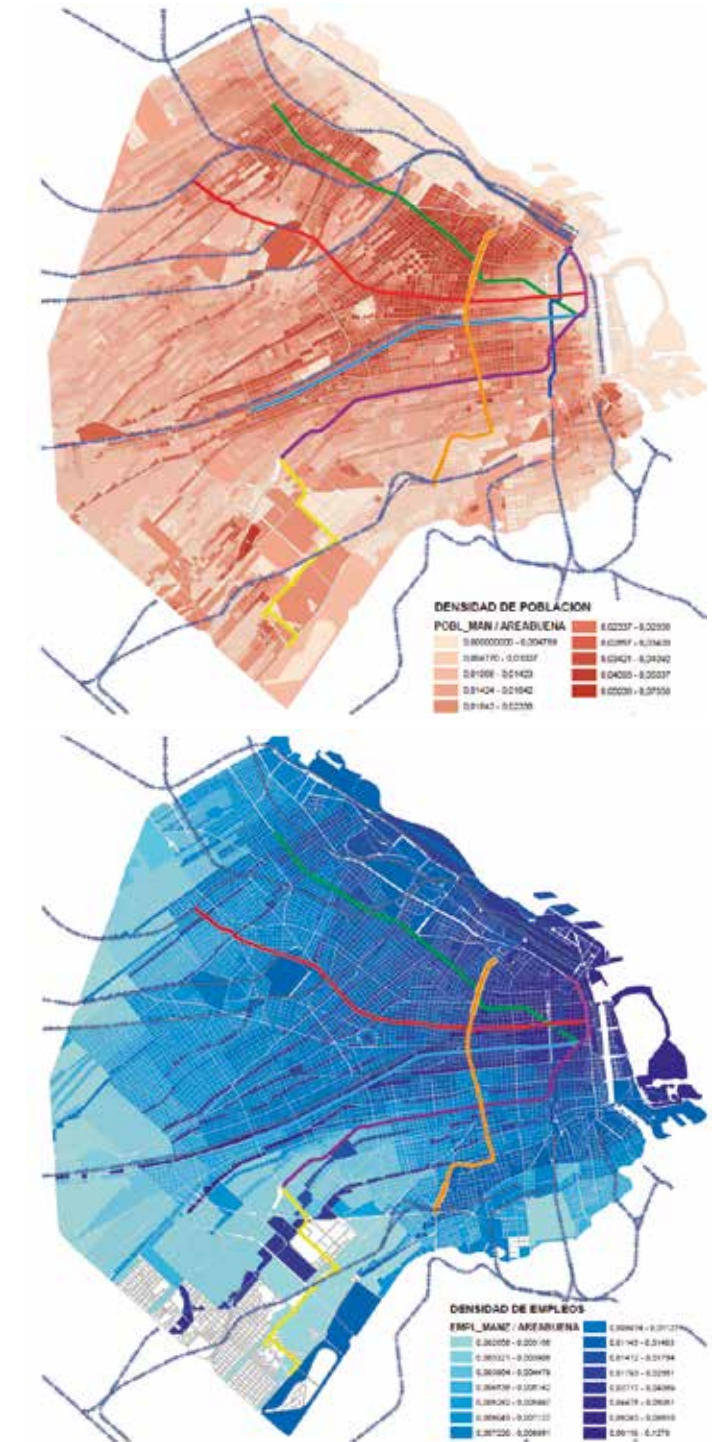


Fig 5. Densidad de población y de empleo para el área de la CABA.
Fuente: PETERS, realizado en base a datos del INDEC y encuestas a empresas privadas y organismos públicos.

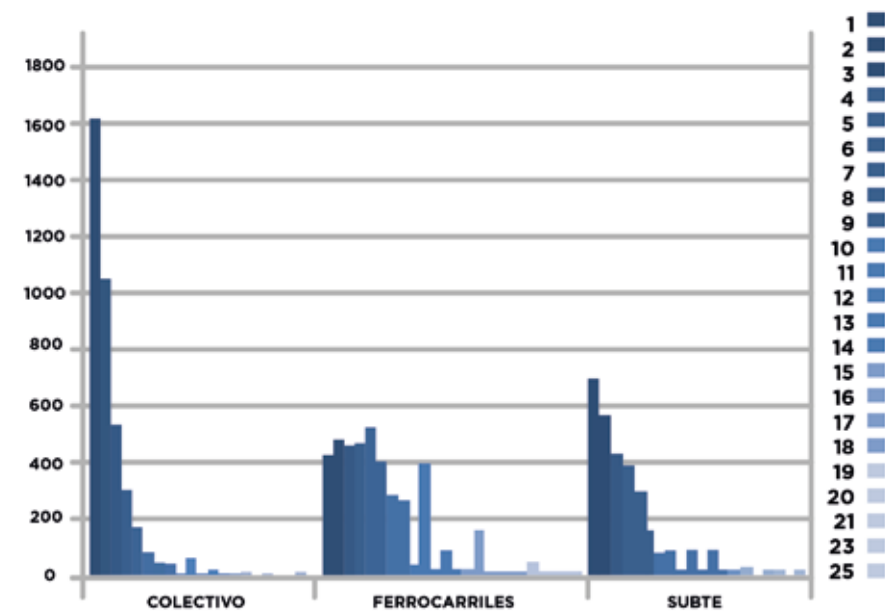


Fig 6. Distribución de cuadras caminadas en el acceso, por modo de transporte.
Fuente: Estudio de transbordos intermodales.

ANÁLISIS DEL ACCESO POR MODO DE TRANSPORTE

| MODO DE TRANSPORTE | CAMINATA | TAXI | OTRO |
|--------------------|----------|------|------|
| COLECTIVO | 100% | 0% | 0% |
| FFCC | 92% | 1% | 7% |
| SUBTE | 99% | 0% | 1% |

Fuente: Estudio de transbordos intermodales.

NÚMERO DE TRANSBORDOS REALIZADOS POR LOS PASAJEROS ENTREVISTADOS

| VIAJE DIRECTO | 1 TRANSBORDO | 2 TRANSBORDOS | 3 TRANSBORDOS | 4 TRANSBORDOS |
|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 30,5% | 39,6% | 25% | 4,6% | 0,3% |

Fuente: Estudio de transbordos intermodales.

CUADRAS CAMINADAS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE TRANSBORDOS

| | VIAJE DIRECTO | 1 TRANSBORDO | 2 TRANSBORDOS | 3 TRANSBORDOS | 4 TRANSBORDOS |
|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| EN EL ACCESO | 5 | 3,9 | 3,1 | 3,1 | 2,3 |
| EN EL EGRESO | 8,9 | 7,8 | 4,8 | 3,3 | 5,4 |

Fuente: Estudio de transbordos intermodales.

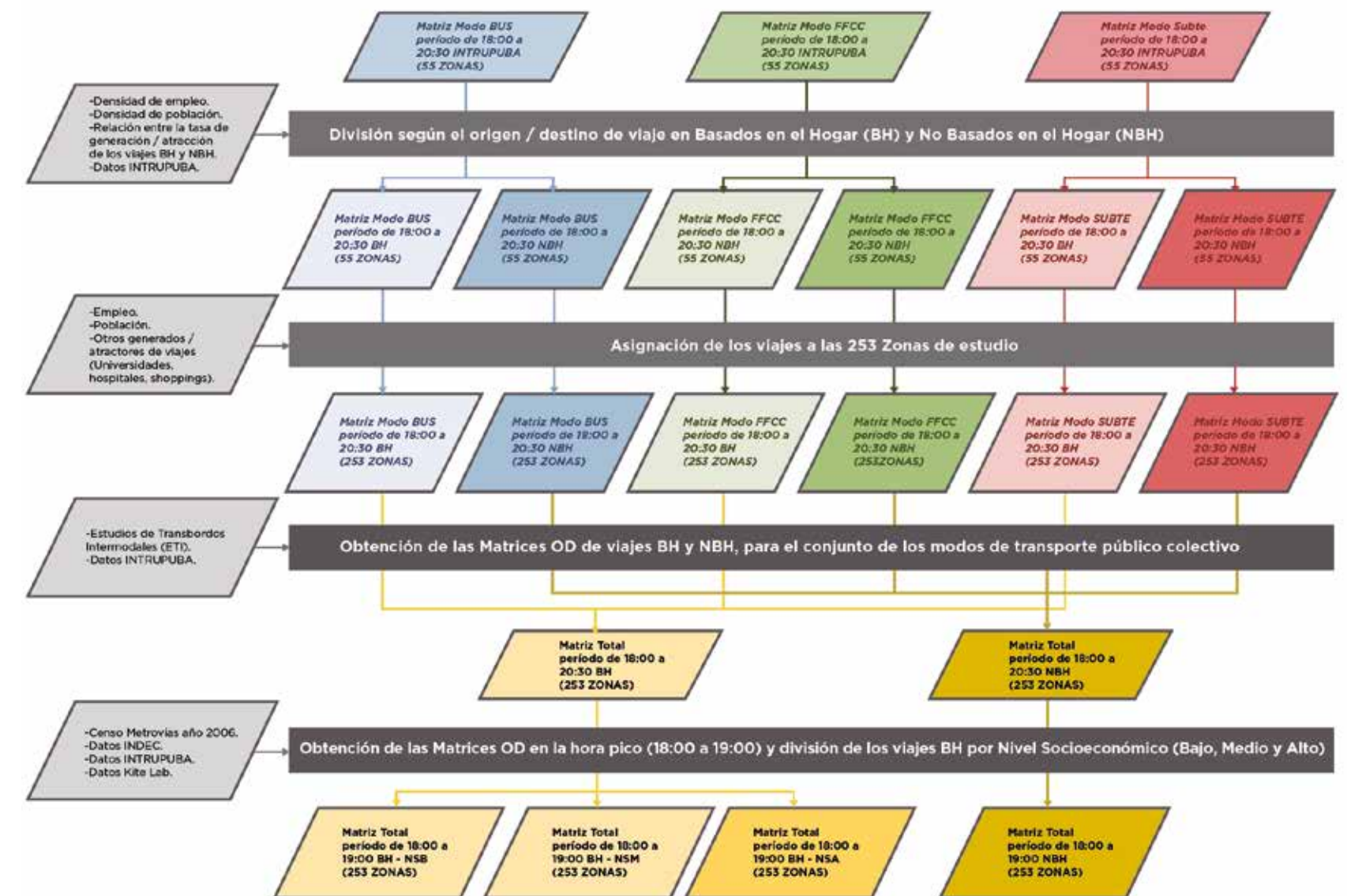


Fig 7. Metodología utilizada para la obtención de las Matrices O-D.
Fuente: PETERS.

realizaba utilizando sólo el subte, sólo el ferrocarril o la combinación de ambos, y el acceso a estos desde cada zona, fuera a pie o con otro medio de transporte. En general, a todos los modos de transporte público masivo se accede y se egresa a pie. Sin embargo, en los ferrocarriles, uno de cada 10 usuarios accede o egresa de otra forma, como la bicicleta o el “kiss and ride” (viajar como acompañante en un automóvil hasta un punto de acceso al transporte público).

| PROPORCIÓN DE VIAJES BH Y NBH POR GRUPO | | | |
|---|-------|-------------|-----------|
| | SUBTE | FERROCARRIL | COLECTIVO |
| BH | | | |
| GRUPO 1 | 75% | 78% | 76% |
| GRUPO 2 | 80,4% | 91% | 87.1% |
| GRUPO 3 | 91% | 94% | 90% |
| NBH | | | |
| GRUPO 1 | 25% | 22% | 24% |
| GRUPO 2 | 19,6% | 9% | 12,9% |
| GRUPO 3 | 9% | 6% | 10% |

Fuente: PETERS.

Los datos de la INTRUPUBA respecto de la cantidad de viajes basados en el hogar (BH) y no basados en el hogar (NBH) son uniformes para toda el área. Dada la diversidad del AMBA se realizó un ajuste por zona que mostrara valores más cercanos a la realidad, ya que los porcentajes de viajes basados y no basados en el hogar variaban según las áreas. Para diferenciar unos de los otros, se partió de la hipótesis de que las zonas donde la densidad de población supera a la de empleos generan más viajes basados en el hogar y viceversa. Para los 21 distritos escolares de la Ciudad de Buenos Aires se calculó la relación entre la densidad de población y la densidad de empleos y, en función del resultado, se formaron tres grupos de zonas INTRUPUBA. Una vez obtenidos los porcentajes de distribución de viajes basados y no basados en el hogar, se plantearon las dos matrices de factores por modo de transporte. El factor de viajes entre zonas resultó de promediar los factores de

generación de la zona de origen y de la zona de destino.

Multiplicando cada una de las matrices de factores por las matrices modales se obtuvieron nuevas matrices, discriminadas por tipo de viaje (BH o NBH)²⁵. La suma de ambas no modifica la cantidad total de viajes respecto de la matriz original, ya que si se suma el resultado de todas las celdas es uno.

Con las matrices modales, divididas según los viajes BH y NBH, se subdividieron las 55 zonas originales de INTRUPUBA en las 253 zonas del estudio PETERS.

Para distribuir los viajes con extremo en las zonas INTRUPUBA, llevándolos a viajes con extremo en las zonas del estudio, se utilizaron los datos de empleo y población.

La metodología para hacerlo fue distinta:

- **Caso 1.** Cuando la zona de estudio coincidió con una zona INTRUPUBA se tomaron los valores de la matriz original. Este caso se presenta en algunas zonas suburbanas que rodean a la Ciudad de Buenos Aires, como el partido de Esteban Echeverría, que coincide con una zona del estudio PETERS.

- **Caso 2.** Para zonas conformadas por más de un área INTRUPUBA, se sumaron las cantidades de viajes originales. Es el caso de los partidos Almirante Brown y Presidente Perón, que, por su distancia de la Ciudad de Buenos Aires, se agregaron en una zona del PETERS sin que se distorsionaran los resultados.

- **Caso 3.** Para una zona INTRUPUBA subdividida en varias zonas de estudio, como las de la Ciudad de Buenos Aires,

| CÁLCULO DEL FACTOR HORARIO POR LÍNEA DE SUBTE | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| LÍNEA | A | B | C | D | E |
| Pax.18-H-19H | 13.848 | 33.978 | 19.789 | 32.696 | 8.218 |
| Pax.18-H-20.30H | 24.741 | 61.337 | 34.871 | 61.720 | 14.274 |
| Factor horario | 0,56 | 0,55 | 0,57 | 0,53 | 0,58 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del censo anual.

²⁵ Viajes totales BH = (Viajes BH ferrocarril sin colectivo) * [(Factor horario ferrocarril + Factor horario subte) / 2] + Viajes BH solo subte * Factor horario subte + Viajes BH colectivo * Factor horario colectivo.
Viajes totales NBH = (Viajes NBH ferrocarril sin colectivo) * [(Factor horario ferrocarril + Factor horario subte) / 2] + Viajes NBH solo subte * Factor horario subte + Viajes NBH colectivo * Factor horario colectivo.

el procedimiento aplicado tomó en cuenta los resultados del Estudio de Transbordos Intermodales (ETI).

Las matrices por modo se agrupan para obtener las matrices totales de viajes BH y NBH para las zonas del PETERS. Dada la naturaleza del estudio, cuya finalidad era obtener indicadores para evaluar y elegir entre las alternativas de prolongación de la red del subte, se simuló la situación de la hora pico de este sistema, de 18 a 19 h. Para determinar la hora pico, se contó con el Censo Anual de Pasajeros de 2006 y 2007, proporcionado por la empresa concesionaria.

En resumen, la hora pico concentra el 55 por ciento de los viajes en el subte, el 58 por ciento en ferrocarril y el 50 por ciento en colectivo.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Para la proyección de la demanda en 2030 se tuvieron en cuenta: el crecimiento vegetativo de la población (alrededor del 20 por ciento para la Ciudad de Buenos Aires y la Provincia de Buenos Aires), el del empleo según el PBI (hasta 2015, de un 3,26 por ciento anual, y desde ese año, de un 3 por ciento anual) y el crecimiento estimado en el Plan Urbano Ambiental²⁶.

Para la proyección de los viajes futuros se aplicó una modelización que contempla el efecto que tendrá la disminución en los tiempos de viaje en la localización de la población. Una zona cuyos tiempos de viaje a las restantes zonas desmejoren perderá atractivo como localización residencial o de empleo frente a zonas similares que se beneficien con una disminución de tiempos de viaje por efecto de las extensiones de la red del subte²⁷.

El procedimiento se repitió cuatro veces para cada red, de modo que el valor promedio del tiempo de viaje en cada zona se estabilizara una vez que se incrementara la población. A su vez, se calculó la elasticidad de la zona de referencia y el potencial de crecimiento de todas las zonas. Este potencial se utilizó como indicador para determinar la elasticidad de las zonas en relación a la elasticidad de la zona de referencia²⁸.

Se simularon a continuación seis redes: Alternativa O,

Alternativa BÁSICA 1, Alternativa PETERS 1, Alternativa PETERS 2, Alternativa PETERS 3 y la red en vigor durante la calibración (2006). Una vez obtenidos el ahorro en tiempo de viaje en cada alternativa respecto de la red en 2006, se calculó el incremento para cada zona. Así se obtuvo la primera matriz para 2030. Esto dio lugar a la calibración del modelo y su validación.

La asignación de la demanda a las líneas del subte depende de la velocidad comercial, el intervalo de las formaciones y las condiciones del servicio. En este aspecto, se supuso que las líneas nuevas tendrán la capacidad máxima que la demanda les exija y que el servicio será de mejor calidad. También se supuso que aumentará la capacidad y la calidad de las líneas existentes con los recursos técnicos razonables para cada una. Se asumió entonces que las líneas nuevas dispondrán del máximo nivel tecnológico para operar con los intervalos mínimos usuales en el ámbito internacional: 105 segundos entre formaciones como intervalo real o práctico (90 segundos como intervalo de diseño teórico).

En las líneas existentes, esa situación supuesta se evaluó sobre la base de la situación actual:

- **Líneas A y B:** intervalo adoptado: 135 segundos. No se consideró la modificación de sus terminales Plaza de Mayo y Leandro N. Alem, respectivamente, que condicionan sus intervalos mínimos. En el caso de la A, sería posible superando dificultades técnicas importantes, problemas de inserción urbana e incluso de preservación histórica. En el caso de la B, no es posible modificar la terminal Leandro N. Alem por la posición del conducto pluviocloacal del radio antiguo en el límite entre el puerto y el túnel de la Línea E, en la avenida Leandro N. Alem.

- **Línea C** intervalo adoptado: 105 segundos. La propuesta de un loop con tres estaciones al norte de Retiro y de otro operativo exclusivamente al sur de Constitución, al evitar la inversión de trenes en ambas terminales, permitiría operar con el intervalo de una línea nueva. De extenderse la línea hasta la Estación Buenos Aires, la terminal puede diseñarse para el intervalo adoptado.

²⁶ Las proyecciones de crecimiento vegetativo para los próximos 20 años corresponden al total del país, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU); el crecimiento según el PBI surge de Latin American Consensus Forecasts, cuyas proyecciones son elaboradas como el promedio simple de las proyecciones que les envía un conjunto de 22 instituciones: 14 son consultoras económicas argentinas y ocho son bancos, en su casi totalidad, internacionales, como BBVA, Dresdener, Deutsche, Merrill Lynch, Citigroup, Bear Sterns, Galicia y Credit Suisse, y de Economic data of Argentina, Economic Intelligence Unit.

²⁸ Para el cálculo se consideró que éstos últimos son los pasajeros asignables a la zona del modelo. La elasticidad de la zona de referencia se calculó con la siguiente fórmula:

²⁷ La cantidad incremental de viajes (dF_{ij}) que producirá o atraerá cada zona para cada alternativa de red será función de:

$dF_{ij} = -\epsilon \times \frac{dF_{ij}}{F_{ij}} \times F_{ij}$

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE LAS ZONAS

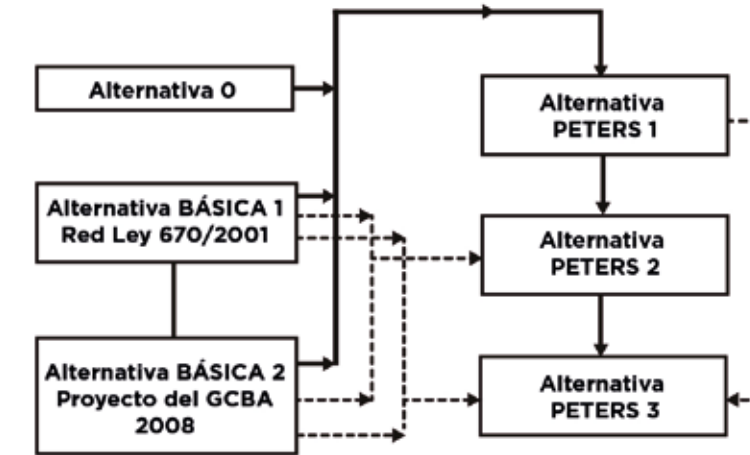


Fig 2. Secuencia de la elaboración de alternativas.

•**Línea D** intervalo adoptado: 105 segundos. Para conseguirlo, se supuso la ampliación de la zona de maniobras de la terminal Catedral y la reforma de la parte posterior de Congreso de Tucumán para invertir las formaciones detrás de la estación. Si la línea se extendiera al sur de Catedral, su nueva terminal podría diseñarse con igual estándar.

•**Línea E** intervalo adoptado: 135 segundos, que está limitado por la terminal Plaza de los Virreyes, cuya modificación no se supuso en esta etapa. Para evitar esa limitación debería remodelarse la actual terminal o crear una nueva al oeste.

•**Línea H** intervalo adoptado: 135 segundos. El proyecto original de la terminal Pompeya con cruce de formaciones ante-estación fija dicho intervalo. Para modificar esa limitación, podría llevarse la terminal a Sáenz con un diseño adecuado, como puede tenerlo la terminal norte²⁹.

Respecto de la longitud de las formaciones en las líneas A, C, D, E y H, se adoptó el estándar actual: seis coches por cada una. Los coches tienen un ancho externo de 2,60 metros y una longitud 17,7 metros entre acoples, lo que determina andenes de 110 metros. Se los denominó estándar CHADOPYF.

En la Línea A es posible, con desafíos técnicos moderados, extender sus andenes unos 10 metros para alcanzar el mismo estándar.

En la Línea B, se asumió la longitud posible de siete coches de 18 metros, ya que sus andenes miden 132 metros. El ancho de los coches se supuso en 3,10 metros, lo que se denominó estándar LACROZE.

En las líneas nuevas se consideró en primera instancia el estándar CHADOPYF, pero de superarse su capacidad posible con un intervalo de 105 segundos, se adoptó el estándar LACROZE, que a igual longitud de la formación agrega un 25 por ciento más de capacidad.

La capacidad de los coches se calculó con la densidad de cinco pasajeros de pie por metro cuadrado, promedio de la hora pico, dando como resultado 150 pasajeros por coche para gálibo de 2,60 metros y 195 pasajeros por coche para gálibo 3,10 metros³⁰.

De la combinación de viajes-usuarios de la red en la hora pico de la tarde (hpt), las etapas en esa franja horaria (el viaje que demanda dos o tres líneas con transbordo entre ellas y suma dos o tres etapas, respectivamente), la relación etapas-viajes (cociente de los anteriores que revela la importancia de los transbordos para la captación de pasajeros), la longitud de la red (entre estaciones extremas), el cociente “pasajeros hp / longitud de la red” (densidad de utilización) y el rechazo de viajes (porcentaje de cuántos viajes más utilizarían la red si no tuviera limitación de capacidad en ninguna línea), surge la siguiente estimación entre los años 2006 y 2030:

- Viajes en la hora pico de la tarde: 186.537 y 267.818
- Etapas (incluye combinaciones): 272.730 y 379.307
- Relación etapas/viajes 1,46 y 1,42
- Longitud de la red (km): 56,6 y 56,6
- Pasajeros hp/km red: 3.296 y 4.732
- Rechazo de viajes: 4,4% y 21%.
- También se presentan los indicadores de cada línea en los años 2006 y 2030:

²⁹ El estudio del PETERS fue anterior a la sanción de la Ley 4.633, que dispone el enlace de las líneas C y H.

³⁰ Se analizó también un gálibo intermedio de ancho de caja 2,80 metros, el actual de las formaciones de la Línea B. El hecho de que en la Línea B operen hoy trenes de 2,80 metros de ancho es circunstancial. De ser necesario cuando sea el momento de renovarlos, se podrá volver al gálibo original de la línea.

INDICADORES DE CADA LÍNEA AÑOS 2006 Y 2030³⁷

| LÍNEAS | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 24 | 37 | 23 | 27 | 23 | 47 | 32 | 24 |
| Sentido Dominante (Miles PAX) | 32 | 55 | 29 | 44 | 44 | 59 | 47 | 31 |
| Sentido No Dominante (Miles PAX) | 23 | 30 | 20 | 34 | 42 | 26 | 30 | 28 |
| Total (Miles Pax) | 5 | 85 | 49 | 78 | 86 | 85 | 78 | 59 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 100% | 100% | 74% | 88% | 97% | 100% | 70% | 100% |

INDICADORES POR LÍNEA ALTERNATIVA O - DEMANDA 2030

| | A | B | C | D | E | H |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 24 | 36 | 31 | 31 | 24 | 24 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 31 | 51 | 33 | 42 | 29 | 25 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 18 | 24 | 23 | 33 | 36 | 33 |
| Total (Miles Pax) | 49 | 75 | 57 | 75 | 65 | 58 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

³⁷ Los indicadores mostrados para cada línea son los siguientes:

a) Carga máxima de pasajeros de la hpt: cantidad de pasajeros en una hora en el tramo más solicitado de la línea y en la dirección de tránsito dominante.

b) Sentido dominante: la cantidad total de pasajeros del recorrido en el sentido dominante.

c) Sentido no dominante: lo mismo en el sentido no dominante.

d) Total: la suma de los dos anteriores; es la cantidad total de pasajeros de la línea en la hpt.

e) Relación carga máxima/capacidad: porcentaje que representa la carga máxima respecto de la capacidad máxima posible, según el estándar prefijado (CHADOPYF o LACROZE).

La relación carga máxima/capacidad corresponde al tramo crítico cargado en el sentido dominante (el más cargado). Cuando es inferior al 100% indica que hay capacidad en reserva para atraer nuevos viajes que pasen por el tramo crítico. Cuando supera el 100% implica un grado de rechazo de pasajeros y la potencial de degradación del servicio por alargarse el tiempo de detención en las estaciones cercanas al tramo crítico. La modelización con la demanda de 2006 muestra a todas las líneas operando por debajo de su capacidad, por consiguiente sin rechazo de pasajeros. Los resultados para este nivel de demanda permiten apreciar los impactos sobre cada línea de cada alternativa de red, pero la conclusión sobre el desempeño de cada red se extrae a partir de los resultados con la demanda de 2030.

RESULTADOS DE LA ALTERNATIVA O

Las alternativas a futuro se diseñaron a partir de la Alternativa O, prolongando algunas líneas y variando los recorridos de las prolongadas o la nuevas.

La Alternativa O representa la red Bolívar y Retiro y la H entre las avenidas Sáenz y Las Heras. Agrega siete estaciones a la red en servicio a finales de 2013. Las tablas siguientes detallan los resultados:

RESUMEN DE LA RED ALTERNATIVA O DEMANDAS 2006 Y 2030

| | 2006 | 2030 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Viajes en la hora pico de la tarde | 186.537 | 267.818 |
| Etapas (incluye combinaciones) | 272.730 | 379.307 |
| Relación etapas/viajes | 1,46 | 1,42 |
| Longitud de la red (km) | 56,6 | 56,6 |
| Pasajeros hp/km red | 3.296 | 4.732 |
| Rechazo de viajes | 4,4% | 21% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR LÍNEA, ALTERNATIVA O DEMANDA 2006

| | A | B | C | D | E | H |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 16 | 20 | 30 | 21 | 13 | 20 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 21 | 32 | 32 | 29 | 22 | 26 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 13 | 19 | 13 | 28 | 20 | 18 |
| Total (Miles Pax) | 34 | 51 | 45 | 56 | 42 | 44 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 69% | 57% | 99% | 67% | 56% | 84% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

Con la demanda de 2006 y las líneas potenciadas con el aumento de la frecuencia y de la cantidad de formaciones, según los casos, sólo la Línea C aparece en el límite de la congestión.

En todas las alternativas la demanda volcada al subte crecerá hasta 2030 acompañando la evolución socioeconómica con el agregado de la inducida por la mejor calidad de la oferta. Si la red Alternativa O no tuviera hasta 2030 ampliación alguna, todas las líneas estarían saturadas y operarían en el límite de su capacidad, incluso potenciada, condición que la modelización tuvo en cuenta penalizando los viajes por falta de confort. La red en su conjunto tendría un rechazo de pasajeros del 21 por ciento.

En conclusión, con el único agregado de la Línea H entre Sáenz y Las Heras, y del tramo a Retiro de la línea E, más las obras y la acciones de potenciación posibles en las líneas A, C y D, la red actual tendría una demanda potencial que no podría satisfacer en ninguna línea.

RESULTADOS DE LA ALTERNATIVA BÁSICA 1

Está en vigor el proyecto de ampliación del subte con los trazados aprobados por la ley N° 670 en 2001. Agrega a la red las líneas F, G e I.

Estos son los resultados:

La modelización de la Alternativa BÁSICA 1 para 2006 muestra todas las líneas sin congestión y permite apreciar el impacto de la red sobre cada línea. También predice una baja utilización de la capacidad de las líneas G e I.

Para 2030 la modelización muestra que todas las líneas actuales y la nueva F tendrán congestión, mientras que las líneas G e I continuarán con un bajo aprovechamiento de su capacidad. El rechazo de viajes de la red baja al 6 por ciento.

De la modelización de la Alternativa BÁSICA 1 surgieron las siguientes conclusiones:

- Indica una demanda potencial muy alta de la Línea F como alimentadora del centro de transbordo

Constitución, que determina la necesidad de adoptar el estándar MAC (muy alta capacidad > 50.000pax/h-sentido) para esta línea.

- La Línea F no tendría reserva de capacidad para su extensión al sur.

- Conviene modificar los trazados de las líneas G e I para atraer mayor demanda.

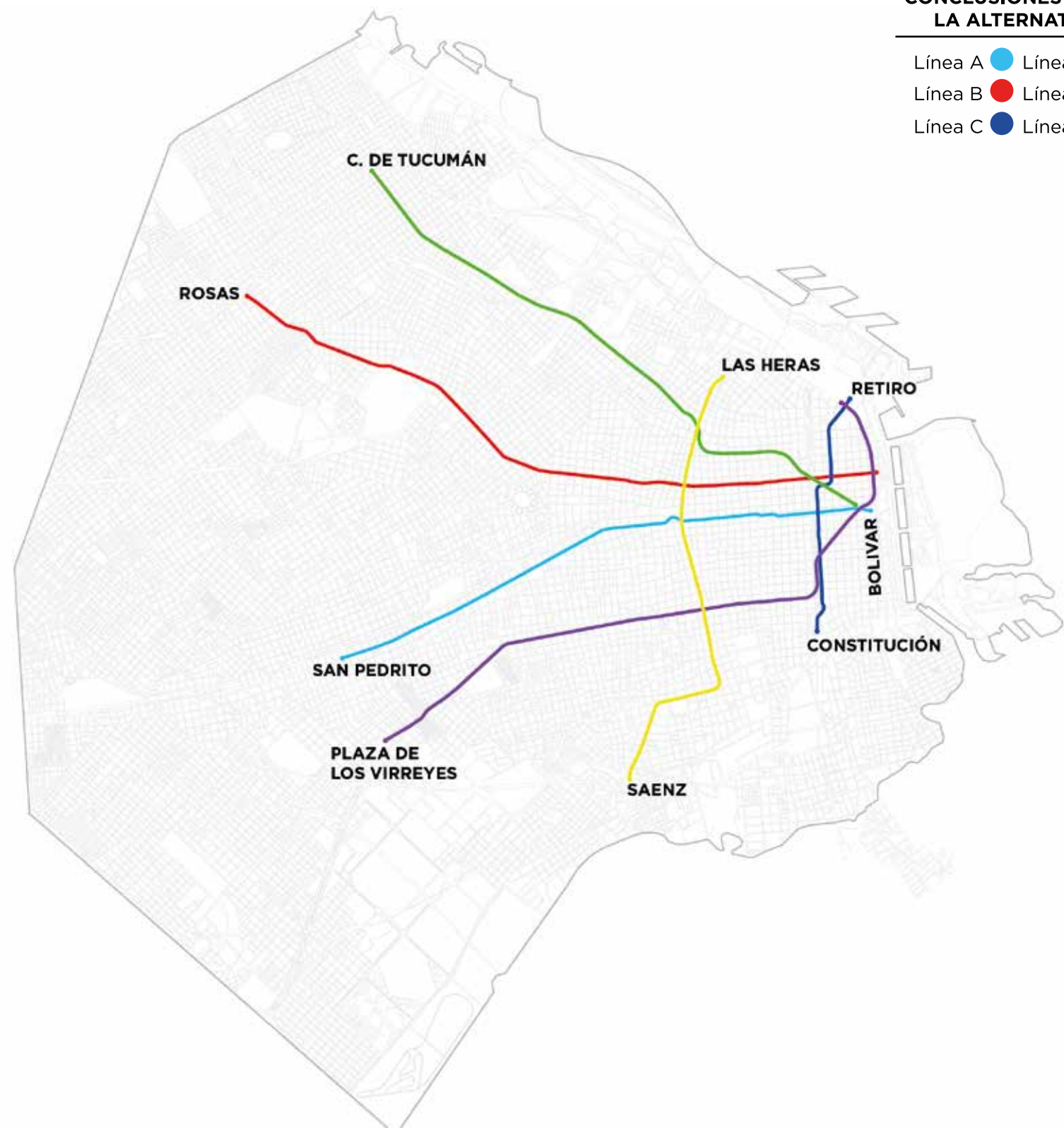
RESUMEN DE LA RED ALTERNATIVA BÁSICA 1 DEMANDAS 2006 Y 2030

| | 2006 | 2030 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Viajes en la hora pico de la tarde | 233.587 | 370.914 |
| Etapas (incluye combinaciones) | 357.778 | 558.162 |
| Relación etapas/viajes | 1,53 | 1,50 |
| Longitud de la red (km) | 82,7 | 82,7 |
| Pasajeros Hp/Km red | 2.825 | 4.485 |
| Rechazo de viajes | 0% | 6% |

INDICADORES POR LÍNEA, ALTERNATIVA BÁSICA 1 DEMANDA 2006

| | A | B | C | D | E | F | G |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 16 | 19 | 20 | 20 | 9 | 28 | 7 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 23 | 33 | 24 | 30 | 18 | 35 | 12 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 13 | 21 | 12 | 25 | 18 | 20 | 10 |
| Total (Miles Pax) | 35 | 54 | 36 | 56 | 36 | 55 | 21 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 69% | 53% | 64% | 64% | 39% | 60% | 22% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.



RESULTADOS DE LA ALTERNATIVA BÁSICA 2

Es la propuesta del Gobierno de la Ciudad de 2008, con modificaciones menores para facilitar la comparación con la Alternativa BÁSICA 1.

La Alternativa BÁSICA 2 propone extender la Línea E de Retiro a Plaza Italia (tramo E norte), sustituyendo en la avenida Las Heras a la Línea F, que desplazaría su extremo norte a un nuevo centro de transbordo con los ferrocarriles, Retiro Norte.

La Línea G mantendría su trazado por las avenidas Santa Fe y Córdoba, pero desplazaría su terminal a Catalinas.

La Línea I se desplazaría al este y llegaría hasta la estación Sáenz.

La Línea H mantendría su extremo norte en las avenidas Las Heras y Pueyrredón.

Con la demanda de 2006, todas las líneas de la Alternativa BÁSICA 2 operan sin congestión. Con la demanda de 2030, salvo las líneas G e I, todas alcanzan la capacidad. El rechazo de viajes de la red, del seis por ciento, es similar al de la Alternativa BÁSICA 1.

De la modelización de la Alternativa BÁSICA 1 y la comparación con la Alternativa BÁSICA 1 surgieron estas conclusiones:

- El comportamiento del tramo norte de la Línea E a Plaza Italia indica que una línea por la avenida Las Heras, que pase por el microcentro, descongestionaría la Línea D y contribuiría a su mayor utilización en el tramo a Belgrano.

- Debe estudiarse la modificación de la terminal Virreyes o la creación de una nueva terminal más allá de esta para disminuir el intervalo.

En la Línea F se confirma la importancia de la demanda hacia Constitución y la necesidad del estándar MAC, pero aun así no tiene reserva de capacidad para atender, en una segunda etapa, el corredor de acceso desde el sur de la ciudad y el conurbano.

RESUMEN DE LA RED ALTERNATIVA BÁSICA 2 DEMANDAS 2006 Y 2030

| | 2006 | 2030 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Viajes en la hora pico de la tarde | 236.035 | 374.206 |
| Etapas (incluye combinaciones) | 371.337 | 576.578 |
| Relación etapas/viajes | 1,57 | 1,54 |
| Longitud de la red (km) | 85,4 | 85,4 |
| Pasajeros Hp/Km red | 2.764 | 4.382 |
| Rechazo de viajes | 0% | 6% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA BÁSICA 2 DEMANDA 2006

| | A | B | C | D | E | H | F | H | I |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 16 | 19 | 15 | 19 | 12 | 32 | 7 | 16 | 8 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 23 | 34 | 18 | 32 | 27 | 40 | 12 | 22 | 11 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 14 | 22 | 10 | 27 | 26 | 21 | 8 | 15 | 9 |
| Total (Miles Pax) | 37 | 56 | 28 | 59 | 53 | 62 | 20 | 36 | 20 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 69% | 55% | 49% | 61% | 50% | 68% | 23% | 67% | 25% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA BÁSICA 2 DEMANDA 2030

| | A | B | C | D | E | H | F | H | I |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 24 | 36 | 31 | 31 | 24 | 46 | 13 | 24 | 13 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 36 | 57 | 35 | 51 | 40 | 56 | 21 | 31 | 20 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 22 | 35 | 14 | 36 | 48 | 33 | 10 | 22 | 11 |
| Total (Miles Pax) | 57 | 92 | 48 | 87 | 87 | 90 | 30 | 53 | 31 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 42% | 100% | 44% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

- Es muy importante la captación de viajes de la Línea F en la nueva conexión ferroviaria en Retiro Norte.

- Disminuye la demanda dirigida a la Línea C por la conexión Retiro Norte – Constitución, aunque la demanda de 2030 alcance la capacidad de la línea.

- La atracción de demanda por la Línea G es modesta y se confirma que deben buscarse alternativas a su trazado para aumentarla.

- En la Línea H debe rediseñarse la terminal Pompeya al pie del Puente Alsina para mejorar la frecuencia o utilizar Sáenz como terminal de la línea, con inversión de trenes tras-estación.

- Se confirma que la Línea I tiene una demanda débil y es de menor prioridad para el corto plazo. Eventualmente, debería ser suplida por una tecnología de capacidad intermedia.

LA SEGUNDA FASE DEL ANÁLISIS

Los resultados de las alternativas BÁSICA 1 y 2 sirvieron para el diseño de nuevas alternativas, las denominadas PETERS 1, PETERS 2 y PETERS 3, concebidas y analizadas en forma sucesiva. Las conclusiones obtenidas para una de ellas fundamentaron a las siguientes.

RESULTADOS DE LA ALTERNATIVA PETERS 1

Ante el comportamiento de las alternativas planteadas en la avenida Las Heras, se propuso la nueva Línea J con terminal en Palermo (avenidas Santa Fe y Juan B. Justo). Desde Plaza Italia recorre la avenida Las Heras, cruza Barrio Norte hasta la Plaza San Martín, atraviesa el microcentro hacia Constitución y termina en Barracas.

La Línea F se proyectó desde Constitución hasta el nuevo centro de transbordo Retiro Norte, dado su buen desempeño en la Alternativa BÁSICA 2.

La Línea G conservó su terminal en Catalinas con un trazado directo por la Avenida Córdoba.

Las líneas E y H se enlazan en Retiro para formar la línea

E/H, de circunvalación del macrocentro.

Por iniciativa del Gobierno de la Ciudad, la Línea C se extiende mediante un loop hacia el barrio administrativo al norte de Retiro y la Terminal de Ómnibus, y en el sur hacia la estación Buenos Aires. Ambas propuestas permiten el intervalo de 105 segundos.

La Línea I, por su pobre desempeño, no fue incluida, compensándose su longitud con las nuevas propuestas.

Con la demanda de 2006, todas las líneas quedan liberadas de congestión. Se descargan las líneas A, B, C, D y F, y aumenta la demanda de las líneas E y H enlazadas. Únicamente la Línea G opera muy por debajo de la capacidad. En 2030, la demanda satura la capacidad en cinco líneas. Las líneas C y D quedan levemente debajo de la saturación y la Línea G tiene una utilización baja, de apenas el 38 por ciento.

La Alternativa PETERS 1 capta en la hora pico un 13 por ciento más de pasajeros que la Alternativa BÁSICA 1. El rechazo de viajes cae al cuatro por ciento.

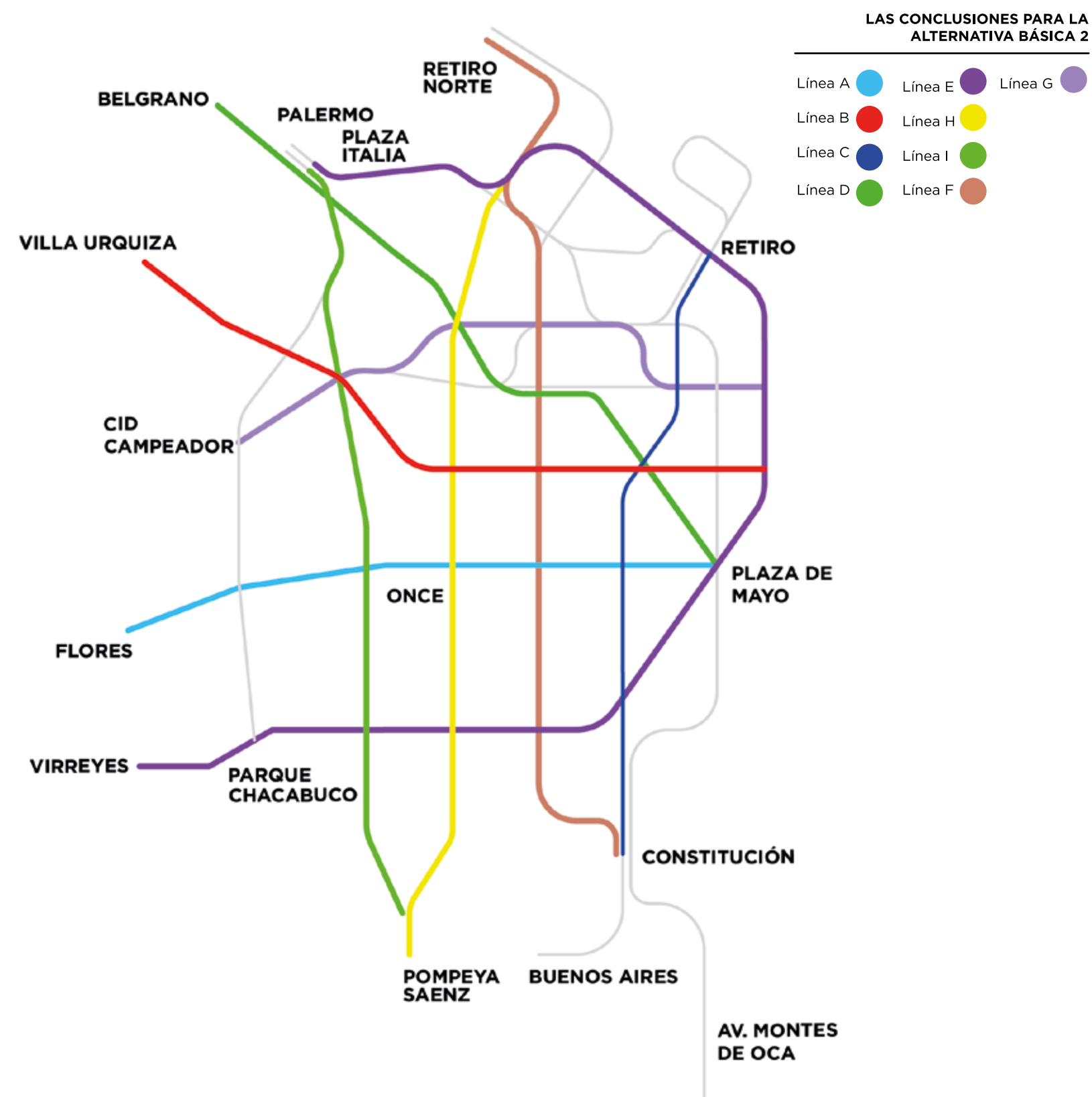
De la modelización de la Alternativa PETERS 1 y su comparación con los resultados anteriores surgen las siguientes conclusiones:

- Las líneas E y H enlazadas son las más utilizadas, pero con un máximo de demanda muy concentrado en la interestación Corrientes-Once, que genera una fuerte subutilización de la flota a lo largo del recorrido de la Línea E/H, la más larga de la red.

- La línea E/H satura su capacidad. Para aumentarla, hay que modificar las terminales Sáenz-Pompeya y Virreyes.

- Se confirma que la Línea F sirve a una demanda muy alta dirigida a Constitución. En consecuencia, prevalece la necesidad del estándar MAC.

- Se confirma la eficacia del transbordo en Retiro Norte y el rol de integración metropolitana del trazado que vincula por medio de la Línea F los ferrocarriles del norte y del sur del Área Metropolitana, ya advertido en la Alternativa BÁSICA 2.



RESUMEN DE LA RED ALTERNATIVA PETERS 1 DEMANDAS 2006 Y 2030

| | 2006 | 2030 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Viajes en la hora pico de la tarde | 233.965 | 419.733 |
| Etapas (incluye combinaciones) | 359.115 | 620.807 |
| Relación etapas/viajes | 1,53 | 1,48 |
| Longitud de la red (km) | 88,3 | 88,3 |
| Pasajeros Hp/Km red | 2.650 | 4.753 |
| Rechazo de viajes | 0% | 4% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA PETERS 1 - DEMANDA 2006

| | A | B | C | D | E-H | F | G | I |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 15 | 18 | 8 | 17 | 19 | 27 | 7 | 19 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 22 | 30 | 10 | 28 | 43 | 35 | 10 | 29 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 13 | 19 | 12 | 24 | 34 | 19 | 9 | 22 |
| Total (Miles Pax) | 35 | 49 | 22 | 52 | 77 | 54 | 19 | 51 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 66% | 50% | 26% | 55% | 82% | 87% | 21% | 61% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA PETERS 1 - DEMANDA 2030

| | A | B | C | D | E-H | F | G | I |
|-----------------------------------|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 24 | 36 | 28 | 27 | 24 | 47 | 12 | 47 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 30 | 55 | 34 | 38 | 63 | 63 | 17 | 63 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 26 | 34 | 20 | 47 | 54 | 28 | 11 | 37 |
| Total (Miles Pax) | 57 | 89 | 55 | 90 | 117 | 91 | 28 | 100 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 100% | 100% | 92% | 92% | 100% | 100% | 38% | 100% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

• Se confirma en la Línea G que un trazado radial por la avenida Córdoba hacia Retiro o Catalinas no es muy efectivo en cuanto a captación de demanda. Es necesario estudiar nuevas variantes de trazado para esta línea.

• La Línea J por la avenida Las Heras con extremo en Palermo, atravesando el microcentro, es efectiva para descongestionar la Línea D y mejorar su captación de viajes en Belgrano.

• La convergencia de las líneas F y J en Constitución descarga la Línea C y permite su extensión a la estación Buenos Aires.

Las líneas A y B operan en el límite de su capacidad, condicionada por las terminales céntricas.

RESULTADOS DE LA ALTERNATIVA PETERS 2

La Alternativa PETERS 2 se limitó a solamente dos nuevas líneas: la F entre Palermo/Plaza Italia y Constitución por avenida Las Heras y Callao, como había planteado la Alternativa BÁSICA 1, y la Línea G, que enlaza la mayor parte del trazado descrito en la Alternativa BÁSICA 1 con el tramo del microcentro de la Línea J de la Alternativa PETERS 1, entre la Plaza San Martín, Constitución y Barracas.

Las líneas E y H forman una única línea como en la Alternativa PETERS 1.

La Línea C se extiende al norte de Retiro mediante un loop y hacia el sur hasta la estación Buenos Aires, como en la Alternativa PETERS 1.

Con la demanda del 2006 todas las líneas operan por debajo de su capacidad. En 2030, la demanda satura la capacidad de las líneas A, B y E/H. Las líneas C, D y F quedan un poco por debajo de la saturación. La Línea G, de buena utilización con el estándar LACROZE, se reserva un amplio margen para extenderse al sur de Constitución.

Los resultados con la demanda de 2030 muestran un tres por ciento más de captación de pasajeros que la Alternativa BÁSICA 1 y un 10 por ciento menos que la

Alternativa PETERS 1. El rechazo de viajes, como en la Alternativa PETERS 1, es del cuatro por ciento.

De la modelización de la Alternativa PETERS 2 y su comparación con los resultados anteriores surgen estas conclusiones:

- Se confirma la alta captación de demanda de las líneas E y H enlazadas, con fuerte concentración en el tramo Corrientes-Once, lo que da lugar a la mala utilización de la flota por tratarse de una línea muy extensa.

- Se satura la capacidad de las líneas enlazadas. Es posible aumentar la capacidad modificando las terminales Virreyes y Pompeya-Sáenz, como en la Alternativa PETERS 1.

- La Línea F confirma su muy alta demanda hacia Constitución y la necesidad del estándar MAC, como en la Alternativa BÁSICA 1. No le queda reserva de capacidad para la extensión al Sur.

- El trazado de la Línea G por el microcentro es efectivo para la vinculación con Constitución, pero no resuelve la debilidad de la demanda en el extremo oeste de la línea. Con el estándar LACROZE tiene buena reserva de capacidad para extenderse hacia el Sur en el largo plazo.

- La convergencia de las línea F y G en Constitución, como la Alternativa PETERS 1, descarga la Línea C y habilita su extensión a la estación Buenos Aires.

- La Línea D queda descongestionada y mejora su captación de viajes en Belgrano.

- Las líneas A y B operan en el límite de su capacidad, condicionada por las terminales céntricas.

RESULTADOS DE LA ALTERNATIVA PETERS 3

Analizados los comportamientos de las alternativas PETERS 1 y PETERS 3, esta última sugirió dos nuevas líneas: la F entre Constitución y Retiro Norte, igual que en la PETERS 1, y la G, que enlaza la mayor parte del trazado de la línea homónima descrita en la Alternativa BÁSICA 1 con el trazado que cruza el microcentro hacia Constitución y Barracas, como en la PETERS 2.

RESUMEN DE LA RED ALTERNATIVA PETERS 3 DEMANDAS 2006 Y 2030

| | 2006 | 2030 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Viajes en la hora pico de la tarde | 232.281 | 380.510 |
| Etapas (incluye combinaciones) | 351.439 | 558.531 |
| Relación etapas/viajes | 1,51 | 1,47 |
| Longitud de la red (km) | 84,8 | 84,8 |
| Pasajeros Hp/Km red | 2.739 | 4.487 |
| Rechazo de viajes | 0% | 4% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA PETERS 2 - DEMANDA 2006

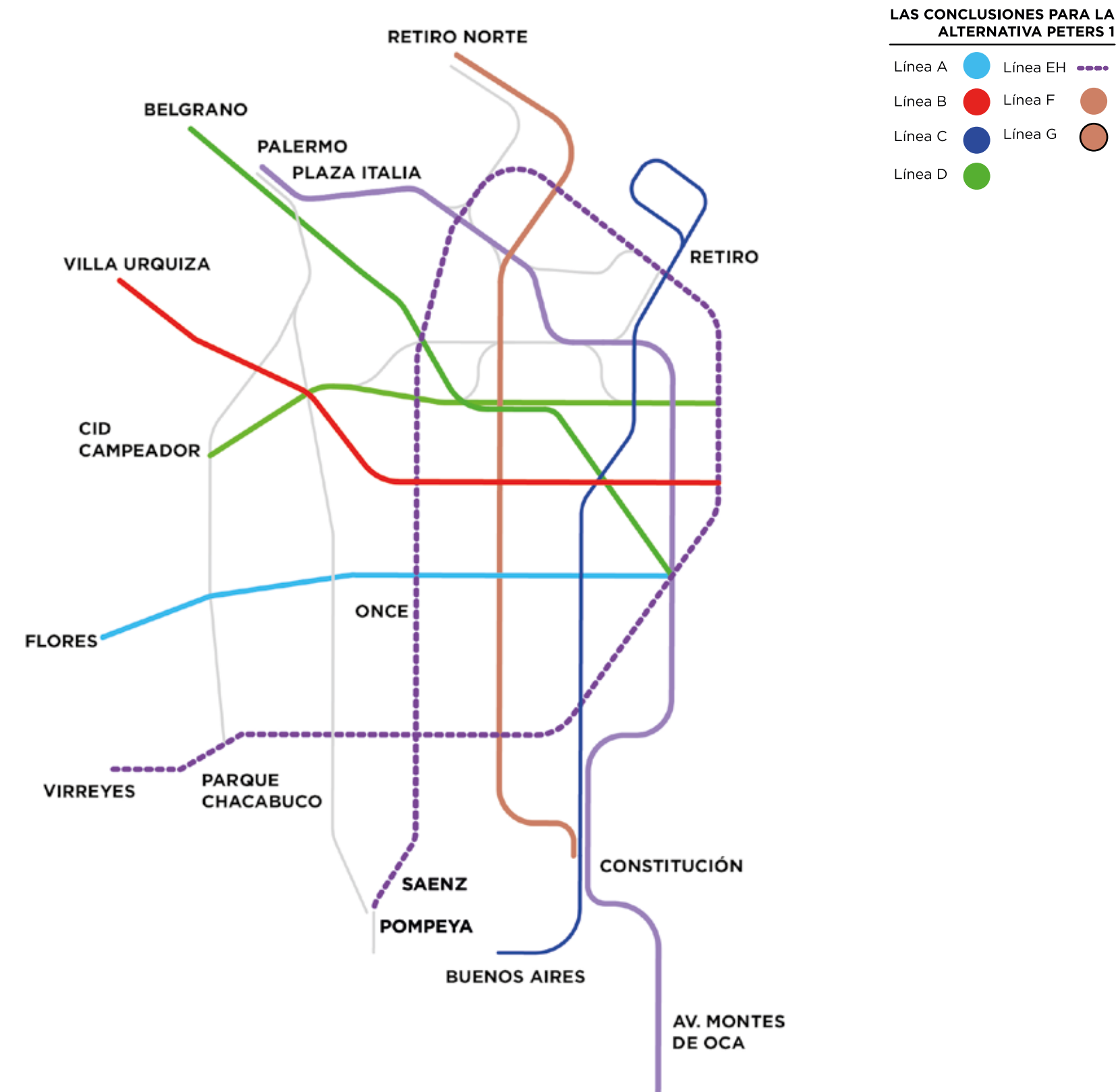
| LÍNEAS | A | B | C | D | E-H | F | G |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 15 | 17 | 12 | 18 | 18 | 26 | 16 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 22 | 29 | 15 | 29 | 45 | 36 | 27 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 13 | 19 | 15 | 26 | 35 | 21 | 19 |
| Total (Miles Pax) | 35 | 48 | 30 | 54 | 80 | 58 | 46 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 66% | 48% | 39% | 58% | 79% | 55% | 34% |

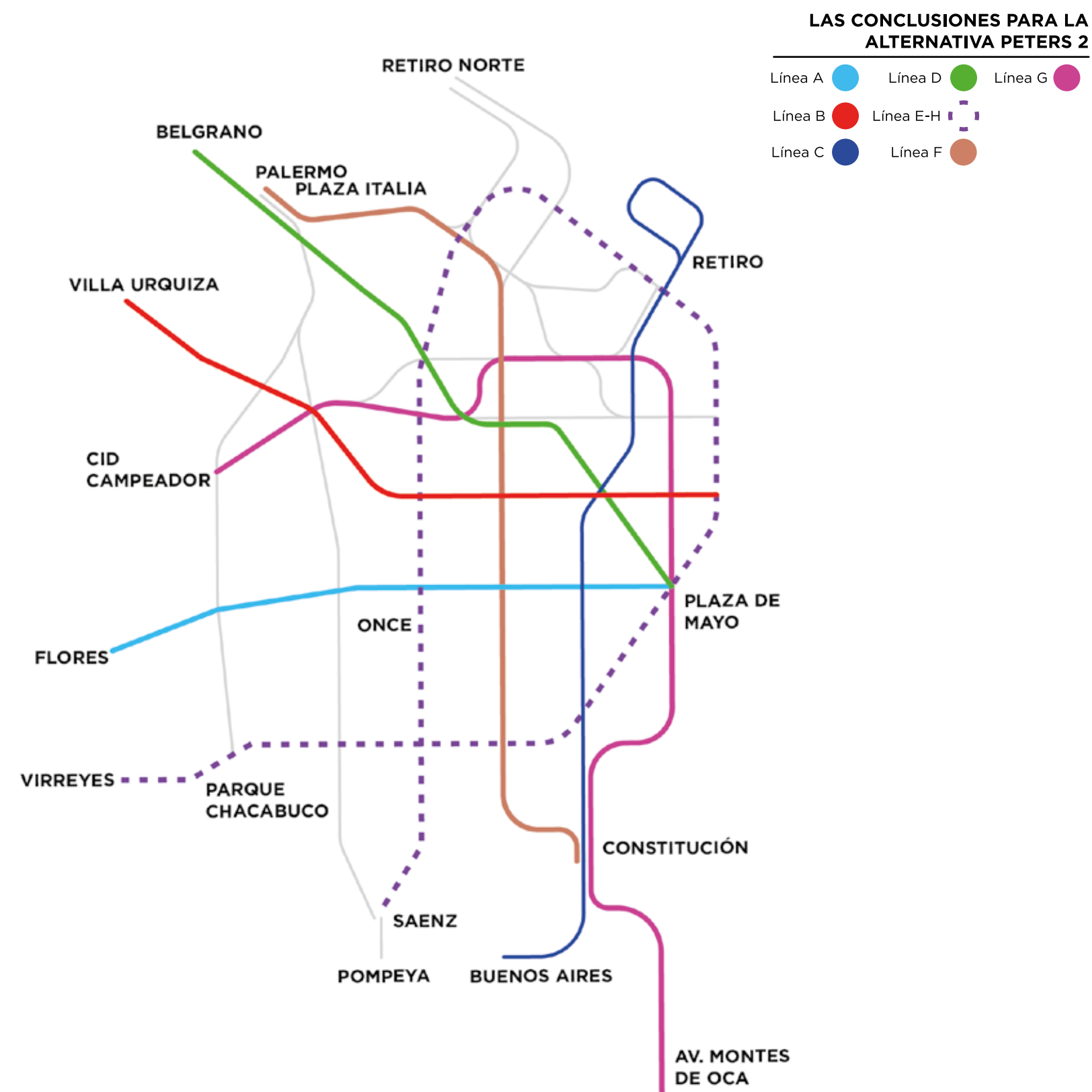
Fuente: Resultados del modelo PETERS

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA PETERS 2 - DEMANDA 2030

| | A | B | C | D | E-H | F | G |
|-----------------------------------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 24 | 36 | 27 | 27 | 24 | 45 | 32 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 32 | 61 | 35 | 45 | 66 | 59 | 48 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 22 | 29 | 23 | 33 | 46 | 31 | 29 |
| Total (Miles Pax) | 54 | 89 | 58 | 78 | 111 | 91 | 77 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 100% | 100% | 89% | 89% | 100% | 96% | 69% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.





La Línea E recorre la Avenida Las Heras como en la Alternativa BÁSICA 2, pero atraviesa el Barrio Norte y tiene su terminal en Palermo (como la Línea J de la PETERS 1 o la Línea F de la PETERS 2).

La Línea C se extiende al Norte y al Sur como en las alternativas PETERS 1 y PETERS 2.

Como variante no probada, la Línea H se extiende desde la Avenida Las Heras hasta Retiro Norte.

Con la demanda de 2006, todas las líneas operan en forma holgada por debajo de la capacidad. En 2030, las líneas C y D, debajo de la saturación, conservan un margen de crecimiento. La Línea E queda levemente debajo de la saturación. La Línea G dispone de un margen holgado de capacidad para su extensión al Sur. La Alternativa PETERS 3 capta un cinco por ciento más de pasajeros que la BÁSICA 1 y un dos por ciento más que la PETERS 2, pero menos que la PETERS 1. El rechazo de viajes es el menor de todos: dos por ciento.

De la modelización de la PETERS 3 y su comparación con los resultados anteriores surgen las siguientes conclusiones:

- La Línea E a Plaza Italia y Palermo por el Barrio Norte tiene un muy buen comportamiento y es efectiva para complementar y descongestionar a la Línea D, así como para captar más pasajeros en Belgrano.
- En la Línea F se confirma la alta demanda dirigida a Constitución. También se confirman la necesidad del estándar MAC y la falta de reserva de capacidad para su prolongación hacia el Sur.
- La Línea G por el microcentro es efectiva. Requiere el estándar MAC. Tiene buena reserva de capacidad para extenderse hacia el Sur en el largo plazo.
- Subsiste la debilidad de demanda de la Línea G en su extremo Oeste.
- En la Línea H, por la concentración de la demanda máxima, se desaprovecha la flota. Esto se ve atenuado por la moderada longitud de la línea en esta alternativa.
- La llegada de la Línea H a Retiro Norte, junto con la

RESUMEN DE LA RED ALTERNATIVA PETERS 2 DEMANDAS 2006 Y 2030

| | 2006 | 2030 |
|------------------------------------|---------|---------|
| Viajes en la hora pico de la tarde | 231.863 | 388.803 |
| Etapas (incluye combinaciones) | 348.587 | 574.296 |
| Relación etapas/viajes | 1,50 | 1,48 |
| Longitud de la red (km) | 87,5 | 87,5 |
| Pasajeros Hp/Km red | 2.650 | 4.483 |
| Rechazo de viajes | 0% | 3% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA PETERS 3 - DEMANDA 2006

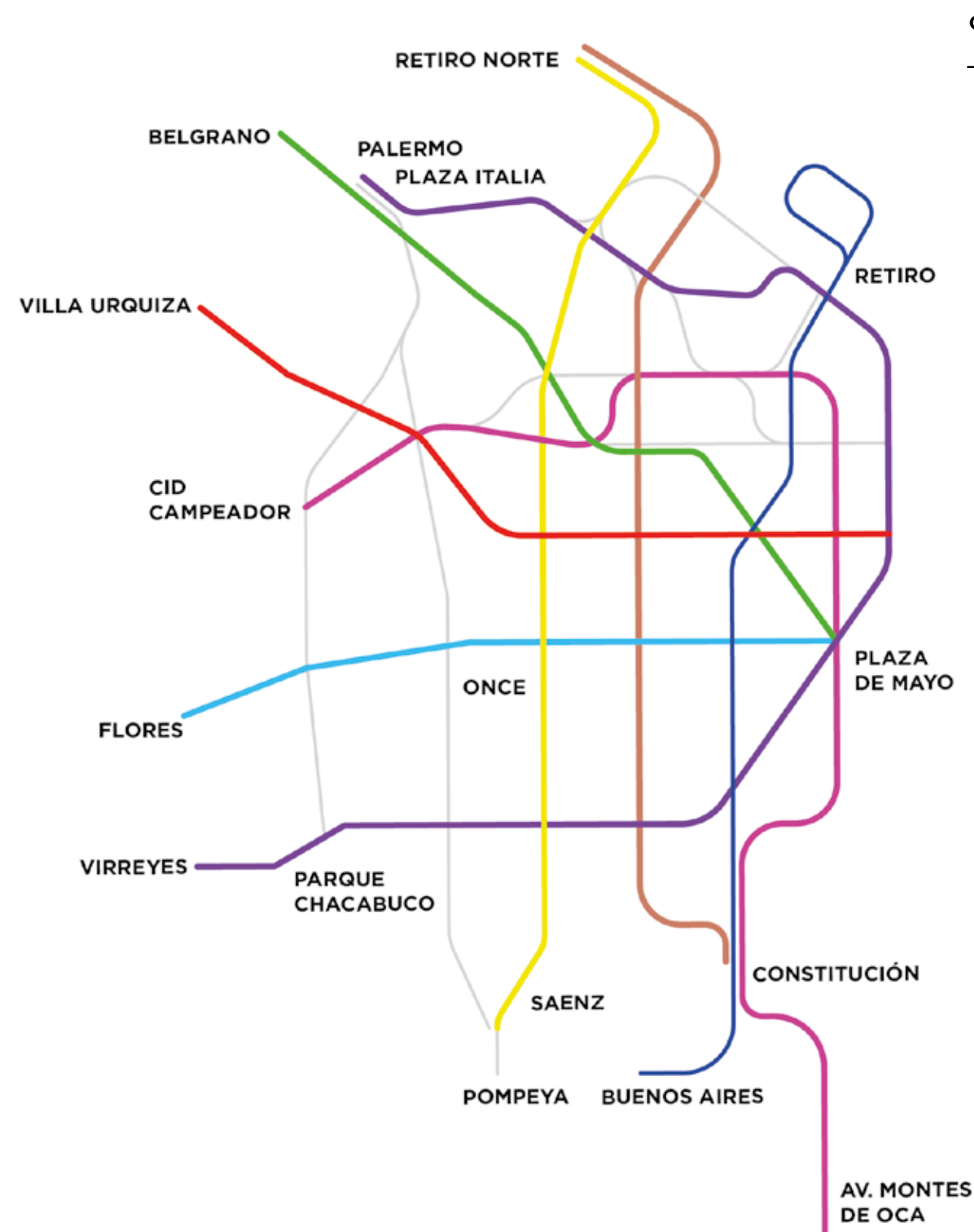
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 16 | 18 | 9 | 17 | 12 | 27 | 17 | 16 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 22 | 30 | 13 | 27 | 27 | 35 | 28 | 21 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 13 | 19 | 11 | 25 | 24 | 17 | 19 | 18 |
| Total (Miles Pax) | 34 | 49 | 24 | 52 | 51 | 52 | 47 | 40 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 69% | 51% | 29% | 54% | 43% | 59% | 36% | 68% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.

INDICADORES POR CADA LÍNEA, ALTERNATIVA PETERS 3 - DEMANDA 2030

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-----------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Carga Máxima (Miles Pax) | 24 | 37 | 23 | 27 | 23 | 47 | 32 | 24 |
| Sentido Dominante (Miles Pax) | 32 | 55 | 29 | 44 | 44 | 59 | 47 | 31 |
| Sentido No Dominante (Miles Pax) | 23 | 30 | 20 | 34 | 42 | 26 | 30 | 28 |
| Total (Miles Pax) | 55 | 85 | 49 | 78 | 86 | 85 | 78 | 59 |
| Relación Carga (Máxima/Capacidad) | 100% | 100% | 74% | 88% | 97% | 100% | 70% | 100% |

Fuente: Resultados del modelo PETERS.



CONCLUSIONES PARA LA ALTERNATIVA PETERS 3

- Línea E ● Línea F ●
- Línea H ● Línea G ●
- Línea C ● Línea B ●
- Línea D ●
- Línea A ●

Línea F, produce la máxima utilización de este centro de transbordo subte-ferrocarril.

Para lograr mayor capacidad y disminuir el rechazo de viajes en las líneas E y H deben rediseñarse las terminales de Virreyes y de Pompeya-Sáenz, respectivamente.

- Como en las alternativas PETERS 1 y PETERS 2 la convergencia de las líneas F y J o G en Constitución descarga la Línea C y habilita su extensión a la estación Buenos Aires.

- Las líneas A y B operan en el límite de su capacidad, condicionada por las terminales céntricas.

CONCLUSIONES GENERALES

En todas las alternativas, las líneas nuevas y las antiguas modernizadas y potenciadas en cuanto a tamaño y frecuencia de formaciones pueden satisfacer sin congestión la demanda de 2006. De ahí la prioridad que deberían tener las inversiones, en especial las de ampliación de las flotas y modificación de las terminales.

La demanda de 2030 estará influida por el crecimiento de la actividad socioeconómica de la ciudad y sus alrededores, así como por la ampliación de la red para prestar servicios con estándares de calidad internacionales.

En síntesis:

- La demanda de 2030 satura las líneas A y B en todas las alternativas porque la frecuencia está limitada por la configuración de sus terminales céntricas. Una segunda fase de expansión de la red debe abordar esta cuestión de gran complejidad técnica.

- En las alternativas BÁSICA 1 y 2, la Línea C opera en el límite de su capacidad, no permitiendo su extensión hacia la estación Buenos Aires ni dar servicio al proyectado nuevo Centro Cívico.

- La creación en las tres alternativas PETERS de una línea que recorre el microcentro, pase por Constitución y llegue a Barracas (con futura proyección hacia a Avellaneda), junto con la Línea F de Constitución hacia

Callao, hace que la Línea C opere sin congestión con la demanda de 2030. Esto permite extenderla en forma provechosa hacia el nuevo Centro Cívico y la estación Buenos Aires, logrando una muy buena integración con el Área Central.

- Las alternativas que enlazan el tramo nuevo de la avenida Las Heras con el microcentro son más efectivas para optimizar el funcionamiento de la Línea D, descongestionarla y mejorar su captación de viajes en Belgrano que las que lo hacen con el corredor Entre Ríos-Callao.

- También es efectiva la extensión de ese tramo desde Plaza Italia hasta Palermo, intersección de avenidas Santa Fe y Juan B. Justo.

- En las alternativas en las que las líneas transversales de Callao-Entre Ríos y de Pueyrredón dan servicio al nuevo centro de transbordo propuesto con los ferrocarriles, denominado Retiro Norte, éste pasa a ser uno de los principales centros de transbordo de la red.

- No capta una gran demanda la Línea G con punto terminal en el Cid Campeador y con un recorrido radial que ingresa en el macrocentro por las avenidas Córdoba o Santa Fe y variantes de trazado para llegar a una terminal en Retiro o en Catalinas.

- La misma Línea G capta una fuerte demanda cuando, desde Plaza San Martín, recorre el microcentro hacia Constitución y Barracas. Aun así la demanda del extremo oeste de la línea es débil. Deben profundizarse los estudios para optimizar su trazado en el extremo Oeste.

- Las variantes posibles en el extremo oeste de la Línea G incluyen el tramo principal por avenida Córdoba con ramales que podrían dirigirse a las avenidas Álvarez Thomas o Crámer y a las avenidas San Martín o Gaona. Para una segunda etapa de ampliación de la red debe encontrarse la mejor alternativa para descongestionar las líneas A y B.

- Una línea de circunvalación del macrocentro, creada por el enlace de las líneas E y H, atrae viajes e integra la red por sus numerosos puntos de transbordo.

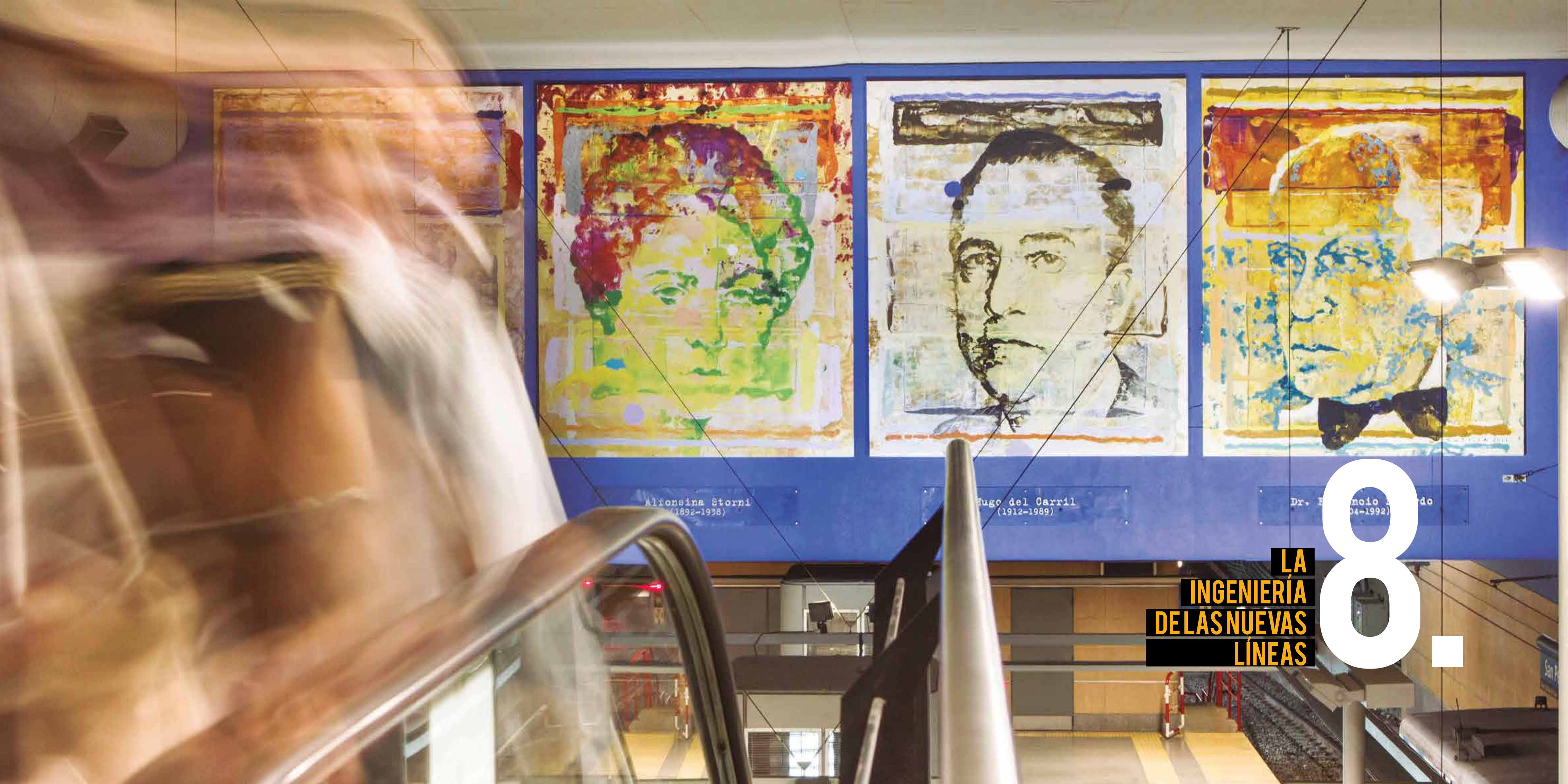
- La Línea H por sí sola o enlazada con la Línea E (línea E/H) presenta un tramo de demanda muy concentrada entre Corrientes y Once por el cual se desaprovecha material rodante. Es muy fuerte cuando se trata de la Línea E/H enlazada, dada su longitud.

- Debe estudiarse la modificación de la terminal Virreyes o crearse una nueva terminal al Oeste para disminuir el intervalo de la Línea E pudiendo ser terminal de Omnibus Dellepiane.

- Debe estudiarse la modificación de la terminal Pompeya de la Línea H o hacer funcionar como terminal a Sáenz para disminuir el intervalo en la Línea E.

- La Línea I entre Parque Chacabuco y Plaza Italia o con un trazado modificado, aún extendida a la estación Sáenz, debe incluirse solo en etapas posteriores de ampliación de la red.





Alfonsina Storni
(1892-1938)



Hugo del Carril
(1912-1989)



Dr. Francisco B. Moreno
(1904-1992)

**LA
INGENIERÍA
DE LAS NUEVAS
LÍNEAS**

8

LA INGENIERÍA DE LAS NUEVAS LÍNEAS

Tres aspectos son vitales en la planificación del subte: las obras civiles, el material rodante y las instalaciones fijas.

En el primer caso, todas las construcciones realizadas han sido subterráneas, excepto el Premetro, para evitar impactos negativos en el ambiente urbano con la consecuente resistencia vecinal. En el futuro podrían aplicarse soluciones elevadas en determinados casos, como el de las líneas que crucen el riachuelo o en zonas de muy baja densidad.

Las obras subterráneas fueron producto, en parte, de las excelentes condiciones que presenta el subsuelo de Buenos Aires. La formación llamada Pampeano es estable y facilita las excavaciones.

El perfil del subsuelo en el centro es como se detalla a continuación:

- **Relleno superficial** (entre uno y tres metros de profundidad), formado por arcillas de baja plasticidad, medianamente compactas y descomprimidas.

- **Pampeano superior** (desde uno y tres metros hasta

ocho y 12 metros de profundidad), formado por limos y arcillas de mediana plasticidad, compactos, con nódulos calcáreos en una matriz poco cementada.

- **Pampeano medio** (desde ocho y 12 metros hasta 25 y 30 metros de profundidad), formado por limos y arcillas de mediana plasticidad, duros, con matriz cementada de mediana a fuerte, fisurados.

- **Pampeano inferior** (desde 25 y 30 metros hasta 36 y 40 metros de profundidad), formado por arcillas de mediana y alta plasticidad, compactas, poco cementadas, fisuradas y probablemente cizalladas.

La situación es diferente en los terrenos de los valles fluviales (antigua costa del Río de la Plata y la cuenca del Matanza-Riachuelo), donde también hay materiales sedimentarios y otros de relleno no consolidados totalmente que exigen mayores precauciones en los trabajos subterráneos.

En Buenos Aires se aplicaron, por lo general, métodos de excavación tradicional: desde la manual, a comienzos del siglo XX, hasta la mecanización parcial con herramientas neumáticas y máquinas excavadoras. Se planteó el uso de maquinaria tuneladora, denominada TBM (del inglés Tunnel Boring Machine)³², que permite avanzar con mayor rapidez y seguridad respecto de la estabilidad del terreno aunque con un solo frente por vez y por máquina, pero aún no se ha utilizado.

En el PETERS se han contemplado los métodos constructivos con mecanización parcial, aplicados con éxito en las obras de las dos últimas décadas.

Cada sistema tiene ventajas y desventajas en el contexto local:

- Los métodos de mecanización parcial precisan mano de obra intensiva y el ritmo de avance es más modesto que con la TBM, además de implicar riesgos mayores. Son asumibles en el subsuelo de Buenos Aires. Estos métodos han sido favorables en contextos de escasa disponibilidad de fondos en los cuales el ritmo de avance de las obras ha debido reducirse por razones financieras, no técnicas. Otra ventaja es que estos métodos se adaptan bien a soluciones que exigen radios de curva

cerrados, inferiores a 250 metros, situación que no deja de presentarse y que nunca debe descartarse.

- La máquina tuneladora es más veloz, puede excavar más de medio kilómetro por mes, además de poseer condiciones superiores de seguridad. Esta ventaja es relativa cuando las estaciones son muy cercanas entre sí, porque su construcción determina el camino crítico de la obra. La tuneladora limita los radios de curva mínimos al orden de los 250 y 300 metros, lo cual puede ser incompatible con trazados nuevos sinuosos que deben adaptarse a la presencia de líneas antiguas. El uso razonable de esta tecnología exige contar con un flujo de fondos intenso y continuo para amortizar la elevada inversión que requiere.

El método tradicional de construcción de túneles en Buenos Aires había sido desde los años treinta el llamado método alemán, que se mantuvo en las obras realizadas hasta los años noventa. Desde 1997 se produjo una evolución muy favorable en términos de costo y calidad de la obra. Los hitos principales fueron la introducción del hormigón proyectado en 1998; el túnel, utilizando el método belga en 2000; la introducción del monitoreo sistemático en 2002, y la excavación a sección completa en 2004.

Un túnel consta de tres partes fundamentales: bóveda (techo), contrabóveda o solera (piso) y hastiales (paredes). Puede construirse en una etapa, con todo el espesor de hormigón y las armaduras definitivas, o en dos etapas. Cuando el túnel se ejecuta en dos etapas la primera se denomina sostenimiento primario o, simplemente, sostenimiento. Se hace cerca del frente de obra y tiene como función principal sostener el suelo en el corto plazo, a lo que se presta muy bien la formación del Pampeano. La segunda etapa se ejecuta con el túnel ya limpio y seco. Es de mejor calidad. Se la denomina revestimiento secundario o revestimiento.

Los métodos constructivos usados en Buenos Aires se diferencian por el orden en que se construyen los diferentes elementos del túnel y en las etapas en que se divide el proceso.

- **Método alemán**, aplicado en la Línea B entre 1998 y 2000. Se construyen los hastiales definitivos con

hormigón moldeado sobre tramos de una longitud de 20 a 40 metros. Acto seguido se excava la bóveda y se realiza el sostenimiento primario con hormigón proyectado y avances de uno a dos metros. En la tercera etapa se hace el revestimiento con hormigón moldeado y avances de cuatro a seis metros. La última etapa es la solera, con hormigón moldeado y una longitud de avance de cinco a ocho metros.

- **Método belga**, aplicado en las líneas H y A entre 2000 y 2006. Primero se construye la bóveda primaria con hormigón proyectado y avances de uno a dos metros. Sigue la bóveda secundaria con hormigón moldeado y avances de cuatro a seis metros. A continuación, los hastiales definitivos con hormigón moldeado y una longitud de dos a tres metros. Por último, la solera con hormigón moldeado y una longitud de cinco a ocho metros.

- **Frente completo**, aplicado en la Línea B entre 2004 y 2006. Se construyen la bóveda y los hastiales primarios con hormigón proyectado y avances de uno a dos metros. A continuación, la solera con hormigón moldeado sobre una longitud de cinco a ocho metros. Por último, la bóveda y los hastiales secundarios con hormigón moldeado y una longitud de cuatro a seis metros.

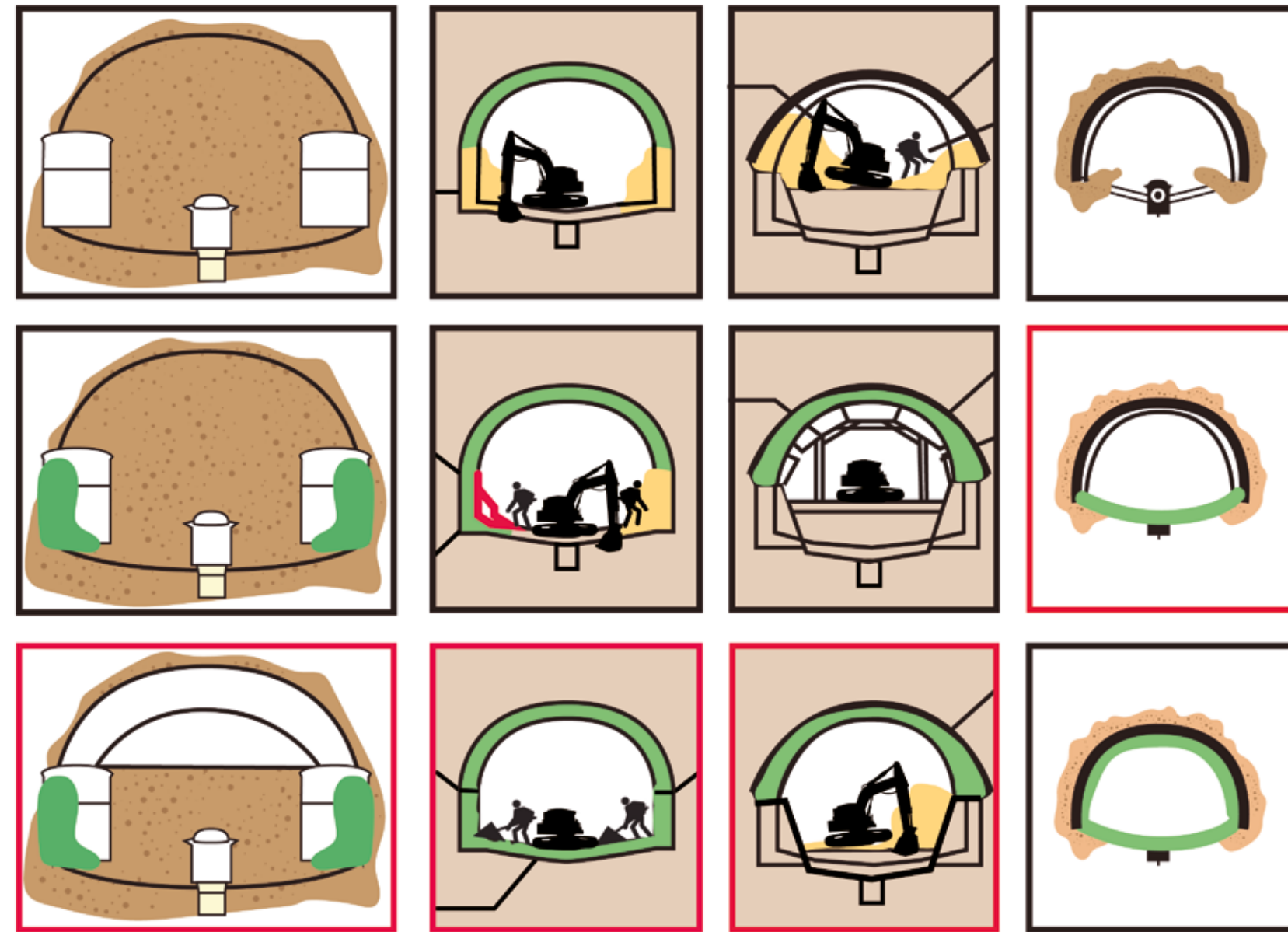
Cada método tiene un rango de condiciones que determina su conveniencia:

- El método alemán es el más lento y costoso porque requiere más mano de obra. No es necesariamente el más seguro ni el que produce menor impacto sobre la superficie y las instalaciones enterradas, pero cuando el terreno es muy desfavorable o la tapada es muy reducida puede ser el único factible.

- El método belga, en el que la bóveda de la segunda etapa constructiva se ejecuta antes que los hastiales, presenta un problema de estanqueidad en las juntas horizontales bóveda-hastiales. Podría resolverse parcialmente si la bóveda de la segunda etapa se ejecutara después que los hastiales.

- El método de frente completo es el más eficiente desde el punto de vista industrial, pero insume gran cantidad de hormigón moldeado colocado en una única

³² La TBM excava túneles a sección completa (bóveda, hastiales y contrabóveda) y permite la colocación de un sostenimiento mediante anillos de hormigón.



Ej. Método Alemán,
túnel línea B, 1998

Ej. Método Belga,
túnel línea H, 2000

Ej. Método Belga,
túnel línea A, 2005

Ej. Método NATM,
túnel línea B, 2006

etapa, con los problemas tecnológicos que ello implica.

Uno de los métodos utilizados recientemente es el NATM (del inglés. New Austrian Tunneling Method) para la prolongación de la Línea E a Retiro. Comienza con la construcción de una galería de drenaje para que la napa freática se pueda abatir y el terreno quede seco para proceder a la excavación. A medida que se avanza se coloca como sostenimiento primario una cercha metálica con hormigón proyectado hasta que se alcanza un punto predeterminado. A partir de allí se excava en retroceso y se hace la solera definitiva con hormigón in situ. Para concluir, se realiza la bóveda del túnel con hormigón, también in situ, usando un molde metálico que se traslada sobre la solera.

ESTACIONES

Las estaciones de la Línea A se construyeron a principios del siglo pasado con la técnica a cielo abierto en lugar de rellenar hasta la superficie una vez terminada la estructura del techo plano. Dos décadas después los túneles de la B y la mayoría de sus estaciones se construyeron en caverna, al igual que la mayoría de las estaciones de las líneas C, D y E. Existen estaciones cerca de la superficie, como Bulnes, Scalabrini Ortiz y 9 de Julio, construidas en bóveda.

La obra a cielo abierto tradicional, cuando se efectúa debajo de una calle, implica la anulación total del tránsito vial y afecta severamente al comercio frentista durante el período de construcción de la estación. Por ello, en las obras más recientes, a partir de la extensión de la Línea D a Belgrano, se evolucionó hacia técnicas menos perturbadoras de la vida urbana. Con esa técnica se construyeron estaciones superficiales, como las cinco que hay entre Medrano y Federico Lacroze, de la Línea B; Constitución y Retiro, de la C; y Callao, de la D, que también cuentan con techos planos apoyados sobre columnas centrales y laterales. Las estructuras en bóveda de las estaciones Bolívar y Boedo, por ejemplo, también se realizaron a cielo abierto, así como las estaciones de la Línea E debajo de la Autopista 25 de Mayo.

Entre 1996 y 2010, se construyeron 18 estaciones, de las cuales 14 fueron ejecutadas a cielo abierto y cuatro en caverna. De las estaciones a cielo abierto, sólo una (Tronador) se excavó a cielo abierto y se sostuvo con

pilotes. Para las otras se adoptó la modalidad "cut and cover", que requiere la implantación de pilotes y la construcción de una losa superior, y que permite rehabilitar el tránsito vehicular en pocos meses y proseguir los trabajos subterráneos con poca perturbación de la superficie durante el tiempo que demande la obra.

En la construcción "cut and cover" se aplicaron dos modalidades:

- Primero, el hincado de pilotes, seguido de la colocación de vigas, fabricadas en un obrador, y la construcción de la losa. Esta técnica se empleó en el tramo Olleros-Congreso de Tucumán de la Línea D. En algunos casos se usó una línea de pilotes intermedia, que permitió la afectación de la calzada por mitades, desplazada en el tiempo.

- Primero, el hincado de pilotes y posterior hormigonado de una losa de techo sin vigas. En este caso se afectó la calzada por mitades sin recurso a pilotes intermedios, empalmado las dos losas contiguas con piezas de acero especiales. Se aplicó, por ejemplo, en el tramo Venezuela-Caseros de la Línea H.

En algunas estaciones profundas se prefirió la construcción en caverna de la estación, en tanto que en los vestíbulos superiores se realizaron algunos a cielo abierto y otros también en caverna.

En la construcción en caverna se aplicaron dos métodos:

- El método alemán, en las estaciones Once (Línea H), Echeverría y Villa Juan Manuel de Rosas (Villa Urquiza, Línea B).

- El método de frente completo en la estación Corrientes de la Línea H.

La construcción a cielo abierto es más económica cuando la profundidad de la vía no es demasiado importante y en entornos urbanos en los que pueden asumirse las alteraciones al tránsito y las molestias a los vecinos y al comercio. Por estos motivos, la construcción a cielo abierto sólo es recomendable fuera de la zona del macrocentro, mientras que en esa zona y el microcentro es preferible la construcción de estaciones en caverna. La construcción en

caverna, que reduce los perjuicios en la superficie, también es más conveniente en los casos de paralización o demoras de obra por motivos técnicos o financieros.

La excavación a cielo abierto por el método “cut & cover” consiste en la instalación de pilotes, seguida por la excavación de una zanja interior de profundidad reducida en la que se colocan las vigas y se aplica la losa del techo. Completada la losa, se rellena el pequeño espacio remanente, se reconstruye la calzada superior y se libera la superficie.

En función de la experiencia acumulada por SBASE en las obras recientes de estaciones en caverna, se concluyó que en las condiciones geotécnicas de Buenos Aires resultan más adecuados los métodos constructivos que mantienen el terreno bien confinado (con elevadas tensiones de confinamiento), incluso a costa de producir tensiones de corte cercanas a las de ruptura del material.

La estación Corrientes de la Línea H, por ejemplo, consiste en una caverna principal cuyas dimensiones de excavación son de 18,9 metros de ancho, 14,1 metros de altura y 135 metros de longitud, con una tapada de aproximadamente nueve metros. Por encima de ella y sobre una longitud de 51 metros se ejecutó una segunda caverna que alberga el vestíbulo de la estación, siendo la excavación de 17,2 metros de ancho y seis de altura con una tapada de sólo 3,6 metros.

A medida que se excavaba con una retroexcavadora y con avances de un metro, se colocaba una cercha³³ metálica para construir la bóveda y se realizaban dos capas de hormigón proyectado de 15 centímetros. Se repetía esta secuencia hasta obtener un avance de cinco metros. Una vez finalizado era posible continuar excavando en un nivel más profundo, realizando de este modo un avance por capas.

Terminada la excavación de una sección se hace la solera con hormigón moldeado, se coloca una membrana adherida y se realiza el hormigón moldeado del revestimiento secundario.

MATERIAL RODANTE

• TRACCIÓN

El sistema de electrificación debe ser uniforme a lo largo de una línea y es deseable que sea el mismo en

las líneas de una red para hacer viable el intercambio de material rodante entre las mismas. En ocasiones de modernización la flota de una línea que recibe material rodante nuevo pasa a otra línea. Esto se da eventualmente cada 10 o 20 años. Aunque no es lo común, pueden existir compatibilidades como las que tienen los coches MATERFER, concebidos para poder circular con corrientes de 1.100 V cc y 1.500 V cc. Este diseño de los años setenta preveía su utilización para abordar la transición en la Línea A cuando se sustituyera el sistema de alimentación, heredado del sistema tranviario, por el más moderno de 1.500 V.

En los metros del mundo se utilizan sistemas de corriente continua, de baja a media tensión, porque es conveniente evitar las mayores distancias de aislación que exigirían las corrientes de más alta tensión. La alimentación puede realizarse de dos maneras: con tercer riel (con tensiones bajas de 600 V o 750 V), o con línea aérea (con tensiones de 1.500 V o 3.000 V).

Antiguamente, los coches regulaban la tensión que recibían por medio de resistencias, sistema que generaba grandes pérdidas por disipación de calor. Ese aspecto fue superado con el dispositivo denominado chopper. El chopper es un diodo de estado sólido que electrónicamente “abre y cierra” el circuito de potencia de corriente continua con una frecuencia determinada. Según cuánto dure el tiempo de cierre respecto del período, será el valor medio de la tensión de salida. De esta forma se consigue regular la tensión de corriente continua aplicada a los motores, reduciendo mucho la disipación térmica; pero se generan armónicas que pueden molestar al sistema de señales, por lo que es necesario contar con un sistema que las filtre.

En las últimas décadas la evolución técnica ha independizado la alimentación eléctrica de la tracción de las formaciones. Se trata de la utilización del motor asincrónico de tensión y frecuencia variable, alimentado por una corriente trifásica generada a bordo de la formación mediante un dispositivo (inversor) que convierte la tensión de la línea de contacto con independencia del voltaje y del método de captación. Una vez elegido un sistema de alimentación es complejo cambiarlo, como ocurrió con el reemplazo de la flota original de la Línea A, completado en 2013.

• PUERTAS DE ANDÉN

Los sistemas de señalización y control de la marcha de las formaciones también evolucionan en busca de sistemas cada vez más integrados y automáticos. Las tecnologías actuales son capaces de procesar todos los datos de la red y de los coches que la recorren, y es posible que las formaciones funcionen automáticamente. Una de las ventajas de la automatización es conseguir una marcha mucho más eficiente en cuanto a consumo de energía; otra es la posibilidad de asegurar con gran precisión el punto de detención de una formación.

Esto hace posible poner en práctica las puertas de andén, que son puertas de apertura automática, cuando la formación se ha detenido en el punto preciso programado. Las puertas de andén eliminan el riesgo de la caída a la vía de una persona. Permiten también la climatización del área de la estación donde transitan o esperan los pasajeros.

El sistema de puertas de andén funciona, en principio, con cualquier disposición de puertas y vehículos. Su maniobra está asociada al del sistema de señalización, entendido como la transmisión de la vía a la formación de la información necesaria para la marcha segura y eficiente. Una vez adoptada la dimensión de las formaciones (ubicación, cantidad y ancho de las puertas, longitud del coche, longitud de la formación que toma en cuenta los acoplamientos entre coches, etcétera), las puertas de andén deben estar adaptadas a esas dimensiones y no admiten otras, excepto que se cambien la flota y la instalación fija. En ese caso se plantearía el problema de la transición entre uno y otro sistema, por lo que es preferible mantener la elección original.

La recomendación en este aspecto es no introducir por ahora las puertas de andén, aún si éstas pueden quedar previstas en el diseño de la arquitectura para su eventual introducción futura. No atarse en el contexto actual a dimensiones rígidas de las formaciones es coherente con la sugerida estrategia de intercambio del material rodante entre las líneas. Este criterio mantendría validez hasta que se determine un estándar para las formaciones y no se precise, por razones económicas, incorporar material rodante comprado de

segunda mano.

• GÁLIBO

En el mundo hay diversas situaciones: desde la adhesión a un gálibo determinado hasta la mayor flexibilidad para ir cambiando las características dimensionales. Esta variedad de enfoques indica que la cuestión no es de solución sencilla ni predeterminada.

El argumento a favor de un gálibo ancho es la mayor capacidad de los coches, de las formaciones y, en última instancia, de la línea. Se analizaron teniendo en cuenta la capacidad los dos gálivos originales de Buenos Aires, 2,60 y 3,10 metros, y el intermedio, de 2,80 metros. La diferencia de ancho interno con el gálibo angosto será entonces de 0,20 metros y de 0,50 metros para los gálivos intermedio y ancho, respectivamente. La superficie adicional disponible para pasajeros de pie se traduce a una mayor cantidad de pasajeros por metro lineal útil de la formación, según sea la densidad de ocupación aceptada, expresada en pasajeros de pie por metro cuadrado. La longitud útil de la formación surge de restar a la longitud de los coches que lo forman los espacios no computables ocupados por cabinas de conducción, zonas de acoples u otros impedimentos.

Asumiendo una longitud promedio útil por coche de 17 metros, son 102 metros útiles por formación. Se supone que el ancho adicional será utilizado a razón de cinco pasajeros por metro cuadrado. Para el gálibo de 2,80 metros esto significa un pasajero más por metro lineal útil de formación y, para el gálibo de 3,10 metros, 2,5 pasajeros más respecto del gálibo angosto. Para toda la formación serán 102 pasajeros o 255 pasajeros adicionales, según se trate de los gálivos de 2,80 y 3,10 metros, respectivamente. En una formación de gálibo de 2,60 metros que posea una capacidad de 160 pasajeros por coche y 960 pasajeros por formación, el aumento de la capacidad será del 10,6 o del 26,5 por ciento.

Este aumento de la capacidad debe evaluarse considerando la demanda probable de las líneas. Las líneas B, C y D transportaron en 2008, en forma respectiva, 410.000, 330.000 y 435.000 pasajeros diarios, operando con intervalos no menores de 150 segundos. Si los intervalos pudieran reducirse a 120 segundos, que

³³ Cada una de las armaduras constituidas por barras sometidas a esfuerzos de tracción y compresión dispuestas para sostener cubiertas o techos.

es lo máximo que consienten los layouts actuales de vías terminales de las líneas C y D (no el sistema de señales, que permite 135 segundos), se podría transportar en esas líneas un 75 y un 56 por ciento más de pasajeros, respectivamente. Los layouts de las terminales pueden modificarse por distintos arbitrios y es posible recurrir a los circuitos o loops, como se propuso para la Línea C, o a reformas de las terminales en la Línea D.

Para el caso de líneas nuevas será posible, mediante layouts de vía adecuados, alcanzar el intervalo práctico de 105 segundos. La capacidad de transporte diaria, según los valores de los factores de hora pico y renovación de estas líneas, llegaría al doble de la demanda actual de la Línea C y a un 80 por ciento más de la demanda de la Línea D.

En definitiva, en cuanto a la capacidad, el gálibo de 2,60 metros permite un sustancial aumento de la capacidad de transporte en una línea nueva respecto de las actuales. Para una línea radial como la G (trazado de la ley N° 670) o para una transversal externa como la propuesta Línea I, es improbable que se necesite una capacidad mayor. De requerirse un aumento de la capacidad podría conseguirse aumentando el gálibo o la cantidad de coches por formación. Por ejemplo, se pueden llevar las formaciones de seis a ocho coches. Si se actuara sobre el gálibo, el de 3,10 metros produce un impacto sustancial, no así el de 2,80 metros.

Coches de galibo ancho tienen peores aceleraciones que los angostos y son más afines a distancias entre estaciones mayores que los de Buenos Aires. Este peor desempeño puede conducir a peores frecuencias máximas aunque sopesado por la mayor capacidad de los vehículos.

Aunque los subterráneos nuevos adoptan gálidos anchos, en sistemas antiguos como el de Buenos Aires es recomendable ceñirse al estándar que aceptó SBASE –el coche de 2,60 metros con una longitud de 17,6 metros entre enganches–, siempre que se trate de coches destinados a prestar servicio durante 30 años o más. También deberán respetarse otras características importantes, como la distancia entre centros de bogies³⁴, el gálibo vertical y el alto del piso respecto del nivel de riel.

Si se tratara de coches usados, es aceptable introducir

en una línea vehículos más angostos que el estándar original, como se hizo en 1995 en la Línea B y más tarde con los coches Nagoya en la Línea C. El criterio de la decisión debería ser que la flota que se incorpore pueda prestar servicio en cualquiera de las cuatro líneas angostas existentes o bien en la Línea B.

La única excepción para un gálibo mayor al de 2,60 metros sería la capacidad necesaria de la línea. Si este asunto se planteara, deberían considerarse dos soluciones: actuando sobre el gálibo, adoptar el de la Línea B, o bien, manteniendo el gálibo angosto, dimensionar la línea para formaciones más largas, de ocho vehículos, con andenes de 150 metros.

Frente a ambas posibilidades, para el intercambio de formaciones serían mejores los andenes largos, pese a su mayor costo. No obstante, podría plantearse una limitación por la posibilidad de insertar en forma conveniente la línea y sus estaciones en algunos puntos del trazado elegido. Cuanto más largas sean las estaciones, más difícil será esa introducción. Sólo la dificultad de inserción y la insuficiente capacidad podrían conducir a recomendar el gálibo de 3,10 metros. En esta discusión se alude al gálibo de 3,10 metros por ser el preexistente en la Línea B, de modo que de existir una línea de gálibo ancho pueda intercambiar coches con la B.

• COCHES

Existen muchas variantes en el interior de los coches, de modo de modificar los servicios que ofrecen. Por ejemplo, la cantidad de las puertas. En general, los coches cuentan con tres o cuatro puertas por costado. Sería razonable optar por un coche de cuatro puertas, porque mejora los tiempos de detención en las estaciones gracias al mejor acceso, con un ancho de puertas de 1.40 metros, tal que permita el paso simultáneo de dos personas, tomando 0.70 cm cada una.

Otro aspecto importante es la disposición de los asientos. Pueden estar en los laterales o en forma transversal. También hay combinaciones de ambas. Los asientos en los laterales dan mayor capacidad al coche y facilitan la circulación de los pasajeros, al contar con un pasillo interno más amplio; además, evitan la incomodidad de levantarse para dejar pasar al pasajero

³⁴ Conjunto de dos pares de ruedas montadas sobre sendos ejes próximos, paralelos y solidarios entre sí, que se utilizan en los coches para circular sobre carriles.

sentado del lado de la ventanilla, como sucede con los asientos dobles transversales.

La comodidad también depende de las agarraderas, los portaequipajes y las barandas. Estos elementos pueden incorporarse en la mayoría de los coches. Son mejoras de importancia, aunque no determinan el material rodante para las nuevas líneas.

También es relevante la circulación entre coches de la formación, que brinda mayor seguridad a los pasajeros. Las primeras formaciones del subte no se comunicaban entre sí, salvo en la Línea B (por haberse originado en una concesión nacional regida por la Ley de Ferrocarriles y su decreto reglamentario). En años recientes, la circulación se ve restringida porque el tránsito entre líneas obliga a desmembrar formaciones para pasar de la Línea A a la D en Plaza de Mayo. Incluso el material más moderno se ve dividido en duplas o triplas que no admiten la total circulación. Cuando se consiga, mediante nuevos túneles, suprimir esa limitación, las formaciones deberán ser totalmente circulables.

• AIRE ACONDICIONADO

Los equipos de aire acondicionado proporcionan gran confort a los viajeros. Si se garantiza el buen funcionamiento del sistema, éste se constituye en un factor de atracción de pasajeros clave.

El requerimiento necesario para contar con aire acondicionado en los coches de las líneas del subte es que los túneles cuenten con ventilación apropiada, de modo de poder expulsar al exterior el aire caliente generado por los equipos y el frenado. El aumento del número de formaciones y de las frecuencias aumenta proporcionalmente el calor disipado dentro del túnel, además de que el aire acondicionado acrecienta el consumo energético de las formaciones. La ventilación de los túneles es necesaria para no crear situaciones de incomodidad en las estaciones.

• ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

La energía eléctrica necesaria para la operación de la red del subte se produce en las centrales térmicas o nucleares, en ambos casos con turbinas de vapor, o

en las hidroeléctricas, realizándose la generación en corriente alternada trifásica. La frecuencia adoptada universalmente es de 50 Hz o 60 Hz. Las generadoras modernas lo hacen en el rango de 11 kilovoltios (kV) a 20 kV, pero la tensión se eleva hasta 500 kV para facilitar el transporte de la energía debido a la distancia entre la generación y los centros de consumo.

En los puntos de consumo el voltaje se baja al valor conveniente para la distribución y utilización. En el caso del subte, el uso de la corriente continua en la tracción hizo necesario rectificar la corriente alternada en instalaciones denominadas subestaciones rectificadoras (SER). Las subestaciones pueden estar conectadas entre sí, generando anillos de media tensión de 13,2 kV en el túnel, como las de las líneas A y B, o pueden utilizarse subestaciones no interconectadas, alimentadas por separado desde subestaciones de 13,2 kV de la red eléctrica pública, como son los casos de las líneas C, D y E. Gradualmente deberían llevarse todas las líneas a generar anillos de media tensión que garanticen una mayor confiabilidad de la alimentación.

• SEÑALIZACIÓN

La señalización es un elemento de gran importancia para la seguridad y para alcanzar la capacidad de transporte necesaria. No obstante, en la planificación orientada al largo plazo es poco determinante, porque los sistemas modernos evolucionan con rapidez y es previsible que sean sustituidos o drásticamente transformados en poco tiempo.

La tecnología de estos sistemas es compatible con cualquier combinación de elementos técnicos, como la trocha³⁵, el gálibo y el sistema de alimentación eléctrica. Los sistemas más avanzados, al tolerar intervalos más cerrados entre formaciones, favorecen indirectamente las alternativas tecnológicas basadas en vehículos de menores dimensiones.

Un interrogante recurrente es el caso de una línea nueva que terminara integrada operativamente con una línea existente equipada con otro sistema. Se planteará la disyuntiva de extenderlo a la nueva línea o sustituir el de la línea preexistente. En general, prevalece el criterio de consensos al más moderno pero naturalmente depende

³⁵ Ancho de las vías.

también de los costos asociados y de las posibilidades del material rodante de cada línea.

• VÍA FÉRREA

Los principales elementos para la elección de la vía férrea son los rieles; los durmientes³⁶; la colocación sobre balasto o en placa, y las fijaciones.

El riel está determinado por su peso, expresado en kilos por metro. En la Argentina, la mayoría de las líneas ferroviarias recientemente renovadas tienen rieles de 50 kg/m; hay unos pocos tramos suburbanos con riel de 60 kg/m. En un subterráneo son aceptables ambos perfiles, ya que los pesos por eje son moderados. En la vía moderna son preferibles los tramos largos soldados, de fácil realización cuando se trata del tendido en túneles en los cuales las variaciones de temperatura son muy acotadas.

Los durmientes nuevos deben ser de hormigón, de un bloque o de dos, ya que los de madera de buena calidad son cada vez más difíciles de conseguir, además de las objecciones a su empleo por cuestiones de preservación ecológica. Los durmientes de hormigón, para su uso óptimo, deben complementarse con un balasto de buena calidad, una plataforma convenientemente tratada y conjuntos de fijación de calidad, ya que son los elementos más deformables del sistema.

El balasto, que debe estar limpio y protegido contra la contaminación, permite una trabazón que facilita la transmisión del esfuerzo de la cara inferior del durmiente al terreno y amortigua una parte de las vibraciones generadas por los coches.

Las fijaciones son los elementos que vinculan a los rieles con los durmientes, pudiendo ofrecer una vinculación rígida o elástica. Las fijaciones elásticas nunca pierden contacto con el riel a lo largo de la vida útil, a pesar de las pequeñas deformaciones que provoca el tránsito de las cargas. Las fijaciones modernas han desplazado a las rígidas, que sólo ejercen presión contra el riel cuando han sido ajustadas y pierden contacto con el mismo por aflojamiento o desgaste.

• VENTILACIÓN

Históricamente, el subte sólo contó con ventilación natural, producida por el impulso del aire ambiental hacia y desde las aberturas a la superficie y las escaleras de las estaciones, salvo las instalaciones de renovación de aire en la Línea C, que estuvieron muchos años fuera de servicio. La ventilación natural es insuficiente en las estaciones de mediana profundidad en las cuales la frecuencia de las formaciones es elevada y la disipación de los sistemas de las formaciones es alta.

Pocas estaciones poseen instalaciones de inyección y extracción de aire. Sólo dos cuentan con un sistema de inyección complementado con extracción en el tramo interestación: las estaciones Pasteur de la Línea B y Tribunales de la D. Estos dos casos excepcionales eran parte de un proyecto integral que quedó suspendido en 2001.

El mecanismo del sistema de ventilación forzada es básico: consiste en tomar aire fresco de la calle a través de chimeneas, inyectarlo en túneles y estaciones y luego extraerlo. El proceso se efectúa a través de poderosos ventiladores de gran diámetro. Sus objetivos son asegurar una renovación del aire por razones de salubridad; mantener la temperatura interior sin superar en exceso la de superficie y, en caso de siniestros, poder direccionar los flujos de aire, evitando que el humo llegue a la zona de concentración de personas.

La instalación de equipos de aire acondicionado en las formaciones requiere sistemas de ventilación forzada instalados, de modo de expulsar el calor generado por los equipos hacia el exterior de los túneles.

OBRAS TÍPICAS Y DEFINICIÓN DE TECNOLOGÍAS

• ESTACIONES TIPO

Las estaciones tienen distintas funciones. Las hay de paso, terminales o de combinación. Las obras que deben tener lugar en cada caso dependen del tipo de estación. En primer lugar debe tenerse en cuenta la profundidad; luego, si la estación tendrá andenes centrales o laterales; y, por último, la cantidad de vestíbulos de los que dispondrá para el acceso hacia y desde la calle.

La profundidad determina el procedimiento de

construcción. Es decir, si será a cielo abierto (cut and cover) o en caverna. Las profundidades son: superficial, profunda e intermedia. Para las dos primeras se adoptan respectivamente los procedimientos a cielo abierto y caverna; para la de profundidad intermedia pueden aplicarse ambas según los condicionantes particulares del sitio, así como los gálibos, de 2,60 metros o de 3,10 metros.

En Buenos Aires se ejecutaron excavaciones a cielo abierto con corte total de calles (estación Tronador), con corte parcial (estación Humberto Primo) y en caverna (estaciones Once y Corrientes). El método empleado en la extensión de la Línea A ha sido efectivo como técnica de cielo abierto. El empleado en la estación Corrientes de la Línea H ha sido efectivo como técnica de excavación en caverna con bajo impacto en superficie.

Una estación construida a cielo abierto es más económica que una construida en caverna cuando la profundidad de la vía no es demasiado importante y si no se consideran algunos costos sociales inevitables, como las alteraciones al tránsito y las molestias a los vecinos.

Las estaciones a cielo abierto, aplicables fuera del macrocentro, presentan una vulnerabilidad mayor por circunstancias que pueden ser presupuestarias, de las propias empresas contratistas o de otro tipo.

Entre las estaciones en caverna hay varias alternativas:

• **Caverna Intermedia (CI):** es una solución considerada principalmente para cotas de nivel de riel de no más de 15 metros de profundidad. El vestíbulo principal se ubica en un entrepiso dentro de la estructura de la caverna principal. Es la solución que se adopta cuando el trazado puede realizarse a una profundidad intermedia, pero la arteria en la que se ubica es de gran volumen de tránsito de superficie en el macrocentro o el microcentro o cuando existe algún otro condicionante urbano o por interferencias en el subsuelo, que impide la construcción en el método “cut & cover”.

• **Caverna Profunda (CP):** es considerada para las estaciones en las que el nivel de riel se sitúa a una profundidad mayor de 14 metros. Los vestíbulos se construyen separados de la caverna principal, a menores distancias del nivel de la vereda y con

el método “cut & cover” por lo general. Dentro de la caverna existe un entrepiso a modo de espacio intermedio únicamente de circulación.

• **Cut & Cover Superficial (US):** esta tipología fue considerada para estaciones cuya poca profundidad no admite la incorporación de un vestíbulo en un entrepiso por sobre el nivel del andén. De esta manera, los vestíbulos se localizan en posiciones laterales a los andenes.

• **Cut & Cover Intermedia (UI):** es considerada para cotas de nivel de riel no mayor de 15 metros de profundidad y cuando las características urbanas o de interferencias permiten el corte temporal, total o parcial de la calzada.

• ESTACIONES DE COMBINACIÓN TÍPICAS

En las estaciones de combinación se distingue entre las de andén central y aquellas en que una de las estaciones tiene un andén central y la otra cuenta con andenes laterales. Como criterio general, una combinación entre estaciones en la que al menos una de ellas es de andén central es más eficiente, ya que permite que las conexiones entre andenes se realicen en forma más sencilla mediante un pasillo de vinculación que se inicie en la punta del andén central y permita salvar el desnivel dentro del “pantalón” de transición al túnel de dos vías.

• SECCIONES DE TÚNEL

Para definir las secciones típicas de los túneles se tuvieron en cuenta, además del gálibo seleccionado para la formación rodante, las siguientes variantes:

• **Cantidad de vías:** depende de las características generales del trazado y de la función específica del tramo, como por ejemplo la posibilidad de funcionar como cochera.

• **Método constructivo:** depende principalmente de la ubicación altimétrica del tramo y las características del subsuelo.

• También puede variar en función de **condicionantes urbanísticos** como, por ejemplo, la decisión de no interferir durante las obras con el tránsito de superficie en el Área Central.

^[36] Travesía de la vía.



**EVALUACIÓN
DE LAS
ALTERNATIVAS**

9.

EVALUACIÓN DELAS ALTERNATIVAS

¿CÓMO SE EVALÚAN LAS ALTERNATIVAS?

La modelización de las alternativas para el subte no resuelve por sí misma cuál es la mejor. ¿Es la que atrae la mayor cantidad de pasajeros? ¿La que tiene el menor costo de ejecución? ¿La que depara los mejores resultados técnicos y económicos? Develadas esas dudas, surgen otras. ¿Sobre cuál alternativa debe basarse la decisión? ¿Elegir un criterio para la realización implica dejar de lado otros igualmente razonables?.

La modelización de las alternativas para el subte no resuelve por sí misma cuál es la mejor. ¿Es la que atrae la mayor cantidad de pasajeros? ¿La que tiene el menor costo de ejecución? ¿La que depara los mejores resultados técnicos y económicos? Develadas esas dudas, surgen otras. ¿Sobre cuál alternativa debe basarse la decisión? ¿Elegir un criterio para la realización implica dejar de lado otros igualmente razonables?.

El método para encontrar la mejor alternativa debe partir de análisis que combinen criterios múltiples (AMC) para medir el cumplimiento de objetivos, a veces complementarios, otras veces contrapuestos, cuya importancia es relativa para el decisor. Este procedimiento es valioso cuando las evaluaciones

socioeconómicas no incorporan adecuadamente algunas variables que inciden en la decisión, como los aspectos territoriales, estratégicos de planeamiento o sociales. El PETERS intenta responder a objetivos múltiples, razón por la cual la aplicación de los AMC es apropiada.

Uno de los elementos esenciales del proceso de planificación son las instancias de evaluación en las que se determinan los méritos de cada alternativa respecto de criterios prefijados. En la planificación del transporte es habitual distinguir tres instancias:

• **Evaluación técnica u operacional:** establece si la alternativa en estudio satisface el objetivo propuesto. Por ejemplo, mejorar los tiempos de viaje o reducir la saturación de un corredor.

• **Evaluación económica:** determina la relación entre los recursos económicos que se generarían (beneficios) y los requeridos (costos).

• **Evaluación financiera:** establece si los ingresos de caja potenciales de la alternativa compensarán los egresos por su instalación y funcionamiento.

Estos métodos se basan sobre los principios de análisis económico tradicional. Cuando comenzaron a utilizarse en proyectos públicos se detectaron algunas dificultades

conceptuales y prácticas; entre ellas, que no todos los efectos positivos y negativos de un proyecto pueden medirse en términos de costo-beneficio.

La relación costo-beneficio como indicador de las alternativas implica suponer que la sociedad es homogénea y que los grupos de beneficiarios coinciden con aquellos que pagan los costos del proyecto, ignorando el impacto de la redistribución. Por ello, en la relación entre beneficios y costos deben evaluarse en forma individual los grupos sociales relevantes.

Las dificultades aparecen cuando se tratan planes globales de transporte o proyectos con objetivos diversos, a veces conflictivos entre sí. Éstos no sólo deben mejorar las condiciones de movilidad de la población, sino también preservar el ambiente y los valores urbanísticos de la ciudad. De ahí que deban analizarse mediante criterios múltiples. Esta metodología sirve para medir el aporte de cada alternativa para alcanzar el conjunto de metas establecidas y, finalmente, ponderar los resultados para obtener el índice de mérito sobre el que se basará la decisión.

El AMC admite diferentes enfoques. Para el Subte se emplea un modelo de funciones de preferencia multi-atributo medible, apoyado en la Teoría de la Utilidad Multi-Atributo. Se admitió, además, la simplificación de que las utilidades son aditivas³⁷. La ponderación de los atributos se realiza mediante jerarquización analítica, basada en la metodología de Thomas Saaty³⁸. El modelo propone que la alternativa “a” es más eficaz que la “b” si el puntaje obtenido por la “a” supera el de “b”. La normalización depende de medir el desempeño respecto de la Alternativa 0 (AO)³⁹.

LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La expansión del subte impacta en amplios sectores de la sociedad por el monto de la inversión y del endeudamiento; la impronta en el territorio y el cambio de las relaciones espacio-tiempo.

La definición de los criterios de evaluación entre las alternativas es delicada.

- Debe reflejar la voluntad de la sociedad y tener

coherencia entre la voluntad ciudadana y los criterios empleados.

• Los criterios deben ser pertinentes con el problema planteado. Las mejoras de la infraestructura podrían despertar expectativas excesivas. Por ejemplo, la prolongación de la Línea E a Plaza de los Virreyes muestra que, hasta ahora, los resultados han sido más modestos de lo previsto.

• Los criterios deben ser medibles con un esfuerzo razonable. De nada sirve proponer objetivos cuya medición requiera sistemas de información estadística y geográfica inexistentes o muy costosos.

Los criterios de evaluación se desagregan en un nivel político y dos niveles técnicos. El nivel político es el más importante, porque articula las decisiones estratégicas con las políticas de Estado. En esta instancia se puede plantear preguntas como: ¿es más importante la vinculación interna del Área Central o brindar mayor cobertura a escuelas y universidades?.

El nivel técnico 1 desagrega los objetivos generales para asegurar la afectación de los recursos. Por ejemplo, se pueden plantear estas preguntas: ¿Son equivalentes las escuelas y las universidades desde el punto de vista del transporte? ¿Cuáles generan más viajes? ¿Cuáles son más críticas para el sistema del Transporte Colectivo Público (TCP)?.

El nivel técnico 2 define las acciones para el cumplimiento de los objetivos y las métricas que deben emplearse. Por ejemplo, se pueden plantear estas preguntas: ¿Servir a una universidad es tener estaciones del subte a distancia peatonal o a un viaje en colectivo de distancia? ¿Cuál es la distancia peatonal?⁴⁰.

EL NIVEL POLÍTICO

El Plan Urbano Ambiental (PUA) es la expresión más acabada de las políticas de Estado de la Ciudad en materia de intervenciones para su desarrollo. El PUA, elevado a la Legislatura en 2002, ha sido producto de un trabajo colectivo, interdisciplinario y multipartidario⁴¹. Para la valoración multicriterio, ante la falta de un plan de transporte con objetivos sectoriales precisos, se

^[1] "MAUT-Multiattribute Utility Theory", Figueira, José; Salvatore, Greco; Ehrgott, Matthias, Capítulo 7, Subcapítulo 5, 2005.

^[2] "The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision Making", Figueira, José; Salvatore, Greco; Ehrgott, Matthias, Capítulo 9, 2005.

^[3] a > b = ∑i=1,n ai(x) > ∑i=1,n bi(x)

^[4] Donde

^[5] j: es el atributo o criterio analizado;

^[6] n: es la cantidad de criterios;

^[7] a, b: son las alternativas a y b. En el estudio hay tantas alternativas como redes analizadas (alternativas 0, PETERS 1 o PETERS 3);

^[8] aj: es el desempeño de la red "a" para el criterio "j". Por ejemplo, en algún caso podrá ser la cantidad de pasajeros en el Subte para la red "a";

^[9] u_j(x): es la función de normalización aplicada para el criterio "j". Otorga un puntaje entre un valor de -100% y +100% para la alternativa analizada "x". La normalización también depende del desempeño de las otras alternativas analizadas.

^[10] _j: es la ponderación que corresponde al criterio "j". Es un valor entre 0% y 100%. La suma de todos los _j da 100%.

^[11] La normalización: medir el desempeño respecto de la AO. La fórmula de normalización permite que el puntaje obtenido por cada red alternativa y para cada criterio quede expresado por un valor contenido entre -100% y 100%. La normalización sirve, entre otras cosas, para que un exceso de puntos según un criterio no compense una falta en otros.

^[12] La fórmula empleada para la normalización es: u_j(a_i) = (a_i - a_0) / (max(a_j, p, r, q) - min(a_j, p, r, q))

^[13] Donde u_j(a_i) es la función de normalización aplicada para el criterio "j" en la red "a";

^[14] AO_j: es el desempeño de la red "AO" según el criterio "j";

^[15] : los desempeños de las redes "a", "b", "c" y "AO" según el criterio "j";

^[16] Mejor (max(a_j, p, r, q)): es la medición que obtiene el máximo puntaje (100%). En los casos en que el indicador es creciente (el mejor puntaje es para la que obtiene el mayor valor en la medición) será el máximo de los valores considerados. A veces, el indicador es decreciente (el mejor es el menor); por ejemplo, para la cantidad de pasajeros rechazados. En ese caso, el mejor será el menor de los valores.

^[17] Peor (min(a_j, p, r, q)): es la medición que obtiene el más bajo puntaje (0%). En los casos en que el indicador es creciente (el peor puntaje es para el menor) será el mínimo de los valores considerados. A veces, el indicador es decreciente (el peor es el mayor). En ese caso, el peor será el mayor de los valores. Adicionalmente, si el que obtiene el máximo puntaje es "AO", que por definición obtiene 0%, entonces el peor porcentaje pasa a ser -100%.

^[18] Como corolario se obtiene que:

^[19] para todo j;

^[20] Si u_j(a) = 0%: la red "a" no produce mejoras según el criterio "j" respecto de AO;

^[21] Si u_j(a) > 0%: la red "a" produce mejoras según el criterio "j" respecto de AO;

^[22] Si u_j(a) < 0%: la red "a" empeora la situación según el criterio "j" respecto de AO;

^[23] Incluir la red AO en la fórmula de normalización tiene como ventaja moderar el efecto de pequeñas diferencias entre los resultados de las mediciones, que en lo conceptual son insignificantes. Si las alternativas son parecidas entre sí, podrían no observarse diferencias significativas entre los resultados de las redes propuestas.

^[1] PETERS.

^[2] CoPUA (2002), "Plan Urbano Ambiental, Documento Final", Consejo del Plan Urbano Ambiental, Secretaría de Planeamiento Urbano, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

tradujeron los lineamientos del PUA para la mejora de la red del subte.

De acuerdo con el PUA, el Área Central está delimitada por las avenidas y calles Ramos Mejía, Maipú, Santa Fe, Pueyrredón, Rivadavia, Entre Ríos, Belgrano, Lima, Brasil, Rawson de Dellepiane, Achával Rodríguez, Int. Hernán Giral, Antártida Argentina, Quartino, T. A. Edison, Ramón Castillo, Antártida Argentina y Ramos Mejía.

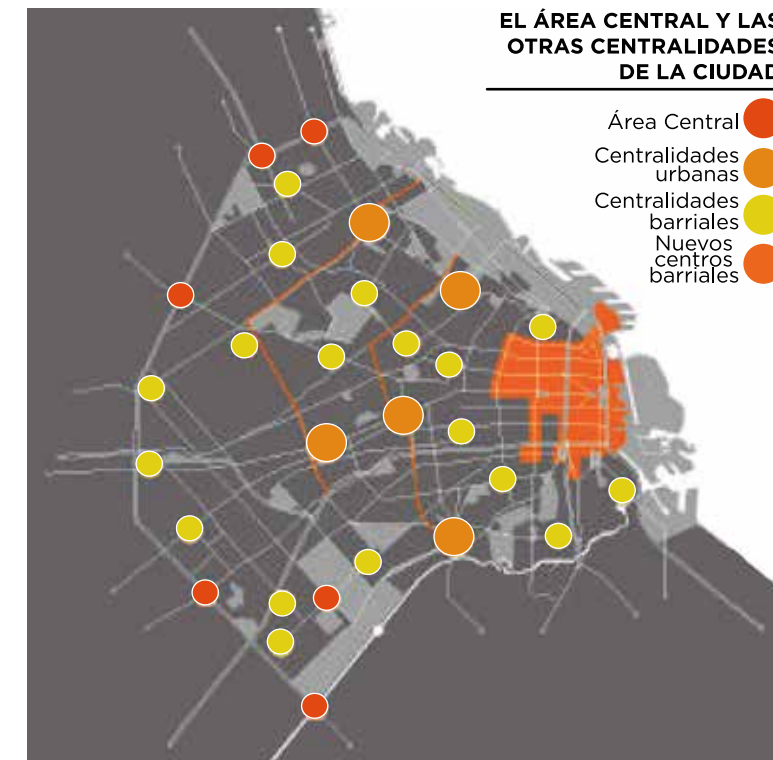


Fig. 1 El Área Central y las otras centralidades de la Ciudad.
Fuente: GCBA (2002, "Documento Final del PUA", Consejo del Plan Urbano Ambiental, Secretaría de Planeamiento Urbano, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Los objetivos del nivel político fueron los siguientes:

- **Objetivo 1:** mejorar la movilidad interna del Área Central, incluyendo Catalinas Norte, el Casco Histórico y Puerto Madero, y favorecer la circulación a pie y en bicicleta.
- **Objetivo 2:** mejorar la vinculación del Área Multimodal de Retiro-Puerto Nuevo con el Área Central.
- **Objetivo 3:** mejorar la vinculación de los Centros de

Escala Urbana y los corredores de alta densidad con el Área Central.

- **Objetivo 4:** posibilitar en el futuro la vinculación de los centros urbanos cercanos de los partidos del sur del Área Metropolitana con el Área Central.
- **Objetivo 5:** mejorar la cobertura con colectivos de hospitales, escuelas, universidades, oficinas públicas y demás establecimientos de uso masivo de la ciudad.
- **Objetivo 6:** mejorar la eficiencia y la calidad de la movilidad en la ciudad.
- **Objetivo 7:** mejorar la calidad del medio ambiente.

Los cuatro primeros objetivos son de tipo territorial, mientras que los tres últimos son generales. El enfoque adoptado en el PETERS fue apoyarse en el PUA, puesto que provee una visión actualizada e integral estratégica.

EL NIVEL TÉCNICO 1

Los objetivos 3 y 5 del nivel político admiten una desagregación para responder mejor a los problemas que plantean.

En cuanto al Objetivo 3, el PUA propone mejorar la vinculación entre los Centros de Escala Urbana de Palermo y Belgrano (Corredor Norte), Caballito y Flores (Corredor Oeste) y Nueva Pompeya (Corredor Sudoeste) con el Área Central, pero la situación de partida de cada uno de ellos es diferente:

- El Corredor Norte tiene la cobertura de la Línea D y varios ferrocarriles permiten una vinculación directa de las áreas suburbanas con el Área Central.
- El Corredor Noroeste, servido por la Línea B, es atravesado por el Ferrocarril San Martín, lo que permite la vinculación con el Área Central.
- El Corredor Oeste es servido por la Línea A y el Ferrocarril Sarmiento, que llega al límite del Área Central.
- El Corredor Sudoeste contará a mediano plazo con la Línea H. La cobertura hacia el Área Central que brinda el

ZONAS DENSAS EN TONOS OSCUROS



CORREDORES ADOPTADOS PARA EL ANÁLISIS

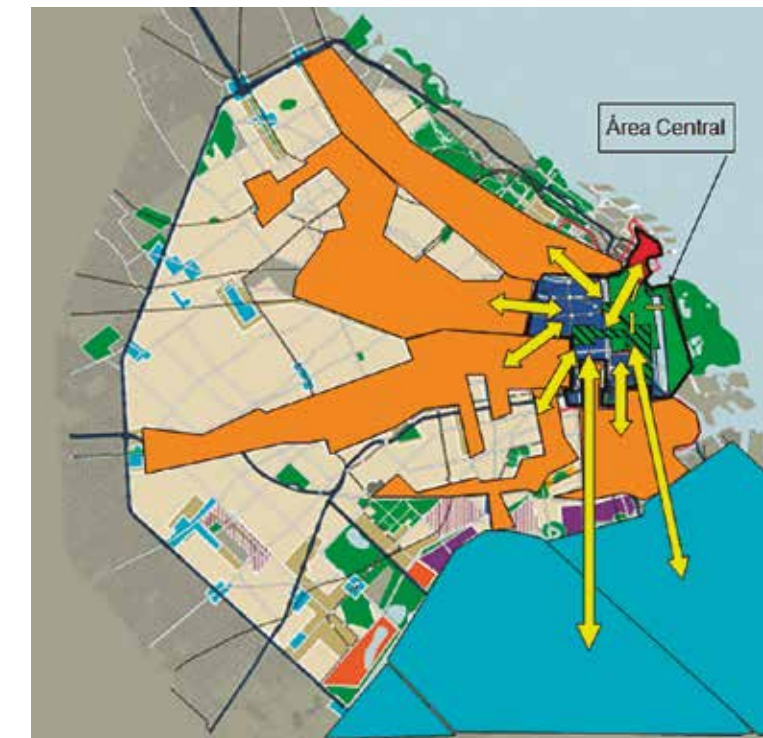


Fig. 2 Cinco corredores densos de la Ciudad
Fuente: PUA Documento Final, CoPUA (2002)

Ferrocarril Belgrano Sur es insuficiente.

- El Corredor Sur no cuenta con líneas de Subte ni con cobertura ferroviaria significativa dentro la ciudad. El área suburbana al sur del Riachuelo se vincula con el Área Central por medio del Ferrocarril Roca y la Línea C, ambos combinados.

Si bien el territorio comprendido por los corredores sudoeste y sur es menor que los demás, con la idea de dar un tratamiento equitativo se decidió analizar cada corredor y ponderar el desempeño de cada red con el siguiente criterio: "El peso de cada corredor es proporcional a los viajes que no se hacen en subte con la demanda del año 2006". Este criterio pone la mirada sobre lo que podría denominarse "demanda no satisfecha por el subte", que es la demanda potencial en caso de mejorar el servicio o disponer de líneas nuevas.

El Corredor Norte es el que cuenta con la mayor demanda potencial de viajes al Área Central que no se realizan en el subte, con un valor cercano a la suma de los dos corredores que le siguen, el noroeste y el oeste.

En la situación A0, la Línea H ya llega a Sáenz, por un lado, y a Las Heras, por el otro, lo cual justifica el bajo número de viajes (843) que se realizan sin el subte en el Corredor Sudoeste. Por el contrario, el Corredor Sur sigue sin cobertura, lo cual le asigna un valor casi siete veces mayor que para el Corredor Sudoeste y con el que es comparable por tener un tamaño y una densidad similares.

En cuanto al Objetivo 5, referido a la mejora de la cobertura de hospitales, escuelas, universidades, oficinas públicas y demás establecimientos de uso masivo de la ciudad, se analizó por separado cada tipo de establecimiento. Se consideraron 614 establecimientos, de los cuales la mayoría corresponde a escuelas de nivel primario y secundario. Estos generan poco más de 300.000 viajes en la hora pico (de 18 a 19 h).

EL NIVEL TÉCNICO 2

En este punto se tradujeron los objetivos en acciones y se asociaron las métricas con las que se mide el desempeño de las redes. A veces, un objetivo estuvo

asociado con varias acciones y, a su vez, una acción estuvo asociada con varias métricas. Por ejemplo:

- **Objetivo:** mejorar la calidad del medio ambiente.
- **Acción:** minimizar el impacto ambiental durante la obra y la operación.
- **Métrica:** indicador resultante de la Matriz de Impacto Ambiental.

Una métrica identifica las variables pertinentes y las combina en una fórmula que conduce a un valor numérico. Para simplificar el tratamiento se definieron un conjunto de métricas empleadas para evaluar el cumplimiento de diferentes objetivos, variando el campo de aplicación. Se denominan M1, M2,..., hasta M25.

El signo (+) o (-) al término de la descripción de cada métrica indica si el resultado es mejor cuanto mayor es el valor numérico o lo contrario.

Para entender el significado de la métrica Beta k, cabe explicar en qué consiste el índice Beta y cómo se construye el Beta k a partir de aquí⁴².

El Beta es una medida topológica de la estructura de una red y se expresa como: $\beta = \frac{\text{arcos}}{\text{nodos}}$

Donde:

- **Nodos:** dada una red del subte, los nodos son los extremos de línea y los puntos de combinación (transbordo) entre líneas.
- **Arcos:** son las vinculaciones entre dos nodos por una línea del subte. En algunos casos, un arco es la vinculación de un nodo consigo mismo, como ocurre en los bucles (loops) en los cuales un tramo de línea sale de una estación, efectúa un recorrido y vuelve a la misma estación. Por ejemplo, una red con 10 arcos y 5 nodos tiene un Beta = 2. A mayor Beta, mayor es la conectividad de la red. A igual cantidad de nodos, una red con 20 arcos permite conectar en forma más directa esos nodos que una red con 10 arcos.

La aplicación del Beta k requiere de dos parámetros: la cantidad de transbordos admisibles y un punto o zona de ubicación. El indicador Beta k (métrica M4) se distingue de su par Beta a secas porque intenta reflejar la perspectiva del pasajero que admite hacer una cantidad “k” de transbordos o combinaciones para ir de su origen a su destino.

Si, por ejemplo, k vale 1, se supone que el usuario ubicado en un lugar de la red sólo “ve” la red que está a 1 combinación de distancia. El resto de las líneas no estaría a su disposición. Sobre la red distante a k combinaciones se calcula el Beta a secas.

ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 1

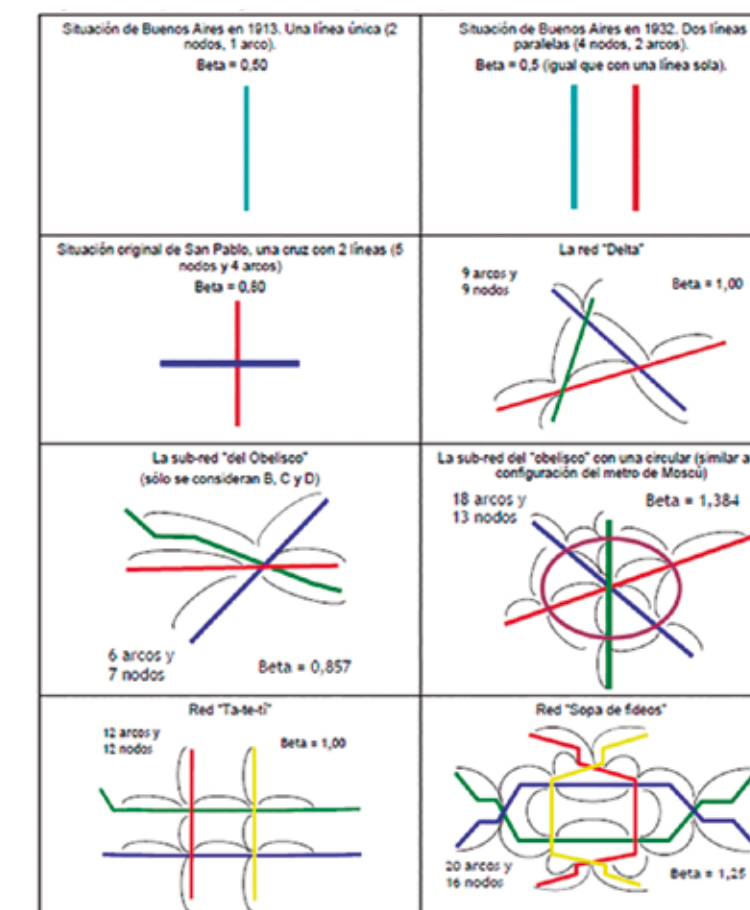
| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|--|---|---|
| 1-1: Mejorar la movilidad interna del área central | A. Aumentar la conectividad de la red del Subte en el Área Central. | M4. Beta k de la red del Área Central, para k=1. (+) |
| | B. Aumentar los puntos de acceso a la red del Subte en el Área Central. | M5. Cantidad de estaciones de la red considerada en M4. (+) |
| | C. Aumentar la demanda de viajes en Subte en el Área Central. | M3. Cantidad de viajes en subte en el Área Central. (+) |

Fuente: PETERS.

La métrica M4 está relacionada con la M5, que cuenta la cantidad de estaciones de la red, alcanzable con una combinación a lo sumo, como en M4. A igual Beta k sobre el mismo territorio, un mayor número de estaciones indica una mejor cobertura del territorio.

Una posibilidad es determinar la cantidad de trasbordos k a partir de la predisposición y de los hábitos de los usuarios, recurriendo a valores estadísticos. La posición analítica es emplear valores bajos de k, iguales a 1 o 2, porque miden la red accesible como un parámetro de calidad, independientemente del comportamiento de los usuarios. Si los valores fueran altos, 3 o 4, probablemente toda la red sea accesible desde cualquier lugar. En ese caso, Beta k coincidiría con B, perdiendo relevancia como indicador.

DESEMPEÑO DE ALGUNAS REDES ESQUEMÁTICAS PARA EL INDICADOR BETA



En el PETERS se adoptó k=1 combinaciones, como se observa a continuación:

Las acciones y las métricas del Objetivo 4 difieren en la forma de las del Objetivo 3 porque se refieren a las posibilidades futuras de desarrollo del subte al sur de la ciudad de Buenos Aires y su expansión hacia los partidos de Avellaneda y Lanús. Así, las acciones combinan esa posibilidad de expansión y aspectos más inmediatos, como aumentar la demanda de viajes provenientes de esos partidos.

La expansión de la red hacia el sur se medirá con la cantidad de líneas que tendrá una terminal próxima al Riachuelo, con una configuración que admita la prolongación.

Sobre la respuesta de la red recomendada a la demanda de esos partidos en un plazo más inmediato, la métrica M8 consideró la cantidad de estaciones próximas al Riachuelo utilizadas para viajar entre éstas y el Área Central. La métrica asigna mayor puntaje a las redes que dispongan de estaciones próximas al Riachuelo para consolidar la demanda que el Subte capta en esos corredores. En el futuro se multiplicará cuando esas líneas sean prolongadas en el territorio provincial.

La métrica M9 mide la cantidad de viajes que se realizan entre el Área Central y Avellaneda o Lanús. Estos son los viajes que se realizan teniendo como una etapa al subte, aun cuando las líneas no superen el Riachuelo. Es una medida de la demanda “piso” que tendrían esas líneas en caso de cruzar hacia el sur.

La cobertura de los establecimientos de uso masivo, abordada por el Objetivo 5, es relevante por la eficiencia económica y ambiental que sugiere que, al haber un lugar (“establecimiento”) que concentra muchos extremos de viaje (“de uso masivo”), es más razonable canalizar esos viajes en modos de transporte colectivo que en forma individual.

También es importante el perfil de los usuarios asociado con estos establecimientos, ya que pueden constituir una franja de demanda cautiva del TCP o, al menos, con una alta tasa de preferencia por el TCP. El caso más evidente de demanda cautiva es el de los estudiantes de primaria

⁴² Para más información: <http://www.geo.puc.cl/laburb/atlas.html>

y secundaria que, al no contar con permiso de conducir, deben emplear el TCP si viajan solos.

En el ámbito universitario y terciario, el uso de TCP también está muy difundido, en particular si las sedes educativas están en el Área Central o en sus alrededores. Luego está el caso de los usuarios sin vehículo propio o que, en caso de tenerlo, no están en condiciones de afrontar los gastos inherentes a su uso diario o regular. De un modo u otro, los establecimientos de uso masivo tienen aptitudes ideales para ser servidos con sistemas de transporte colectivo y eventualmente masivo.

El método adoptado para medir el desempeño de esa cobertura fue contar la cantidad de viajes generados por los establecimientos de estas características ubicados a menos de 600 metros de una estación del subte, lo que se entiende como una distancia peatonal razonable.

Los viajes generados por un establecimiento de uso masivo se calcularon a partir del Trip Generation Handbook⁴³ en el que se definen los viajes que produce un establecimiento según su uso. De esta forma, mediante un Sistema de Información Geográfica, se obtuvieron los viajes generados por establecimientos en un radio de 600 metros de cada estación del subte. La suma de esos viajes es la métrica M10.

En rigor, nada indica que esos viajes se realicen exclusivamente en subte ni en TCP. El principio rescatado es el aumento de la cobertura. Se infiere que una red con una mayor cantidad de viajes de establecimientos en su radio directo de influencia tiene una mayor aptitud y probabilidad de captar viajes para el subte, pero también para el TCP.

El Objetivo 6, cuyo propósito es mejorar la eficiencia y la calidad de la movilidad en la ciudad, requiere cuatro áreas de análisis: mejorar la disponibilidad y calidad de la oferta, la eficiencia técnica y la eficiencia financiera.

• 6.1 Mejorar la disponibilidad de la oferta

El principio es asegurar la posibilidad de acceder al subte. Por un lado, se prevé aumentar la población y el empleo cubiertos por el subte. La idea es medir la aptitud de cada red para ofrecerse como modo de

transporte, dejando todo lo demás constante. Esto se hizo contando la cantidad de usuarios potenciales en su zona de influencia. Se tomó como cobertura directa a todos los puestos de trabajo y hogares a una distancia peatonal de las estaciones igual o menor a 600 metros. En determinadas circunstancias las estaciones próximas no alcanzan para asegurar la disponibilidad de la oferta, las formaciones van repletas de pasajeros (“a la capacidad”). Las consecuencias son diversas, desde dejar pasar varios trenes o encontrar un lugar donde acomodarse, hasta optar por otros modos de transporte. La demanda de viajes supera a la oferta en ese tramo, produciendo un rechazo de viajes.

La condición suficiente para asegurar la disponibilidad de la oferta es que, además de haber estaciones próximas, no haya rechazo o éste sea mínimo. La métrica adoptada es la M13 en lo referido a la cantidad de viajes rechazados sobre el total de viajes en el subte. El estándar de confort adoptado fue de cinco pasajeros por metro cuadrado.

• 6.2 Mejorar la calidad de la oferta

La calidad de la oferta avanza un paso más en la evaluación, procurando que mejore la de referencia (A0). Ello guarda relación con la reducción del tiempo de viaje. Es uno de los aspectos sobre los que se espera un gran salto cualitativo.

En segundo lugar, la mejora de la calidad de la oferta apunta a que las líneas de la red recomendada estén lo más alineadas posible con las líneas de deseo de los viajes. Ello surge de reconocer que un viaje directo es de mejor calidad que uno con combinaciones. La métrica considerada es M15, que consiste en la relación entre los viajes en subte y la cantidad de transbordos o combinaciones entre sus líneas. El valor resultante queda acotado por 1 para el caso en el que todos los viajes son combinados (el peor caso) e infinito (el caso de la red de línea única) donde ninguna combinación es posible y, en consecuencia, el denominador se anula.

Como corolario se obtiene que si para el caso de la red de línea única el valor de M15 es infinito, el valor de M15 sólo puede decrecer al aumentar las cantidades de líneas o puntos de combinación de la red.

ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 2 - AMRPN

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|--|---|--|
| 2-1: Mejorar la vinculación del área multimodal de retiro-puerto nuevo con el área central | A. Aumentar la conectividad de la red del Subte entre el AMRPN y el Área Central. | M4. Beta de la red de Subte que conecta al AMRPN con el Área Central, con k=1 (una combinación). (+) |
| | B. Aumentar los puntos de acceso a la red del Subte entre el AMRPN y el Área Central. | M5.: Cantidad de estaciones de la red considerada en M4. (+) |
| | C. Aumentar la demanda de viajes entre el AMRPN y el Área Central. | M6.: Cantidad de viajes en subte entre el AMRPN y el Área Central. (+) |

Fuente: PETERS.

ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 3 PARA CADA CORREDOR

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|---|--|---|
| 3-1: : Mejorar la vinculación del corredor n con el área central. | A. Aumentar la conectividad de la red del Subte entre el Corredor n y el Área Central. | M4. Beta de la red de Subte que conecta al Corredor n con el Área Central, con k=1 (una combinación). (+) |
| | B. Aumentar los puntos de acceso a la red del Subte del Corredor n y el Área Central. | M5. Cantidad de estaciones de la red considerada en M4. (+) |
| | C. Aumentar la demanda de viajes en el Subte del Corredor n y el Área Central. | M6. Cantidad de viajes en subte entre el Corredor n y el Área Central. (+) |

Fuente: PETERS.

ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 4

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|---|---|---|
| 4-1: Posibilitar a futuro la vinculación de los centros urbanos cercanos de los partidos del sur con el área central. | A. Permitir prolongación/es con sencillez hacia Avellaneda o Lanús en una etapa posterior. | M7. Cantidad de líneas con posibilidad de prolongación hacia Avellaneda o Lanús y conectadas con el Área Central. (+) |
| | B.) Aumentar los puntos de acceso a la red próximos al Riachuelo que, mediante trasbordo o no, permiten llegar a Avellaneda o Lanús desde el Área Central. | M8. Cantidad de estaciones próximas usadas para llegar a Avellaneda o Lanús. |
| | C. Aumentar la demanda de viajes en Subte entre Avellaneda o Lanús hacia el Área Central. | M9. Cantidad de viajes en subte entre Avellaneda o Lanús y el Área Central. (+) |

Fuente: PETERS.

⁴³ A falta de información más detallada, se emplearon las tasas de generación para cada tipo de establecimiento del “Trip Generation Handbook-6th edition”, Institute of Transport Engineering-ITE, 1997.

ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 5

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|---|--|--|
| 5-1: Mejorar la cobertura Z de la salud. | A. Cubrir los principales hospitales públicos y/o privados. | M10. Cantidad de viajes generados por un hospital o clínica ubicada a menos de 600m de una estación del Subte. (+) |
| 5-2: Mejorar la cobertura Z de la educación. | A. Cubrir los principales centros educativos públicos y privados de nivel primario y secundario. | M10. Cantidad de viajes generados por una escuela primaria o secundaria a menos de 600m de una estación del Subte. (+) |
| | B. Cubrir los principales centros educativos públicos y privados de nivel terciario y universitario. | M10. Cantidad de viajes generados por una universidad a menos de 600m de una estación del Subte. (+) |
| 5-3: Mejorar la cobertura Z de oficinas públicas y servicios. | A. Cubrir los principales edificios de oficinas públicas y servicios. | M10. Cantidad de viajes generados por oficinas públicas y de servicios a menos de 600m de una estación del Subte. (+) |
| 5-4: Mejorar la cobertura Z de centros comerciales. | A. Cubrir los principales centros comerciales (a cielo abierto o no). | M10. Cantidad de viajes generados por un área comercial (CCCA o shopping) a menos de 600m de una estación del Subte. (+) |

La alternativa A0 tendrá el mayor y mejor valor de M15, dado que las nuevas alternativas contarán con más combinaciones posibles y las demás redes tendrán mediciones inferiores. La mejor red, según este criterio, será aquella en la que M15 se reduzca lo menos posible o aquella con el indicador más cercano al valor de A0. La mejora de la calidad de la oferta busca también la desconcentración de las estaciones a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, en los transbordos de las estaciones del Obelisco (Carlos Pellegrini-Diagonal Norte-9 de Julio).

Una red con una distribución más equilibrada de las subidas y bajadas de las formaciones del subte conduce a diseños de infraestructura más homogéneos y evita

⁴⁴ El índice Gini es utilizado para medir en forma sintética la disparidad de valores que toma una variable. Un coeficiente de Gini nulo implica una distribución equitativa: la variable toma el mismo valor para todos los individuos.

las solicitudes extremas localizadas, que siempre son difíciles de resolver. Para medir esta cualidad (la concentración de viajes en cada estación, contando las subidas y bajadas a las formaciones), se empleó como métrica M16 el coeficiente de Gini⁴⁴.

• 6.3 Mejorar la eficiencia técnica

La mejora de la eficiencia técnica busca emplear al sistema de TCP más competitivo. Esto se logra con un fuerte apoyo en los ferrocarriles suburbanos para los viajes radiales al Área Central. Se trata, en particular, de aprovechar el potencial que ofrece el Ferrocarril Belgrano Sur, que conecta el sudoeste con la ciudad y el partido de La Matanza, uno de los más poblados del Área Metropolitana.

Se proponen las métricas M17 y M18, que miden la cantidad de viajes en combinación entre el conjunto de los ferrocarriles y el subte, y entre el Ferrocarril Belgrano Sur y el subte, respectivamente.

También se busca que el sistema sea técnicamente racional. Por ejemplo, que la carga de pasajeros sea equilibrada para evitar sobredimensionar la flota. La métrica adoptada M12 retoma el coeficiente de Gini, empleado en la M16, y lo aplica ahora a la cantidad de pasajeros por cada tramo y sentido de la red. Un coeficiente de Gini bajo indica que la carga de la red es equilibrada.

Para que el sistema sea más racional y su operación sea más simple es conveniente enlazar líneas y así eliminar terminales. De ese modo, se obtiene el beneficio de evitar una combinación para los pasajeros que pasarían de una a otra línea y además se reducen los costos fijos de una línea. Cabe aclarar que aplicar este concepto en forma indistinta puede conducir a crear líneas muy largas, aumentando la probabilidad de demoras y, eventualmente, sobredimensionando la flota si la carga de la línea resultante no es equilibrada.

Se propuso para este caso la métrica M19, que divide la longitud de la red por la cantidad de terminales. El valor obtenido es la longitud promedio de red por cada terminal, de modo que a mayor valor de la métrica mejor calificación obtiene la red.

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|---|--|---|
| 6-1: Mejorar la disponibilidad de la oferta | A. Aumentar la cobertura del servicio. | M11. Población + empleo a menos de 600 metros de las estaciones de la red de Subte. |
| | C. Impedir el rechazo de viajes por multitud de pasajeros en los coches. | M13. Viajes rechazados/ total de viajes en subte, con ocupación > 5 pasajeros/m2. (-) |

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|---------------------------------------|--|---|
| 6-2: Mejorar la calidad de la oferta. | A. Reducir el tiempo de viaje. | M14. Suma de ahorros y pérdidas de tiempo de viaje para todos los viajes, en años/ año. (+) |
| | B. Hacer viajes más directos. | M15. Cantidad de viajes en el Subte/ cantidad de combinaciones Subte-Subte. (+) |
| | C. Desconcentrar nodos y estaciones del Subte. | M16. Coeficiente de Gini de las estaciones del Subte (ingreso + egreso + combinación). (-) |

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|-------------------------------------|--|--|
| 6-3: Mejorar la eficiencia técnica. | A. Aumentar el uso de los ferrocarriles suburbanos en recorridos radiales. | M17. Cantidad de viajes en combinación ferrocarriles-Subte, excepto el Belgrano Sur, en viajes/ HPT. (+) |
| | B. Aumentar el uso del ferrocarril Belgrano Sur. | M18. Cantidad de viajes en combinación ferrocarril Belgrano Sur-Subte, en viajes/ año. (+) |
| | C. Hacer un uso más equilibrado de la red. | M12. Coeficiente de Gini de los pasajeros por tramo de red de Subte. (-) |
| | D. Reducir la cantidad de terminales de subte. | M19. Longitud de la red/cantidad de terminales de Subte. (+) |

• 6.4 Mejorar la eficiencia financiera

Las acciones sobre la eficiencia financiera parten de

⁴⁵ La métrica para aproximar la tasa de cobertura es la M22:

$$\text{Tasa de cobertura} = \frac{\text{Recaudación}}{\text{Costos operativos}} \approx \frac{\text{Pasajero} \cdot \text{Km}}{\text{Coches} \cdot \text{Km}} \cdot \frac{\text{Tarifa}}{\text{Costo unitario}}$$

$\frac{ro - Km}{s - Km} + k = M22$
El resultado surge de aceptar que la recaudación es proporcional a los pasajeros-km; los costos operativos son proporcionales a los coches-km recorridos, y la constante $k = \text{tarifa/costo unitario}$ es una constante exógena.

que construir y operar una red de subte es costoso. Desarrollar indefinidamente una red puede sobrecargar en forma excesiva e irreversible los presupuestos públicos, conduciéndolos a una degradación del servicio en un mediano plazo.

Las acciones propuestas intentan proveer elementos que permitan distinguir a las redes por su desempeño financiero. El análisis se dividió en dos partes: infraestructura y operación.

En la primera parte, se busca maximizar la cantidad de viajes. Esto se evalúa mediante la recaudación, siendo proporcional a la cantidad de viajes (no a las etapas que computan los transbordos) en la hora pico de la tarde. Como complemento, es deseable que el uso de la infraestructura sea intensivo. La métrica M21 refiere la cantidad de viajes en el subte a la longitud de la red.

La segunda parte se orienta a aumentar la tasa de cobertura de los costos operativos. A esto le siguen dos interpretaciones posibles, según el principio tarifario empleado.

- La primera interpretación se basa en que el principio tarifario establece un valor del precio del viaje relacionado con la longitud del viaje, por lo que la recaudación dependerá de la longitud recorrida por los pasajeros (métrica M22)⁴⁵.

- La segunda interpretación se presenta cuando la recaudación está relacionada sólo con la cantidad de viajes (métrica M23)⁴⁶.

Desde 1956, cuando se dispuso la gratuidad del uso combinado de las líneas, el subte opera con un esquema tarifario coherente con la métrica M23. Sin embargo, es razonable considerar la M22 para verificar cual sería el comportamiento del sistema ante una eventual revisión del esquema tarifario.

En cuanto al objetivo 7, los aspectos ambientales, se recogieron en primer lugar los resultados de la Matriz de Impacto Ambiental. En ella, los resultados se presentan desagregados entre los correspondientes a la etapa de construcción y los que conciernen a la etapa de operación⁴⁷.

⁴⁶ Métrica M23:

$$\text{Tasa de cobertura} = \frac{\text{Recaudación}}{\text{Costos operativos}} \approx \frac{\text{Pasajeros} \cdot \text{Tarifa}}{\text{Coches} \cdot \text{Km} \cdot \text{Costo unitario}} = \frac{\text{Pasajero}}{\text{Coches} \cdot \text{Km}} + k = M23$$

⁴⁷ En los puntos b, c y d se abordan los aspectos ligados a la reducción de accidentes, de emisiones y de la congestión en superficie. La hipótesis es que en cada caso las mejoras se lograrán por una reducción de los buses-km recorridos. Una métrica posible sería la cantidad de etapas en buses producida por la modelización. Pero según el modelo de proyección de la demanda, la cantidad de viajes en el escenario 2030 varía con cada red, de modo que las etapas en bus no serían comparables entre las redes. Lo sería el cociente entre las etapas en buses en la HPT y la cantidad de viajes totales del sistema de TCP, y este constituyó la métrica M25.

Tanto para la fase de construcción como para la operación se consideraron las siguientes áreas de impacto ambiental: aire y agua; suelo; vegetación; paisaje; infraestructuras de servicio; tránsito y transporte; equipamiento educativo y de salud; servicios de higiene urbana; empleo; actividades comerciales; seguridad, y calidad ambiental.

Los efectos de la etapa constructiva están limitados en el tiempo, mientras que los de la operación se recrean año tras año. Para poner en igualdad ambos valores se estableció que los efectos ambientales de operación cuentan por diez veces sobre los de la construcción (métrica M24)⁴⁸.

Los montos de inversión o los costos de operación asociados con una u otra red no se mencionaron en los objetivos ni en las métricas. Esos costos deben tenerse en cuenta en el proceso de decisión; de hecho, se consideraron relacionando el puntaje obtenido por cada

ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 6.4

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES |
|--|--|
| 6-4: Mejorar la eficiencia financiera. | A. Maximizar el uso de la infraestructura del Subte. |
| | B. Aumentar la tasa de cobertura de los costos operativos del Subte. |
| | MÉTRICAS |
| | M20. Cantidad de viajes en el Subte, en viajes/HPT. |
| | M21. Viajes en el Subte HPT/longitud. (+) |
| | M22. Pasajeros-km del Subte/Coches-km. (+) |
| | M23. Para un esquema de tarifa plana = Pasajeros/coches-km. (+) |

Fuente: PETERS.

red en el AMC con el costo de inversión y de operación que supone cada alternativa. Se llegó a un indicador de decisión al costo de cada punto de mérito que obtuvo cada alternativa, o a su recíproco; el puntaje por cada unidad de inversión.

Antes de mostrar ese resultado hay un paso previo: obtener el puntaje que combina en forma equitativa las métricas obtenidas para cada red.

PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

Los escenarios de ponderación del nivel político deben pasar por el tamiz de la evaluación numérica de un conjunto de elementos. Para ello se utiliza la jerarquización analítica [Analytical Hierarchy Procedure (AHP)]; cada objetivo se asocia con un valor de ponderación expresado como porcentaje. La suma de esos valores debe ser 100 por ciento.

Los coeficientes surgen de una encuesta con un grupo calificado de personas. Una forma de realizar la ponderación podría ser ordenando los objetivos según su relevancia. Sin embargo, esta forma de ponderar no implica determinar el peso relativo de los objetivos ni permite determinar su importancia relativa: podría haber consenso en que el objetivo “w” es más importante que el “z”, pero la diferencia de importancia entre ambos podría ser mínima o muy grande.

El AHP reconoce que es complejo valorar más de tres objetivos en simultáneo. Para ponderar siete objetivos propone que un encuestado realice las 21 comparaciones que corresponden a la cantidad de pares distintos que pueden formarse. De ese modo se obtiene una valoración relativa de cada objetivo frente a los otros.

Un desarrollo algebraico justifica que el autovector de la matriz generada, una vez normalizado, es el vector de ponderación de los objetivos. El procedimiento arroja también un índice de consistencia que depende del autovalor asociado al autovector principal. Cuando tiende a ser del 0 por ciento, la consistencia es perfecta. Valores mayores indican un cierto grado de incoherencia entre las comparaciones. Valores de hasta el 10 por ciento son admisibles.

Para sistematizar este proceso y ayudar a los encuestados se diseñó un algoritmo que calculó la comparación que más “desentona” con el conjunto. El algoritmo orienta al encuestado hacia esa comparación para que juzgue si su valoración es la que mejor refleja su ponderación o si cree conveniente modificarla.

Tomando como escenario central “la ciudadanía”, se encuestó a 30 personas para obtener la ponderación de los objetivos del nivel político. Se seleccionaron en forma aleatoria dos individuos residentes en cada una de las 15 comunas de la ciudad de Buenos Aires. Dada la población en cada comuna (aproximadamente 200.000 habitantes), esta distribución es representativa de la población de la ciudad.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

El proceso de medición cuenta con las siguientes hipótesis:

- **Demanda TCP (Transporte Colectivo Público):** comprendida por ese indicador en 2006, obtenido de INTRUPUBA, y el cálculo para 2030.
- **Demanda de vehículos particulares y taxis:** no considerada en el modelo de demanda y, por lo tanto, no incluida en el análisis multicriterio, AMC.
- **Intervalos del subte:** en 2006 son los que hacen que

no haya pasajeros rechazados si la infraestructura y el material rodante lo permiten; para 2030 fueron fijados al mínimo que permite la infraestructura, quedando en algunos casos pasajeros rechazados.

• **Sistema de buses:** es el mismo en 2006 y en 2030. No se consideraron reestructuraciones, como la aparición del Metrobus. Para valorar el Objetivo 7 se estimó la cantidad de buses-km suprimibles en caso de una reestructuración proporcional a los pasajeros del bus que se transfirieron al subte.

• **Período de análisis:** hora pico de la tarde de un día tipo (excluyendo el período diciembre-marzo). Es el mismo para el cual se realizó la modelización. No obstante, en muchos casos se optó por publicar los resultados referidos a una unidad de tiempo anual, para la cual se multiplicaron los resultados de la hora pico por un valor apropiado para expresarlo en términos anuales. Por ejemplo, la demanda de la hora pico por 2.500 da la demanda anual. Se tomó el mismo coeficiente para todas las redes con lo que un eventual error en la estimación del parámetro se aplica por igual a todas las redes sin introducir distorsiones en la comparación.

Para el AMC propiamente dicho se tomaron como datos de entrada la ponderación de los objetivos del nivel político y las mediciones del desempeño de las redes en los horizontes 2006 y 2030. Eso da como resultado

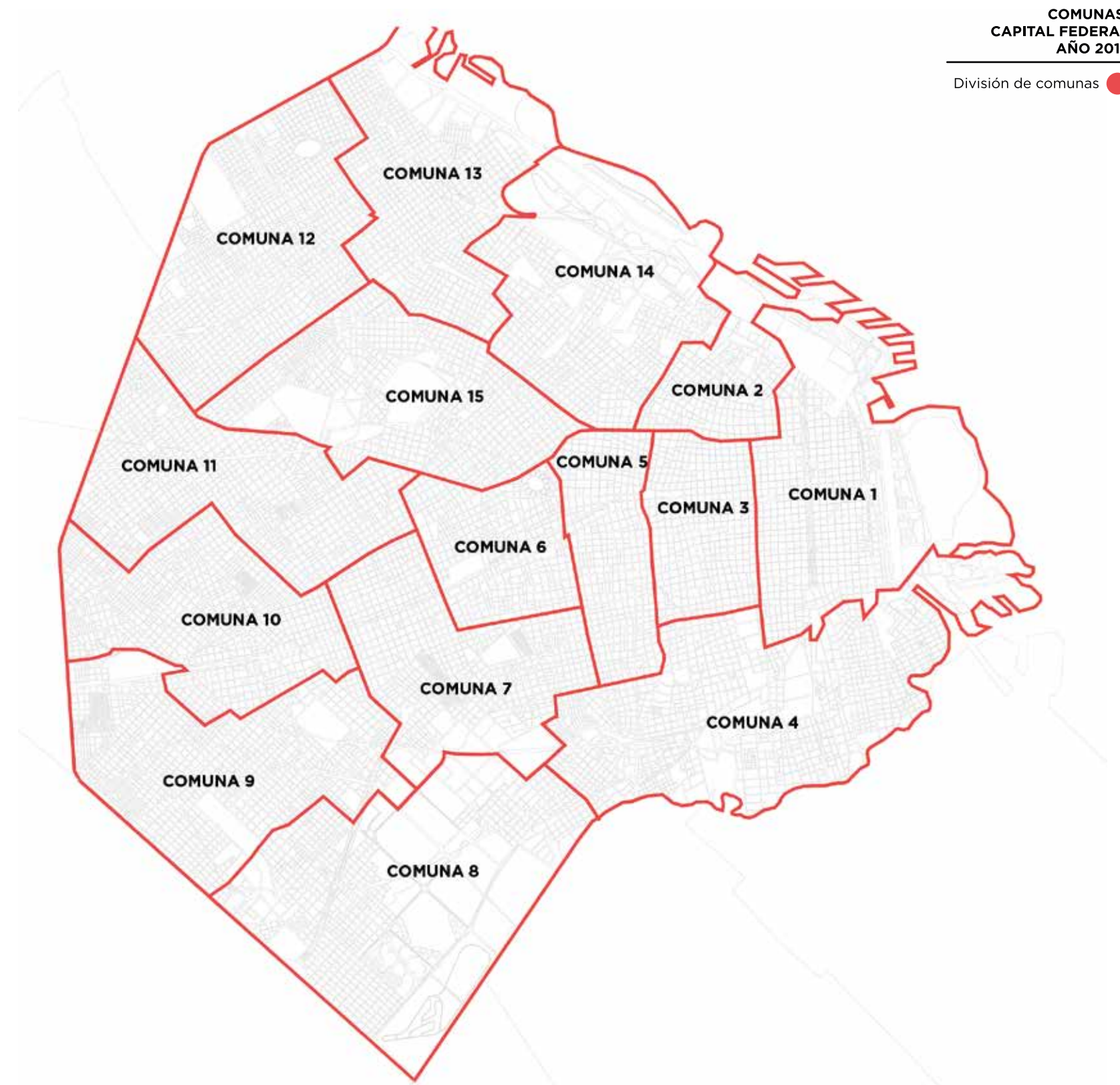
ACCIONES Y MÉTRICAS DEL OBJETIVO 7

| OBJETIVO DESAGREGADO | ACCIONES | MÉTRICAS |
|--|---|--|
| 7-1: Mejorar la calidad del medio ambiente | A. Reducir los impactos ambientales de la obra y de la operación. | M24. Indicador resultante de la Matriz de Impacto Ambiental. (+) |
| | B. Reducir los accidentes. | M25. Etapas de viaje en el sistema de buses/ viajes totales TPC. (-) |
| | C. Reducir emisiones. | M25. Etapas de viaje en el sistema de buses/ viajes totales TPC. (-) |
| | D. Reducir la congestión. | M25. Etapas de viaje en el sistema de buses/ viajes totales TPC. (-) |

Fuente: PETERS.

⁴⁸ La métrica M24 toma los valores resultantes de la Matriz de Impacto Ambiental.
 $M24 = MIA_{Estrategia} + MIA_{Operación}$

⁴⁹
 $Eficiencia(x) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j w_j (x_{ij})$
 Donde
 x: la alternativa de red considerada;
 i: el subíndice usado para nombrar a las categorías (17 en total);
 j: es la cantidad total de sub criterios que tiene cada nivel s (variable según la categoría);
 λ_j es la ponderación que corresponde al criterio j.
 $w_j(x_{ij})$ es la función de normalización aplicada para el criterio j de la categoría s.
 Adicionalmente se realiza una evaluación de eficiencia o “costo-efectividad”, calculando la relación (B/ C), donde:
 B: es el valor actualizado neto del puntaje de cada alternativa respecto de A0, actualizado al año de referencia;
 C: es el costo incurrido por cada alternativa respecto de los costos de A0, actualizados al año de referencia. Ello incluye el costo de inversión en infraestructura y material rodante y los costos de operación marginales del Subte sobre el período de análisis.



RESULTADO DE LA PONDERACIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL NIVEL POLÍTICO

| RELEVANCIA | OBJETIVOS (ordenadas por valoración decreciente) | VALORACIÓN | VALORACIÓN ACUMULADA |
|--|---|------------|----------------------|
| Los objetivos generales concentran el 66% de la atención de los encuestados. | OBJETIVO 6. Que los viajes en Subte puedan realizarse más fácil y cómodamente y que haya más posibilidades de combinaciones entre las líneas de subte y también con los colectivos y los trenes suburbanos. | 25% | 25% |
| | OBJETIVO 7. Que haya menos accidentes, menos contaminación y menos congestión vehicular. | 22% | 47% |
| | OBJETIVO 5. Que el Subte tenga una mayor cobertura de escuelas, universidades, hospitales, oficinas públicas, terminales de transporte de pasajeros de larga distancia, y demás establecimientos de uso masivo de la Ciudad. | 19% | 66% |
| Los objetivos sobre conexión entre zonas densas y el AC concentran el 24% de la valoración. | OBJETIVO 3. Que sea posible viajar en Subte desde los lugares más densamente poblados de la ciudad hacia el Área Central y viceversa. | 15% | 81% |
| | OBJETIVO 4. Que en un futuro sea posible prolongar las líneas del Subte hacia los partidos cercanos del sur como Avellaneda. | 9% | 90% |
| Los objetivos para la movilidad interna del AC ocupan el último lugar con apenas el 10% por ciento de la valoración. | OBJETIVO 1. Que sea más fácil viajar en Subte dentro del Área Central de la Ciudad. | 5% | 95% |
| | OBJETIVO 2. Que sea posible viajar en Subte desde la Terminal de Ómnibus de Retiro y de los tribunales de Comodoro Py hasta el Área Central. | 5% | 100% |

Fuente: PETERS.

la eficacia de cada red en el cumplimiento de los criterios. La eficacia es entendida como la cantidad de puntos que recoge cada red alternativa representando el cumplimiento de los objetivos planteados. A mayor puntaje, mayor será el cumplimiento de los objetivos (19) ⁴⁹.

De la comparación de la eficacia en el nivel político en 2006 surge que la Alternativa PETERS 1, la Alternativa PETERS 2 y la Alternativa PETERS 3 son, en todos los casos, mejores que la ley N° 670, excepto en la eficiencia económica, pero esta última tiene como contrapesos los estándares de disponibilidad y calidad. La ley N° 670 cuenta con el mayor número de pasajeros rechazados.

En la comparación con los datos correspondientes al año 2030 no hay diferencias significativas. El comportamiento relativo entre las redes en el corto plazo (2006) se mantiene aceptablemente inalterado en el 2030.

Si los resultados se agrupan hasta el nivel político se observa que las alternativas PETERS 1, 2 y 3 tienen siempre un mejor desempeño al de la ley N° 670 para todos los objetivos, se analice el año 2006 o el año 2030.

La brecha es muy marcada en 2006 para los objetivos 2 (Área Multimodal Retiro Puerto Nuevo), 4 (vinculación con los partidos del sur) y 5 (establecimientos de uso

masivo). En 2030 se intensifica además la brecha entre la red propuesta por la ley N° 670 y las redes PETERS para el Objetivo 6 (la calidad del sistema de transporte).

En relación con el Objetivo 1 (Área Central), las redes PETERS también son mejores que la red de la ley N° 670 en un 20 por ciento (5 puntos frente a 4 en 2006 o 4 frente a 3 en 2030).

En síntesis, el desempeño de cualquiera de las redes PETERS es superior frente al de la ley N° 670 pero, antes de llegar a la recomendación definitiva, esa conclusión debió ser validada contrastando la eficacia de las alternativas comparada con sus costos.

Las redes PETERS 1, 2 y 3 tienen resultados similares, lo cual es esperable sabiendo que tienen elementos en común que no aparecen en las demás. Son los siguientes:

- La línea del microcentro llegando a Constitución y luego hasta la calle California en Barracas (llamada J en la PETERS 1 y G en la PETERS 2 y 3).
- La prolongación de la Línea C hasta la estación Buenos Aires del Ferrocarril Belgrano Sur.
- El “loop” de la Línea C en la zona del Área Multimodal de Retiro-Puerto Nuevo.
- La prolongación de la línea de la Avenida Las Heras hasta la estación Palermo en lugar de terminarla en Plaza Italia (línea llamada J en la PETERS 1, F en la PETERS 2 y E en la PETERS 3).

También existen diferencias entre las redes PETERS. En 2006, las redes 1 y 3 superan a la red 2 en los objetivos 1 (Área Central), 3 (corredores) y 7 (medioambiente).

En 2030, el Objetivo 6 (calidad sistema de transporte) reproduce este comportamiento. La única excepción se da en el Objetivo 7 (medioambiente), en el cual la red PETERS 2 supera a la 1, pero no a la 3, que es la mejor.

Al repasar los elementos en común entre las redes PETERS 1 y 3, para entender las razones de ese mejor desempeño, aparecen dos elementos:

1. La estación Retiro Norte, que en la PETERS 1 es servida por la Línea F y en la PETERS 3 por las líneas F y la H.

2. La línea de la avenida Las Heras penetrando en el microcentro. En el caso de la PETERS 1 ello se realiza con la línea nueva J por la traza dada por las calles Florida y San Martín mientras que en la PETERS 3 lo hace mediante la Línea E por Retiro, Leandro N. Alem y la Plaza de Mayo.

Ambos elementos explican que las redes PETERS 1 y 3 tengan un mejor desempeño que la 2 en la movilidad del Área Central y en la calidad del sistema de transporte. La línea del microcentro, en especial la de PETERS 1, provee una buena oferta y conectividad en el AC. Además, la penetración de la línea de la avenida Las Heras hacia el microcentro es atractiva para los usuarios al conectar el Corredor Norte, el de mayor demanda insatisfecha⁵⁰.

En forma complementaria, la estación Retiro Norte aumenta el uso de los ferrocarriles para recorridos radiales desde el norte y el noroeste. Eso descongestiona a la Línea D y reduce la cantidad de viajes que emplean las estaciones Congreso de Tucumán y Ministro Carranza, liberando capacidad. La línea pasa a ser utilizada por los usuarios del Corredor Norte, previamente rechazados.

LAS REDES PETERS 1, 2 Y 3 EN EL PODIO

La red PETERS 1 obtiene el puntaje máximo en 2006 junto con PETERS 3. En 2030, la PETERS 1 vuelve a ser la primera, pero se distancia de la PETERS 3. Tanto en 2006 como en 2030 la PETERS 2 ocupa el tercer puesto. La distancia entre el primer puesto y la red de la ley N° 670 es significativa: 33 por ciento en 2006 y 61 por ciento en 2030.

La red que cumple mejor con los objetivos planteados es la PETERS 1. No obstante, esta jerarquización aún no tiene en cuenta los costos asociados a cada alternativa. Por ejemplo, la red PETERS 1 es más extensa que las demás y, por lo tanto, más costosa.

La eficacia se refleja en el puntaje obtenido por cada red, el cual es representativo de los beneficios que la sociedad obtiene de cada alternativa. La eficiencia relaciona la eficacia con los costos asociados.

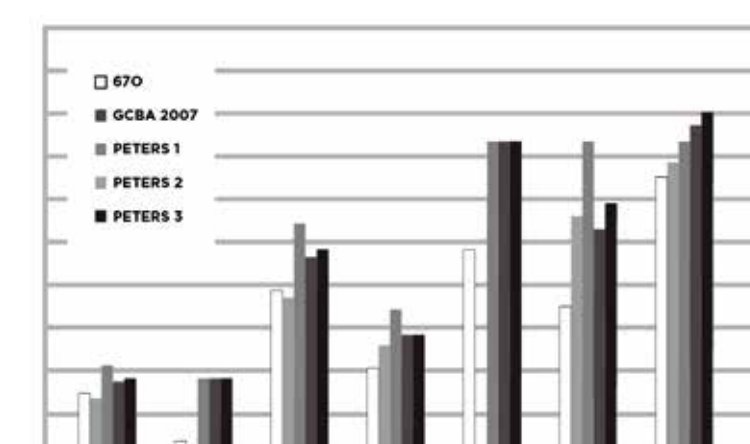
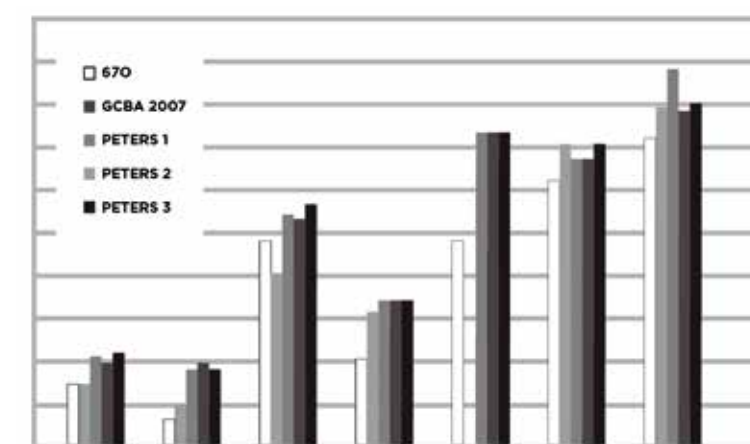
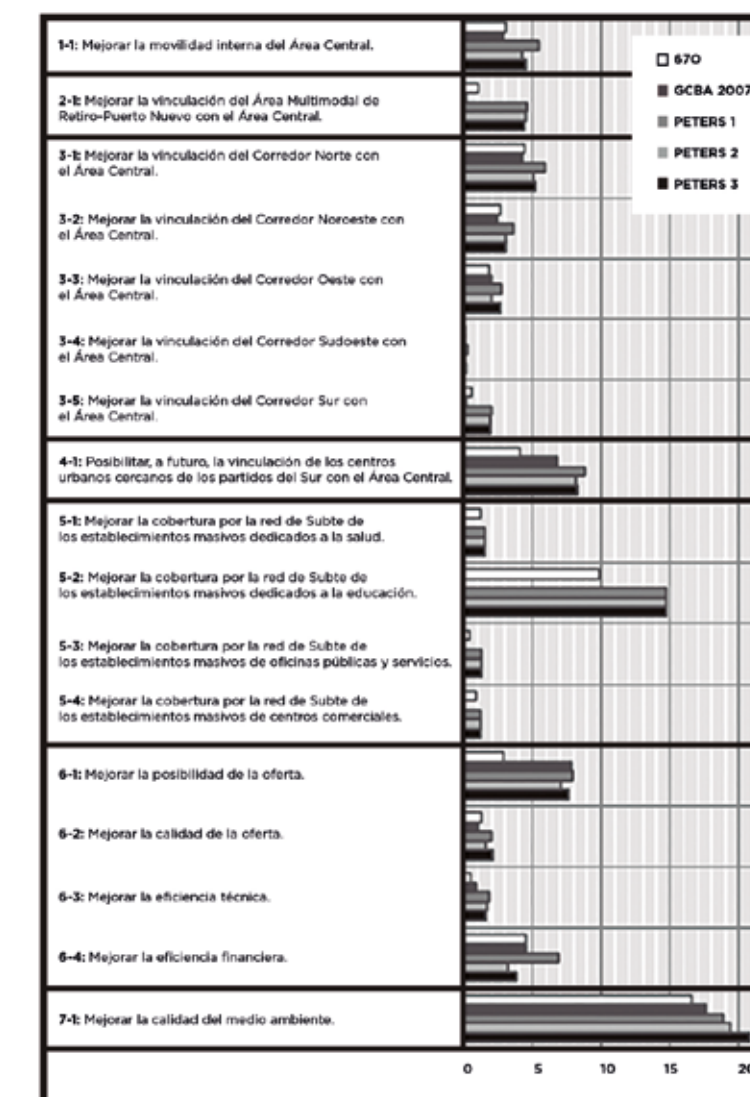
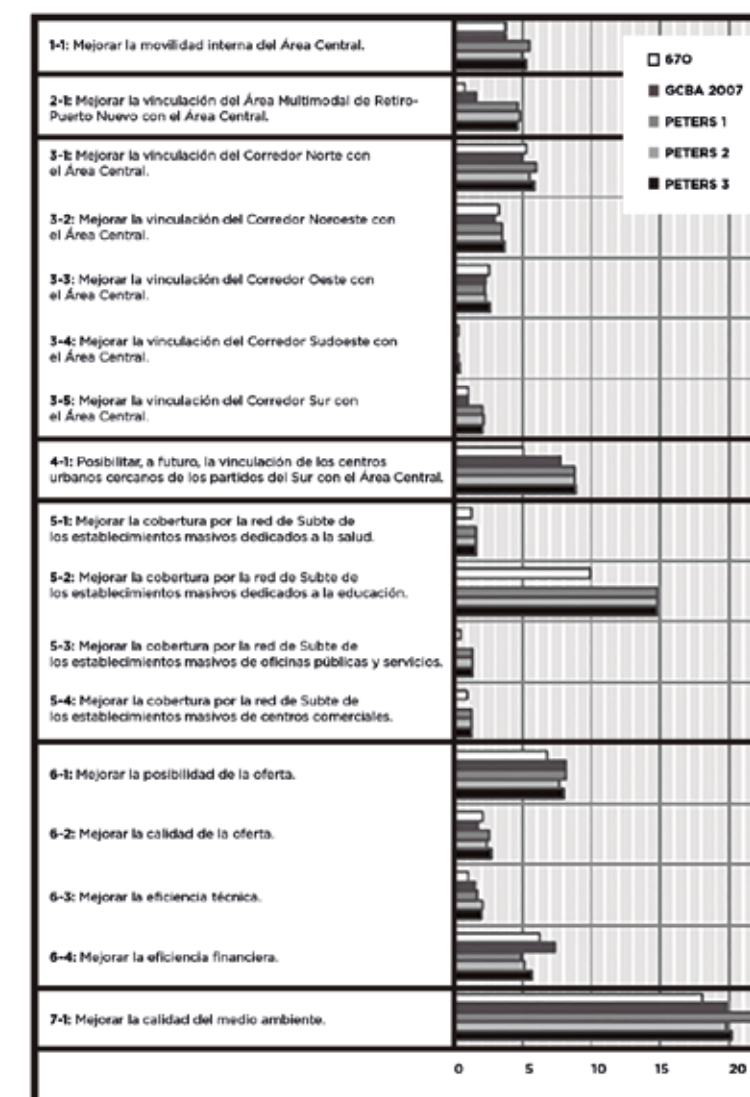


Fig. 7 Puntaje ponderado por objetivo del nivel político, en 2006 y 2030
Fuente: PETERS

⁵⁰ El 39% de la demanda de viajes insatisfecha de los corredores de la ciudad corresponde al Corredor Norte.

El costo de una alternativa o red es el valor presente neto de la diferencia de costo respecto de la Alternativa 0. El costo de una alternativa comprende la inversión en infraestructura y en material rodante, así como así en la operación durante el período de análisis.

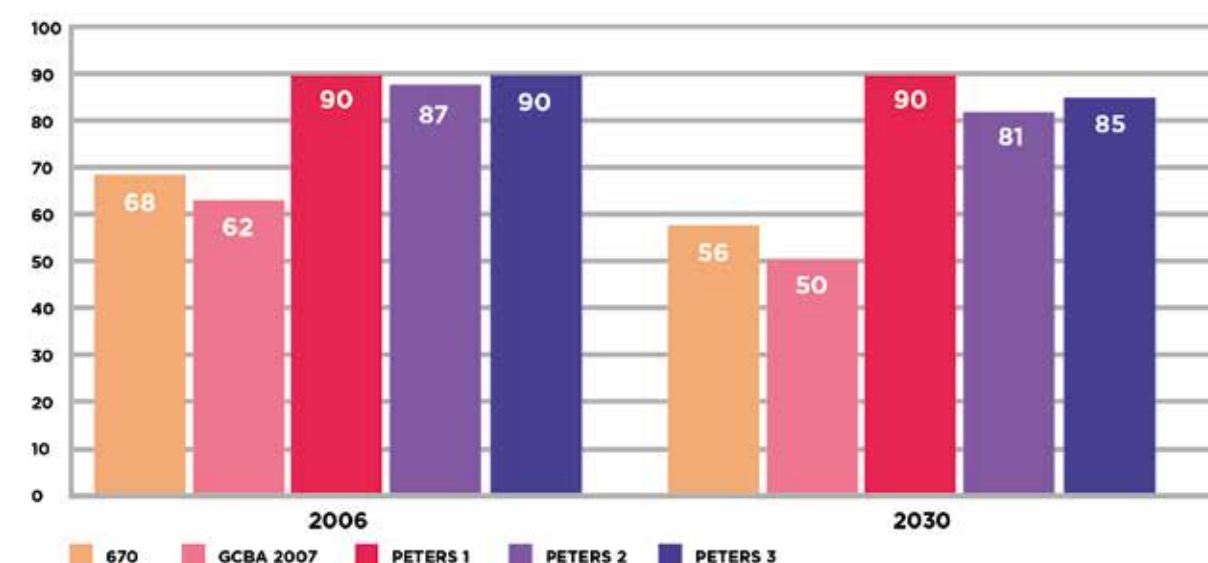
La eficiencia se mide entonces en puntos/\$ (rendimiento), expresado en puntos, que origina cada peso gastado en la red. La mejor red es aquella que

muestra la mejor eficiencia⁵¹.

La red seleccionada debe ser, en principio, la que muestra el valor más alto en la situación de control 2030. Los costos se dividen en los de inversión en infraestructura y material rodante y en los de operación.

Para el cálculo del valor neto de los costos se adoptaron las siguientes hipótesis:

EFICACIA DE LAS REDES EN EL ESCENARIO CENTRAL



LONGITUD DE LAS REDES, COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE Y COSTOS DE OPERACIÓN

| REDES | | 670 | GCBA 2007 | PETERS 1 | PETERS 2 | PETERS 3 | ALTERNATIVA 0 |
|---|-----------------------|-------|-----------|----------|----------|----------|---------------|
| Longitud de red. | km | 82,3 | 85 | 88 | 84,3 | 87,2 | 55,2 |
| Longitud de red respecto de AO | km | 27,1 | 29,8 | 32,8 | 29,1 | 32 | 0 |
| Inversión en infraestructura | \$Ar mil millones | 5,27 | 6,24 | 8,03 | 6,18 | 6,48 | 0 |
| Inversión en material rodante | \$Ar mil millones | 11,07 | 11,32 | 12,81 | 12,36 | 12,18 | 7,9 |
| Subtotal (infraestructura + material rodante) | \$Ar mil millones | 16,34 | 17,56 | 20,84 | 18,54 | 18,65 | 7,9 |
| Costos de operación (para la demanda 2030) | \$Ar/año mil millones | 1,00 | 0,97 | 1,05 | 1,03 | 1,03 | 0,59 |

Fuente: PETERS Datos: resultados modelo. (demanda 2030; todas las redes).

⁵¹ $Eficiencia(x) = \frac{Beneficio(x)}{Costos(x)}$
 Donde:
 x: la alternativa de red considerada;
 Eficacia (x): es el puntaje obtenido por la red x;
 Costos (x): es la suma de los costos incurridos respecto de la red AO para realizar la red x.

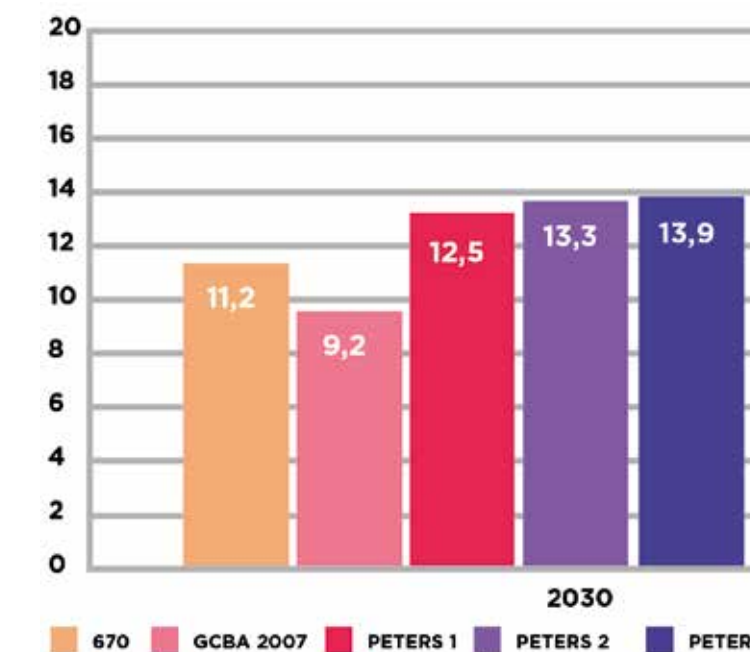
CÁLCULO DEL VPN DE LOS COSTOS PARA TODAS LAS ALTERNATIVAS, EN \$AR DE 2008

| AÑOS | 670 | GCBA 2007 | PETERS 1 | PETERS 2 | PETERS 3 | ALTERNATIVA 0 |
|-----------------------------|--------|-----------|----------|----------|----------|---------------|
| Del 2010 al 2014, Incluidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Del 2015 al 2019, Incluidos | 3.268 | 3.513 | 4.169 | 3.707 | 3.731 | 1.581 |
| Del 2020 al 2039, Incluidos | 1.000 | 974 | 1.050 | 1.030 | 1.032 | 590 |
| VPN 2010 | 10.200 | 10.700 | 12.400 | 11.300 | 11.300 | 5.200 |
| VPN 2010 R/AO | 5.000 | 5.500 | 7.200 | 6.100 | 6.100 | 0 |

Fuente: PETERS Datos: resultados modelo. (demanda 2030; todas las redes).

- El año de actualización es 2010.
- La duración de las obras de construcción y de la entrega del material rodante es independiente de la red.
- La duración de las obras y de la entrega del material rodante es de cinco años.
- Los costos de inversión en infraestructura y material rodante se distribuyen en forma uniforme.
- El comienzo de las obras y el pedido de material rodante es en 2015.
- Los costos de operación entre 2010 y el año de inauguración, 2020, son los mismos para todas las redes y por lo tanto no se tienen en cuenta en los cálculos.
- El costo de operación es constante desde el año de inauguración, 2020, hasta el 2039 y depende de cada red.
- El costo de operación para el período de análisis corresponde a la demanda de cada red.
- La tasa de descuento es del 12 por ciento.

Del cálculo del Valor Presente Neto (VPN) para cada red se desprende que la red más costosa es la PETERS 1, seguida de las demás PETERS, de la red GCBA 2007 y, por último, de la ley N° 670.



El valor empleado para el cálculo de la eficiencia no es el VPN directo, sino el VPN respecto del costo de la Alternativa 0. Esta red es común a todas y se la debe restar para evitar dobles conteos de inversiones en material rodante y de costos de operación.

El ordenamiento resultante luego de la sustracción es el mismo que para el VPN, pero con valores más bajos.

El valor promedio del costo actualizado neto por kilómetro es de aproximadamente 200 millones de pesos de 2008, actualizados a 2010. Ello incluye la inversión en la infraestructura, en el material rodante y la operación.

La relación de eficiencia (puntaje obtenido sobre costos actualizados) da como resultado que la red PETERS 3 es la más eficiente en 2030.

La situación en el podio se altera respecto de lo observado en los puntajes en este nuevo ordenamiento de las redes. La PETERS 1 pasa al tercer puesto porque tiene mayores costos. La PETERS 3 se consolida en el primer puesto. Por su parte, la PETERS 2, que había mostrado un desempeño más modesto en los puntajes, se ubica en el segundo lugar por ser más económica que la primera.

La PETERS 3 alcanza un equilibrio entre buen desempeño y costos moderados que le aseguran la máxima eficiencia.

Las redes 670 y GCBA 2007 quedan por detrás de la PETERS 1 en 2030.

Se denominan “corto plazo” a los resultados correspondientes a 2006 y “largo plazo” a los de 2030. A pesar de que, en rigor, la situación de 2006 es virtual, refleja el desempeño que tendrían las redes en lo inmediato; de ahí su denominación de “corto plazo”.

La decisión no cambia según el horizonte de planeamiento considerado. La mejor solución para el “corto plazo” es igual el “largo plazo”, despejando cualquier duda sobre el horizonte de planeamiento.

De acuerdo con estos resultados, la red recomendable es la PETERS 3. Pero antes de formalizar esa recomendación, es prudente conocer en qué medida esa conclusión depende de la ponderación de los objetivos políticos.

¿Cambiaría la decisión si la ponderación en el nivel político hubiera sido diferente? El análisis de esta cuestión y de otros escenarios posibles permitió verificar la robustez de la conclusión a favor de PETERS 3.

La red PETERS 3 es robusta ante diferentes escenarios de ponderación. La ley N° 670 junto con la red GCBA

2007 son las que obtienen la peor eficiencia, salvo en el escenario “Verde” en el cual la primera supera a la PETERS 1.

A pesar de los esfuerzos realizados en la valoración de los objetivos políticos, los pesos otorgados en el escenario central podrían no captar totalmente la valoración de la sociedad.

El mal desempeño de la red emanada de la ley N° 670 en el escenario asociado con el Área Multimodal Retiro Puerto Nuevo es consecuencia de la mala cobertura que posee de esa zona. Las tres redes PETERS, en cambio, cuentan con el “loop” de la Línea C.

Las redes más eficientes (PETERS 3 y PETERS 2) poseen valores similares sólo para los escenarios: “Retiro”, “Hacia el Riachuelo” y “Establecimientos”. Estas similitudes se deben a que las métricas utilizadas en los objetivos asociados a estos escenarios dependen, en gran medida, de la cobertura/estaciones de la red, que es similar entre las redes PETERS 2 y 3.

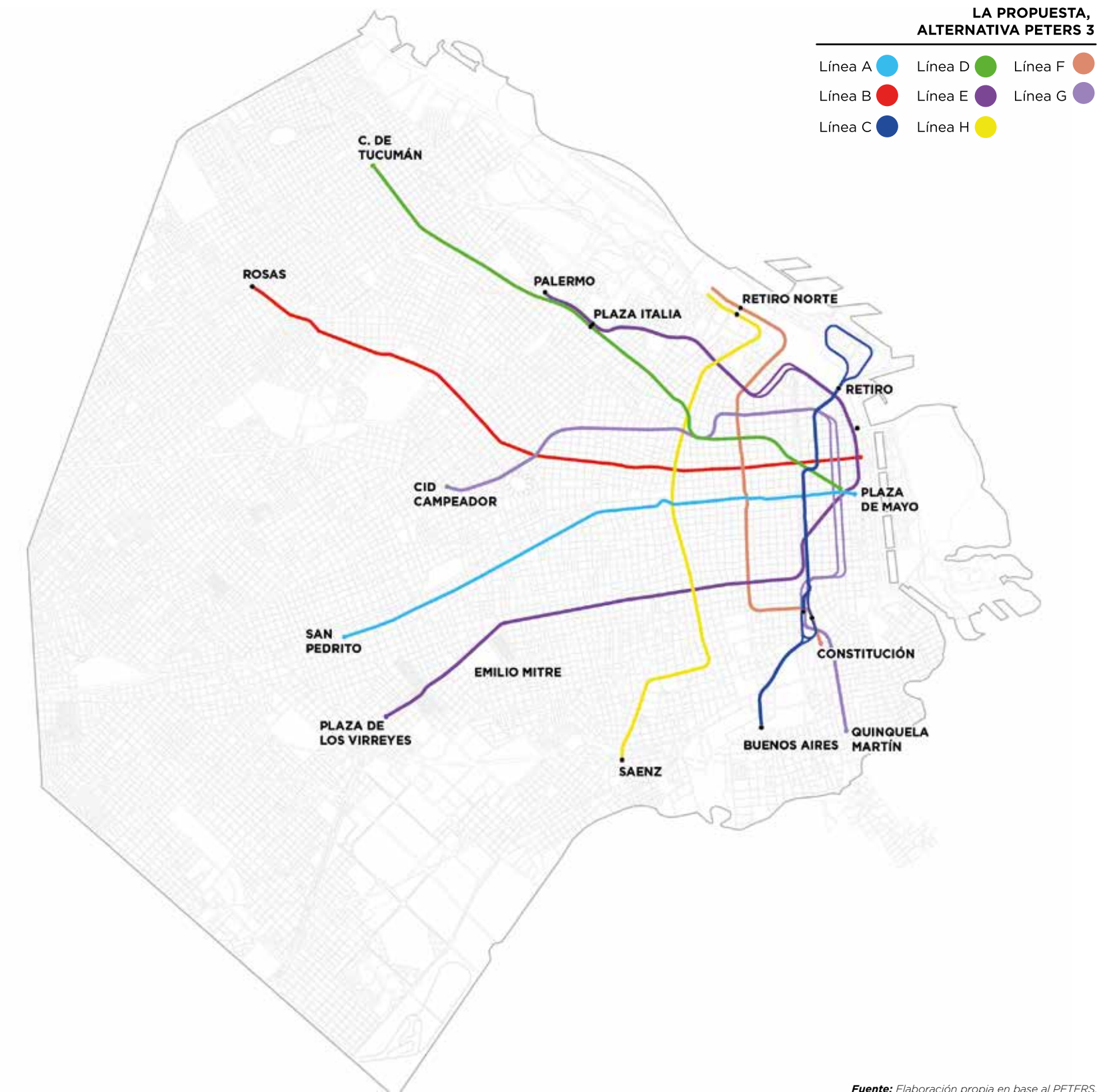
La red PETERS 3 supera a la PETERS 2 en el resto de los escenarios, lo que permite concluir que la red PETERS 3 es suficientemente buena frente a todos los objetivos del nivel político como para ser elegida la mejor red entre las analizadas, con independencia de cuáles de esos objetivos sean juzgados más importantes por la sociedad.

A la luz de estas mediciones, la elección de la red es independiente de la ponderación política.

La red recomendada: PETERS 3

Estos son los componentes esenciales de la red recomendada, PETERS 3:

- Una línea que atraviesa de norte a sur el microcentro, llegando a Constitución y continuando hacia Barracas, con proyección para su futura extensión hacia el partido de Avellaneda una vez que se acuerden los aspectos institucionales.
- Esa línea se enlaza con la Línea G del proyecto de la ley N° 670 para llegar en su extremo oeste al cruce del Cid Campeador, con proyección hacia los barrios del



Fuente: Elaboración propia en base al PETERS.

oeste de la ciudad. Esta proyección podrá darse por las avenidas San Martín o Gaona.

- Una línea que recorre la avenida Las Heras, cruza el Barrio Norte y alcanza el microcentro, en este caso mediante su enlace con la Línea E, y que en el extremo noroeste se extiende a la estación Palermo, punto de intercambio con el ferrocarril y con el Metrobus, con proyección para extenderse en el largo plazo a los barrios de Belgrano y Núñez.
- Una línea transversal desde Constitución, por las avenidas Entre Ríos y Callao, hasta un nuevo punto de intercambio con los ferrocarriles del norte del Área Metropolitana en la nueva estación Retiro Norte, complementaria de Retiro.
- Una línea transversal por las avenidas Jujuy cuyo extremo norte concurre también a Retiro Norte y cuyo extremo sur le da proyección para su futura extensión en el partido de Lanús.
- La extensión de la Línea C hacia la terminal de ómnibus y el distrito de edificios públicos de la zona al norte de Retiro y en su extremo sur hacia el nuevo Centro Cívico y la estación Buenos Aires del Ferrocarril Belgrano Sur.

La promulgación de la ley N° 4.633 aborda la continuación de la Línea C hacia el norte planificando dos estaciones en el Área Multimodal Retiro Puerto Nuevo: terminal de ómnibus de Retiro y Padre Mujica. La vincula con la Línea H, lo cual retoma plenamente el objetivo territorial 2, como así también la cobertura de establecimientos de uso masivo (Objetivo 5) y la mejora de la eficiencia por la eliminación de terminales en el

EFICIENCIA DE LAS REDES EN 2006 Y 2030

| AÑOS | 670 | PETERS 1 | PETERS 2 | PETERS 3 |
|--------------------|-------|----------|----------|----------|
| Corto plazo (2006) | 13,62 | 12,62 | 14,39 | 14,71 |
| Largo plazo (2030) | 11,24 | 12,51 | 13,32 | 13,88 |

Fuente: PETERS Datos: resultados modelo. (demanda 2030; todas las redes).

área central (Objetivo 6) y la reducción de trasbordos.

El caso de la línea del microcentro requiere aún alguna reflexión adicional. La Línea G es asimétrica puesto que cuenta con una fuerte demanda en el tramo del microcentro y en su vinculación con Constitución y una demanda baja en el tramo de la avenida Córdoba y hacia el oeste. Esta debilidad ha disparado estudios complementarios de manera de evaluar una serie de mejoras alternativas como ser:

- Satisfacer la vinculación entre Constitución y el norte del microcentro (al norte de la avenida de Mayo) con un ramal de la Línea E entre Constitución e Independencia, tal que permita realizar el recorrido directo desde la terminal ferroviaria hasta Bolívar, Correo Central, Catalinas o Retiro con la E.
- Satisfacer la vinculación entre Constitución y el sur del microcentro (al sur de la avenida de Mayo) con una extensión de la Línea D desde Catedral y por Paseo Colón hasta Parque Lezama y de allí a Constitución.
- Ampliar la cobertura territorial en los corredores norte, noroeste y oeste con el Área Central y entre sí, dotando a la línea de Córdoba de ramales a partir del nodo de Estado de Israel y Córdoba tal que un ramal continúe por la bisectriz entre las líneas D y B hacia Belgrano y el otro hacia el Cid Campeador y más allá, por la bisectriz entre las líneas A y B, priorizando en su traza las combinaciones con el ferrocarril.

El planeamiento de transporte es un proceso continuo y dinámico donde cada cierto tiempo deben revisarse las evoluciones del sistema de localizaciones y de

los hábitos de los habitantes y visitantes con miras a verificar el cumplimiento de las metas de movilidad. El subte como parte del sistema de transporte debe contemplar además las modificaciones en los demás modos de transporte con los que interactúa para complementarlos y brindar un servicio de excelencia al pasajero. En este documento se sintetiza el estado de situación al 2009, la metodología de trabajo empleada, las conclusiones obtenidas y los ejes de trabajo a futuro.

EFICIENCIA DE LAS REDES PARA LOS DIFERENTES ESCENARIOS ESTUDIADOS⁵²

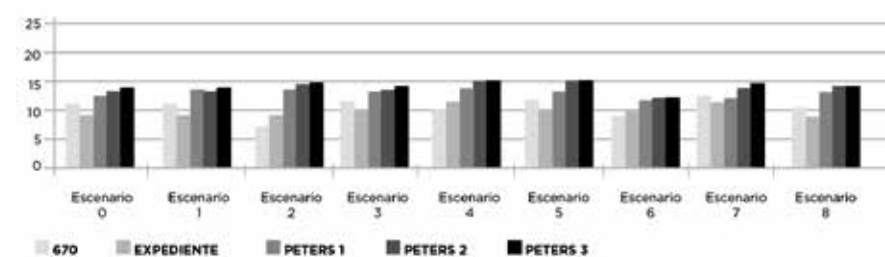


Fig. 10 - Fuente: PETERS

⁵² PETERS. De los nueve escenarios previstos para 2030, el denominado "0-Central" corresponde a la ponderación adoptada en la sección anterior e ilustrada en la Figura 9, y muestra la superioridad de la alternativa PETERS-3, como fue explicado. Los escenarios numerados de 1 a 7 muestran los resultados que se habrían obtenido si las alternativas hubieran sido evaluadas con un único criterio entre los siete elegidos del PUA. Finalmente, el escenario "B-Indiferente" muestra el resultado de una ponderación equivalente de todos los criterios.

CON CLUSIO NES

La primera reflexión que se desprende del estudio Plan Estratégico y Técnico para la Red de Subtes de Buenos Aires (PETERES) es la necesidad de mejorar la frecuencia actual en todas las líneas, a fin de poder avanzar en la extensión de la red.

Hoy enfrentamos un problema de congestión que no se soluciona sólo construyendo nuevas líneas. Por el contrario, esto lo agravaría. Por eso, como primer paso, debemos aumentar la capacidad de la infraestructura actual para satisfacer a todos los pasajeros que hoy se ven forzados a optar por otras alternativas.

También debemos incrementarla para acoger a los pasajeros que se recibirán a través de la combinación con las líneas nuevas, que serán de muy alta capacidad. De otro modo, la red actual restringirá su aptitud para captar nuevos pasajeros, limitando su potencial.

El subte, como distribuidor de viajes del ferrocarril, necesita múltiples vinculaciones para lograr que los viajes sean más rápidos y más directos, reduciendo la congestión en los nodos. Por eso es necesario crear más centros de transbordo y, en este sentido, el PETERES plantea la prioridad de revalorizar la estación Constitución como punto de acceso de los habitantes de todos los partidos del sur. En efecto, de las tres grandes estaciones ferroviarias del Área Central, junto con Retiro y Once, Constitución es la más importante en tráfico, pero será la última estación en recibir una segunda línea

de subte, cuando se inaugure la F.

Además, el PETERES, propone la construcción de un nuevo centro de trasbordo en la zona de Facultad de Derecho, clave para descongestionar el nodo Obelisco. Se trata de un aporte propio de este estudio, que se refleja en la necesidad de incrementar la conectividad, de la mano de las líneas F y H.

Otro punto relevante es el que señala priorizar las inversiones en corredores de alta densidad, como las calles Las Heras, Córdoba, Callao y Montes de Oca, por la cantidad de pasajeros que se verían beneficiados y por el tiempo ahorrado en cada caso.

Las inversiones asociadas a la extensión de la red de subtes son altas y obligan, en cualquier escenario, a establecer prioridades. Así, surge que mejorar la frecuencia actual es la inversión de mayor rendimiento, porque consigue la mayor cantidad de beneficiarios por unidad invertida, duplicando el número de usuarios en la mayoría de las líneas. Seguidamente, es la línea F la que obtiene el mejor desempeño.

Una visión a futuro resulta fundamental cuando tenemos al usuario como prioridad. En este sentido, este estudio es una guía para lograr el desarrollo sustentable y eficiente de la red, una empresa que emprendimos desde que nos hicimos cargo del subte, maximizando los beneficios y trabajando, cada día, para brindar un mejor servicio.

