

ESCENARIOS DE PLANIFICACION Y FORMULACION DE PLANES DE DESARROLLO EN ESTRAUS

Claudio Hohmann B., Daniel Fernández K.
Secretaría Ejecutiva, Comisión de Transporte Urbano
Ahumada 48 of. 525, Santiago CHILE. TLX 240767 Oplan-CI

RESUMEN

Una de las actividades principales del Proyecto ESTRAUS consiste en la evaluación de planes de desarrollo del sistema de transporte urbano del Gran Santiago (STU) en un horizonte de largo plazo. Tales planes se componen básicamente de conjuntos o paquetes de proyectos estructurales de transporte urbano y esquemas de gestión para la operación del sistema, que han de representar formas opcionales de la oferta del STU en el largo plazo. Para evaluar proyectos estructurales se hace necesario pronosticar una serie de variables, algunas de ellas completamente exógenas al problema mismo de transporte urbano, cuya evolución incide directamente en las características y cuantía de la demanda por viajes en una ciudad.

Usualmente, la estimación de valores futuros para variables socioeconómicas involucra un alto grado de incertidumbre, y por lo tanto, en ciertos casos es recomendable adoptar una aproximación realista frente al problema insoluble de pronosticar el futuro a veinte años plazo. En ESTRAUS se ha adoptado una técnica de escenarios de planificación como una forma de tratar explícitamente algunas fuentes de incertidumbre, cuyo efecto en la modelación y en los resultados de la evaluación suelen ser determinantes.

El presente trabajo expone la técnica utilizada en ESTRAUS para construir escenarios futuros de desarrollo urbano, y se extiende en aspectos vinculados con esta actividad, en particular, la metodología para la elaboración de planes de desarrollo consistentes con requerimientos derivados del crecimiento de la demanda en cada escenario y las estrategias implícitas en su formulación. Asimismo, se expone el problema de definir una situación base en cortes temporales futuros de planificación.

1. INTRODUCCION

1.1 La planificación de transporte urbano

El campo de la planificación de transporte urbano es relativamente nuevo, inmerso en un proceso de cambios, adaptaciones y avances, producto de los requerimientos crecientes de los sistemas de transporte que han surgido a partir de la evolución de las ciudades, y de los avances teóricos e innovaciones tecnológicas que lo han afectado.

Con todo, uno de los factores que más ha influido en el último tiempo a esta especialidad, es la menor cantidad de recursos disponibles -en términos reales- para operar, mantener y mejorar (invertir en) los sistemas de transporte urbano. En este contexto, es necesario aprender de la experiencia del pasado, a la luz de los resultados que han tenido los frutos de su ya no tan breve existencia en otros países, y de la cual pueden beneficiarse largamente países como el nuestro.

Una lección común a las experiencias de países desarrollados es la que dice relación con la necesidad de mejorar la capacidad para realizar estudios mas completos y acuciosos, aunque no necesariamente mas complejos, cuyos resultados sean capaces de concitar confianza al nivel político para competir eficazmente en la asignación de recursos cada vez mas escasos. Entre otras cosas, los estudios sirven precisamente para neutralizar, en la medida de lo posible, la influencia voluntarista en la toma de decisiones, y mientras mas realistas sean las hipótesis sobre las que se basan y mas las respuestas que sean capaces de entregar, mayor será su aporte al proceso de toma de decisiones.

1.2 El rol de los modelos analíticos

Los modelos para estimar el comportamiento del sistema de transporte urbano frente a cambios en la oferta* son esenciales en esa perspectiva. Ellos permiten al planificador anticipar condiciones que eventualmente pueden producirse en el futuro y probar la eficacia de los planes propuestos. En las últimas décadas la especialidad ha experimentado un avance tal que actualmente es prácticamente imposible pensar seriamente en planes y proyectos de transporte sin la ayuda de modelos predictivos o de simulación.

Sin embargo, suelen olvidarse las limitaciones que son inherentes a los modelos y las suposiciones, a veces cuestionables, sobre las que están basados. Por definición, y como cualquier modelo, los de transporte urbano son necesariamente simplificaciones de la realidad que toman en cuenta solo algunas de las variables operativas -por supuesto, excluyen las que no son (todavía) cuantificables-, y se basan en supuestos respecto de ciertas relaciones que restringen la validez de sus resultados a condiciones bien determinadas.

* generados a partir de proyectos estructurales de transporte tales como nuevas autopistas urbanas, extensiones de la red de metro, incorporación de líneas de tranvías, etc.

Conceptualmente, el uso de los modelos en un proceso de planificación sigue siendo una cuestión básicamente instrumental. Al fin y al cabo, son herramientas que posibilitan o facilitan el análisis, que de otra manera se tendría que realizar bajo fuertes supuestos (baste imaginar lo que sería la etapa de asignación de viajes sin la ayuda de modelos de simulación), y en condiciones en las cuales primaría ampliamente la subjetividad. La cuestión es si realmente podemos usar las herramientas disponibles a nuestro favor sin que estas nos absorban y nos hagan perder perspectiva e independencia para juzgar sus resultados en relación con otros aspectos que necesariamente han de estar presentes en la evaluación final. Establecer un adecuado balance en esto es también un desafío para la planificación de transporte urbano.

1.3 El proyecto ESTRAUS

El "Estudio de Evaluación y Desarrollo del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Santiago" (ESTRAUS) tiene como principal objetivo establecer los procedimientos e implementar las herramientas metodológicas que permitan asistir el proceso de toma de decisiones con respecto a la operación y desarrollo del sistema de transporte urbano de la ciudad.

Para ello, se requiere establecer un sistema de modelos que incluya las etapas de predicción de demanda, oferta y condiciones de equilibrio, necesarias para la simulación y posterior evaluación de planes de desarrollo del sistema de transporte urbano del Gran Santiago.

En estudios de este tipo, así llamados "estratégicos", por el carácter estructurante de los proyectos que considera, es poco realista plantear un plan de desarrollo único y definitivo, cuyos atributos se establecen a partir de una enfoque estático de la dinámica urbana, cuya vigencia sería de corto plazo en ciudades en las que el valor de los parámetros mas relevantes que afectan a su sistema de transporte urbano tienen alta variabilidad en el tiempo.

Es así que, tomando en cuenta lo anterior, el estudio ha sido concebido como la etapa inicial de un proceso de planificación "continua", que reconoce la incertidumbre inherente a la planificación de largo plazo, y que, por lo tanto, se retroalimenta y se repite cada vez que es necesario reevaluar los planes a la luz de nuevos antecedentes y realidades. Este enfoque es especialmente atractivo en el caso de países como el nuestro, en los que no existe aún una tendencia clara con respecto a la evolución de la oferta de transporte*, a lo que se suma la incertidumbre en cuanto a la evolución de aspectos claves que inciden en el transporte urbano entendido como un mercado en el sentido económico. Todo ello aconseja desarrollar herramientas flexibles, capaces de incorporar con facilidad los cambios que, con el transcurso del tiempo, se verifican en la ciudad y en el contexto socioeconómico que la afecta.

Este enfoque de planificación continua sólo es posible de ser operacionalizado hoy día en virtud del desarrollo, tanto en aspectos teóricos como prácticos, de los modelos de transporte urbano y de las herramientas computacionales que son necesarias para su implementación.

* Por ejemplo, todavía no es claro si el sistema de transporte urbano del Gran Santiago se desarrolla en función del crecimiento de la tasa de motorización (construcción de infraestructura a gran escala), o está consolidando su red transporte público (extensión de la red de metro).

2. MARCO CONCEPTUAL Y DEFINICIONES

2.1 Ambito de la planificación de transporte urbano:

El ámbito en el que se desenvuelve un proceso de planificación se puede describir usualmente en los siguientes términos: las instancias técnicas reciben desde el ámbito político la especificación de los objetivos deseados para el sector en el que actúan, que han de ser, en principio, consistentes con la política general en aplicación en los otros sectores de la economía. A partir de tales objetivos, plasmados en la especificación de una política sectorial, le corresponde a las instancias técnicas estudiar los métodos eficientes para lograr los objetivos y plantear las alternativas a la autoridad política, quien es la que decide entre ellos. Consistente con lo anterior, las alternativas se suponen neutras en cuanto a su efecto en el ámbito político, toda vez que la consideración de objetivos políticos en el proceso de búsqueda de alternativas no es procedente en el nivel técnico (que solo persigue cuantificar las bondades de cada alternativa para efectos de comparación).

Según este enfoque, por definición, las recomendaciones técnicas tienen un carácter "conservador", en tanto no es posible generar desde el proceso de planificación alternativas que impliquen una revisión de la política sectorial en aplicación.

La planificación del sistema de transporte urbano interviene en un subsector de la economía que presenta peculiaridades que es del caso considerar en relación con lo señalado anteriormente. Una de las características mas relevantes del "mercado" de transporte urbano es la presencia de importantes externalidades que distorsionan el equilibrio entre oferta y demanda, y el carácter de bien público que tiene la infraestructura vital. Estas particularidades confieren al proceso de planificación de transporte urbano mayores grados de libertad en la búsqueda de métodos para el logro de los objetivos sectoriales, en tanto el tratamiento de la externalidades admite variantes diversas cuya consistencia con los objetivos políticos es normalmente difusa.

En otras palabras, el técnico encargado de la planificación de transporte urbano recibe especificaciones del ámbito político que, por lo general, carecen del grado de detalle que es posible encontrar en otras políticas sectoriales; pero, como contrapartida, está sujeto a interpretaciones subjetivas que eventualmente se le imponen respecto del tipo de métodos o alternativas que puede considerar. Esto se debe a que, estando insuficientemente especificados, se tiende a confundir los objetivos sectoriales con determinados métodos técnicos, convirtiendo a estos últimos en la única expresión posible de la política sectorial en aplicación.

En todo caso, existen distintas estrategias posibles para el desarrollo del sistema de transporte urbano. Del ámbito político provienen los señales respecto de cuales de ellas se consideran consistentes con los objetivos sectoriales. Con todo, debe considerarse que las estrategias tienen una componente temporal, en el sentido que tienen que responder al crecimiento de la demanda como resultado de la evolución de la ciudad en el largo plazo -que no es un factor controlable-. Por lo tanto, no bastan los objetivos sectoriales para definir las estrategias que deben probarse en el proceso de planificación, siendo necesario también considerar para su determinación las alternativas posibles de desarrollo urbano (el que puede orientarse, por ejemplo, a la densificación urbana o, alternativamente, a la extensión del perímetro urbano).

A su vez, las estrategias se materializan en planes estratégicos, que consisten en conjuntos de proyectos estructurales de transporte (que pueden ser de infraestructura y/o de gestión). Dichos planes son representados a través de redes (de arcos y nodos) que contienen las características relevantes de los proyectos que lo conforman, las que son simuladas en el Modelo de Transporte, proceso del que se obtienen los indicadores de rendimiento de cada uno de los planes para efectos de comparación.

2.2 Transporte y desarrollo urbano

Se dice que la infraestructura de transporte urbano es rígida en el sentido que no tiene usos alternativos y que ejerce una influencia decisiva sobre la evolución del propio sistema de transporte urbano y sobre otras funciones urbanas (así, por ejemplo, se habla de una obra determinada que "rigidiza" un entorno urbano determinado). Aunque no siempre tienen por que ser rígidas en todo sentido, no cabe duda que el planificador de transporte urbano proyecta obras que perduran largamente en el tiempo, y cuyos impactos sobre el sistema de actividades son variados y significativos.

Normalmente, tales efectos consisten principalmente en los costos o beneficios que producen a los usuarios los cambios de nivel de servicio que se derivan de los proyectos, y los ahorros de recursos que estos últimos producen al reducir los tiempos de viaje entre zonas de la ciudad. Dichos cambios se cuantifican mediante la comparación entre las situaciones con proyecto y una situación base determinada, simuladas con el Modelo de Transporte.

Como contrapartida, la forma como la evolución del sistema de actividades afecta a la función transporte no puede predecirse, básicamente porque no se ha desarrollado aún un modelo para simular dicho sistema y predecir su comportamiento en el largo plazo, cuyos resultados pudieran alimentar el Modelo de Transporte. En el caso concreto del uso de suelos, por ejemplo, no existe un modelo de desarrollo urbano capaz de predecir la evolución futura de los patrones de uso de suelos, que afectan la generación/atracción y distribución de viajes. Sin embargo, el desarrollo urbano de una ciudad no debiera suponerse estático en el tiempo para efectos del análisis de planes de transporte que tienen larga vida útil, y cuyo rendimiento futuro depende fuertemente de los cambios urbanos que se producen a lo largo del horizonte del proyecto. Luego, es necesario realizar algún pronóstico de la evolución futura del uso de suelos, aún reconociendo que no es posible predecirlos a través de un modelo.

Por ejemplo, si se consideraran alternativas de evolución futura del desarrollo urbano de la ciudad, que sirvieran para probar la efectividad de los planes en cada una de ellas, sería posible estimar en forma aproximada -que es peor que nada- el comportamiento de los planes frente a alternativas distintas de desarrollo urbano, y recomendar aquellos que exhiben buen rendimiento en todas ellas (o en la mayor parte de ellas). De hecho, tal ejercicio tiene la virtud de mostrarnos que tan sensibles son nuestros planes a cambios en el sistema de actividades, aún cuando no podamos establecer un nexo funcional entre tales planes y el desarrollo urbano futuro.

Con todo, no debe perderse de vista la relación natural que existe entre la forma como se desarrolla la ciudad y la estrategia que se adopta para el desarrollo del sistema de transporte

urbano. En efecto, y según se ha sugerido anteriormente, el desarrollo urbano requiere de adaptaciones del sistema de transporte para atender los cambios en el sistema de actividades, y a su vez, la evolución de aquél condiciona o incentiva distintas formas de desarrollo urbano. En tanto no existe una forma de expresar esta interrelación en términos analíticos, la planificación de transporte urbano debe intentar mantener un razonable grado de coherencia entre las estrategias de desarrollo que incorpora al análisis y el escenario de desarrollo urbano sobre el cual éstas se prueban. De otra manera, al intentar probar estrategias voluntaristas que en su concepción respondieran a formas de desarrollo urbano radicalmente distintas, se tendrían resultados que no contabilizarían los muy importantes efectos de una estrategia, llamémosla "rupturista", sobre el sistema socioeconómico en su conjunto.

Por lo demás, el rol de la planificación de transporte urbano no es el de producir cambios específicos en el sistema de actividades; estos son consecuencia de múltiples factores -entre los cuales se reconoce un papel importante a la función transporte- siendo sin embargo extremadamente difícil discernir los respectivos aportes de cada uno de ellos. En particular, lo que busca el planificador de transporte es restablecer el equilibrio entre oferta y demanda por viajes en la ciudad, y la medida de bondad de sus alternativas es la suma de los ahorros de recursos y el beneficio del usuario que cada una de ellas produce. Limitado a la cuantificación de estos efectos (y sabemos que no es trivial estimarlos), excede a la capacidad del planificador de transporte evaluar debidamente aquellos planes que no son coherentes con la estructura urbana y su evolución futura esperada (dentro de rangos plausibles), ya que en ese caso es presumible que los impactos sobre el sistema de actividades fueran mas importantes de los que finalmente cuantifica.

En este sentido, la experiencia indica que los planes de transporte que "alteran" la estructura urbana, en lugar de "responder" a su desarrollo, y que han surgido a partir de posiciones voluntaristas o políticas, suelen tener resultados que muchas veces no logran resolver los problemas de transporte urbano en forma adecuada, y en cambio, generan nuevos problemas no previstos al momento de tomar la decisión. Esto sucede porque el avance de la especialidad de la planificación urbana es insuficiente aún para predecir los efectos precisos que tiene la función transporte sobre el sistema de actividades, aunque haya logrado establecer ciertas relaciones cualitativas con ese fin.

En cualquier caso, el intento de utilizar la función transporte como factor transformador de la realidad urbana es una aspiración propia del campo de la planificación urbana, y finalmente corresponde al nivel político la decisión de emplearla adjudicándole valores subjetivos a los efectos no cuantificables. En lo que concierne a la planificación de transporte urbano, su ámbito de acción se vincula principalmente a la valoración cuantitativa de los efectos que tienen los planes de transporte sobre el sistema socioeconómico; y mientras mayor sea la proporción de los efectos cuantificables (con respecto al total de los impactos que podrían esperarse de un plan determinado), mas confiables serán sus resultados.

3. ANALISIS BASADO EN ESCENARIOS FUTUROS DE PLANIFICACION

3.1 El problema de la incertidumbre en proyectos de largo plazo:

En razón a la cuantía de la inversión inicial, la recuperación del capital de proyectos de transporte urbano de gran envergadura se produce en el largo plazo (15 a 20 años desde la puesta en marcha). Para evaluarlos se hace necesario pronosticar una serie de variables, algunas de ellas completamente exógenas al problema mismo de transporte urbano. Con todo, en los grandes estudios de transporte ha sido usual adoptar un escenario único de desarrollo futuro, sin considerar mayormente en el análisis, la incertidumbre como elemento consustancial a la planificación del largo plazo.

Existe cuantiosa evidencia de los problemas que han aquejado a proyectos formulados sobre la base de no tomar en cuenta la incertidumbre, es decir, suponiendo implícitamente que el futuro es fácilmente predecible a partir del conocimiento de la situación actual. Lo cierto es que el futuro, en lo que dice relación con el transporte urbano, se ha mostrado particularmente impredecible (el caso de crecimiento explosivo que se ha verificado en la ciudad de Santiago en los últimos 20 años constituye un obvio ejemplo). Asimismo, variables que lo afectan fuertemente, como las políticas económicas -en las cuales se inserta la función del transporte urbano como actividad económica-, las políticas de desarrollo urbano y la propia política de transporte, han sufrido variaciones tan significativas en ese lapso que ningún estudio pudo haberlas previsto para considerarlas en el análisis. La lección que deja esta experiencia es que la planificación de transporte urbano debe intentar la consideración de la incertidumbre en sus análisis, como un elemento que inevitablemente afecte a los supuestos sobre evolución de variables sociales y económicas -e incluso, a valores básicos- utilizados en la evaluación de proyectos de transporte urbano. Por lo tanto, es necesario incorporarla explícitamente en los estudios de evaluación, y ello se puede hacer de distintas maneras.

Desde luego, en cualquier estudio existen varias fuentes de incertidumbre: los datos utilizados, la estructura del modelo y las hipótesis que subyacen a estos, y lo más importante de todas (si las anteriores pueden minimizarse), la proyección de la demanda y la estimación de costos y beneficios. Se las puede clasificar en por lo menos 2 grupos: "ambientales" (eventos externos no controlables), y "específicas" (relacionadas con indeterminaciones en el procedimiento de modelación y/o evaluación, parcialmente controlables).

La forma más simple de enfrentar la incertidumbre en un proyecto es ignorarla. De hecho, esto se hace la mayoría de las veces en que la decisión no es muy importante, y especialmente cuando los beneficios son claramente significativos (incluso para situaciones pesimistas), y se producen en el corto o mediano plazo. Otra forma típica de considerarla es mediante el método de sensibilizar ciertos parámetros y repetir el proceso de evaluación para distintos valores de ellos. Sin embargo, dado que el procedimiento de evaluación suele consumir importantes recursos, resulta caro y engorroso sensibilizar los resultados con respecto a todos los parámetros, por lo que usualmente se hace por un número limitado de estos. Otro problema del análisis de sensibilidad es que ignora las posibles correlaciones que pueden existir entre parámetros inciertos, esto es, que los parámetros sensibilizados no sean totalmente independientes. Una manera de salvar el problema de correlación entre parámetros consiste en usar distribuciones de probabilidad para representar las fuentes de incertidumbre. En este caso, el proceso de evaluación se repetiría varias veces utilizando distintos valores de los parámetros, obtenidos a partir de sus distribuciones de probabilidad, cada una de las cuales representaría últimamente una hipótesis subjetiva de los proyectistas sobre las distintas posibilidades de evolución de los parámetros en el futuro. Semejante procedimiento es extremadamente caro, puesto que son necesarias cientos de repeticiones del proceso para alcanzar

resultados confiables. En el caso de estudios de transporte este método es claramente impracticable, y no garantiza mejores resultados toda vez que el enfoque probabilístico supone elecciones subjetivas respecto de las distribuciones de probabilidad de los parámetros sensibilizados.

3.2 El método de escenarios futuros:

Una forma distinta de atacar el problema de la incertidumbre consiste en la utilización de escenarios futuros, en la cual se presta mayor atención a la construcción de "situaciones" futuras coherentes y consistentes, donde cada escenario representa una visión plausible del futuro; un conjunto de ellos, se supone, puede cubrir una gama de posibilidades de la evolución del sistema en el largo plazo. El esfuerzo aquí radica en concentrar la atención en ciertos parámetros claves que determinan largamente el comportamiento del sistema. Las matemáticas no son esenciales en este método básicamente cualitativo (por ejemplo, un escenario de *alto* crecimiento del PGB versus otro de *bajo* crecimiento). Desde luego, no se trata de un procedimiento de modelación en el que se establecen relaciones entre variables, sino que un ejercicio de proyección de ciertos parámetros que adoptan una u otra forma a partir de supuestos alternativos de evolución de variables socioeconómicas y de desarrollo urbano.

Los métodos de análisis de sensibilidad o de distribuciones de probabilidad son, en general, complicados de entender a la hora de mostrar los resultados. Por lo tanto, generan desconfianza en los niveles políticos, no siempre dispuestos a escuchar todos los detalles de los estudios de evaluación. Por otra parte, son métodos que han sido utilizados en varias oportunidades (particularmente el análisis de sensibilidad, que es ya una parte rutinaria de la evaluación), con resultados que muchas veces no han tenido la fineza, o simplemente la capacidad, para mostrar la bondad de los proyectos de transporte urbano frente a una gama de situaciones futuras que los pueden afectar.

Tales situaciones o eventos suelen tener efectos muy importantes sobre el sistema de transporte urbano, aún cuando la mayor parte de las veces son externos al sistema. Un escenario futuro debiera considerar de partida la evolución de la tendencia actual (usualmente denominado escenario "tendencial"). Asimismo, interesa considerar la ocurrencia de situaciones distintas de la "tendencia"; es lo que se podría denominar un escenario de "contraste" con la situación actual. Otro escenario podría representar una situación intermedia entre los anteriores. Dentro del rango de escenarios a desarrollar, cada uno de los parámetros mas relevantes que interesa considerar debiera asumir valores extremos plausibles, a fin de someter los planes de transporte a situaciones distintas que pueden darse en el largo plazo.

El objetivo del análisis basado en escenarios es la construcción de varios futuros posibles, no sobre la base de elementos detallados y desagregados, sino que proyectando tendencias a partir de factores gruesos y agregados. Debe entenderse claramente que un escenario individual, o un conjunto de escenarios plausibles, no constituye un pronóstico del futuro. La esencia del método está en determinar un rango de futuros posibles -que reconoce la incertidumbre inherente a nuestro conocimiento del futuro- mas que en el énfasis sobre algún futuro en particular. En vez de afirmar "sabemos que alguno de estos escenarios va a ocurrir", preferimos decir "no sabemos que va a ocurrir, pero este procedimiento nos ayudará en el proceso de planificación independientemente de lo que ocurra". Este enfoque no necesariamente lleva a mejores decisiones en todos los casos, pero tiene la ventaja de desarrollar una manera de planificar que responde mejor a la incerteza en vez de ignorarla, y por lo tanto, privilegia la selección de alternativas mas "robustas" para el largo plazo, en el sentido de aquellas que, evaluadas en diversos escenarios, presentan buenos indicadores de rentabilidad.

Por lo demás, la mayor parte de los factores que influyen en el "ambiente" en el cual se desarrolla el transporte urbano son variables normalmente tendenciales (por ejemplo, variables macroeconómicas), es decir que no sufren cambios bruscos en su evolución, durante lapsos de tiempo de cierta longitud. Es así que resulta relativamente más simple construir escenarios futuros para estudios de planificación de transporte, puesto que son básicamente situaciones que se derivan de suponer cierta tendencia específica de los factores relevantes al "año de diseño", asumiendo estos, valores únicos en cada escenario que se construye.

Una ventaja adicional de utilizar la técnica de escenarios de planificación es que resulta una forma comprensible de mostrar como la incertidumbre inherente a los pronósticos del futuro puede afectar el rendimiento de planes que en el corto plazo aparecen como atractivos para quienes toman las decisiones. En ese sentido, colabora a concitar mayor confianza en los resultados del proceso de evaluación.

3.3 Los escenarios en ESTRASUS

En ESTRASUS se han construido tres escenarios alternativos de desarrollo urbano del Gran Santiago, cuyas características son las siguientes:

a) Escenario tendencial:

Se determina a partir de suponer que las tendencias que han regido el desarrollo de la ciudad en los últimos años se mantendrán en el futuro; ello significa que se verifica una expansión periférica de la ciudad y la localización de estratos socioeconómicos se mantiene de acuerdo a los actuales patrones de distribución espacial (por ejemplo, los estratos de altos ingresos siguen localizándose en el sector oriente de la ciudad).

b) Escenario de contraste:

Supone una reversión de las tendencias de expansión urbana, en favor de la densificación de zonas de baja y media densidad que rodean el centro de la ciudad; en particular, este escenario implica la utilización de sitios enlazos y la remodelación o renovación de las áreas centrales. En relación con la localización de estratos socioeconómicos, mantiene la tendencia en tanto existen en el área oriente espacios para acomodar la demanda por nuevas localizaciones de los estratos altos.

c) Escenario intermedio:

Supone una concentración significativa del crecimiento urbano en torno a los ejes de acceso principales de la ciudad, a través de la localización de los estratos de ingreso bajo, conservando la tendencia en la localización de los estratos altos.

En el análisis, fueron considerados otros escenarios de desarrollo urbano, en particular, un escenario extremo consistente en la aparición de centros urbanos satélites que concentraran el crecimiento de la ciudad, estimándose que en el horizonte del estudio no había factibilidad alguna para su ocurrencia, y por lo tanto, no tenía sentido someter a los planes estratégicos a una situación altamente improbable.

Debe notarse que la variable principal a partir de la cual se determinan los distintos escenarios es la localización alternativa de hogares de estratos socioeconómicos medios y bajos, y que en cambio, la localización de estratos altos (relevantes en estudios de transporte por su alta tasa de viajes en vehículo particular) se mantiene invariante con respecto a la situación actual.

4. FORMULACION DE PLANES ESTRATEGICOS

4.1 Proposición de una metodología:

En cuanto se dispone de un conjunto de escenarios futuros, la evaluación de un proyecto determinado sería una cuestión conceptualmente simple. Sin embargo, la evaluación de proyectos diversos, que conforman un paquete coherente o "plan de transporte", se complica en la medida que sus impactos se interrelacionan, ya sea porque el comportamiento de un proyecto depende de otro construido (o por construir), o porque la incertidumbre, entre otras cosas, puede afectar la programación de las obras en el futuro, dando lugar a reprogramaciones cuyo impacto sobre la rentabilidad del paquete no suelen considerarse en el análisis. Aparece así el problema (no trivial) de como programar las inversiones en condiciones de incertidumbre. Claramente, no se pueden probar y obtener indicadores de rentabilidad para todas las combinaciones posibles de proyectos dentro de un paquete estratégico, y por lo tanto, se requiere aproximar una metodología para la formulación de estrategias y su evaluación en condiciones de incertidumbre.

La construcción de escenarios suele ser una tarea menos ardua que la formulación de un plan estratégico, debido a que un escenario es una representación de eventos externos a un nivel bastante agregado donde las interacciones son razonablemente discernibles; en cambio, los planes de transporte constituyen grupos de decisiones relacionadas entre sí, donde las interrelaciones son más difusas en la medida que sus impactos se dispersan y ocurren a un nivel más desagregado, y lo que es peor, tienen incorporado un elemento de temporalidad, puesto que el paquete de decisiones supone alguna secuencia de implementación en el tiempo. El problema puede ser enfrentado aislando proyectos que se consideren "críticos" independientemente del plan estratégico del que formen parte*, para distinguirlos de aquellos proyectos de menor envergadura que juegan un papel secundario en la formulación de estrategias, y que de hecho, pueden ser parte de varios paquetes en forma simultánea. Luego, la construcción de un paquete seguiría un procedimiento en dos etapas, la primera de las cuales consistiría en identificar el o los proyectos que satisfacen los objetivos de una estrategia (y si resultan ser dos o más, sería necesario explorar las posibles interrelaciones entre ellos, especialmente, una dependencia secuencial si ella existe), y la segunda, incorporar los proyectos complementarios que requiere el paquete para garantizar su consistencia. De esta manera, resulta factible "construir" planes estratégicos en los que se consideran explícitamente los problemas de consistencia y dependencia funcional entre proyectos, aún cuando la cuestión de la secuen-

No obstante, es posible estructurar planes que comprendan un cierto subconjunto de proyectos, mediante la consideración de factores de consistencia entre tipos de proyecto y estrategias de planificación, y de coherencia entre éstas últimas y los escenarios de uso de suelo. Por ejemplo, para la elaboración de un plan en el contexto de una estrategia de fomento al uso del automóvil privado, no tendrá sentido incluir proyectos de extensiones de la red de transporte independiente; por el contrario, deberían incluirse proyectos del tipo autopistas urbanas, u otros cuya función primordial sea la de atender viajes en automóvil. A su vez, escenarios de uso de suelo que consideren un desarrollo de la ciudad fundamentalmente en sus áreas de expansión, sin límites urbanos predefinidos, se deberán asociar con planes de expansión de la red vial (en longitud y capacidad) que favorezcan la movilidad y el acceso a las nuevas zonas de urbanización. En este caso, es poco probable que los planes que incluyen extensiones de la red de transporte independiente presenten indicadores

*que son los que responden por sí solos a los objetivos de una estrategia particular (por ejemplo, una estrategia basada en el desarrollo intensivo de una red de transporte público), de forma tal que su inclusión en un plan en particular practicamente define la orientación estratégica de éste.

de rentabilidad aceptables, toda vez que este tipo de proyectos encuentran su justificación en escenarios de densificación urbana, donde se produce una concentración espacial de la demanda que requiere de soluciones de transporte de gran capacidad. No estar la presente a un nivel muy grueso, solo para efectos de analizar las interrelaciones.

Finalmente, la relación entre estrategias de planificación y escenarios de uso del suelo se vislumbra naturalmente, a través de un factor anterior del cual dependen: las políticas generales que se aplican en los sectores de la economía que importan en nuestro caso. En efecto, un escenario de uso de suelo tendencial -es decir, expansión urbana hacia las zonas periféricas- parece coherente con una estrategia de planificación que resulta de aplicar una política de incentivo al incremento de la tasa de motorización. Por otra parte, escenarios de densificación en áreas de renovación urbana requerirán, como complemento natural, la adopción de una estrategia de desarrollo del sistema de transporte público (de superficie o en red independiente).

Es necesario decir por último, que la formulación de planes es una actividad en la que existe poca experiencia acumulada, y que todavía depende largamente del criterio e intuición de los técnicos encargados de su realización.

4.2 Análisis de resultados:

Anteriormente, se ha descrito la forma como pueden construirse diversos escenarios que posibiliten la consideración de la incertidumbre en la evaluación de los proyectos estratégicos, pero no se ha abordado el problema de como los cuantiosos resultados del proceso de evaluación debieran ser utilizados para recomendar decisiones de inversión -esto es, que paquete de proyectos debería seguir el proceso de evaluación para arribar a la etapa de implementación-. Una forma de producir resultados que permitan discernir entre paquetes de proyectos sometidos a las condiciones de escenarios futuros distintos podría consistir en asignar ponderadores a cada escenario y comparar los resultados de los distintos paquetes sobre la base de un promedio ponderado. Desde luego, semejante procedimiento no es otra cosa que una suerte de estimación subjetiva de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario, y por supuesto, desde un punto de vista conceptual no ofrece mayores atractivos, que no sea la facilidad para llevar a cabo el ejercicio correspondiente. Otra manera de utilizar los resultados de la evaluación podría consistir en rechazar cualquier paquete que no obtenga indicadores satisfactorios en todos los escenarios; en otras palabras, bastaría que un paquete no supere umbrales mínimos de rentabilidad bajo las condiciones de alguno de los escenarios considerados para que sea desechado. La aplicación de este criterio podría inhibir la obtención de importantes beneficios, en tanto adopta una forma típica de aversión al riesgo.

Dado que se usa una técnica de escenarios futuros para incorporar la incertidumbre, debiera aprovecharse esta circunstancia utilizando un procedimiento que parece intuitivamente atractivo, y que se asocia al de la robustez de un proyecto. La filosofía básica de la robustez se aprovecharía mejor por el hecho que los proyectos son sometidos a diversas situaciones futuras -por lo menos, una tendencial y otra de contraste-, y que algunos de ellos pueden comportarse satisfactoriamente en todas ellas. La robustez como criterio de selección no se basa tanto en la simple comparación cuantitativa de indicadores de paquetes de proyectos, sino que busca seleccionar planes de transporte que se acomoden mejor frente a un rango de escenarios futuros, o sea que alcanzan niveles "aceptables" de rendimiento bajo condiciones de incertidumbre. Se puede definir la robustez de un plan como la proporción de estados futuros "aceptables" que pueden alcanzarse después que el plan es simulado (en oposición al concepto de flexibilidad, que supone que un plan es flexible cuando su implementación no inhibe el desarrollo de otras alternativas).

Sin embargo, aparece una vez más el problema de la secuencia de implementación de los proyectos que conforman un paquete. Casi podría decirse que un plan supone una secuencia y que otra distinta daría lugar a un paquete diferente, y entonces lo que se evalúa es, de hecho, la robustez de la secuencia. Pero, en realidad, en ningún momento se aborda la cuestión de la secuencia óptima de implementación de las decisiones, ni las interrelaciones de programación son incorporadas tan detalladamente en el proceso de evaluación como para dar una idea de la bondad de la secuencia. El método de la robustez permite básicamente seleccionar proyectos que se comportan aceptablemente bajo distintas condiciones futuras, pero que llevan implícita la secuencia del plan del que son parte. Por lo demás, en un contexto de planificación continua siempre será posible ir evaluando cada cierto tiempo las inversiones siguientes a partir de los resultados de los proyectos ya construidos.

En todo caso, el secuenciamiento de inversiones una vez definido un plan, dependerá fuertemente de las disponibilidades de financiamiento, y también de factores políticos, y no tanto de su optimalidad desde el punto de vista técnico (si es que un secuenciamiento óptimo es factible de ser determinado).

4.3 Planteamiento de estrategias alternativas en ESTRAUS:

En ESTRAUS se han planteado tres estrategias alternativas para el desarrollo del sistema de transporte urbano del Gran Santiago, a saber:

a) Desarrollo de la infraestructura vial para acomodar el crecimiento de la demanda: Esta estrategia supone que la evolución del sistema de transporte se orienta a la provisión de infraestructura vial en respuesta al crecimiento de la tasa de motorización. Por lo tanto, el tipo de proyectos que se consideran para la formulación de planes consistentes con esta estrategia son, por ejemplo, la construcción de autopistas urbanas, ampliación importante de la capacidad de ejes viales existentes, generación de enllos de alta capacidad, etc.

b) Desarrollo de redes independientes de transporte público: Esta estrategia supone la evolución del sistema de transporte urbano se basa en el desarrollo de redes de transporte independiente de alta capacidad tales como metro, tranvía en sitio propio, trenes suburbanos, etc.

c) Desarrollo del transporte público de superficie con tecnología intermedia: Esta estrategia se basa en el desarrollo de una red de transporte público de superficie tendiente a mejorar los niveles de servicio actuales, con el fin de reforzar la participación del transporte público en la satisfacción de viajes en una ciudad donde se espera un crecimiento significativo de la tasa de motorización. El tipo de proyectos que se consideran en este caso corresponde a líneas de tranvías en un número limitado de ejes y eventualmente líneas de trolebuses en sitio propio, a los que se añaden proyectos complementarios en aquellos lugares no atendidos por los modos mencionados.

5. EL PROBLEMA DE LA DEFINICION DE LA SITUACION BASE EN ESTRAUS

Uno de los problemas que enfrenta el análisis de proyectos estratégicos en el mediano y largo plazo consiste en la definición de una situación base apropiada en los distintos cortes temporales considerados (y además para cada escenario de uso de suelos).

Para ilustrar el problema es conveniente recordar brevemente el origen de un "estudio estratégico" como el que se desarrolla para el Gran Santiago. Como supuesto básico, se supone que la ciudad crecerá, y que ese crecimiento tomará la forma de una expansión espacial o, alternativamente, una densificación de áreas urbanas existentes, o lo que es mas probable, una combinación de ambos fenómenos. En cualquier caso, y como consecuencia de ello, se puede suponer que, a su vez, crecerá la demanda por viajes en la ciudad y, por lo tanto, será necesario producir incrementos de capacidad en la red de transporte para satisfacer el exceso de demanda.

Debemos notar que mientras el crecimiento de la demanda es un proceso continuo en el tiempo, el incremento de capacidad es, en cambio, un proceso discreto que opera como respuesta a los desequilibrios entre oferta y demanda que se van acumulando en el tiempo. Asimismo, cabe recordar que frente a tales desequilibrios, los incrementos de la oferta para atender los excesos de demanda **no tienen una solución única**, sino que existen formas opcionales de incrementar la capacidad de la red de transporte que responden, por lo general, a distintas estrategias de desarrollo del STU. Precisamente, se trata de evaluar los atributos de las posibles alternativas -que pueden ser en su concepción radicalmente distintas (por ejemplo, autopistas urbanas versus líneas de tranvías)- para atender la creciente demanda por viajes en la ciudad.

En particular, ESTRAUS aborda el problema del crecimiento futuro de la ciudad de una manera metódica y cuantitativa, suponiendo distintas alternativas para localizar geográficamente la expansión poblacional*, ya sea por la vía de la expansión periférica y/o por densificación. En todo caso, lo que nos interesa aquí es que se generan 3 escenarios distintos de uso de suelos (ver Capítulo 3), en que el crecimiento de la ciudad toma formas bien determinadas y debidamente cuantificadas. Cuando dicho crecimiento opera por expansión del perímetro urbano, es posible producir la extensión correspondiente de la red (nuevas calles que atienden la expansión urbana), mientras que si opera por densificación es preciso generar aumentos de capacidad sobre la red de transporte instalada para atender el incremento de la demanda. En cualquier caso, para evaluar los planes de transporte en cada uno de los escenarios futuros de planificación, se requiere construir las redes respectivas que han de reflejar estos efectos mediante la incorporación de los nuevos arcos en la periferia y las modificaciones de los existentes (en relación con sus capacidades).

* notar que se ha estimado un crecimiento probable de la población y, por lo tanto, no existen escenarios de crecimiento futuro respecto de esta variable. Los escenarios de uso de suelos consisten, entonces, en distribuciones espaciales alternativas de una estimación única de crecimiento poblacional (expresada en términos de hogares a localizar).

Sin embargo, los impactos de la densificación sobre la red existente no necesariamente han de limitarse a cambios en los arcos. De hecho, proyectos de desnivelación como los que se llevan a cabo actualmente en Santiago, dan origen a cambios de topología de la red, en la medida que un proyecto de ese tipo implica generalmente la eliminación de un nodo (por lo menos) en la red modelada. Tampoco deben descartarse la incorporación de nuevos arcos en zonas urbanas consolidadas, aunque conceptualmente estos pueden entenderse como incrementos de capacidad de la red instalada.

Puesto que la red modelada es una representación de las características físicas y operacionales de las calles y vías de la ciudad en un momento dado, las redes que incorporan los incrementos de capacidad y extensiones de la red actual, no serían otra cosa que una representación de la situación base asociada al corte temporal y al escenario a que corresponden dichos cambios.

Desde luego, las complicaciones que demanda la construcción de estas redes ya están a la vista. ¿Que debemos suponer respecto de la evolución de la oferta del STU en cada corte temporal, especialmente en el horizonte del estudio?; en particular, ¿que proyectos estarán construidos o deberían estarlo en ese año, como parte de la inversión que de todas maneras se realiza para la "mantención" del STU?; ¿que monto de inversión anual debe suponerse en este sentido?. La respuesta a estos interrogantes produce efectos concretos en las redes, por ejemplo, en las curvas flujo/velocidad que se asocian a cada arco en particular como resultado de la incorporación de proyectos, o en la topología de la red, mediante la adición de nuevos arcos sobre la red existente, o la eliminación de nodos en la red actual. Por otra parte ¿que nivel de inversión puede considerarse razonable para la situación base en relación con los niveles de inversión de los proyectos que van a evaluarse?. Una respuesta a esta última pregunta permitiría acotar la cantidad de proyectos que pueden incluirse en la situación base.

A estas alturas, es conveniente distinguir aquellos proyectos que, implementados en forma "rutinaria", tienden aminorar desequilibrios locales, de aquellos que se orientan a reestruar desequilibrios globales, por ejemplo, interzonales (o intercomunales). Los primeros corresponden a proyectos de inversión del tipo local, que son la materia prima con la que se construye la situación base. Los segundos corresponden al tipo de proyectos estructurales que serán evaluados en ESTRATUS. Pero existen categorías intermedias de proyectos que por sus niveles de inversión, o por otras causas, son susceptibles de ser considerados en la situación base; entre otros, se pueden mencionar los mejoramientos de ejes mediante esquemas de gestión de tránsito y los proyectos de repavimentación de ejes. Ambos tipos de proyectos pueden ser considerados para la definición de la situación base, y se representan a través de modificaciones a las curvas flujo/velocidad asociadas a los arcos correspondientes. Se hace notar las limitaciones propias de tal procedimiento, especialmente para el caso de mejoramiento de ejes, en el que las curvas flujo/velocidad deben modificarse tentativamente, puesto que la coordinación de semáforos, por ejemplo, no es un atributo frecuente en la red como para establecer analogías confiables.

Un problema adicional para la definición de la situación base en un análisis de carácter estratégico es que finalmente depende de las distintas estrategias consideradas -y a partir de las cuales se derivan los planes a ser evaluados-. En efecto, debe recordarse que la situación base al horizonte del estudio ha de incluir aquellos proyectos que ocupan los primeros lugares en la secuencia de ejecución (es decir, que se construyen en los primeros años del período de análisis);

por lo tanto, existirán tantas situaciones base al horizonte del proyecto como planes estratégicos estén en consideración. Esto complica el trabajo, en tanto se requiere, para el horizonte del proyecto, construir una situación base por cada plan, además de una por cada escenario considerado.

Todo lo anterior sugiere que la definición de la situación base en un "estudio estratégico" corresponde a una actividad de carácter básicamente artesanal, en el que juegan un papel importante el criterio de los técnicos y el conocimiento que tienen de la red y de los factores que afectan su evolución. De hecho, no existen en la literatura mayores referencias metodológicas al respecto, ni tampoco experiencias anteriores en las que se haya llevado a cabo esta tarea al nivel que ha alcanzado en ESTRAS.

La realización de esta actividad es una extensión lógica de aquella que corresponde a una tarea básica contemplada en la metodología para la evaluación social de proyectos de inversión en vialidad urbana (Comisión de Transporte Urbano, Secretaría Ejecutiva, 1982). La definición de una situación base en estudios de carácter estratégico es mas amplia en relación con el concepto utilizado en estudios de ámbito local. En éstos, el objetivo es establecer una base de comparación en la que se evita contabilizar a favor de los proyectos a evaluar beneficios que pueden obtenerse a partir de inversiones de bajo costo comparativo sobre la situación actual. En ESTRAS, lo anterior se relativiza en la medida que aparecen dos dimensiones que complican la tarea: primero, la necesidad de establecer situaciones base en cortes temporales futuros, y segundo, la magnitud de las inversiones que implican los planes estratégicos. Es así que en ESTRAS las inversiones de bajo costo comparativo pueden corresponder a proyectos de ámbito local (desde ensanches de ejes hasta eventualmente desnivelaciones). Además, la situación base asociada a un determinado corte temporal debe incluir los proyectos que hasta ese momento se deben suponer construidos de acuerdo a la secuencia de los planes evaluados.

Con todo, debe tenerse presente que la importancia relativa de una adecuada definición de la situación base decrece a medida que el corte temporal en el que se la realiza se aleja del año cero del proyecto. Esto es así debido a que los beneficios que se obtienen a lo largo de la vida útil de un proyecto son castigados a través de la tasa social de descuento, siendo muy importante en los primeros años del proyecto (los primeros 5 años suelen aportar en algunos casos hasta el 50% de los beneficios totales) hasta hacerse poco significativos hacia el horizonte del proyecto*. Por lo demás, la incertidumbre inherente a un pronóstico de lo que puede ocurrir en el futuro lejano, sugiere moderar los esfuerzos de precisión en el horizonte de 20 años, y concentrarlos en un corte temporal intermedio (por ejemplo, el quinto año).

* Excepto en el caso que la tasa de incremento de los beneficios fuera superior a la tasa de descuento, situación bastante improbable en proyectos de transporte.

REFERENCIAS

ALLPORT, R.J., CLAYERING, J.M., PEARMAN, A.D. (1986) The Use of Escenario Techniques to Formulate Transport Strategy for an Urban Area, Research Study for the Science and Engineering Research Council, Leeds.

COMISION DE TRANSPORTE URBANO, SECRETARIA EJECUTIVA (1982) Metodología para la Evaluación Social de Proyectos de Inversión en Vialidad Urbana, Santiago.

SCHOFER, J.L. (1983) Challenges to the Future of Urban Transportation Planning, Transportation Research Record 931.

SIGDO KOPPERS-CIS (1986) Conclusiones Comité de Uso de Suelos (Informe Preliminar), ESTRAS.

SIGDO KOPPERS-CIS (1987) Planteamiento para la Organización de Paquetes de Proyectos (Documento de Trabajo), ESTRAS.