

Las ciudades inteligentes y los sistemas de transporte inteligentes y sustentables: El caso de Seúl, Corea del Sur

Estudio de caso

Programa de Líderes en Planificación de la Movilidad Urbana (LUTP)

Este estudio de caso es parte del programa de Líderes en Planificación de la Movilidad Urbana (*Leaders in Urban Transport Planning*, LUTP). Su objetivo es proporcionar información de contexto que preceda a una discusión guiada. No pretende ofrecer una descripción completa y precisa de la situación y no debe utilizarse como material de fuente primaria.

Este estudio ha sido elaborado por el personal del Banco Mundial. Los resultados, las interpretaciones y las conclusiones expresados en este estudio no reflejan necesariamente las opiniones del Directorio Ejecutivo del Banco Mundial ni de los gobiernos a los que este representa. El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este trabajo. Las fronteras, colores, denominaciones y demás información que aparecen en los mapas de este trabajo no implican juicio alguno por parte del Banco Mundial sobre la condición jurídica de ningún territorio, ni la aprobación o aceptación de dichas fronteras.

Este estudio de caso fue redactado por Kate DeMoss y Joanna Moody. Fue revisado por Arturo Ardila Gomez y Georges Bianco Darido (especialistas sénior en transporte urbano, Banco Mundial), Yoomin Lee (funcionaria profesional subalterna, Banco Mundial), Yun Seok Jung (oficial de políticas, Gobierno Metropolitano de Seúl) y Young Ho Kim (director ejecutivo, KOTI). El desarrollo de este estudio de caso contó con el apoyo del Fondo Fiduciario de Corea para el Crecimiento Ecológico (P176488) y la Ventana de Transporte Urbano del Fondo Fiduciario de Múltiples Donantes para Movilidad y Logística (Mobility and Logistics, MOLO) (P168007). La traducción al español de la versión original en inglés de este estudio de caso fue realizada por Mónica de la Colina González y revisada por Lorena Sierra Valdivieso.

Este estudio está disponible bajo una licencia Creative Commons de Atribución 3.0 Organizaciones internacionales (CC BY 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo>. Bajo esta licencia, es posible copiar, distribuir, transmitir y adaptar este estudio, incluso con fines comerciales, en las siguientes condiciones:

Atribución. Este estudio debe citarse de la siguiente manera: “DeMoss, Kate y Joanna Moody. 2021. Planificación del transporte público y activo para fomentar la resiliencia y la salud: El caso de Seúl, Corea del Sur. *Programa de Líderes en Planificación de la Movilidad Urbana (LUTP)*. Washington, D.C.: Banco Mundial”.

Traducciones. Si se traduce esta obra, la atribución debe ir acompañada del siguiente descargo de responsabilidad: Esta traducción no fue creada por el Banco Mundial y no debe considerarse como una traducción oficial de este. El Banco Mundial no se hace responsable de ningún contenido o error en esta traducción.

Adaptaciones. Si se hace una adaptación de esta obra, la atribución debe ir acompañada del siguiente descargo de responsabilidad: Esta es una adaptación de una obra original del Banco Mundial. Las opiniones y los puntos de vista que se expresan en la adaptación son responsabilidad exclusiva del autor o los autores de la adaptación y no están avalados por el Banco Mundial.

Última actualización: diciembre de 202



Las ciudades inteligentes y los sistemas de transporte inteligentes y sostenibles: El caso de Seúl, Corea del Sur

“Las ciudades inteligentes —con su capacidad de aprovechar los datos y la tecnología para mejorar la planificación y la eficiencia de la prestación de servicios, así como su gobernanza y gestión urbana eficaz— son esenciales para lograr un futuro verde, resiliente y sostenible para todas las personas”.¹ Consciente de que los principales beneficios de las nuevas tecnologías y datos de movilidad urbana radican en su capacidad de aportar información para la planificación, la gobernanza y las operaciones, Seúl adoptó un enfoque integral con respecto a la gestión de sistemas inteligentes de transporte (intelligent transportation systems, ITS). Este estudio de caso explora la manera en que Seúl recaba y analiza datos sobre movilidad urbana para apoyar una planificación y gestión de la ciudad con base empírica.²

A inicios de los años 2000, a pesar de las inversiones en autopistas urbanas de la década anterior, las calles de Seúl seguían muy congestionadas; la oferta de infraestructura vial no parecía poder seguir el ritmo de la demanda creciente de viajes en auto. Por ello, el Gobierno Metropolitano de Seúl (Seoul Metropolitan Government, SMG) decidió adoptar un nuevo enfoque para gestionar el tráfico: un enfoque que se centrara menos en la oferta de infraestructura y en la ampliación de la capacidad y más en la reducción de los viajes en auto combinada con la eficiencia tecnológica. Los ITS formaron parte de un enfoque innovador que aplicó tecnología de vanguardia para gestionar la demanda de viajes y mejorar los flujos de tráfico con costos mucho más asequibles. Las plataformas de ITS proporcionaron los datos y los análisis necesarios para sustentar este nuevo enfoque sobre la planificación del transporte urbano centrado en las personas, un enfoque que ha demostrado mejoras cuantificables en la eficiencia y la sostenibilidad ambiental.

Mientras Seúl ampliaba sus funcionalidades de ITS para apoyar dicho enfoque, el SMG desarrolló el Servicio de Información y Operaciones de Transporte (Transport Operations and Information Service, TOPIS): un centro integral de control de tráfico que planifica, construye y dirige los ITS de Seúl. El TOPIS de Seúl, que se reestructuró y optimizó en 2015, recaba una gran variedad de datos sobre el tráfico y las infraestructuras de distintos modos de transporte (automóviles particulares y vehículos de transporte público); proporciona información sobre el tráfico en tiempo real a los viajeros, operadores y personal de respuesta ante incidentes; analiza la demanda de tráfico y las causas de la congestión; y guía la planificación de proyectos de transporte.³ Con el tiempo, el TOPIS sigue añadiendo nuevas funcionalidades a medida que se determinan fuentes de datos y necesidades analíticas adicionales.

¹ Wahba, Sameh. 2021. “Harnessing Smart Technology for Sustainable Development in Developing Countries,” *Banco Mundial*, 18 de enero. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/01/18/harnessing-smart-technology-for-sustainable-development-in-developing-countries-tdlc>

² “Korea Innovation 2020: Smart Urban Resilience,” *WBx Talks*. <https://olc.worldbank.org/content/korea-innovation-2020-smart-urban-resilience>

³ Lee, Shin. s. f. “ITS on Seoul’s Urban Expressway,” *SMG Policies that Work*. http://susa.or.kr/sites/default/files/resources/교통_8 ITS%20on%20Seoul's%20Urban%20Expressway.pdf

Este estudio de caso proporciona información de contexto para discutir cómo el TOPIS constituye una fuente de información útil para la toma de decisiones sobre el funcionamiento y la mejora del sistema de transporte urbano de Seúl. Póngase en el lugar de los responsables de tomar decisiones del SMG y tenga en cuenta las siguientes preguntas mientras lee el material:

- ¿Qué instituciones, procesos y políticas se necesitan para: (1) apoyar la evolución continua del TOPIS; y (2) aprovechar al máximo los datos y la información que este genera?
- ¿Qué datos adicionales podrían ser necesarios para apoyar los objetivos del SMG en cuanto a los sistemas de movilidad inclusivos, resilientes, verdes y eficientes? En particular, ¿qué tipo de datos se necesitan para apoyar y fundamentar los proyectos de movilidad activa?
- ¿Qué otras funciones analíticas se podrían agregar al TOPIS para impulsar aún más la planificación y la toma de decisión con base empírica?
- ¿Cómo han contribuido los resultados del TOPIS a que los planificadores del transporte urbano del SMG consigan apoyo político para continuar con la agenda de movilidad sostenible descrita en el estudio de caso?

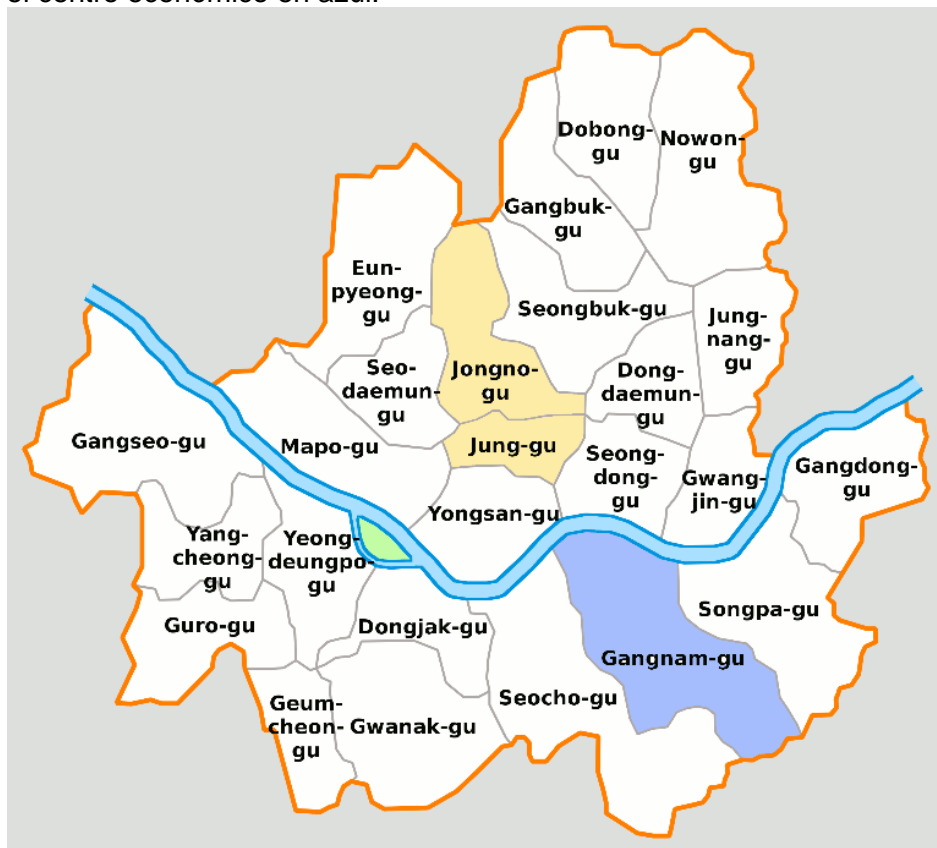
SEÚL, COREA DEL SUR

Seúl es la ciudad más grande de Corea con una población de aproximadamente 10 millones de personas (19 % de la población total de Corea) y una superficie de 605 km². Su densidad de población promedio es de 16.500 personas/km², lo que la convierte en una de las ciudades más densas del mundo.⁴

Seúl consta de veinticinco distritos y el río Han divide las mitades norte y sur de la ciudad. Es una ciudad policéntrica: el centro histórico y político de la ciudad se ubica en los distritos de Jongno y Jung; el centro financiero en el sector Yeouido del distrito de Yeongdeungpo; y el centro económico en el distrito de Gangnam (véase la Figura 1).

Figura 1. Mapa de los 25 distritos y principales centros de actividad de Seúl⁵

Los centros históricos y políticos están marcados en dorado, el centro financiero en verde y el centro económico en azul.



⁴ Suzuki, Hiroaki, Robert Cervero y Kanako Iuchi. 2013. *Transforming Cities with Transit: Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development*. Washington, DC: Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12233>

⁵ Adaptado de Wikimedia Commons. https://en.wikipedia.org/wiki/File:Map_Seoul_districts_de.png

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE SEÚL: CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE AUTOPISTAS

Durante las décadas de 1960 y 1970, se produjo en Seúl una urbanización considerable. La construcción de infraestructura de transporte y otras infraestructuras urbanas no se ajustó al ritmo del crecimiento demográfico acelerado, lo que ocasionó importantes congestiones de tráfico, contaminación ambiental, asentamientos no autorizados y escasez de viviendas. El SMG se concentró en construir infraestructura vial y vivienda pública, sustituir la infraestructura dañada en la Segunda Guerra Mundial y crear nuevas capacidades para hacer frente a la enorme cantidad de personas que llegaban a la ciudad. Fue también durante este periodo cuando se abrió la primera línea de metro en Seúl.

Durante las décadas de 1980 y 1990, el SMG aplicó una serie de políticas de embellecimiento y mejora urbana con las que desarrolló y densificó nuevas zonas de Seúl. También completó muchos proyectos de infraestructura de transporte, como las líneas 2 a 8 del sistema de metro y la construcción de importantes carreteras principales y autopistas urbanas, para conectar las cada vez más numerosas zonas urbanas.

Debido al aumento del nivel de ingresos de los ciudadanos de Seúl, la cantidad de automóviles se multiplicó por diez entre la década de 1980 y el año 2015. En la primera parte de ese periodo, la respuesta del SMG fue crear más capacidad vial para satisfacer el aumento de la demanda. Sin embargo, a principios de la década del 2000, cambió su enfoque y comenzó a adoptar objetivos de gestión urbana centrados en lograr una ciudad inteligente y sostenible. Puso en marcha un conjunto de políticas para reducir el uso de automóviles particulares y aumentar el uso del transporte público y activo. Este fue el periodo en el que el SMG restauró arroyos, parques y espacios públicos en el centro histórico de la ciudad. También digitalizó sus servicios administrativos y desarrolló otras tecnologías de la información para responder a las crecientes exigencias de los ciudadanos de mejorar su calidad de vida.

Un proyecto de transporte emblemático durante esta época fue la eliminación de la autopista Cheonggye, una autopista elevada de gran volumen que cubría la histórica ribera del arroyo Cheonggye. Cuando la autopista, de 30 años de antigüedad, no pasó una inspección de seguridad en 2001, la ciudad tuvo que plantearse si reconstruirla (con un costo estimado de 93 mil millones de wones) o demolerla. La restauración se convirtió en uno de los temas principales durante la campaña electoral para la alcaldía de ese año. Lee Myung-Bak fue elegido alcalde de Seúl debido, en gran parte, a una plataforma que prometía la eliminación de la autopista y la restauración del arroyo, lo que mejoraría el aspecto de la ciudad y crearía un área recreativa para los peatones.⁶

Antes de poner en marcha el proyecto de demolición, el SMG simuló los efectos de la eliminación de la autopista en los flujos de tráfico de la zona y adoptó medidas para paliar los problemas previstos. Estas medidas incluyeron la mejora de la accesibilidad del

⁶ Congress for the New Urbanism (CNU). s. f. "Seoul | Cheonggye Freeway." <https://www.cnu.org/highways-boulevards/model-cities/seoul>

Seoul Solution. 2017. "Seoul Urban Regeneration: Cheonggyecheon Restoration and Downtown Revitalization," 21 de abril. <https://seoulsolution.kr/en/node/2374>

transporte público, la reducción de los estacionamientos cercanos y el aumento de la tarifa de estacionamiento, así como el suministro de información de tráfico en tiempo real para desviar el tráfico que se dirigía a esas zonas. La intención principal era disminuir el uso de automóviles en la zona afectada para que el tráfico restante pudiera seguir fluyendo a nivel de la calle. El SMG también demolió muchos de los puentes peatonales y los sustituyó por cruces peatonales en los mismos lugares para mayor comodidad de los peatones.⁷

Se demostró empíricamente el éxito del proyecto mediante la recopilación de datos sobre los flujos de tráfico y el medio ambiente antes y después del proyecto. Por ejemplo, la zona de Cheonggyecheon informó de una reducción considerable de la concentración de contaminantes atmosféricos locales, incluidos el polvo fino (PM-10), el NO₂ y los compuestos orgánicos volátiles (COV), poco después de concluir el proyecto de restauración. También disminuyó el efecto de isla de calor en el centro de la ciudad: la temperatura de la zona de Cheonggyecheon antes de la restauración era 2,2 °C mayor a la temperatura media de Seúl, pero esta diferencia se redujo a 1,3 °C después de la restauración. Y el tráfico peatonal en la zona aumentó notablemente, sobre todo entre semana.⁸

TOPIS

El Servicio de Información y Operaciones de Transporte (TOPIS) de Seúl es un sistema inteligente e integrado de gestión del transporte que administra las operaciones y recaba información de tráfico de los distintos modos de transporte que circulan en la ciudad. TOPIS ha evolucionado con el paso del tiempo: se han añadido funciones a medida que se determinan nuevas fuentes de datos y necesidades analíticas. Creado en 1998 como un sistema regional de gestión del tráfico, TOPIS incorporó nuevas capacidades a lo largo de 15 años:⁹

- Creación de un sistema regional de gestión del tráfico: 1998
- Creación y ampliación del sistema de gestión del tráfico en autopistas urbanas: 2000
- Inauguración del TOPIS de Seúl (la sala de control) e introducción del sistema de tarjetas de transporte: 2004
- Introducción del sistema de control automatizado: 2005
- Instalación piloto y ampliación del sistema de información de autobuses (BIS): 2008
- Lanzamiento del servicio de información de tráfico móvil: 2009
- Apertura al público de los datos de tráfico: 2010
- Introducción de estándares para la señalización con mensajes variables (variable message sign, VMS) y los sistemas de detección de vehículos (vehicle detection system, VDS)

⁷ Seoul Solution. 2017. "Transition from the vehicle-oriented city to the pedestrian-friendly city," 26 de septiembre. <https://seoulsolution.kr/en/content/6307>

⁸ Seoul Solution. 2017. "Seoul Urban Regeneration: Cheonggyecheon Restoration and Downtown Revitalization," 21 de abril. <https://seoulsolution.kr/en/node/2374>

⁹ Lee, Shin. s. f. "TOPIS: Seoul's Intelligent Traffic System (ITS)," *SMG Policies that Work*. http://susa.or.kr/sites/default/files/resources/교통_10_TOPIS.pdf

Ko, Joon Ho y Shin Lee. 2018. "TOPIS: Seoul's Intelligent Traffic System," *Seoul Solution*, 22 de febrero. <https://seoulsolution.kr/en/node/2595>

- Lanzamiento de la sala de control combinada de tráfico, desastres y asuntos generales de gestión urbana: 2013
- Lanzamiento de la plataforma del TOPIS de Seúl (ITS Solution): 2015 a la fecha

En 2015, el SMG puso en marcha la plataforma del TOPIS que integró y reestructuró todas las funcionalidades en nuevas plataformas optimizadas (que se describen con mayor detalle a continuación):

- 1) Plataforma central o sala de control de información de tráfico
- 2) Sistema de Información de Autobuses (Bus Information System, BIS)
- 3) Plataforma de control automatizada
- 4) Sistema de Gestión del Tráfico en Autopistas Urbanas (Urban Expressway Traffic Management System, UETMS) y Sistema Avanzado de Gestión del Tráfico (Advanced Traffic Management System, ATMS)
- 5) Sistema de análisis de macrodatos

1) Plataforma central

La plataforma central recaba, combina y procesa información de todas las demás plataformas en tiempo real y, gracias a la información que proporciona a los usuarios, los responsables de formular políticas y los operadores, permite dar respuestas inmediatas. Esta plataforma utiliza datos y tecnología para mejorar la resiliencia del sistema de movilidad urbana y su capacidad de respuesta en casos de desastres. La supervisión de los datos entrantes le permite detectar situaciones anormales o síntomas de interrupciones. Cuando esto sucede, los operadores pueden controlar los equipos *in situ*, como los semáforos y las pantallas electrónicas de información sobre el tráfico en toda la ciudad, para responder a la situación. Además, el sistema está diseñado para permitir un contacto y una cooperación rápidos con los actores pertinentes, como las fuerzas del orden, el personal de respuesta inicial y otro personal de emergencia, y los ciudadanos.

Cada día, se generan 85 millones de puntos de datos a partir de las tarjetas de transporte y 26 millones de puntos de datos a partir de las operaciones de transporte. La plataforma central agrega estos datos y los utiliza para permitir un análisis preciso y en tiempo real para la planificación del transporte, como la racionalización de rutas, la planificación de intervalos, la previsión y la simulación. En particular, los datos se utilizan para proporcionar líneas de base históricas y calibrar los análisis de las repercusiones de los nuevos proyectos y políticas de transporte. Todos los proyectos de transporte en Seúl están obligados a simular y analizar las repercusiones sobre el tráfico utilizando la información proporcionada por el TOPIS. Un aspecto crucial del TOPIS es que, gracias al carácter multimodal de su recopilación de datos y sus sistemas, las simulaciones no se limitan a analizar la circulación de automóviles, sino que también tienen en cuenta las repercusiones sobre los desplazamientos de los vehículos de transporte público y, en menor medida, de los peatones y los ciclistas.¹⁰

2) Sistema de Información de Autobuses (BIS) y Sistema de Gestión de Autobuses (BMS)

A través del Sistema de Información de Autobuses (BIS) del TOPIS de Seúl, se recaba información sobre la circulación de todos los autobuses de la ciudad en tiempo real. Cada autobús tiene instalada una terminal integrada que recaba información sobre el

¹⁰ Ha sido difícil recabar datos fiables y en tiempo real sobre los peatones, ya que las mejores fuentes de datos han sido las grabaciones de CCTV y otros tipos de cámaras cuyo procesamiento puede ser intensivo desde el punto de vista informático.

funcionamiento del autobús y lee las tarjetas de transporte para procesar los pagos. La información recopilada incluye la velocidad y ubicación en tiempo real a lo largo de la ruta, aceleraciones o paradas repentinas, y la cantidad y ubicación de los pasajeros que suben y bajan. Estos datos se analizan para que puedan utilizarlos los viajeros y ciudadanos, el SMG y los operadores de los autobuses.

En las estaciones de autobuses a lo largo de la red “abierta” de transporte rápido por autobús, integrada por carriles centrales exclusivos para autobuses, se han instalado terminales que procesan y muestran información del BIS y comunican a los pasajeros los horarios previstos de llegada. Los viajeros también pueden utilizar la aplicación para teléfonos móviles para consultar los niveles de ocupación de los autobuses (utilizando datos agregados sobre la cantidad de pasajeros proporcionados por el BIS), lo que les permite planificar su viaje y quizás esperar un autobús menos concurrido para disfrutar de un viaje más cómodo. Toda la información del BIS en el TOPIS de Seúl es completamente abierta y está a disposición del público a través de una interfaz de programación de aplicaciones (application programming interface, API). Esto significa que los desarrolladores privados de sitios web y aplicaciones para teléfonos inteligentes pueden volver a procesar la información para adaptarse mejor a las necesidades de los distintos tipos de consumidores.

El SMG puede utilizar los datos recopilados para mejorar la planificación de la red. La información sobre el número de pasajeros puede ayudar a determinar cómo están cambiando los patrones de demanda en la ciudad y dónde se podrían modificar las rutas y los horarios de servicio para atender mejor dicha demanda. El SMG también utiliza los datos para supervisar el desempeño de los operadores de autobuses privados: la información sobre la velocidad y la ubicación en tiempo real es importante para hacer cumplir los contratos de servicios y determinar la remuneración por ellos.

Los operadores utilizan los datos recabados para mejorar su prestación de servicios y detectar cualquier problema operativo que pudiera dañar a los usuarios. Por ejemplo, las aceleraciones y paradas repentinas son indicadores clave de seguridad vial. El Sistema de Gestión de Autobuses (Bus Management System, BMS), un centro para la gestión de operaciones de transporte público en tiempo real, toma datos del BIS y los utiliza para aumentar la puntualidad de los autobuses y mejorar las órdenes operativas y el envío de autobuses.

3) Sistema de control automatizado

El avanzado sistema de control automatizado utiliza cámaras para detectar y sancionar a los vehículos estacionados o detenidos ilegalmente en las autopistas urbanas, así como los vehículos que circulan en los carriles para autobuses o, en menor medida, los carriles para bicicletas. Hay cámaras fijas de monitoreo instaladas a lo largo de las autopistas en todas las regiones de Seúl y muchos autobuses están equipados con cámaras conectadas al sistema. Tras el proceso debido, se aplican multas por las infracciones detectadas a través del sistema. El objetivo del sistema de control no es generar ingresos, sino fomentar el buen comportamiento de los conductores.

4) Sistema de Gestión del Tráfico en Autopistas Urbanas (UETMS) y Sistema Avanzado de Gestión del Tráfico (ATMS)

El SMG instaló el UETMS para gestionar de manera centralizada la situación del tráfico en las autopistas de la ciudad y proporcionar información detallada sobre el tráfico en tiempo real a los funcionarios de la ciudad y a los conductores. El UETMS se desarrolló

a mediados de la década de 1990, se implementó en 1997 y se expandió a lo largo de la década del 2000. En 2001, Seúl estableció el Centro de Control del Tráfico en Autopistas Urbanas y su plan operativo.¹¹

El UETMS recopila información sobre el tráfico mediante detectores de espira (sensores instalados bajo la calzada que cuentan el número de vehículos que pasan por encima de ellos), detectores de vehículos por video, cámaras de circuito cerrado de televisión (closed-circuit television, CCTV) e información procedente de llamadas telefónicas de emergencia y otros informes de los usuarios de las autopistas. Por lo tanto, el sistema abarca múltiples tecnologías de hardware, incluidos los sensores en las infraestructuras de transporte y en los vehículos, así como los sistemas de comunicaciones y electricidad. Posteriormente, el UETMS procesa esos datos para que puedan utilizarse.

El Sistema Avanzado de Gestión del Tráfico (ATMS) combina datos del UETMS con los de otras fuentes; por ejemplo, datos de GPS de taxis, información sobre el estado del clima de la Administración Meteorológica y datos del funcionamiento de los semáforos en tiempo real. Al igual que el UETMS, el ATMS procesa y gestiona información: analiza la congestión vial y planifica el funcionamiento en tiempo real de los semáforos y las señales con mensajes variables, hace un seguimiento en tiempo real de los cambios de velocidad en los caminos, detecta eventos de tráfico y ofrece servicios de información sobre el tráfico para los ciudadanos.

Gracias a la información del UETMS y el ATMS, los pasajeros pueden seleccionar su ruta óptima en función de los niveles de tráfico en tiempo real. También ayuda al SMG a detectar la causa de los retrasos (incluidos los eventos inesperados), proporcionar una respuesta rápida y, en última instancia, potenciar al máximo la eficiencia de todo el sistema de transporte.

5) Sistema de análisis de macrodatos

El sistema de análisis de macrodatos analiza una amplia gama de datos relacionados con el transporte, como los datos de transacciones de las tarjetas de transporte T-money, datos de las operaciones en tiempo real de autobuses y trenes públicos, datos de tráfico viario, incluidas las velocidades de los vehículos, e información de emergencia. El sistema de análisis de macrodatos contribuye al sistema de previsión de tráfico y al sistema de apoyo a las políticas de regulación del tráfico.¹²

Una de las funciones únicas del sistema de análisis de macrodatos es que recibe datos ajenos a las actividades de gestión del tráfico de la ciudad (es decir, datos proporcionados por proveedores privados). Por ejemplo, el SMG exige que los operadores de servicios privados de bicicletas y coches compartidos y las plataformas de contratación de vehículos con conductor aporten datos sobre sus servicios para contribuir a la planificación y la gobernanza de la movilidad urbana. Para disipar las preocupaciones del sector privado sobre la protección de datos y el carácter confidencial de cierta información, el gobierno de la ciudad crea acuerdos de intercambio de datos en virtud de los cuales los proveedores pueden eliminar toda la información personal asociada a los

¹¹ Lee, Shin. s. f. "ITS on Seoul's Urban Expressway," *SMG Policies that Work*.

http://susa.or.kr/sites/default/files/resources/교통_8 ITS%20on%20Seoul's%20Urban%20Expressway.pdf

¹² Lee, Shin. s. f. "TOPIS: Seoul's Intelligent Traffic System (ITS)," *SMG Policies that Work*.

http://susa.or.kr/sites/default/files/resources/교통_10 TOPIS.pdf

datos suministrados y proporcionar los datos bien para un solo uso o bien de forma continua pero con un desfase temporal que permita filtrarlos y procesarlos. Debido a estas restricciones, los datos de los proveedores privados suelen utilizarse para la planificación y gobernanza a largo plazo, más que para las operaciones en tiempo real.

Uno de los ejemplos más exitosos del uso de macrodatos de proveedores privados para la planificación del transporte fue la determinación de nuevas rutas de autobuses e intervalos de circulación para el servicio nocturno. Dado que el sistema de metro de Seúl cierra desde la medianoche hasta las 5:00 a. m., el único recurso para muchos viajeros era tomar un taxi, algo caro e insostenible. Además, era muy difícil encontrar taxis nocturnos, lo que ponía en riesgo a muchos viajeros. Por lo tanto, el SMG lanzó en 2013 un servicio de autobuses nocturnos, al que llamó “Servicio Búho”. Tradicionalmente, el SMG planificaba las nuevas rutas de autobuses con base en los datos de origen a destino registrados a través de la recaudación automática de tarifas. Sin embargo, como no circulan autobuses en las noches, las fuentes de datos tradicionales eran insuficientes. Al ampliar el flujo de análisis de macrodatos del TOPIS e incorporar datos proporcionados por empresas privadas de telecomunicaciones en la zona metropolitana de Seúl, el SMG pudo complementar los datos históricos con datos de las llamadas de teléfonos móviles, que sirvieron como indicadores de los patrones de movilidad durante la noche, y, de esa manera, superar las limitaciones de datos y planificar las rutas con más precisión.¹³

SISTEMA DE TRANSPORTE DE SEÚL

Transporte público

En 2015, casi el 66 % del tráfico diario promedio de la ciudad de Seúl (32 millones de viajes, según las estimaciones) se hizo por transporte público; el 40 % en la red de metro y el 25 % en la de autobuses. Consciente de la importancia de los sistemas de transporte público para la resiliencia, la salud y la sostenibilidad de la ciudad, el SMG sigue mejorando la cobertura y la calidad de la red de transporte público.

Sistema de autobuses

En la zona metropolitana de Seúl circulan alrededor de 7.400 autobuses en 356 rutas, que dan servicio a aproximadamente 4 millones de pasajeros al día.

El SMG emprendió una reforma del sistema de autobuses en julio de 2004 que reestructuró las rutas según un sistema de colores de líneas troncales (azules), alimentadoras (verdes), interregionales (rojas) y circulares (amarillas):¹⁴

- Los autobuses azules son líneas troncales que recorren rutas de larga distancia y conectan los principales centros urbanos de Seúl. 124 rutas con 3.619 autobuses conectan las zonas fuera del centro de Seúl con el centro de la ciudad. Estos autobuses ofrecen un servicio de alta frecuencia y fiabilidad y cada vez más autobuses circulan por carriles centrales exclusivos.

¹³ Sung, Nak Moon y Mauricio O. Ríos. 2015. “How is big data transforming transport in South Korea? *World Economic Forum, Fourth Industrial Revolution*, 30 de abril. <https://www.weforum.org/agenda/2015/04/how-is-big-data-transforming-transport-in-south-korea/>

Seoul Urban Solutions Agency (SUSA). 2019. “Using Big Data to Design Night Bus Routes,” *Development Asia*, 3 de octubre. <https://development.asia/case-study/using-big-data-design-night-bus-routes>

¹⁴ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2015. *Seoul Public Transportation*. https://www.metropolis.org/sites/default/files/seoul_public_transportation_english.pdf

- Los autobuses verdes son líneas alimentadoras que operan en rutas de corta distancia y circulan a menor velocidad que las líneas troncales. Estos autobuses suelen proporcionar un servicio de primera/última milla para los viajes más largos en las líneas de autobuses troncales o en el metro. Por lo tanto, se detienen en la mayoría de las principales estaciones de metro y autobuses fuera del centro de Seúl.
- Los autobuses rojos operan en nueve rutas exprés que conectan Seúl y las ciudades circundantes con 229 autobuses.
- Los 27 autobuses amarillos recorren cuatro rutas circulares dentro de las zonas céntricas de Seúl. Tienen tarifas más bajas que las de los autobuses verdes o azules y se detienen en las estaciones de tren, las atracciones turísticas, las zonas comerciales y empresariales y las paradas de las líneas azules para permitir la conexión con áreas fuera del centro de Seúl.

Además de estos servicios regulares, el SMG ofrece servicios de autobús en rutas nocturnas esenciales. Estas rutas reflejan la demanda de la población y las pautas de desplazamiento existentes a altas horas de la noche, determinadas mediante el análisis de macrodatos sobre la circulación de taxis (600,000 datos de GPS) y el uso de teléfonos celulares. Para julio de 2017, el sistema de autobuses nocturnos o “búhos” incluía 70 autobuses en nueve rutas.¹³

Como parte de la reforma del sistema de autobuses de 2004, el SMG adoptó un enfoque abierto con respecto al transporte rápido por autobús (Bus Rapid Transit, BRT) y comenzó a instalar una amplia red de carriles centrales exclusivos para autobuses en los corredores urbanos. En 2020, había 13 corredores que sumaban casi 129 km con infraestructura especializada. El sistema abierto de BRT permite que cualquier autobús circule por los carriles en el tramo de su ruta en el que haya infraestructura especializada. Los carriles centrales exclusivos para autobuses son usados principalmente por los autobuses troncales azules y los autobuses interregionales rojos. Gracias al sistema abierto de BRT, se ha mejorado la puntualidad y la rapidez del servicio de autobuses de la ciudad, con el consiguiente aumento de la satisfacción ciudadana.

También se reestructuraron los acuerdos institucionales para la operación de los autobuses. Desde 2004, el gobierno municipal es responsable de planear y definir las rutas, coordinar y establecer los objetivos de desempeño para las operaciones, evaluar el desempeño y dar apoyo económico al sistema. Y, en virtud de contratos basados en las rutas y el desempeño, las empresas privadas se encargan, a su vez, de conducir los autobuses, administrar los vehículos y gestionar a los 17.630 conductores empleados en el sistema de autobuses.¹⁵

Asimismo, Seúl amplió drásticamente la introducción de autobuses eléctricos en su flota, hasta llegar a un total de 460 para finales de 2020. Se tiene previsto aumentar a 3.000 el número de autobuses ecológicos y a 470 los autobuses lanzadera verdes para 2025.¹⁶

¹⁵ Audouin, Maxime, Mohamad Razaghi y Matthias Finger. 2015. “How Seoul used the T-Money smart transportation card to replan the public transportation system of the city; implications for governance of innovation in urban public transportation.” Presentación en el 8th *TransIST Symposium*, Estambul, Turquía, diciembre. <https://www.researchgate.net/publication/290574722>

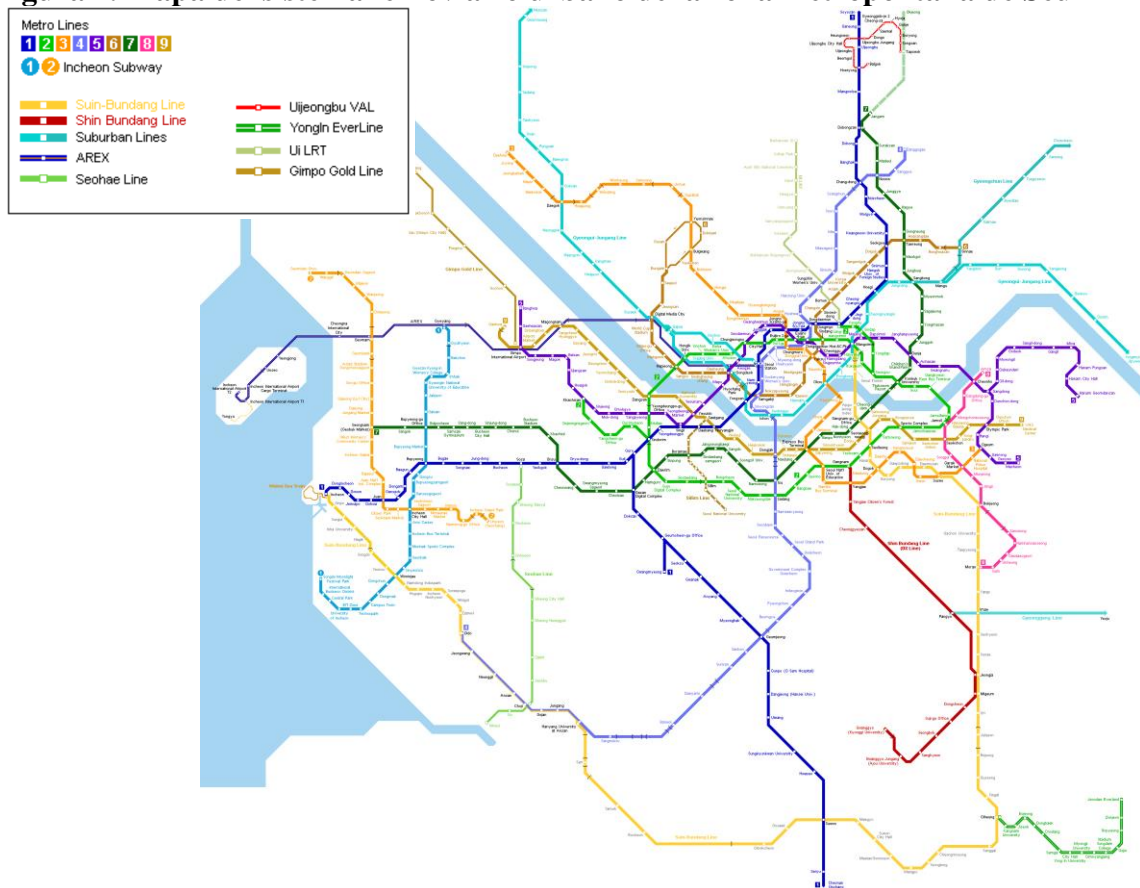
¹⁶ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2020. “Seoul Triples Number of Eco-friendly Electric Buses to Improve Air Quality,” 23 de abril. <http://english.seoul.go.kr/seoul-triples-number-of-eco-friendly-electric-buses-to-improve-air-quality/?cp=3&cat=827>

Sistema ferroviario urbano

El sistema ferroviario urbano de Seúl cuenta con 22 líneas ferroviarias y 746 estaciones que conectan toda la zona metropolitana de Seúl con la provincia circundante de Gyeonggi.

Hay nueve líneas principales de metro y una línea de transporte de tren ligero (Light Rail Transit, LRT) operadas por Seoul Metro, una corporación pública propiedad del SMG, que transportan 5,2 millones de pasajeros al día. Seúl tiene planes de extender las líneas de metro existentes y ampliar la red de tren ligero para construir una red ferroviaria urbana compacta de 441 km y hacer que se pueda llegar al metro en 10 minutos a pie desde cualquier punto de la ciudad. Estas líneas de metro se conectan con líneas de trenes regionales operadas por Korail, el operador ferroviario nacional (véase la Figura 2).

Figura 2. Mapa del sistema ferroviario urbano de la zona metropolitana de Seúl¹⁷



¹⁷ R. Schwandl. 2021. Mapa del metro de Seúl (incluido Incheon) por UrbanRail.Net <http://www.urbanrail.net/as/kr/seoul/seoul-map.htm>

Tarjeta inteligente de transporte

El SMG introdujo en 2004 una tarjeta inteligente de transporte (llamada “T-money”) que puede utilizarse para pagar todas las tarifas de autobús, metro y taxi, así como los peajes de las autopistas y las tasas de congestión. La tarjeta inteligente ofrece descuentos en los transbordos entre autobuses y metro y puede usarse para pagar en las tiendas de conveniencia donde también es posible recargarla. T-money tiene un alto grado de aceptación: el SMG informó que el 100,00 % de los usuarios del metro, el 98,96 % de los usuarios de autobuses y el 70,43 % de los usuarios de taxis pagaron con la tarjeta inteligente en 2018. Además del pago de tarifas de transporte, T-money puede utilizarse en muchos mercados locales como una tarjeta de crédito. Para animar a los propietarios de los comercios a recibir pagos con la tarjeta T-money, el SMG distribuyó lectores de tarjetas a las tiendas de los mercados y subvencionó el 70 % de las comisiones de los pagos pequeños.¹⁸ Gracias a su alto nivel de aceptación y diversidad de usos, T-money ha contribuido a que los ciudadanos se sientan más cómodos con los servicios de transporte público del gobierno municipal y ha fomentado el consumo en pequeños comercios locales.

Uso compartido de autos

En 2013, el SMG lanzó un programa de autos compartidos llamado “Nanum Car”. En colaboración con empresas privadas de automóviles compartidos, el programa permite el alquiler de vehículos de gasolina y eléctricos para su uso temporal. La finalidad del programa es reducir la necesidad de que los habitantes de Seúl tengan su propio automóvil, disminuir la congestión vial, resolver los problemas de estacionamiento y mitigar la contaminación.

En su primera fase (2013-2015), el programa se asoció con dos empresas para poner en circulación 3.000 autos de gasolina y dar servicio a 72.600 usuarios. Al mismo tiempo, el SMG comenzó a prepararse para el uso compartido de automóviles eléctricos mediante la construcción de una infraestructura de estaciones de carga. Para 2014, se habían instalado 850 tomas de corriente en estacionamientos públicos para alimentar una flota de 1.916 autos.¹⁹ En su segunda fase (2016-2018), el sistema de autos compartidos aumentó la cantidad total de vehículos (tanto de gasolina como eléctricos) a 4.700 y el número de usuarios casi se triplicó para alcanzar los 210.000. Y en su tercera fase, el SMG admitió dos empresas más en el sistema y tiene previsto duplicar el número de vehículos hasta 10.000 para 2022. En apoyo al programa, el SMG destina espacios en los estacionamientos públicos municipales para los vehículos de uso compartido.²⁰

En 2019, el transporte activo (es decir, los desplazamientos a pie y en bicicleta) representó el 4,2 % de los viajes puerta a puerta en la ciudad de Seúl. Además, el transporte activo es una de las principales vías de acceso a los viajes en transporte público. Por lo tanto, los porcentajes de participación modal que no toman en cuenta estos importantes desplazamientos de primera o última milla subestiman la relevancia del transporte activo en la ciudad.

¹⁸ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2015. “Shop with T-money or credit card at Seoul traditional markets,” 14 de enero. <http://english.seoul.go.kr/shop-t-money-credit-card-seoul-traditional-markets/>

¹⁹ Seoul Solution. 2017. “Shared Transport: Car Sharing in Seoul (Nanum-Car),” 24 de julio. <https://www.seoulsolution.kr/en/node/3462>

²⁰ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2019. “Seoul to launch the third phase of sharing car (Nanum Car) program, making it a semi-public transportation means by 2022,” 1 de julio. <http://english.seoul.go.kr/seoul-to-launch-the-third-phase-of-sharing-car-nanum-car-program/>

Carriles para bicicletas

Para 2020, el SMG había habilitado 940 km de carriles para bicicletas, con la intención de alcanzar los 1.330 km en 2030. El SMG pretende crear un sistema de “transporte rápido en bicicleta” basado en una red de carriles principales y secundarios para bicicletas que permitan a los ciclistas circular de forma segura y rápida sin peligro de chocar con otros medios de transporte.²¹ Esto implica crear carriles para bicicletas que estén separados completamente de la carretera. Los carriles para bicicletas que actualmente están junto a los carriles de circulación de vehículos se elevarán para que tengan la misma altura que las aceras. Se trasplantarán los árboles que obstruyan el paso a lo largo de las calles y se mantendrá el mismo ancho de las vías (véase la Figura 3).

Figura 3. Diseño de carriles para bicicletas²¹



Uso compartido de bicicletas

El servicio público de uso compartido de bicicletas de Seúl, Ttareungi, es un sistema público de alquiler de bicicletas aparcadas (o basado en estaciones, sin personal de servicio) disponible para cualquier persona en cualquier momento. En 2020, el sistema incluía 1.540 estaciones de alquiler y hasta 37.500 bicicletas.²²

Las aceras y el entorno peatonal

En 2013, el SMG reexaminó su enfoque con respecto a la provisión y reglamentación de las aceras para mejorar la experiencia de viaje de los peatones. Observó que, si bien el 78 % de las calles del centro de Seúl cumplían con el ancho mínimo de 2 metros que

²¹ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2020. “Seoul Creates Commuting Lane for Bicycles by Repairing Existing Bicycle Lanes,” 7 de septiembre. <http://english.seoul.go.kr/seoul-creates-commuting-lane-for-bicycles-by-repairing-existing-bicycle-lanes/?cp=3&cat=827>

²² Gobierno Metropolitano de Seúl. 2020. “Introducing New QR-type Ttareungi,” 2 de marzo. <http://english.seoul.go.kr/introducing-new-qr-type-ttareungi/>

exige la normativa, la experiencia de los peatones seguía siendo muy incómoda debido a los postes, las rejillas de ventilación, los árboles a lo largo de las calles y otros obstáculos en las aceras. Además, era frecuente que se encontraran con vehículos estacionados ilegalmente. Por lo tanto, la ciudad estableció el objetivo de duplicar la superficie cubierta por aceras en las zonas del centro de la ciudad de 10,13 km² a más de 20,00 km².²³

Desde 2013, el SMG ha avanzado mucho en el cumplimiento de su objetivo de aumentar la superficie y la calidad de las aceras de la ciudad. Gran parte de este avance se logró renovando espacios de tránsito vehicular para convertirlos en espacios peatonales. Por ejemplo, en 2015, el SMG cerró un puente vehicular de 1 km cerca de la estación de Seúl porque ya no cumplía los estándares de resiliencia y seguridad de la infraestructura. En lugar de demoler la vía, el gobierno decidió convertirla en un parque para los peatones que, además de contar con jardines, redujo la duración de los trayectos a pie en torno a la estación central de transporte público de la ciudad. El proyecto, llamado Seoulo 7017, creó una red de turismo peatonal con 17 caminos peatonales que se inauguró en 2017.²⁴

Otro ejemplo es el de Sejong-daero, que en su día fue una avenida de 12 carriles destinada únicamente a los vehículos. El proyecto, inaugurado en 2021, redujo considerablemente el número de carriles. El espacio recuperado se utilizó para crear zonas peatonales dos veces más grandes que la Plaza de Seúl, así como carriles para bicicletas y espacios verdes con una variedad de árboles y flores. Se espera que la renovación de Sejong-daero, bautizado como un “camino forestal peatonal”, se convierta en un ejemplo para otras mejoras en la ciudad que abarquen la cultura, la historia y el paisaje, y creen vínculos entre las empresas, los servicios y las personas. La construcción del camino forestal peatonal en Sejong-daero no provocó congestión vial; la velocidad de circulación de los vehículos es la misma que antes de las obras.²⁵

Asimismo, se han adoptado nuevas normativas que favorecen la calidad de los entornos peatonales, reduciendo los obstáculos y protegiendo a los peatones en su derecho de paso y en los cruces. Ahora, está prohibido que los patinetes eléctricos, motocicletas y bicicletas circulen por las aceras, por respeto a los peatones. Además, se solicitó una enmienda al Decreto de Aplicación de la Ley de Circulación Vial para que se remolque de inmediato, sin multas preventivas, cualquier dispositivo de movilidad personal que esté estacionado ilegalmente en una acera obstaculizando el paso de los peatones.²⁶

El SMG se propone mejorar la seguridad de los peatones mediante la instalación de más de 30 cruces peatonales adicionales cerca de las zonas en las que ocurren muchos accidentes de tráfico con peatones, así como alertas de seguridad en las zonas de riesgo donde siga pendiente la construcción de un cruce. Dado el gran tamaño de las manzanas

²³ Gobierno Metropolitano de Seúl. s. f. “Seoul Transportation Vision 2030.” <http://english.seoul.go.kr/policy/traffic/seoul-transportation-vision-2030/>

²⁴ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2018. “Seoulo 7107 Overview” <http://seoulo7017.co.kr/SSF/ENG/H/PRO/010/01010.do#>

²⁵ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2020. “Completion of Pedestrian Forest Path on Sejong-daero and Grand Opening in January 2021,” 30 de diciembre. <http://english.seoul.go.kr/completion-of-pedestrian-forest-path-on-sejong-daero-and-grand-opening-in-january-2021/?cp=2&cat=827>

²⁶ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2021. “Seoul Makes Full-Scale Launch to Establish Pedestrian-Safe Culture in 2021,” 9 de marzo. <http://english.seoul.go.kr/seoul-makes-full-scale-launch-to-establish-pedestrian-safe-culture-in-2021/?cat=827>

principales en muchos centros urbanos de Seúl, colocar cruces peatonales muy visibles a mitad de las manzanas, que se alineen con los callejones, es una medida importante para mejorar las condiciones y la seguridad de los peatones. También se instalarán cruces diagonales en veinticinco ubicaciones para proporcionar un entorno más cómodo y seguro a los peatones.²⁷

Límites de velocidad

Con el objetivo de aplicar límites de velocidad seguros y reducir las muertes y lesiones por accidentes viales en Seúl, el Ministerio de Tierras, Infraestructura y Transporte de Corea puso a prueba la iniciativa “Velocidad Segura 5030” en 2018. La iniciativa redujo los límites de velocidad a 50 km/h en las vías principales del centro y a 30 km/h en las calles laterales de todo el país.²⁸ Además de ampliar la aplicación de la iniciativa Velocidad Segura 5030, el SMG anunció que reducirá el límite de velocidad a 20 km/h en zonas prioritarias (como las zonas escolares) y en las zonas residenciales.²⁰ Aunque estas medidas ya produjeron una reducción de las muertes de peatones por choques con vehículos, los peatones aún constituyen una gran parte de las víctimas mortales de los accidentes viales, lo que pone de relieve la importancia de adoptar un enfoque de sistemas seguros para los entornos de peatones y ciclistas.

PREGUNTAS PARA LA DISCUSIÓN

A medida que Seúl continúa operando y mejorando su sistema de transporte urbano, el TOPIS ofrece una valiosa fuente de datos para la toma de decisiones. Los responsables de tomar decisiones del SMG deben plantearse varias preguntas clave, entre ellas:

- ¿Qué instituciones, procesos y políticas se necesitan para: (1) apoyar la evolución continua del TOPIS y (2) aprovechar al máximo los datos y la información que este genera?
- ¿Qué datos adicionales podrían ser necesarios para apoyar los objetivos del SMG en cuanto a los sistemas de movilidad inclusivos, resilientes, verdes y eficientes? En particular, ¿qué tipo de datos se necesitan para apoyar y fundamentar los proyectos de movilidad activa?
- ¿Qué otras funciones analíticas se podrían agregar al TOPIS para impulsar aún más la planificación y la toma de decisiones con base empírica?
- ¿Cómo han contribuido los resultados del TOPIS a que los planificadores del transporte urbano del SMG consigan apoyo político para continuar con la agenda de movilidad sostenible descrita en el estudio de caso?

²⁷ Gobierno Metropolitano de Seúl. 2020. “Pedestrian-Friendly Diagonal Crossings at 25 Locations in Seoul,” 10 de diciembre. <http://english.seoul.go.kr/pedestrian-friendly-diagonal-crossings-at-25-locations-in-seoul/?cp=2&cat=827>

²⁸ Korea Bizwire. 2021. “Revamped Traffic Laws Expected to Reduce Traffic Accident Fatalities,” 26 de marzo. <http://koreabizwire.com/revamped-traffic-laws-expected-to-reduce-traffic-accident-fatalities/185771>