Capítulo 2

5 Simulaciones de movilidad urbana

Manuel Hernández Rosales
Coordinador
Oscar Missael Quintana Quilantan
Pablo Álvarez López
Idalia Flores De la Mota
Carmen Angelina García Cerrud
Pablo Uriel Benítez Ramírez
Ana Carolina Olivera
Autores

COORDINACIÓN DE HUMANIDADES
80 AÑOS 2025
CONSEJO TÉCNICO DE HUMANIDADES
PUEC UNAM

Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información

Nombres: Hernández Rosales, Manuel, editor.

Título: 5 simulaciones de movilidad urbana /Manuel Hernández Rosales, coordinador.

Otros títulos: Cinco simulaciones de movilidad urbana.

Descripción: Primera edición. | Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Humanidades, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, 2025.

Identificadores: LIBRUNAM 2278760 (libro electrónico) | ISBN 9786075878669 (libro electrónico).

Temas: Ingeniería vial -- Métodos de simulación. | Transporte -- Simulación por computadora. | Movilidad residencial -- Simulación por computadora. | Movilidad residencial -- Métodos de simulación. | Gases de escape -- Métodos de simulación. | SUMO (Programa para computadora).

Clasificación: LCC HE336.A8 (libro electrónico) | DDC 388.312—dc23

---

5 Simulaciones de movilidad urbana
Coordinador: Manuel Hernández Rosales

Primera edición: 22 de septiembre de 2025
ISBN PDF: 978-607-587-866-9

Obra completa
DOI: https://doi.org/10.22201/puec.9786075878669e.2025

Capítulo 2. 1ª Simulación: convertir el tráfico en zonas para caminar en San Luis Potosí, México
DOI: https://doi.org/10.22201/puec.9786075878669e.2025.c2

D.R.© 2025 Universidad Nacional Autónoma de México
www.unam.mx

Coordinación de Humanidades
Circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria,
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México
www.humanidades.unam.mx

Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad
República de Cuba 79, Centro Histórico,
Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06010, Ciudad de México
www.puec.unam.mx

Departamento de publicaciones PUEC-UNAM: Graciela Chávez Olvera
Corrección de estilo: Adriana Cataño
Diseño editorial y portada: Laura Elena Mier Hughes
Apoyo editorial: Luis Armando Acosta Uribe

El contenido de esta obra es responsabilidad de los autores. Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio, incluidos los electrónicos, sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales. Esta edición y sus características son propiedad de la UNAM.

Hecho en México / Made in Mexico

Capítulo 2

1ª Simulación: convertir el tráfico en zonas para caminar en San Luis Potosí, México

Oscar Missael Quintana Quilantan*

Introducción

Las ciudades presentan diferentes desafíos, entre los que destacan el transporte público, la congestión vehicular, la contaminación del aire, el consumo de energía y la falta de acceso equitativo a servicios para trasportarse. La ciudad de San Luis Potosí no se encuentra fuera de este contexto. Está situada en el centro-norte de México y es una ciudad intermedia con una zona metropolitana que alberga a 1,243,980 habitantes y cuenta con un parque vehicular de casi 700,000 automóviles. El uso del automóvil se ha convertido en un estatus cultural y aspiracional de los habitantes, lo que subraya la necesidad de replantear el paradigma de movilidad hacia la sostenibilidad. La movilidad urbana es un componente sustancial para la conformación de la identificación con las ciudades y se entiende como parte de la cotidianeidad amplia

* Universidad Autónoma de San Luis Potosí

y diversa de las vivencias de los habitantes, por lo cual el derecho a la ciudad concentra el derecho a una movilidad urbana, tal como lo dicta la nueva legislación mexicana de 2022 (Congreso de la Unión, 2022).

Con base en esta premisa, se propone la implementación de una zona peatonal en el Centro Histórico de San Luis Potosí, el cual obtuvo el reconocimiento de Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2010 en la sesión número XXXIV (UNESCO, 2010). El centro histórico es el lugar donde convergen los indicios de las diferentes etapas de la ciudad; se observa en sus calles y edificios el registro de las épocas de bonanzas, así como de las expectativas de futuro. Es una zona urbana moldeada por los factores sociales, religiosos, económicos y políticos, de tal suerte que por sus calles se pueden encontrar edificaciones coloniales, del porfiriato y del siglo XX.

En concreto, el centro histórico es la zona más importante de la ciudad y de la región del Bajío, de manera que esta zona se designó como un espacio de recreación principalmente en sus tres plazas: Jardín Hidalgo o Plaza de Armas, Plaza de los Fundadores y Plaza del Carmen. Estos lugares son los puntos cruciales de diferentes actividades culturales, sociales y políticas que, en conjunto con los museos, cinetecas, teatros, comercios y jardines aledaños, forman un área lúdica de la ciudad.

El objetivo principal de esta propuesta busca garantizar la libre circulación y mejorar la movilidad de quienes frecuentan la zona para actividades recreativas, laborales, educativas o de tránsito, por medio de las simulaciones

de movilidad urbana. SUMO es una herramienta poderosa y versátil de planeación, que expone simulación y análisis del tráfico urbano. La utilizan los investigadores, planificadores urbanos y desarrolladores de tecnologías de transporte para mejorar la movilidad y la eficiencia del tráfico en las ciudades.

A través de la aplicación de SUMO, se pueden comprender, recrear y visualizar diversos escenarios relacionados con los cambios en la infraestructura vial, para analizar y así presentar a los tomadores de decisiones la reestructuración vial; esta reestructuración contempla la creación de zonas peatonales, carriles para bicicletas y la integración con la red peatonal y de jardines existente en el área.

Bajo esta perspectiva, el Centro Histórico de San Luis Potosí sería un referente de orden, comodidad y modernidad dentro del contexto urbano mexicano. Este enfoque busca garantizar la libre circulación y mejorar la movilidad de quienes frecuentan la zona para actividades recreativas, laborales, educativas o de tránsito.

Planteamiento del problema

En la capital de San Luis Potosí se ha incrementado el desarrollo y expansión de la mancha urbana, por lo cual se han generado mayores emisiones de contaminantes tanto de fuentes industriales como fuentes móviles, lo que afecta directamente a su población. Se espera que en los próximos años los niveles de la contaminación sean aún mayores.

Actualmente, la movilidad en la capital se considera inadecuada dado el incremento en los tiempos de traslado y el número de congestionamientos viales. Esto se replica en la zona de estudio, donde la movilidad urbana en el Centro Histórico de San Luis Potosí se caracteriza por una combinación de calles adoquinadas, edificios coloniales y plazas emblemáticas y enfrenta desafíos y oportunidades únicos en términos de transporte y accesibilidad. La coexistencia de vehículos motorizados, transporte público, bicicletas y peatones en un espacio relativamente compacto y denso crea un ambiente dinámico y, a menudo, congestionado. Además, la infraestructura vial y las políticas de movilidad desempeñan roles cruciales al moldear la experiencia diaria de residentes y visitantes, dando siempre preferencia al trasporte en automóvil, que aunado a la gran atracción de peatones que convergen conlleva a una movilidad ineficiente.

Por ello es imperativo realizar una propuesta para llevar a cabo una trasformación en el paradigma de la movilidad motorizada y el cambio en San Luis Potosí para dirigir la ciudad hacia la sostenibilidad, pero es necesario evaluar de qué manera se podrían reducir estas emisiones con la disminución de uso de vehículos motorizados, la disminución o aumento de velocidad del tránsito vehicular, la adecuación de vialidades, el cambio de sentido en calles y las aplicaciones en los principales ejes viales. Esto se refleja en la propuesta de peatonalización para el Centro Histórico de San Luis Potosí, el cual es el núcleo principal de la ciudad y en él se concentra gran parte de las actividades administrativas de los gobiernos.

Para simular el tráfico vehicular en el Centro Histórico de San Luis Potosí con SUMO, primero se recopilaron datos de rutas principales como líneas de deseo, entradas principales, calibración de semáforos y límites de velocidad. La red vial se obtuvo de *OpenStreetMap*, para posteriormente ajustarla a fin de corregir errores en la infraestructura y mejorar la precisión del modelo.

Se generaron 17 rutas principales basadas en estudios de movilidad y se complementaron con rutas aleatorias mediante *randomTrips.py*. Finalmente, se validó la simulación, comparando sus resultados con datos reales, asegurando que reflejara fielmente el tráfico en la zona.

Elementos de la simulación

1. Rutas (*Flow over route*). Los flujos de rutas fueron evaluados para una hora pico en el Centro Histórico de la ciudad de San Luis Potosí, contemplando las rutas tomadas por las personas.
2. Vehículo (*default vehtype*): es el tipo de vehículo de uso privado, ya que el número de vehículos eléctricos e híbridos pueden descartarse.
3. Rutas aleatorias (*RandonTrips*): los flujos en las rutas correspondieron a 73% de la flota vehicular que transita por el área, el otro 27% se modeló en forma de rutas aleatorias.
4. *Líneas de deseo:* estas reflejan los patrones de movimiento preferidos por los usuarios considerando las nueve entradas y las cuatro salidas para el área.

5. Calibración de semáforos: cada ciudad tiene sus propias configuraciones en los tiempos de semaforización, por lo cual se cotejó con una visita de campo y con la Secretaría de Tránsito municipal.
6. Velocidad máxima: los límites máximos de velocidad fueron 50 km/h, 40 km/h y 20 km/h.
7. Aforo vehicular: el aforo vehicular se llevó a cabo el martes 29 de marzo, en un horario matutino (pico) de 8:30 a 9:30 horas y vespertino (valle) de 17:00 a 18:00 horas

Preparación del escenario

Paso 1. Obtención de la red vial

La red vial se obtuvo mediante *OpenStreetMap*, que es una herramienta de uso abierto y con modificaciones por sus usuarios; en las ciudades mexicanas se tiene una aproximación no tan real, por lo cual, se deben tener consideraciones para su uso. Para generar un escenario base, primero se localiza el área de estudio y se selecciona en un cuadro usando la herramienta *OSMWebWizard* situada en *SUMO/tools*. Una vez seleccionada el área, solo hay que pulsar "generate scenario" con los parámetros que vienen de referencia; este proceso abrirá una simulación base de *sumo-gui*.

Paso 2. Edición de la infraestructura

Siempre es necesario verificar la infraestructura vial, esto puede obtenerse por conocimiento empírico de la calle o con una visita a campo, ya que el *Openstreetmaps* para ciudades mexicanas no es tan confiable dada la realidad de las vialidades, por lo cual es necesario editar la red usando *netedit* para ajustar conexiones, agregar carriles y velocidades máximas. Para ello se va a la opción edición/abrir en *netedit* (o pulsar Ctrl + T), y se harán los arreglos necesarios. Ciertos cambios requieren que se reconfiguren las intersecciones, por lo que, al iniciar la red, se pulsará F5 o en la opción de *Processsing–>compute juntions*.

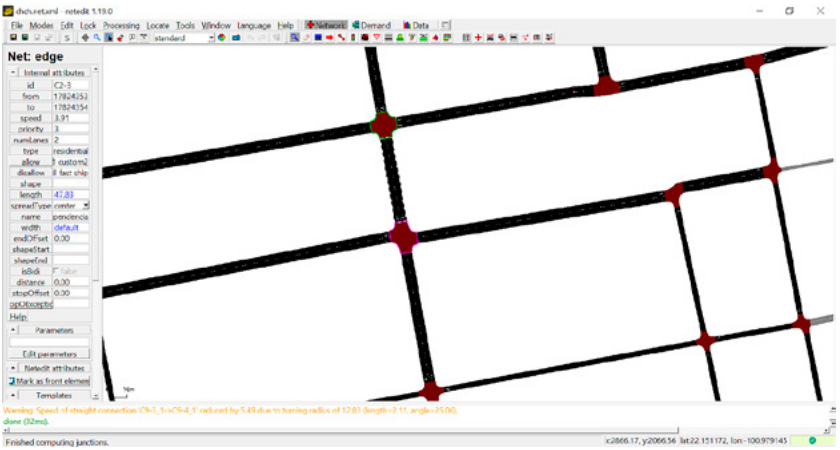
Esto iniciará la red conectando las vialidades y cruces. Para la verificación de las calles es necesario dar clic en una vialidad; en el lado izquierdo aparecerán los atributos internos de esta (figura 1), los cuales podrán ser modificados. Los errores más comunes son el número de carriles, la inexistencia de banquetas, ubicación errónea en semáforos u omisión de ellos, zonas de parquímetro (estacionamientos), calles peatonales no marcadas y error en la velocidad máxima permitida.

Para la corrección se puede utilizar *Google Maps* en la visualización street que permite observar la realidad de la infraestructura; así mismo una visita al área de estudio dará una mejor perspectiva. Para el Centro de San Luis Potosí se respetaron las calles peatonales ya existentes y no se consideraron las banquetas en la simulación, puesto

que el enfoque son los flujos de la movilidad motorizada que se presentan.

Además de la corrección de carriles y sentidos de las vialidades, se ajustaron las velocidades máximas en la calle, para que la calle se acercara a la realidad establecida, ya que una parte de las vías es de adoquines y la otra de concreto estampado.

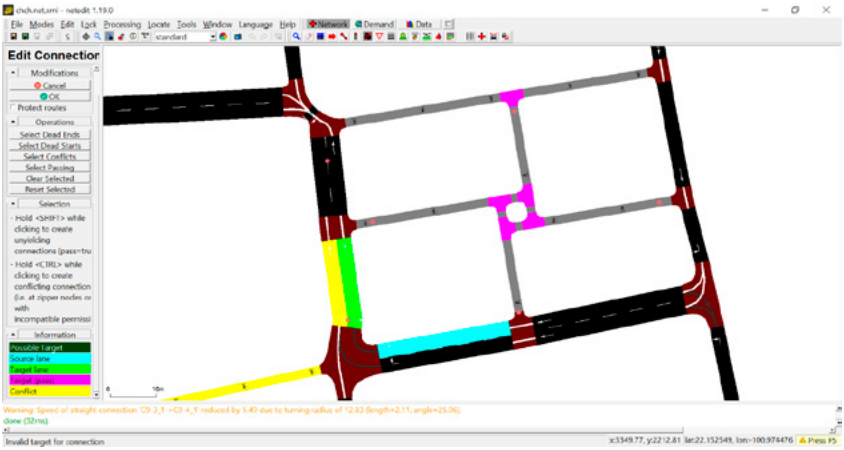
Figura 1. Atributos internos de las calles



Para la corrección de la velocidad máxima se consideró el aspecto actual de las vialidades en el área de estudio. En una calle con una condición adecuada se propuso una velocidad máxima de 40 km/h, la cual es la velocidad máxima por ley en vialidades residenciales para la ciudad de San Luis Potosí; aunado a esto se calibraron a 50 km/h las calles que, por parte de tránsito municipal, tienen esta configuración. En contraparte, para las vialidades que presentan problemas de infraestructura como parquímetros,

abundante tránsito de personas, bicicletas y con condiciones deficientes en los adoquines, se limitó a 20 km/h. Esta adecuación se realiza en unidades de metro sobre segundos (m/s) en los atributos internos de cada calle en *netedit*, así como la edición de las conexiones entre calle (figura 2) que se encuentra en el símbolo de *edit connection*.

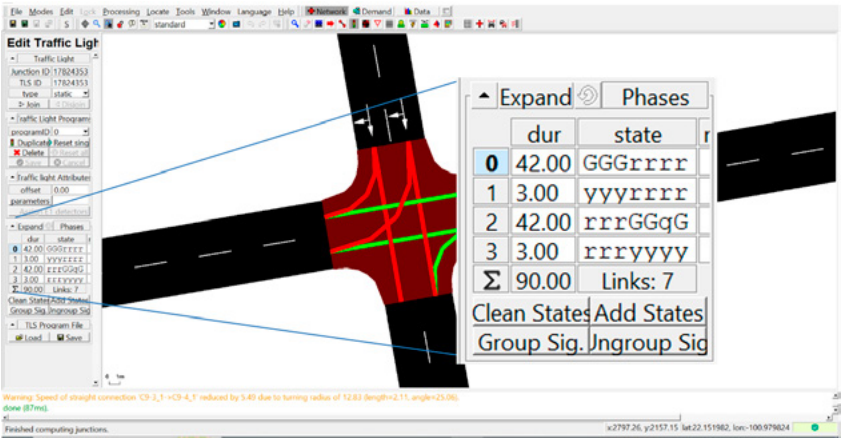
Figura 2. Verificación de las conexiones entre vialidades



En la opción de *Network* se encuentra la simbología correspondiente a las luces de tránsito (semáforos); calibrar estos últimos a las condiciones reales es crucial por varias razones que afectan tanto la precisión de la simulación como la validez de los resultados obtenidos. Asimismo, los tiempos fueron cronometrados *in situ* y comparados con lo publicado en tránsito municipal. Es necesario remarcar que los tiempos en semáforos y el tipo de semáforo son propuestos por cada administración; por lo cual, asegurar el comportamiento acorde con las

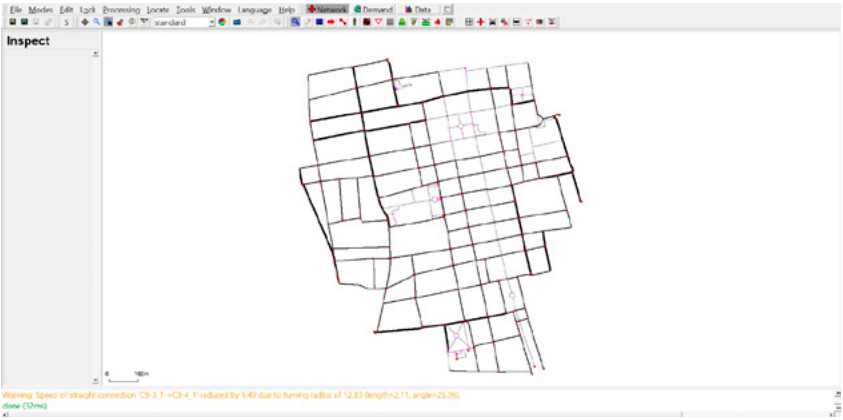
condiciones reales del tráfico implicó ajustar los tiempos de los ciclos de semáforo en las fases (verde, amarillo, rojo) y esto se puede ajustar manualmente (figura 3) para que coincidan con los tiempos de espera y flujos de tráfico reales observados. Con estos ajustes una simulación en SUMO será útil y aceptable, ya que sus resultados deben ser validados contra datos reales. La calibración de los semáforos es una parte esencial de este proceso de validación, puesto que garantiza que los modelos de simulación sean representativos y confiables.

Figura 3. Ajuste de los ciclos de los semáforos



Finalmente, una vez realizados todos los ajustes necesarios se tendrá la red vial correspondiente, lista para poder trabajar en la simulación de movilidad. Para el caso de estudio la estructura se muestra a continuación (figura 4), que representa el núcleo correspondiente al Centro Histórico de la Ciudad de San Luis Potosí.

Figura 4. Red vial del Centro Histórico de San Luis Potosí



Se realizaron conteos de vehículos durante las horas pico. Para esto se recurrió a estudios de contaminantes del aire, así como a encuestas origen-destino, lo que permitió registrar un total de nueve entradas y cuatro salidas en el área de estudio. Estos conteos se llevaron a cabo para entender mejor los patrones de tráfico y la densidad vehicular en los momentos de mayor afluencia.

Adicionalmente, se consideraron las preferencias de los conductores al analizar las líneas de flujo de tráfico (figura 5). Esto incluyó observar las rutas utilizadas con más frecuencia, así como las direcciones preferidas por los conductores en función de su origen y destino. Este análisis detallado de las líneas de deseo proporciona una visión más completa de los comportamientos y decisiones de los conductores, lo cual fue esencial para la construcción de las rutas y sus flujos.

Figura 5. Líneas de deseo con mayor influencia en el área de estudio

Para la construcción de los flujos fue necesario considerar solo los vehículos privados y taxis; en los aforos los taxis son fáciles de identificar pero no así los autos de alquiler por aplicación, por lo cual en el flujo fueron agrupados. El estudio del aforo vehicular se llevó a cabo un día de marzo, con nueve distintos puntos elegidos estratégicamente para medir la cantidad de vehículos que ingresaban al centro, los cuales fueron considerados como las vialidades de entrada de vehículos. El conteo fue de forma manual con un grupo de estudiantes que ayudaron a realizarlo.

Se registraron diferentes tipos de medios de transporte que ingresaban por cada uno de los nueve puntos (automóviles particulares, autos de carga, taxis, motocicletas), para de esta forma analizar cómo se lleva a cabo

la movilidad en el centro histórico y así mejorar la organización de los vehículos en las vialidades. Se consideró una media de tráfico o intensidad de tráfico y el número de automóviles contabilizados en la hora de estudio; en cuanto al porcentaje de salida nos basamos en el descrito en la encuesta origen-destino de Hernández Cerda *et al*. (2023). Es imperativo aclarar que las ciudades del interior del país carecen de encuestas origen-destino robustas, así como presupuesto para los estudios de movilidad, por lo que fue necesario recurrir a estrategias como las mencionadas; con estudios publicados, conteos manuales, entrevistas a los automovilistas e indicadores de contaminación del aire con los cuales se construyeron las rutas y los flujos correspondientes para la simulación; esto para el turno matutino que es el punto más alto en el área de vehículos, peatones, ciclistas y contaminación del aire por fuentes móviles. Esto se resume en la siguiente tabla.

Tabla 1. Construcción de las rutas y flujos

	Aforo Vehicular				Turno: Matutino				
Entradas	Particular	Taxis	Motos	Total	Líneas de deseo	Salidas	Porcentaje de Salidas	Salida (Autos)	Salidas (Taxis)
1	1,122	122	98	1,393	Poniente-oriente	1	31	348	38
1					Poniente-oriente	1	21	236	26
1					Poniente-norte	1	6	67	7
1					Poniente-sur	2	18	202	22
2	274	31	23	356	Poniente-oriente	3	77	211	24
3	633	96	135	958	Norte-poniente	4	77	487	74
4	711	125	130	1,048	Oriente-poniente	4	77	547	96
5	305	55	48	425	Oriente-poniente	3	32	98	18
6					Oriente-poniente	3	18	55	10
6					Oriente-sur	2	18	55	10
6					Oriente-sur	2	18	55	10
7	167	49	42	273	Sur-poniente	4	42	70	21
7					Sur-oriente	3	31	52	15
8	99	12	19	137	Sur-poniente	3	42	42	5
8					Sur-oriente	1	31	31	4
9	304	41	26	387	Poniente-oriente	1	77	234	32
9	297	43			Norte-sur	2	77	229	33

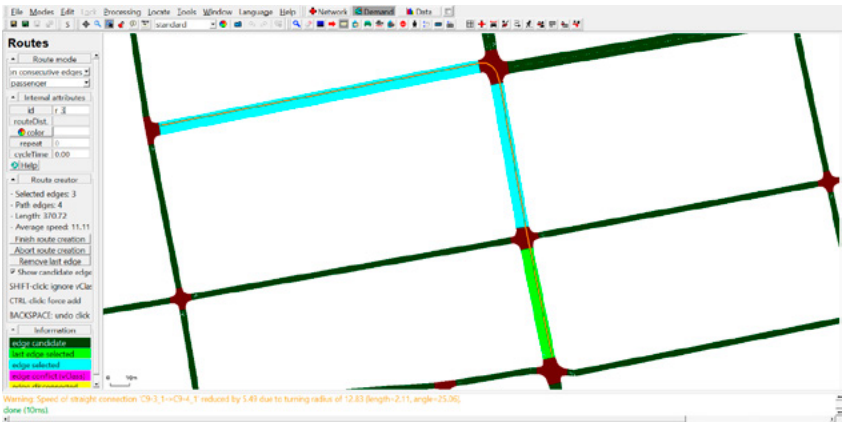
La hora pico de tráfico vehicular registrada alcanzó casi 5,300 vehículos en la mañana, específicamente de 8:00 a.m. a 9:00 a.m. En la tarde, entre las 5 p.m. y las 6 p.m., el flujo vehicular también fue significativo, con alrededor de 4,100 vehículos. Durante estos periodos de alta congestión, la velocidad promedio del tráfico osciló entre 2.0 y 4.0 metros por segundo.

Este nivel de congestión vehicular refleja un incremento notable en el volumen de tráfico en comparación con horas menos concurridas. Durante las horas pico, el aumento en la cantidad de vehículos puede atribuirse principalmente a las personas que se desplazan hacia sus lugares de trabajo, escuela y áreas de gobierno en la mañana, por lo cual para la simulación solo se consideró el pico matutino y los aforos correspondientes a esta hora.

Para generar los rutas y sus flujos, *netedit* dispone de tres modos de edición principal: *Network*, demanda y datos. Para crear la ruta, necesitamos ir al *modo de demanda* (Tecla rápida, F3). De esta manera disponemos de varios submodos de edición dependiendo del elemento que queramos crear. En nuestro caso, se fue al modo de rutas y se pulsó sobre las calles que compondrán la ruta de los vehículos.

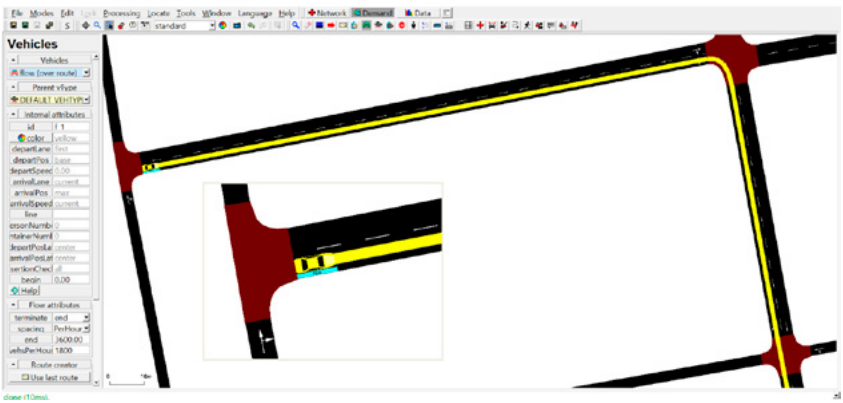
No necesariamente tienen que ser calles consecutivas, también existe el modo de colocar dos puntos y se predetermina una ruta. Para su creación disponemos del código de colores: si la calle es verde significa que hay conexión, si es rosa implica que hay conexión, pero no es compatible con el tipo de vehículo seleccionado, y si es amarilla representa que no hay conexión posible (figura 10). Después de seleccionar las calles, solo hay que pulsar *Enter* para crear la ruta, así se concibieron las 17 rutas correspondientes a la tabla anterior, identificándolas con un ID. Esto representó 73% de la flota vehicular que se tiene en el área de estudio en la hora simulada.

Figura 6. Construcción de las rutas



Para terminar, vamos a *modo de vehículos* (tecla V), y en la lista de posibles vehículos seleccionamos *Vehicle* (*Flow over route*). Una vez hecho, se busca la ruta que hemos creado, la seleccionamos, hacemos clic sobre la ruta y añadimos el número de vehículos que circulan en una hora. Debe aparecer la imagen de un automóvil cuando el flujo fue configurado de manera exitosa (figura 7).

Figura 7. Adición de un flujo sobre la ruta



Finalmente, se tiene la construcción de las rutas y los flujos, que se pueden simular guardando en *sumo-gui* y corriendo la simulación. Este estudio no solo es la cuantificación del volumen de vehículos; en paralelo se intentaron comprender los factores que influyen en el flujo vehicular, las líneas de deseo del área de estudio y el comportamiento de la movilidad motorizada, esto con el fin de poder implementar mejoras en la infraestructura y optimizar la movilidad dentro del área evaluada.

Paso 3. Adición de rutas aleatorias

Para complementar la simulación se utiliza el *script randomTrips.py*, que viene con SUMO, para generar rutas aleatorias, lo cual corresponde al 27% de automóviles restantes que complementa la simulación. Este *script* se encuentra en el directorio *tools* dentro de la instalación de SUMO. La línea de comando *-n <network.net.xml>* especifica la red de tráfico en la cual se generarán las rutas aleatorias; *-r <output.rou.xml>* se refiere a el archivo de salida para las rutas generadas; *-b 0* comienza a generar vehículos desde el tiempo 0; *-e 3600* finaliza la generación de vehículos en el tiempo 3,600 segundos (1 hora); *-p 1.0* genera un vehículo cada segundo e *-insertion-rate* limita el número de vehículos. Con todo esto se crearon las rutas de vehículos que imitan patrones de tráfico realistas, distribuyendo vehículos de manera aleatoria pero plausible a lo largo de la red. Esta red se agregó al archivo

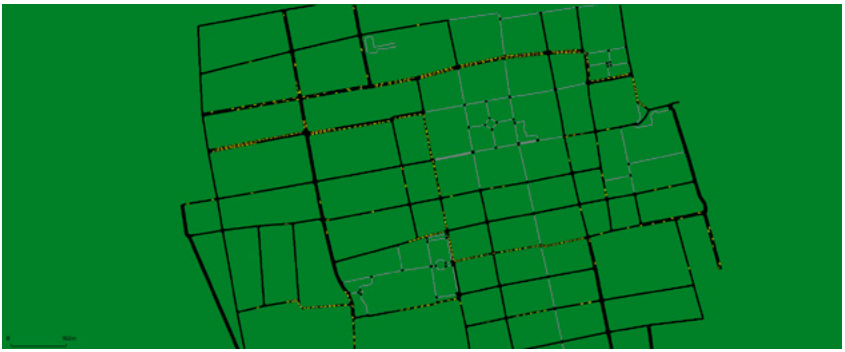
de la simulación configurando los dos archivos en la simulación.

Figura 8. Configuración de la simulación de SUMO (simulación + aleatorio)

Paso 4. Acercamiento al comportamiento real

Validar una simulación implica comparar los resultados de la simulación con datos reales o con un modelo teórico para asegurarse de que la simulación esté representando con precisión el comportamiento del tráfico que se espera. Esto puede lograrse con volúmenes de tráfico que son los datos de conteo de vehículos en diferentes puntos de la red, las velocidades medias, los tiempos de viaje para que la red vial sea una representación precisa y se introdujeron datos de demanda que reflejen las condiciones reales de tráfico, como flujos de entrada y salida.

Figura 9. Simulación de movilidad de la realidad



En la simulación (figura 9) se apreciaron conflictos viales en los puntos precisos existentes que demarcan las salidas y entradas de las líneas de deseo del área; así mismo, se apreciaron velocidades mínimas de 1.8 m/s y máximas de 3.7 m/s, que comparadas con las velocidades reales representan una diferencia promedio del 8.7%, dando así un buen acercamiento a la realidad en la simulación de movilidad.

Paso 5. Propuestas de peatonalización

El objetivo del trabajo es analizar, recrear y evaluar una propuesta de cambio en la infraestructura vial, que se presente a los tomadores de decisiones, con una reestructuración global que incluya la creación de una zona peatonal e integración con la red de jardines existente en la zona.

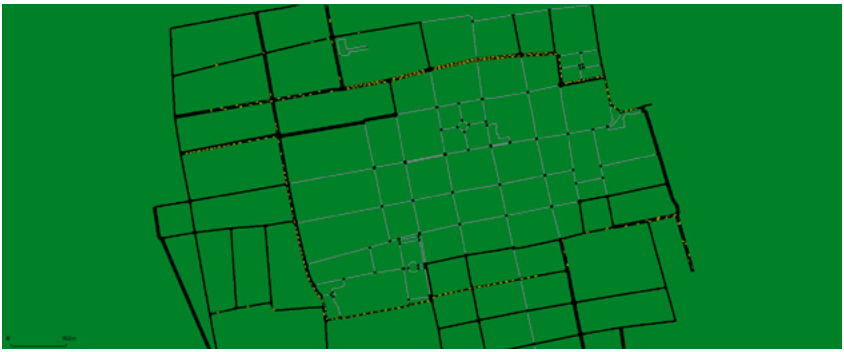
Con el diagnóstico preliminar del escenario real basado en la capacidad vehicular en el centro histórico, se

diseñó un nuevo escenario ampliando la zona peatonal, teniendo en cuenta ahora la conexión de las cuatro plazas y jardines principales del centro histórico, con el antecedente de que las calles establecidas en esta área tienen un nivel de servicio F, donde se encuentran oficinas, servicios administrativos gubernamentales y, en particular, las áreas lúdicas del centro histórico.

Los niveles de servicio evalúan la calidad de operación de una vía según tráfico, velocidad y densidad, clasificándose de la A a la F. Un nivel F indica flujo forzado, baja velocidad y congestionamiento. Esto bajo los lineamientos internacionales enmarcados en la NOM-004-SEDATU-2023 (SEDATU, 2024). Esta norma establece especificaciones para mejorar la movilidad y el diseño vial en México. Además se tomó en cuenta el Manual de Calles de la SEDATU (SEDATU, 2019) que orienta el diseño urbano priorizando el transporte eficiente de personas y mercancías.

Así, la nueva simulación considera los mismos flujos de vehículos y establece las mismas líneas de deseo de entradas y salidas del área, esto sin realizar cambios en la infraestructura vial del área. La simulación arrojó velocidades mínima de 1.65 m/s y 3.0m/s como máxima, esto representa una disminución en promedio de 20% comparado con la realidad, que es la primera barrera que los tomadores de decisiones consideran al realizar un proyecto tan abrupto como cerrar un área y convertirla en zona peatonal.

Figura 10. Simulación de la zona peatonal sin cambios en la infraestructura vial

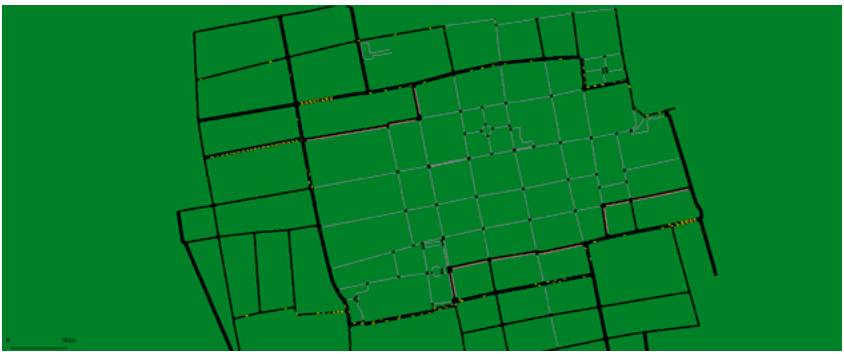


Sin embargo, para alcanzar la meta y lograr una mejora significativa, se implementaron varias medidas importantes. En primer lugar, se reconfiguraron las direcciones de tres calles clave que antes eran de doble sentido, lo que generaba conflictos en el flujo de automóviles. Ahora, estas calles se contemplan solo como salidas, lo que representa una distribución más eficiente del tráfico.

Una de las decisiones más relevantes fue cambiar el uso de una calle, transformando un carril dedicado a estacionamiento a uno dedicado exclusivamente a tráfico vehicular. Además, se mantuvo un carril para estacionamiento, garantizando la disponibilidad de lugares para los conductores que necesiten estacionarse en la zona. Otra calle, que anteriormente tenía un carril para el flujo vehicular y otro para parquímetros, fue transformada en una vía con dos carriles para el tráfico, ya que esta era la continuación de la calle mencionada previamente. Por último, se eliminó un cuello de botella en una pequeña sección

de otra calle, causado por los parquímetros, y se transformó un carril en uno exclusivo para el flujo vehicular. Con estas modificaciones, se ha creado un circuito que complementa tres calles con dos carriles y una velocidad máxima de 50 km/h.

Figura 11. Simulación con la zona peatonal añadiendo



los cambios en la infraestructura vial

Además de estas modificaciones, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los espacios de estacionamiento preexistentes en las inmediaciones del circuito propuesto, en donde se tienen estacionamientos privados y públicos con gran capacidad. Este estudio consideró cuidadosamente las ubicaciones estratégicas de las escuelas y las oficinas gubernamentales cercanas, a fin de asegurar una distribución equitativa y conveniente de los lugares de estacionamiento para los residentes, estudiantes y trabajadores de la zona. Por lo cual se establecieron dos áreas de trasferencia, en donde los carriles son compartidos y usados

solo en horas establecidas, conectando la primera con un estacionamiento, y la otra con un jardín de niños. En conjunto, estas acciones buscan optimizar tanto la circulación vehicular como la disponibilidad de estacionamiento, mejorando significativamente la experiencia y la eficiencia del transporte en el área.

Resultados y propuesta

La intervención principal de este proyecto consiste en rediseñar la zona peatonal, en donde la simulación con las nuevas configuraciones —que son cambios significativos en el área, pero no implican una gran inversión monetaria ni la intromisión drástica de la infraestructura— arroja como resultado un aumento en las velocidades mínima de 3.9 m/s y máxima de 7.5 m/s que equivale en promedio a una mejora de la velocidad en un 90%, con lo que se disminuyen así los tiempos de traslado y el tráfico.

Estos resultados evidencian cómo una intervención estratégica en la movilidad urbana puede generar beneficios tangibles y medibles en términos de eficiencia de traslado. En el contexto de las ciudades de México es especialmente relevante desarrollar proyectos que, desde su planificación, permitan prever las consecuencias de los cambios en la infraestructura vial, con el fin de evitar el enfoque tradicional de reestructurar primero y evaluar después. Para los tomadores de decisiones, las simulaciones ofrecen una herramienta valiosa al proporcionar

una perspectiva fundamentada sobre los resultados esperados y brinda confianza para implementar soluciones eficaces. Además, este enfoque de planificación integral no solo aborda cuestiones funcionales, sino que también respeta y promueve el valor cultural y turístico de la zona, y potencia así su desarrollo como un espacio sostenible y atractivo.

El Centro Histórico de San Luis Potosí es un área de gran valor cultural, arquitectónico y turístico. En esta zona no solo se necesita mejorar la movilidad, también se puede posicionar el área como una oportunidad única para revitalizar el centro como un epicentro cultural.

Al restringir el tráfico vehicular y priorizar a peatones y ciclistas, se podría transformar en un espacio donde la cultura, el arte y la historia se mezclan con la vida diaria. La peatonalización no solo preservaría la arquitectura histórica del área, protegiéndola del desgaste causado por la contaminación y las vibraciones del tráfico, sino que también ofrecería a los residentes y turistas una experiencia urbana más rica y atractiva, con movilidad activa y urbanismo táctico, cuyo interés sería disfrutar de un entorno limpio y culturalmente vibrante. Esto, a su vez, impulsaría la economía local, beneficiando a comerciantes, restauranteros y artistas que operan en la zona.

Figura 12. Propuesta de peatonalización e infraestructura urbana en movilidad

Conclusiones

La propuesta de peatonalización ha sido concebida con la finalidad de conectar áreas peatonales clave, manteniendo al mismo tiempo modificaciones mínimas a la infraestructura vial existente. Esta estrategia se fundamenta en la premisa de fomentar un entorno urbano más accesible, seguro y amigable para los peatones, al tiempo que se minimiza el impacto en el flujo vehicular.

Los resultados obtenidos indican el incremento en el flujo de tráfico motorizado de manera significativa; esto genera una reducción notable en los niveles de contaminación del aire y de ruido en las áreas peatonalizadas. Además, se ha observado una disminución considerable en los índices de congestión vehicular, lo que contribuye a

una mejora general en la calidad de vida de los residentes y visitantes de la ciudad.

El respaldo de las simulaciones de movilidad urbana es fundamental para validar la viabilidad de proyectos de transformación urbana como la peatonalización. Estas herramientas proporcionan una visión integral y detallada de los posibles escenarios antes de implementar cualquier iniciativa, lo que permite a los planificadores y autoridades tomar decisiones informadas y anticipar posibles desafíos. Asimismo, facilitan una gestión eficiente de los recursos y una optimización de los resultados, promoviendo así el progreso hacia una movilidad urbana más sostenible y equitativa.

Se hace evidente la importancia de integrar enfoques innovadores y sostenibles en el diseño y la gestión de la movilidad urbana. La peatonalización no solo representa una solución efectiva para mejorar la calidad del espacio público y reducir los impactos negativos del transporte motorizado, también fomenta un cambio cultural hacia formas más saludables y respetuosas con el medio ambiente al desplazarse por la ciudad. Este enfoque holístico y progresista es fundamental para garantizar ciudades más habitables y resilientes en el futuro.

Apoyo

Se agradece al Laboratorio de Contaminación Atmosférica y Cambio Climático, adscrito al Laboratorio Nacional de

Geoprocesamiento Fitosanitario de la Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y Tecnología perteneciente a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Bibliografía

Congreso de la Unión (2022). Ley general de movilidad y seguridad vial. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgmsv.htm

Hernández Cerda, C., Ávila Galarza, A., Aguilar Robledo, M., y Vázquez Solís, V. (2023). Análisis espacial de las dinámicas de movilidad en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí. *Estudios Demográficos y Urbanos*, *38*(2): 581-618. https://doi.org/10.24201/edu.v38i2.2123

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2019). *Manual de calles: diseño vial para ciudades mexicanas*. 1ª ed. https://www.gob.mx

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) (2024). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDATU-2023, Estructura y diseño para vías urbanas. Especificaciones y aplicación. *Diario Oficial de la Federación*, 12 de abril de 2024. Recuperado de dof.gob.mx

UNESCO (2010). *Decisión: 34 COM 8B.45. Inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial: Camino Real de Tierra Adentro (México)*. https://whc.unesco.org/en/decisions/4242/

Para consultar los códigos fuente de este libro:

https://github.com/PUEC-UNAM/Libro-simulaciones-sumo

5 simulaciones de movilidad urbana
es editado por el Departamento de Publicaciones
del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad
de la Universidad Nacional Autónoma de México,
en versión electrónica, formato pdf, el 22 de septiembre
de 2025. La versión electrónica fue elaborada por Laura
Elena Mier Hughes.El cuidado de la edición electrónica
estuvo a cargo de Graciela Chávez Olvera.

Esta obra pretende mostrar al lector cómo se hacen estudios de movilidad urbana a través de la simulación con la herramienta SUMO (Simulation of Urban Mobility) de la DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) de Alemania junto con el lenguaje de programación Python para proponer cambios en la configuración vial o para sugerir la solución de problemas relacionados con la movilidad.

En este libro se encuentran aplicaciones a la reconfiguración de un Centro Histórico, al método de cargado eléctrico de autobuses, a la estimación de emisiones ante conflictos viales, a la mejor configuración de paradas de transporte de pasajeros y a cuantas emisiones se evitan por el uso de un sistema de bicicletas citadino.

COORDINACIÓN DE HUMANIDADES
80 AÑOS 2025
CONSEJO TÉCNICO DE HUMANIDADES
PUEC UNAM