

**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**  
Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por  
Decreto Presidencial del 3 de abril de 1981



**TESIS: "USOS Y TENDENCIA DE ECOBICI DE 2020 A 2022: UN  
PROGRAMA HACIA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA"**

Que para obtener el grado de

**MAESTRO**

**P r e s e n t a**

**ERICK EMILIO JIMÉNEZ FERNÁNDEZ**

**DIRECTOR: DOCTOR PABLO GAITÁN ROSSI**

**CDMX, 2025**





## CONTENIDO

Prólogo	5
Introducción	8
Capítulo 1. "La movilidad urbana como hecho social: estructuras, hábitos y modernidad"	
1.1 La movilidad como experiencias y hábitos cotidianos	14
1.2 La modernidad y la globalización, claves en la motorización urbana	21
Capítulo 2. "Energía que mueve ciudades: transición energética y el modelo motorizado en tensión"	
2.1 Factores energéticos y contaminantes relacionados con la movilidad	26
2.2 Los primeros y últimos tramos de viaje en bicicleta como factor de impacto en la transición energética	37
Capítulo 3. "La ciudad que pedalea hacia un futuro posible"	
3.1 Ecobici como programa público en Ciudad de México	43
3.2 Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici	52
Capítulo 4. "Discusión y conclusiones"	
Bibliografía y referencias	66
75	
<b>Anexo 1</b>	
Transcripciones de Entrevistas a actores clave y personas expertas en materia de movilidad en Ciudad de México	78
<b>Anexo 2</b>	
Código en R	90
<b>Anexo 3</b>	
Índice de Cuadros y Gráficos	100

## Prólogo

*"Hay pocas áreas de la política pública que tanto pueden influir en la calidad de vida, la salud, la equidad, incluso el acceso a la educación y al trabajo, como el sistema de transporte urbano". Lake Sagaris, La Ciudad y el Transporte en el Desarrollo Sostenible de los Centros Urbanos.*

La movilidad urbana es una necesidad fundamental para las personas y es un derecho llave que se vincula con su bienestar y el acceso a bienes y servicios, por lo que el "Derecho a la movilidad" está mandatado en el Artículo 13 de la Constitución Política de la Ciudad de México.<sup>1</sup> Además, se encuentra estipulada una "pirámide de movilidad" que garantiza una mirada más humana a los desplazamientos y bajo una prospectiva de transición energética, entendida como un cambio gradual hacia patrones de movilidad peatonal y no motorizadas, así como a base de energías limpias que prevengan, mitiguen y reviertan las consecuencias del cambio climático.<sup>2</sup>

Hoy, el 95% de la población total de Ciudad de México vive en el área urbana de su territorio, de la cual, su superficie crece a ritmo tres veces superior al de su población.<sup>3</sup> En mis traslados cotidianos, me ha llamado la atención la disposición espacial de la calle y sus usos, en donde comúnmente se destina casi el 20% a banquetas y senderos peatonales, y el 80% a la superficie de rodamiento vial para todo tipo de automóviles. En ese mismo sentido, se observan realidades como el desborde del transporte público que mueve, de manera contradictoria, a más del 80%

---

<sup>1</sup> Artículo 13 de la Constitución Política de la Ciudad de México: ... *las autoridades deberán garantizar la movilidad de las personas sin perder de vista las necesidades sociales y ambientales, dando preferencia a peatones; a cualquier forma de movilidad no motorizada; personas usuarias del transporte público de pasajeros; ... (Última reforma 23 de diciembre de 2024; Página Web de la Consejería Jurídica y de Servicios Legales de la Ciudad de México)*

<sup>2</sup> Artículo 16 "Ordenamiento Territorial" de la Constitución Política de la Ciudad de México.

<sup>3</sup> Compendio de Estadísticas Ambientales 2021, "Población rural y urbana (Número de habitantes)", de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de México, consultado en: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2021/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/ibi\\_apper/WFServlet69af.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2021/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apper/WFServlet69af.html)

de los traslados, mientras que quienes se movilizan en automóvil representan menos del 20% de los viajes diarios.

La modernidad occidental no solamente ha configurado las ciudades y sus estructuras viales en torno al automóvil particular *en aras del progreso*, sino que ha traído conflictos y contradicciones ambientales de los cuales las grandes urbes están en constante tensión. (Ritzer, 2022)

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-Hábitat, el sector transporte alimentado por combustibles fósiles es una de las principales causas de la contaminación al contribuir con el 20.4% de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Estos contaminantes tienen impactos negativos en casi todos los órganos del cuerpo, como se estudiará en el capítulo "Factores energéticos y contaminantes relacionados con la movilidad".

Desde 1992 en la "Cumbre de la Tierra" se argumentaron los desafíos del calentamiento global que había que derribar, y el sector transporte se consolidó como un elemento angular para el desarrollo sostenible, por lo que los Estados Parte deberían asegurar acciones institucionales y presupuesto público para garantizar tales condiciones y revertir paulatinamente los efectos del "desarrollo urbano motorizado".<sup>4</sup> A pesar de que México es un Estado firmante, dos evaluaciones independientes de 2023, *IBM Global Commuter Pain Survey* y *TomTom Traffic Index*, continúan señalando a Ciudad de México como una de las urbes con peor tráfico en el mundo. Dichos estudios calculan que para 2030, el tráfico habrá aumentado en un 50% y el volumen de carga un 70%. Como también se espera que el número de vehículos se duplique para 2050.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Apoyar el desarrollo sostenible y la acción climática, Recursos, Naciones Unidas, consultado en: <https://www.un.org/es/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action>

<sup>5</sup> Mohieldin & Vandycke, "Movilidad sostenible para el siglo XXI", Banco Mundial, 2017, consultado en: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/07/10/sustainable-mobility-for-the-21st-century>

Las autoridades de Ciudad de México, en una lógica de transición energética, han implementado estrategias de transporte público sostenible y de cero emisiones. Es el caso del Sistema de Bicicletas Públicas Ecobici, un programa inaugurado en el 2010 que abre caminos a nuevas formas de trasladarse en un polígono definido. De acuerdo con el "Plan de Movilidad en Bicicleta", que toma en cuenta los datos de la Encuesta Origen Destino 2017, Ecobici satisface mayoritariamente los primeros y últimos tramos de viaje de las personas usuarias, ya que su ubicación cercana a las estaciones de transporte público del Sistema de Movilidad Integrada, invitan a reemplazar su primer tramo de viaje, para llegar a la estación; o su último tramo de viaje, para llegar a sus hogares, que corresponden a una caminata de más de 10 minutos o a un recorrido en cualquier otro modo de transporte menor a 20 minutos.

El ángulo ambiental de la política de movilidad se fundamentó originalmente con el "Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici".<sup>6</sup> No obstante, este Estudio que sirve como la justificación de una política de movilidad y ambiental estratégica, no se ha actualizado ni mejorado conforme ha avanzado la implementación del Sistema. Su reciente expansión amerita un nuevo ejercicio para conocer los alcances de sus usos y tendencia recientes; aproximación que se realizará en el presente estudio.

Los cambios en la sociedad suelen afectar al entorno natural y, a su vez, esos cambios afectan a la sociedad. Es relevante entender el papel que juega la movilidad sostenible y su uso cada vez mayor en ciudades densas y superpobladas como la Zona Metropolitana del Valle de México, pues la implementación de estas estrategias requiere no solamente de recursos financieros y técnicos, sino también de una fuerte voluntad política y el compromiso de la sociedad en su conjunto.

---

<sup>6</sup> Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici, consultado en: [https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion\\_gei\\_y\\_co-beneficios\\_generados\\_por\\_la\\_implementacion\\_del\\_programa\\_ecobici\\_201020112012.pdf](https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion_gei_y_co-beneficios_generados_por_la_implementacion_del_programa_ecobici_201020112012.pdf)

## Introducción

*"Las áreas de política o de actividad gubernamental constituyen arenas reales de poder. ... Es necesario, entonces, identificar estas arenas, formular hipótesis acerca de sus atributos y comprobar dentro del esquema las relaciones empíricas que pueda anticipar y explicar".*

*Theodore J. Lowi, Políticas Públicas, Estudios de Caso y Teoría Política*

Los sistemas de bicicletas públicas atienden hoy la problemática de una movilidad rebasada y saturada de congestión vehicular. Como consecuencia de un contexto de urgencia climática y sus problemas ambientales, hoy es un deber constitucional por parte de las autoridades de nuestro país el promover planes integrales de movilidad sostenible, como es, por ejemplo, el "Sistema de Movilidad Integrada" de Ciudad de México, en el cual, destaca el Sistema de Bicicletas Públicas Ecobici.

El Sistema de Bicicletas Públicas Ecobici, de aquí en adelante Ecobici, se puso en marcha el 16 de febrero de 2010 con 1,114 bicicletas distribuidas en 85 cicloestaciones en la entonces delegación Cuauhtémoc.

Tres años después, en 2013, con el objetivo de realizar una investigación institucional sobre el impacto de la bicicleta en la mitigación de contaminantes, la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y el Centro de Transporte Sustentable EMBARQ México, realizaron el "Estudio de la Reducción de Emisiones y los Co-Beneficios Generados por la Implementación del Programa Ecobici (2010, 2011, 2012)", que arrojó el cálculo de emisiones con el porcentaje de modos de transporte motorizado que se dejaron de usar al utilizar Ecobici, con base en la Encuesta Ecobici 2012.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici, consultado en: [https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion\\_gei\\_y\\_co-beneficios\\_generados\\_por\\_la\\_implementacion\\_del\\_programa\\_ecobici\\_201020112012.pdf](https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion_gei_y_co-beneficios_generados_por_la_implementacion_del_programa_ecobici_201020112012.pdf)

En tal virtud, este trabajo se guía bajo las preguntas de investigación: ¿cuál es la estimación de su posible contribución a la mitigación de contaminantes, y cuáles son los usos y tendencias de Ecobici, todos en el periodo 2020 a 2022?

El Objetivo general es: actualizar, con datos recientes, la estimación de la potencial reducción de contaminantes; como se hizo con el citado "Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici". La metodología parte de la estimación de los kilómetros totales recorridos por las personas usuarias y los viajes que sustituyeron el uso de medios de transporte motorizado, y se estimaron las emisiones de CO<sub>2</sub>eq evitadas mediante una línea base construida, como se verá en el Capítulo 3.

El Objetivo específico es: describir los usos y tendencias de Ecobici como medio de movilidad. La metodología se realiza de manera descriptiva utilizando datos oficiales, abiertos y públicos de la página web de Ecobici, y de la revisión de fuentes institucionales, literatura académica y normativa sobre movilidad sostenible, transición energética y derecho a la movilidad para contextualizar y sustentar los hallazgos, como se verá en el Capítulo 1 y 2.

Al final del trabajo se acompaña de tres Anexos que complementan la investigación con insumos cualitativos y técnicos. El Anexo 1 contiene las transcripciones íntegras de entrevistas realizadas a actores clave y personas expertas en movilidad urbana, las cuales aportan perspectivas relevantes sobre la implementación, los desafíos y el potencial de Ecobici. El Anexo 2 presenta el código desarrollado en el software R, empleado para la operacionalización de las bases de datos, y tiene el propósito de garantizar transparencia metodológica y replicabilidad científica. El Anexo 3 contiene el Índice de Cuadros y Gráficas, el cual permite localizar con precisión los elementos visuales que ilustran los principales hallazgos de la investigación.

El Sistema de Movilidad Integrada es la estrategia que unifica y coordina los diversos modos de transporte público para ofrecer a las personas usuarias la integración operativa, tarifaria y tecnológica de estos servicios, facilitando transbordos entre diferentes modos de transporte con una sola tarjeta de pago. El SMI abarca: Metro, Metrobús, RTP, Trolebús, Ecobici, Cablebus, Autobuses concesionados y Taxis.<sup>8</sup> Dentro del Sistema, como ya se ha mencionado, la promoción de la bicicleta (pública y de uso privado) destaca como un componente esencial en la estrategia de tal Secretaría.

Hoy, Ecobici es el sexto sistema de bicicletas públicas más grande a nivel mundial y, de acuerdo con información obtenida de su página web, estas son algunas de sus características y tendencias:<sup>9</sup>

- Las personas usuarias pueden realizar trayectos ilimitados de 45 minutos, mediante una suscripción por un año, una semana, tres días o un día.
- Para febrero de 2023, Ecobici cumplió 13 años de servicio, esto se traduce en 124,740,556 kilómetros recorridos, lo que equivale a una reducción de más de 6,032 toneladas de CO<sub>2</sub>.
- Para mayo de 2024, son 687 cicloestaciones y 9,300 bicicletas.
- 297 cicloestaciones se encuentran cerca de alguna estación del Sistema de Movilidad Integrada.
- Ecobici tiene más de 300 mil personas usuarias registradas, más de 58 millones de viajes y el servicio se encuentra disponible en 55 colonias, formando un polígono de más de 38 km<sup>2</sup>.
- El 40% del total de los viajes no exceden los 8 kilómetros, mismos que se recorren en un promedio de 20 minutos. La velocidad media de los automóviles en Ciudad es de 12 km/h, mientras que las bicicletas viajan a 16.4

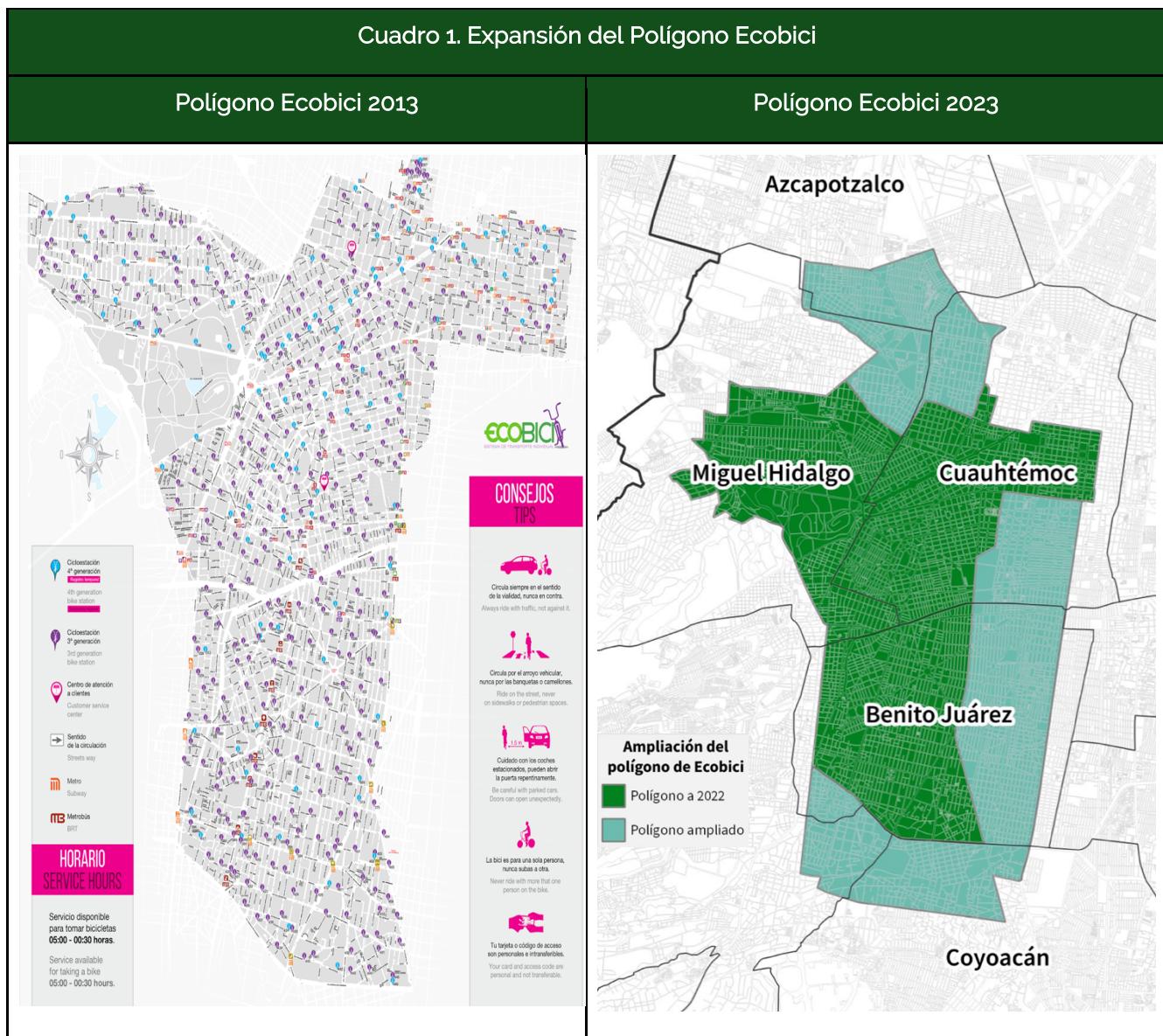
---

<sup>8</sup> Sistema de Movilidad Integrada de la Secretaría de Movilidad de Ciudad de México, consultado en: <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/movilidad-integrada->

<sup>9</sup> Página oficial de Ecobici, consultada en: [https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/encuesta\\_2020\\_rv4\\_2.pdf](https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/encuesta_2020_rv4_2.pdf)

km/h; lo que las convierte en el transporte más rápido de la Ciudad en distancias cortas.

- El 14 de mayo de 2024 se rompió el récord de viajes al día con 82 mil 595 viajes; usualmente el promedio son entre 70 mil y 73 mil viajes por día.
- El corredor Centro-Reforma-Polanco, polígono que concentra grandes atractivos sociales, económicos y políticos, atrae el 40% de los viajes de Ecobici.



Fuente: Página Web de Ecobici

Aunado a la promoción del uso de la bicicleta, las autoridades han apostado por crear una red de ciclovías, que son carriles exclusivos para bicicletas resguardados por separadores físicos, además de la implementación de señalización vertical, horizontal y táctil, e intervenciones en el pavimento para disminuir la velocidad de los automóviles.

El impulso de la bicicleta implica para el Gobierno reconocer su importancia en el sistema urbano al ofrecer una alternativa a los modos convencionales, así como priorizar espacios públicos y zonas peatonales más amables y seguras para transitar. Así, Ecobici se impulsa a través de un conjunto de planes y programas institucionales, de los cuales se hablará más adelante, que nos permiten entenderla como un programa público.

De acuerdo con información de la Secretaría de Movilidad del Gobierno de la Ciudad de México, el uso de Ecobici ha aumentado en los últimos 10 años como medio de movilidad, gracias, entre otras cosas, al reforzamiento de este programa y su infraestructura, por lo tanto, también su impacto en la mitigación de contaminantes ha crecido potencialmente.

En su publicidad institucional, menciona que "es ecológica, saludable y es motor de transformaciones sociales porque nos conecta de una manera más cercana entre personas"; en este sentido, muchas ciudades alrededor del mundo están "bicicletizando sus centralidades"<sup>10</sup> con sistemas públicos de bicicletas, infraestructura y señalética, anclados en un marco jurídico de derechos de última generación, incluso, añadiendo tarifas o impuestos al automóvil particular por el uso de vía o la prohibición de su tránsito en ciertas zonas y horarios.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> The age of 'the car is king' is over. The sooner we accept that, the better, consultado en: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2022/aug/30/car-is-king-accidents-pollution-road-vehicles-public-transport>

<sup>11</sup> Rivas Tovar, Luis Arturo, et. al. "Incentivos y desincentivos en los sistemas de transporte público en Londres, Madrid y Ciudad de México", Revista Innovar, Vol. 17, No. 30, 2007, consultado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v17n30/v17n30a08.pdf>

El análisis del citado “Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici” -el estudio fundacional de su ángulo ambiental-, partió en sus primeros años de operación (2010-2012) de la estimación de los kilómetros totales recorridos por las personas usuarias y los viajes que sustituyeron el uso de modos de transporte como automóviles privados, taxis y motocicletas, y se estimaron las emisiones de CO<sub>2</sub>eq (Dióxido de Carbono equivalente, es una unidad de medida que se le da a la totalidad de la emisión de Gases de Efecto Invernadero).

Los resultados encuentran que el sistema logró mitigar 232 toneladas de CO<sub>2</sub>eq gracias al reemplazo de viajes en vehículos motorizados por desplazamientos en bicicleta, especialmente en trayectos cortos y medianos. Además, se proyectó que de mantenerse la tendencia de crecimiento y uso del sistema hasta 2020, se habrían reducido un total de 3,641 toneladas de CO<sub>2</sub>eq en un escenario conservador. El estudio destaca que su éxito no se limita a la mitigación de gases de efecto invernadero, sino también se identificaron beneficios en términos de salud pública y bienestar.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici, consultado en: [https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion\\_gei\\_y\\_co-beneficios\\_generados\\_por\\_la\\_implementacion\\_del\\_programa\\_ecobici\\_201020112012.pdf](https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion_gei_y_co-beneficios_generados_por_la_implementacion_del_programa_ecobici_201020112012.pdf)

## Capítulo 1. "La movilidad urbana como hecho social: estructuras, hábitos y modernidad"

*"La ciudad como topos privilegiado de la cotidianidad, de su miseria y de su potencia creativa; la crítica de la racionalidad tecnocrática vehiculada por el funcionalismo de la Carta de Atenas; la significación social y política de la heterotopía y el habitar poético; la ciudad como escenario y objeto de la lucha de clases, objetivo del capital y del Estado, ..., sin otra estrategia que no fuera la maximización de los beneficios, con sus implicaciones nocivas sobre la vida y las relaciones sociales". Henri Lefebvre, La producción del espacio.*

### 1.1 La movilidad como experiencias y hábitos cotidianos

**Objetivo del Capítulo:** Analizar la movilidad urbana como un fenómeno desde una perspectiva sociológica, enfocándose en su dimensión simbólica y cotidiana en la Ciudad, considerando cómo los hábitos, las estructuras sociales y las capacidades individuales, atravesadas por diferentes intersecciones, configuran el uso y apropiación del espacio urbano.

**Preguntas guía:** 1. ¿Qué entendemos por movilidad desde una perspectiva sociológica?; 2. ¿Cómo influyen los géneros, las capacidades físicas, la conciencia ambiental y otros factores en las experiencias de movilidad?; 3. ¿Qué papel juegan las estructuras urbanas y culturales en los hábitos de transporte?

**Metodología:** El Capítulo se desarrolla a partir de una revisión crítica de literatura especializada, empleando autores como Lefebvre, Arendt, Bourdieu, Sennett y López de Lucio. Se articula además con datos empíricos de la Encuesta Origen-Destino 2017, INEGI, y reportes oficiales del Gobierno de la Ciudad de México.

#### Revisión bibliográfica:

- Henri Lefebvre (2013).
- Hannah Arendt (2009).
- Pierre Bourdieu (1990).
- Richard Sennett (2011).
- López de Lucio (1993).
- Encuesta Origen-Destino (2017).

Desde la sociología, el concepto de ciudad se entiende como un elemento estructurante y articulador de la vida en común, resultado de relaciones sociales que expresan lo colectivo, el sentido de comunidad y la construcción compartida del espacio. En este sentido, la ciudad es también un proceso plural, donde interactúan personas que establecen vínculos en torno a un objeto común: el derecho a habitar, significar y transformar el entorno (Arendt: 2009). La ciudad, entonces, es espacio social y simbólico percibido, vivido y apropiado por personas y grupos que tienen un papel activo en la configuración del orden urbano y en la producción de sus formas, estructuras y las actividades socioeconómicas y político-culturales (Lefebvre: 2013).

En la vida moderna, las personas nos trasladamos con el fin de realizar una serie de actividades como, por mencionar algunas, trabajar, estudiar, por atención médica, para realizar compras o con fines de ocio; estos traslados pueden llevarse a cabo ya sea utilizando nuestro propio cuerpo, como caminar, o mediante vehículos motorizados (buses, automóviles, taxis, entre otros) o vehículos no motorizados (bicicletas, patines, caminar, entre otros). Dicha circulación refleja y significa un consumo de espacio, tiempo, energía y recursos, y lo mismo puede generar externalidades como la emisión de contaminantes a la atmósfera o la generación de ruido.<sup>13</sup> Estos procesos se intensifican en las grandes metrópolis que ya de por sí registran problemas sociales, económicos y ambientales relacionados con la movilidad de sus habitantes y mercancías.<sup>14</sup>

El concepto de movilidad es un hecho social ya que es una actividad que involucra el desplazamiento de un sitio a otro mediante un fenómeno del habitar humano, configurada como construcción espacial en la urbe (el yo frente a otras y otros), significada y definida por la interacción de experiencias.

---

<sup>13</sup> Vázquez, V. "Externalidades y Medioambiente". Revista Iberoamericana de Organización de Empresas y Marketing, 2, 2014, 1-15.

<sup>14</sup> "Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad", CAF 2010, p. 15

El modo como nos trasladamos significa una pléthora de imposiciones que moldean nuestras dinámicas y nuestras realidades. Los procesos de urbanización en el marco de la globalización a principios del siglo XX no solamente dictaron la forma de construir las ciudades concéntricas a los nodos del poder político, lo que llamamos hoy como centralidades, sino también la forma en como se trasladan sus habitantes, erigiendo una infraestructura destinada mayoritariamente al pujante automóvil particular (López de Lucio: 1993).

Tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, la movilidad destaca como un necesidad que toca a todas las personas y grupos sociales, va más allá de su situación diferenciada; empero, si hay algún punto en común, es que la movilidad se ha venido ejerciendo sobre todo por modos motorizados, lo que predispuso el espacio público en función de la libertad y la velocidad de movimiento representada en el uso del automóvil, convertido en el mayor portador de ansiedad en las actividades cotidianas (Sennet: 2011).

En Ciudad de México y su zona conurbada, la movilidad se revela como un mosaico complejo de experiencias y posibilidades. De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino 2017 (EOD-2017), en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se realizan entre semana más de 34.56 millones de viajes. De ellos, 15.57 millones se realizan en transporte público motorizado, 7.29 millones en automóvil privado, 11.15 millones exclusivamente caminando, y 0.72 en bicicleta.

De acuerdo con información de la Encuesta Origen-Destino 2017, del total de viajes realizados en la Zona Metropolitana y debido a un crecimiento continuo del parque vehicular, a la mala combustión de los motores en latitudes altas y al alargamiento de los tiempos de viajes, el sector transporte es el que produce más emisiones contaminantes y Gases de Efecto Invernadero (Semarnat, 2008).

Estas posibilidades no se construyen solamente sobre elecciones individuales, también son resultado de la infraestructura urbana existente y de nuestras capacidades físicas e intrínsecas; por un lado más individual, de nuestros cuerpos y fisiologías, y por otro lado por nuestras familias y grupos sociales.<sup>15</sup> La narrativa se complejiza si se entrelaza con las intersecciones de género, estatus económico y conciencia personal ante la crisis climática.

La movilidad intersectada por géneros es paradigmática, pues las personas que no se adscriben a la cisheteronorma enfrentan retos particulares, desde la seguridad al usar el transporte público hasta las barreras para el acceso a créditos particulares. La capacidad física es otro componente crucial de la diversidad en la movilidad; aquellas personas con movilidad reducida, temporal o permanente, encuentran obstáculos en los entornos que no están diseñados para satisfacer sus necesidades o sin diseño universal.<sup>16</sup>

Es importante reconocer que estas experiencias múltiples y diversas cruzan por la vida de cada persona en distintos niveles e intensidades.<sup>17</sup> En código de Lefebvre, la movilidad significa sociabilidad en la calle como espacio de encuentro y generadora de experiencias diferentes y diferenciadoras para cada persona (Lefebvre, 2013). Cada elección de movilidad está marcada por estas realidades, dependiendo del tipo de viaje y de la ruta origen-destino y sus particularidades (cargo de mercancías, ir con acompañantes, o cuestión de gustos).

Desde un punto de vista de estructuras, nuestras acciones, decisiones y aspiraciones están enmarcadas en prácticas culturales, que implica la puesta en escena de los habitus. La teoría del habitus de Pierre Bourdieu sostiene que los

---

<sup>15</sup> Levy, C. "Travel choice reframed: "Deep distribution" and gender in urban transport. Environment and Urbanization", 25(1), 2013, 47–63. <https://doi.org/10.1177/0956247813477810>

<sup>16</sup> Gleeson, B. "Disability and the open city". *Urban Studies*, 38(2), 2001, 251–265. <https://doi.org/10.1080/00420980123094>

<sup>17</sup> Zabala Argüelles, María del Carmen, et. al. "*Interseccionalidad, Equidad y Políticas Sociales*", Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, CLACSO, 2022, p. 24

individuos desarrollan un conjunto de disposiciones mentales y corporales que influyen en sus percepciones, acciones y decisiones, pues estas disposiciones se forman a partir de la socialización y la experiencia, y se encuentran interconectadas con el entorno social, económico y cultural en el que se desenvuelven (Bourdieu, 1990). Dichos esquemas de percepción, valoración y pensamiento orientan el actuar de los individuos; es el principio generador de las prácticas sociales.

El *habitus* son conocimientos *in-corporados*, adheridos a los esquemas mentales más profundos que guían la mayor parte de nuestras prácticas sin necesidad de racionalizarlas. La complejidad de la movilidad en una megalópolis está cargada por años de primar el automóvil particular y la fragmentación urbana de distancias largas y conexiones inefficientes.<sup>18</sup>

Si se sostiene que las prácticas humanas son el resultado de una combinación de estructuras sociales y culturales, podemos decir que los hábitos en la movilidad urbana están profundamente inculcados y son difíciles de cambiar. Así se pueden entender las barreras culturales al percibir los medios de transporte no motorizados como inseguros o poco prácticos.

Estas percepciones no son universales ni uniformes; se basan en gran parte en elementos como el lugar de enunciación, esto es, la situación social, cultural, lugar de residencia, de género, clase, edad y habilidades de las personas, que, además, se (auto)adscriben a grupos sociales y que tienen una gran influencia en su percepción de los modos de movilidad. Es decir, las barreras para el uso de la bicicleta son concretas y diarias: no se restringen solamente a la ausencia de infraestructura apropiada, ciclovías y señaléticas viales, sino que abarcan factores como la percepción del peligro personal, las acciones de cuidados, el tiempo a disposición y

---

<sup>18</sup> Rizo, Marta. "Conceptos para pensar lo urbano: el abordaje de la ciudad desde la identidad, el *habitus* y las representaciones sociales". En *bifurcaciones* lonlinel, núm. 6, otoño 2006. World Wide Web document, URL: <[www.bifurcaciones.cl/006/Rizo.htm](http://www.bifurcaciones.cl/006/Rizo.htm)>. ISSN 0718-1132

las expectativas sociales sobre quién "puede" o "debe" utilizar este modo de transporte.<sup>19</sup>

Continuando con la perspectiva de género, las mujeres enfrentan obstáculos particulares en su movilidad diaria en la Zona Metropolitana. Estos incluyen el acoso en el espacio público, la percepción de inseguridad en ciertas zonas, y se complejiza en las zonas periféricas, donde además la infraestructura ciclista es limitada o inexistente. Imaginemos también que esta mujer, además de que vive en la periferia vive con alguna discapacidad motriz, su visión de cómo desplazarse estará permeada por una serie de desigualdades estructurales que la condicionan y su narrativa va más allá de "la persona usuaria ideal" de las políticas y programas de movilidad.<sup>20</sup>

Si a estas intersecciones se le suman las responsabilidades asociadas a los trabajos de cuidados, como llevar infantes o realizar compras o ver por las personas mayores, se generan múltiples penalizaciones que ponen de relieve que muchas personas prefieren utilizar un modo de transporte no solamente que cumpla con sus criterios físicos y económicos, sino también que más les convenga en materia de seguridad, tiempo, cercanías, entre otras consideraciones. Estos ejemplos muestran que las decisiones sobre movilidad no se basan únicamente en preferencias individuales, sino que están profundamente enraizadas en las estructuras sociales y culturales.

Otras investigaciones empíricas han documentado diversas razones que las personas esgrimen para no usar la bicicleta, incluyendo las condiciones climáticas, la falta de cultura y seguridad vial y la percepción de riesgos inherentes a su uso; además del estigma asociado a la bicicleta que no le da seriedad como una opción de transporte digna y moderna.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup> Cresswell, Tim. *On the Move: Mobility in the Modern Western World*. Routledge, 2006, Chapter 1, p. 7.

<sup>20</sup> Guzmán, Laura, y Rosalba Icaza. "Movilidad urbana, género y desigualdad en América Latina." Revista de Estudios de Género. La Ventana, vol. 46, 2017, p. 35-60.

<sup>21</sup> Bonilla, Alexandra, et al. "Percepciones y barreras culturales sobre el uso de la bicicleta en ciudades latinoamericanas." Revista de Transporte y Territorio, vol. 18, 2020, pp. 15-35.

Lejos de ser una experiencia homogénea, la movilidad refleja las distintas maneras de cómo a raíz de las capacidades y habilidades, se navega por el tejido urbano.

## 1.2 La modernidad y la globalización, claves en la motorización urbana

**Objetivo del Capítulo:** Analizar el papel de la modernidad y la globalización como factores estructurantes de la expansión del transporte motorizado urbano, las formas de producir y consumir, así como sus costos y efectos económicos, ambientales y sociales en Ciudad de México.

**Preguntas guía:** 1. ¿Cómo han influido la modernidad y la globalización en la motorización de las ciudades?; 2. ¿Qué papel juega la economía global y la estructura del mercado automotriz en la planificación de la movilidad urbana?; 3. ¿Qué alternativas emergen ante el modelo motorizado dominante y cómo se insertan en la agenda de transición energética?

**Metodología:** El capítulo se desarrolla a través de una revisión teórica y documental, con base en literatura crítica de sociología urbana, economía política y estudios de movilidad. Se articula con datos contextuales del Gobierno de la Ciudad de México y fuentes de organismos internacionales para conectar los enfoques teóricos con los procesos urbanos actuales.

### Revisión bibliográfica:

- Giddens (1990).
- Beck (1999).
- Sassen (2006).
- Harvey (2006).
- Castells (2010).
- Gehl (2010).
- ONU-Hábitat y Semarnat.

La movilidad urbana se ha convertido en un tema importante por la creciente expansión de las ciudades y sus problemas comunes como la congestión vehicular, la contaminación y la falta de transporte público dignos y sostenibles.<sup>22</sup> Sin embargo, la movilidad significa una inversión de factores energéticos. Es decir, por una parte es

<sup>22</sup> Thomson, Ian, "La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales", División de Recursos Naturales e Infraestructura, Unidad de Transporte, CEPAL, 2001, p. 21, consultado en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c7b69c09-8fdb-4633-8950-05abc459c15c/content>

una transacción energética, y por otra es una transferencia física de un lugar a otro, por lo que adquiere una dimensión simbólica y ambiental; la elección de cómo nos movemos se refleja en nuestro entorno natural.

Se entiende a la modernidad y la globalización como conceptos clave en la motorización de las ciudades, y su respectivo uso de combustibles fósiles.<sup>23</sup> Si bien es la ruptura con el pasado por el surgimiento del capitalismo, la industrialización y la urbanización, han permeado también en la cultura, la política, la economía y las sociedades urbanas.

Según Giddens, la modernidad es una forma de organización social que se ha convertido en un juggernaut, como metáfora a un proceso incontrolable que avanza sin rumbo y destruye todo a su paso bajo el paradigma capitalista de productos y servicios que maximizan sus beneficios y minimizan sus costos, lo que lleva a la explotación de las personas trabajadoras, la externalización de costos ambientales y la falta de regulación gubernamental efectiva. (Giddens, 1990)

Por su parte, la globalización intensifica esta industria y el comercio derivado de un consumismo que no tiene en cuenta los límites ecológicos del planeta ni la calidad de vida de las personas (Beck, 1999). Este proceso se ha hecho más complejo por el fenómeno económico, en este caso, al supeditar los marcos jurídicos internacionales a las grandes empresas (automotrices) para que operen en varios territorios como espacios globales y que impere el negocio de los combustibles (fósiles) en los planes de movilidad.

---

<sup>23</sup> De acuerdo con Gurminder K. Bhambra, "los relatos históricos de los procesos atribuidos a la modernidad han sido objeto de reinterpretación, una paradoja de la teoría social moderna es que no parece cambiar al cambiar los relatos historiográficos. Más bien se basa en una visión relativamente inmutable del ascenso de Occidente asociada con el surgimiento de la democracia, la industria y la ciencia. (Bhambra, 2021: 59) Estándares comunes se formaron en el curso del desarrollo de afirmaciones teóricas sustantivas de la teoría social desde Europa (Eurocentrismo) sin reparar en cómo el contexto colonial las afecta (visiones, alcances, etc.)."

Así, el sector automotriz ha tenido un papel importante gracias a la globalización, ya que la producción de automóviles se ha trasladado a países con bajos costos de maquila y menos regulaciones ambientales y laborales. Los beneficios de la producción de automóviles se han concentrado en manos de un pequeño número de empresas transnacionales, mientras que los impactos negativos, como la contaminación atmosférica, la congestión del tráfico y la degradación ambiental, se han extendido a nivel mundial. (Beck, 1999)

La interdependencia económica y la integración de los mercados globales han hecho que los problemas ambientales tengan un impacto directo en la economía y en la vida cotidiana de las personas; no es un proceso lineal y uniforme sino que está influenciada por factores como el creciente poder de las corporaciones multinacionales y la interconexión de las sociedades de diferentes regiones. (Ritzer, 2022)

El concepto de globalización, desde la perspectiva de Saskia Sassen, conceptualiza el papel que juegan las ciudades y las regiones en la economía, desde el estudio de su libro "Territorio, autoridad y derechos: de los ensamblajes medievales a los ensamblajes globales". La teoría de Sassen destaca que las ciudades son cada vez más importantes en la economía global, sede de procesos de producción, consumo y distribución de bienes y servicios, y se han convertido en centros de poder económico y político con nuevas formas de desigualdad y exclusión social.

En el contexto de Ciudad de México es relevante ya que la ciudad es uno de los centros económicos y políticos más importantes de América Latina y hogar de más de 22 millones de personas que la viven y transitan diariamente. En el marco de la transformación moderna del Estado-nación que desdibuja los conceptos de territorio, autoridad y derechos, es importante analizar el desensamblaje de lo nacional mediante estas transformaciones globalizadoras generadoras de desigualdades. (Sassen, 2006)

Al analizar las dinámicas de poder, las prioridades gubernamentales pueden beneficiar o no, mediante infraestructura o recursos, la distribución estratégica para diversos modos de movilidad. Pues los gobiernos también han actuado por hábitos culturales, pero también por beneficios económicos para planificar infraestructuras y la promoción de transportes específicos. En este punto, se puede entablar un diálogo con el marxismo, respecto de la expansión del capitalismo en la globalización y la acumulación de capital, que se ha convertido en el objetivo principal de las empresas, mientras que el ambiente y los derechos de las personas trabajadoras a menudo se ven comprometidos. (Harvey, 2006)

Sin embargo, a su vez y casi contradictorio, la globalización ha dado lugar a una mayor conciencia y sensibilización sobre los problemas ambientales, una mayor difusión de la información y una mayor capacidad de movilización social, sobre todo por medios digitales, llevando a una *conciencia global* sobre la importancia de proteger el ambiente y resultando en la creación de normas y principios internacionales en la materia. (Castells: 2010)

La movilidad sostenible es un modelo de traslado saludable de bajo consumo en carbono, que prioriza la calidad de la vida y el bienestar colectivo, garantizando las interacciones que se dan día a día, previniendo siniestros viales y creando oportunidades para el desarrollo social.<sup>24</sup> En la agenda de los actuales gobiernos se vienen generando planes de movilidad urbana sustentable o sostenible (se utilizará movilidad sostenible), mediante los cuales buscan ofrecer una variedad de opciones de transporte seguro, saludable y fluido de personas y mercancías.

La construcción del término sostenibilidad está encaminada a superar las contradicciones entre el capital y el trabajo, y a garantizar la satisfacción de las

---

<sup>24</sup> ¿Qué es la movilidad sustentable y cómo beneficia a nuestras ciudades? Greenpeace, 2020, consultado en: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/8708/que-es-la-movilidad-sustentable-y-como-beneficia-a-nuestras-ciudades/>

necesidades humanas sin dañar la naturaleza. Lo anterior supera la lógica del beneficio privado y la acumulación de capital a costa de la explotación de la naturaleza y de los seres humanos (López de Lucio: 1993).

En los últimos 10 años el Gobierno de la Ciudad de México ha implementado la integración de los organismos públicos de transporte,<sup>25</sup> la renovación del parque vehicular, la construcción de nuevas líneas de Metro, Metrobús y Cablebús, además de apoyarse en programas y medidas ya conocidas para restringir la circulación de las unidades más contaminantes y fomentar la renovación vehicular con tecnologías más limpias, como los vehículos híbridos y eléctricos.

El programa Ecobici se inserta de manera coherente en la lógica de la transición energética, al favorecer un modelo de movilidad que sustituye progresivamente el uso de fuentes fósiles por formas más limpias y sostenibles. Este cambio no solo tiene implicaciones inmediatas en la reducción de la huella de carbono, sino que también fomenta la creación de espacios de escala humana<sup>26</sup> y amigables con todos los seres que habitamos ese espacio. El ciclismo urbano, el uso de patines y patinetas, y habitualmente, caminar, hoy son parte de los modos cotidianos del Sistema de Movilidad Integrada en Ciudad de México.

---

<sup>25</sup> Sistema de Movilidad Integrada de la Secretaría de Movilidad de Ciudad de México, consultado en: <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/movilidad-integrada->

<sup>26</sup> Enfoque para hacer ciudades más habitables y seguras para las personas, de modo que las personas peatones se puedan desplazar cómodas en un ambiente que se les priorice y respete, bajo la adopción de la "pirámide de la movilidad" en la Constitución Local. El origen del concepto se asocia a Jane Jacobs, quien a inicios de los 60 encabezó la oposición a la construcción de una autopista en Nueva York y a otras iniciativas que llevaban la destrucción de barrios históricos y el desplazamiento de residentes.

## Capítulo 2. "Energía que mueve ciudades: transición energética y el modelo motorizado en tensión"

*The worldwide love affair with the car, which promised consumers convenience, status and freedom, is over. The reality from Hotan to Hull and Lagos to Lahore is that the car is now a social and environmental curse, disconnecting people, eroding public space, fracturing local economies, and generating sprawl and urban decay. ...., this reality has become impossible to ignore. Instead of the prospect of speed and cheap mobility, consumers now get soaring costs, climate breakdown and air pollution, the devastation of nature, mounting debt, personal danger and ill health, and the most serious energy crisis in 30 years. The car as we know it is fast becoming extinct; it is a relic of a former age. Sitting in a traffic jam in a ton of metal that belches pollution and costs a fortune will surely be seen by future generations as not just stupid, but criminal. "The age of 'the car is king' is over. The sooner we accept that, the better" John Vidal in The Guardian*

### 2.1 Factores energéticos y contaminantes relacionados con la movilidad

**Objetivo del Capítulo:** Examinar la relación entre el consumo energético del sector transporte y sus emisiones contaminantes, para contar con soporte técnico del problema de investigación, con énfasis en la movilidad urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México. Asimismo, identificar el papel de la movilidad sostenible en el marco de la transición energética.

**Preguntas guía:** 1. ¿Qué tipos de energía se emplean en los distintos modos de movilidad y cuáles son sus implicaciones ambientales?; 2.c.¿Qué contaminantes atmosféricos emite el transporte motorizado y cuáles son sus efectos sobre la salud y el ambiente?; 3. ¿Cómo se reflejan las externalidades del uso del automóvil en términos sociales y económicos, y cuáles son los nichos de oportunidad para reconfigurar el modelo energético y de movilidad en las ciudades?

**Metodología:** El Capítulo se basa en un análisis documental y estadístico, utilizando fuentes oficiales (SENER, SEMARNAT, SEDEMA, OMS, IHME), reportes técnicos (Inventario de Emisiones de la ZMVM, Reporte Nacional de Movilidad Urbana), y literatura especializada en transición energética y contaminación atmosférica.

**Revisión bibliográfica:**

- Castells, (2020).
- Trejo-González (2019).
- Gehl (2010).
- SENER (2011, 2020); IEA (2021); EPA (2020); OMS (2022); IHME (2019); ONU-Hábitat, Secretaría de Energía

De acuerdo con el Estudio "Metrópolis de México 2020" de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, la Ciudad de México articula la economía nacional por su centralidad en términos de población y actividad económica, y específicamente por ser la sede de los Poderes de la Unión y una extensión socioespacial de alto valor simbólico y cultural.

Los vehículos motorizados son la principal fuente de la contaminación atmosférica debido al uso de combustibles que utilizan para moverse y a consecuencia de su combustión interna, liberan micropartículas con gases como óxidos de nitrógeno, monóxidos y dióxidos de carbono, hidrocarburos y material particulado, entre otros. Aproximadamente una cuarta parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> provienen del transporte.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (2021), existen diferentes tipos de energía:

- Energía Física:

Caminar y Pedalear: La movilidad a pie o en bicicleta implica la conversión directa de la energía física humana en movimiento. Cada paso, cada pedalada, es una inversión de la energía generada por nuestros propios cuerpos.

- Energía de Combustibles Fósiles:

Transporte Motorizado: El uso de vehículos motorizados típicamente alimentados por combustibles fósiles, representa una inversión de energía que va más allá de la acción física directa de las personas sino que entramos en un

sistema donde la energía se extrae, se procesa y se quema para propulsar vehículos.

- Energía Eléctrica:

Vehículos Eléctricos y Tecnologías Limpias: Aunque estos vehículos aún requieren energía para operar, la transición hacia fuentes de energía como la solar o la eólica, transforma la ecuación. Este tipo de movilidad se convierte en una inversión en el futuro, donde la infraestructura y los vehículos se alimentan de fuentes renovables.

En esta conexión entre factores energéticos y movilidad, hoy se habla de la necesidad de una transición hacia prácticas más sostenibles. El desplazamiento a pie o en bicicleta representa una transformación directa de la energía física humana en movimiento.<sup>27</sup> La movilidad basada en vehículos motorizados extrae, procesa y quema energías para propulsar vehículos, contribuyendo a las emisiones de gases contaminantes y reforzando la dependencia de recursos no renovables.<sup>28</sup>

Las ciudades mexicanas padecen serios problemas de contaminación atmosférica y, específicamente en la Zona Metropolitana del Valle de México, las emisiones generadas por vehículos representan hasta un 60% de la contaminación total por partículas suspendidas (PM10). El consumo total de energía para la ZMVM es de 4.735.7 petajoules, y de esta cifra, el 48.2% corresponde al sector transporte; dentro de este, el más intensivo es el subsector autotransporte que consume el 92%. El 71.5% de la energía consumida por el sector transporte es proporcionada por gasolinas y naftas (SENER, 2011), lo que resulta prácticamente proporcional a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

---

<sup>27</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2020. Consultado en: <https://www.inegi.org.mx/programas/endodem/2020>

<sup>28</sup> Agencia Internacional de Energía. (2021). Global Energy & CO<sub>2</sub> Status Report. Consultado en: <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2021>

La Dirección de Movilidad y Transporte de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía proporciona la siguiente tabla comparativa entre distintos modos de movilidad habituales, y se muestran indicadores de consumos energéticos y ambientales entre el automóvil particular, autobús, bicicleta, avión y tren:

Cuadro 2. "Indicadores Energéticos y Ambientales por Transporte"					
Indicadores	Automóvil	Autobús	Bicicleta	Avión	Tren
Consumo de espacio	100%	10%	8%	1%	6%
Consumo de energía primaria	100%	30%	0%	405%	34%
Emisiones CO <sub>2</sub>	100%	29%	0%	420%	30%
Emisiones NOx	100%	9%	0%	290%	4%
Emisiones HC2s	100%	8%	0%	140%	2%
Emisiones CO	100%	2%	0%	93%	1%
Contaminación atmosférica total	100%	9%	0%	250%	3%
Riesgo inducido de accidente	100%	9%	2%	12%	3%

Elaboración propia con datos de Dekoster y Scholloert,  
 "En bici hacia ciudades sin malos humos", Publicaciones de la Unión Europea

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, las siguientes mezclas de gases son los principales contaminantes emitidos por el sector automotriz, y sus repercusiones en los organismos son irreversibles:<sup>29</sup>

- Material Particulado: especialmente el humo negro cargado de hollín emitido por los vehículos diésel, contiene partículas microscópicas que pueden penetrar en los pulmones, agravando problemas respiratorios y afectando el sistema inmune.
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): reaccionan con los óxidos de nitrógeno bajo la luz solar y forman ozono, el principal componente del smog. Mientras

---

<sup>29</sup> "Carros, camiones, buses y la contaminación del aire. El sector transporte es uno de los mayores contaminantes del aire", Unión de Científicos Conscientes, 2017, consultado en: <https://es.ucsusa.org/recursos/carros-camiones-buses-contaminacion>

que el ozono en la estratosfera nos protege de los rayos UV, a nivel del suelo irrita el sistema respiratorio, causando tos, asfixia y disminución de la capacidad pulmonar. Algunos COV están vinculados a varios tipos de cáncer.

- Óxidos de nitrógeno (NOx): contribuyen a la formación de ozono a nivel del suelo, el cual puede irritar los pulmones y debilitar las defensas del cuerpo contra infecciones respiratorias como la pulmonía y la influenza.
- Monóxido de carbono (CO): es un gas incoloro e inodoro producido por la combustión de gasolina. Al ser inhalado, bloquea el transporte de oxígeno al cerebro, corazón y otros órganos vitales.
- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): se produce al quemar combustibles que contienen azufre, como el carbón y el diésel. Este gas reacciona en la atmósfera formando partículas diminutas que pueden ser inhaladas, representando un riesgo particular para las infancias y personas con asma.
- Gases de Efecto Invernadero (GEI): contribuyen al calentamiento global al atrapar calor en la atmósfera. El subsector automotriz (carros, camiones y buses) es responsable de aproximadamente una quinta parte de toda la contaminación relacionada con el calentamiento global. En conjunto, el sector transporte, que también abarca aviones, barcos y trenes, genera cerca del 30% de todas las emisiones de GEI.

La contaminación atmosférica es más extrema cuando dichas emisiones y partículas están por encima de los niveles saludables,<sup>30</sup> pues además del sector automotriz, existen otras industrias y actividades que son altamente contaminantes debido a sus fuentes de energía fósiles como el petróleo y el gas. Estas industrias también emiten contaminantes en la atmósfera y generan ruido, como los trabajos con maquinarias industriales, el sector inmobiliario y la agricultura, entre otras.

---

<sup>30</sup> Qué comer, dónde comprar, cómo llegar al trabajo. Son todas pequeñas decisiones que tomamos a diario pero que colectivamente contribuyen al calentamiento global. En los Estados Unidos, por ejemplo, las emisiones de dióxido de carbono resultantes del uso de combustible alcanzan casi las 16 toneladas por persona al año. Si tratamos de visualizar la forma que tomaría todo este dióxido de carbono en forma sólida, estaríamos hablando de casi tres elefantes africanos, por persona, por año. Es decir, una familia de cuatro produce el equivalente a 12 elefantes de dióxido de carbono por año.

Datos del Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015 muestran que los congestionamientos viales en las principales arterias que comunican los centros urbanos conllevan a un deterioro de la calidad del aire, y los automóviles particulares generan el 18% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, costando hasta el 6% del Producto Interno Bruto si no se toman las medidas de prevención adecuadas. En la siguiente tabla se observa una estimación de los costos asociados a las externalidades del uso del automóvil en cinco zonas metropolitanas de México durante 2009, resultando que la Zona Metropolitana del Valle de México destaca como la región con mayores costos totales (121,930 millones de pesos), especialmente debido a la congestión vehicular (82,163 millones). Las demás zonas metropolitanas, como Monterrey, Guadalajara, Puebla-Tlaxcala y León, presentan costos significativamente menores, siendo León la de menor impacto total (2,606 millones). En conjunto, las externalidades generadas por el automóvil en estas regiones alcanzan un total de 173,095 millones de pesos, con la congestión y los accidentes como los principales contribuyentes al costo social.

Cuadro 3. "Estimación de externalidades asociadas al uso del automóvil en zonas metropolitanas seleccionadas, 2009" (Millones de pesos)						
Zona metropolitana	Contaminación local	Cambio climático	Accidentes	Congestión	Ruido	Total
Valle de México	14,396	6,718	10,332	82,163	8,320	121,930
Monterrey	2,282	1,065	5,843	11,485	1,319	21,994
Guadalajara	2,795	1,304	4,970	10,635	1,615	21,319
Puebla-Tlaxcala	990	465	1,317	1,894	575	5,241
León	506	236	1,250	321	293	2,606
Total	20,975	9,787	23,712	106,498	12,123	173,095

Elaboración propia con datos de ITDP,  
"Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015"

De acuerdo con la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, los vehículos emiten cerca de 1.4 billones de toneladas de Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera

cada año. Cada galón de gasolina quemada crea 9.07 kilos de CO<sub>2</sub>. Esto es de 5 a 9 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales por auto.

En 2019 “el 99% de la población mundial vivía en lugares donde no se respetaban las directrices de la OMS sobre la calidad del aire” (OMS, 2022). Tan sólo en 2016 se atribuyen cerca de siete millones de muertes prematuras a la contaminación ambiental. Dicha mortalidad se relaciona principalmente con la exposición a partículas con diámetros menores a 2.5 micrómetros y en menor medida al ozono troposférico (IHME, 2019).

La población en países de medianos y bajos ingresos padece desproporcionadamente los efectos de la contaminación del aire exterior y los grupos más vulnerables son infantes, personas mayores, personas gestantes y con enfermedades crónicas (OMS, 2022). La movilidad urbana es generadora de costos ambientales y éstos son transferidos a la sociedad por medio de sus externalidades negativas como la contaminación del aire, que afecta la salud respiratoria y cardiovascular; la emisión de gases de efecto invernadero, que agravan el cambio climático; los accidentes de tránsito, que generan pérdidas humanas y económicas; y la contaminación acústica.<sup>31</sup>

Desde mediados de marzo de 2016, la Ciudad de México ha visto niveles elevados de contaminación atmosférica, lo que provocó que se declarara la primera alerta de contaminación por ozono en más de una década. La Comisión Ambiental de la Megalópolis declaró la emergencia después de que el nivel de ozono alcanzó 160 microgramos por metro cúbico. Según la Organización Mundial de la Salud, la concentración de ozono en el aire no debe exceder los 100 microgramos por metro cúbico.

---

<sup>31</sup> “Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015”, p. 53, consultado en: <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Reporte-Nacional-de-Movilidad-Urbana-en-Mexico-2014-2015.pdf>

A efecto de monitorear los niveles de contaminación como práctica común, la Ciudad a través de la Secretaría del Medio Ambiente cuenta con el Sistema de Monitoreo Atmosférico, el cual recolecta mediante redes de monitoreo de grado regulatorio la calidad del aire e informa a las personas tomadoras de decisiones, y al público en general, sobre los riesgos para la salud.<sup>32</sup> De acuerdo con el inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México,<sup>33</sup> en 2020 se emitieron 67,307,048 toneladas de bióxido de carbono equivalente, las cuales se distribuyen de la siguiente manera en orden descendiente respecto a la emisión de contaminantes:

- 1) Las fuentes móviles son cualquier transporte automotor que circula por las vialidades. Este sector emitió 35,835,101 toneladas de bióxido de carbono equivalente, lo que representa el 53.2% de las emisiones totales.
- 2) Las fuentes de área son instalaciones pequeñas, numerosas y dispersas, pero que en conjunto, generan emisiones considerables (emisiones domésticas, de combustibles, de solventes, de residuos, agrícolas y ganaderas, así como comercios y servicios no regulados). Este sector emitió 19,574,301 toneladas de bióxido de carbono equivalente, el 29.1% de las emisiones totales.
- 3) Las fuentes puntuales son instalaciones fijas que, al ejecutar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios; generó 11,897,646 toneladas de bióxido de carbono equivalente, el 17.8% de las emisiones totales.

A su vez, respecto al consumo energético por sector en la ZMVM, en 2020 se tuvo un gasto total de 809 petajoules, lo que equivale a que cada habitante consuma 992 litros de gasolina anualmente. El sector transporte es el sector de mayor demanda,

---

<sup>32</sup> López, T., Escobar, M., Agustín, Y., Retama, A., Cárdenas, B. y Cortés, M. 2023. "Ciencia participativa: acción para un aire limpio". Documento de trabajo. Ciudad de México: WRI México. <https://doi.org/10.46830/wriwp.20.00132>

<sup>33</sup> Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2020, Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, consultado en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-cdmx-2020/inventario-emisiones-cdmx-2020.pdf>

consume el 45% de la energía total, utilizando básicamente gasolina. Otro sector de alto consumo es el industrial con el 33%, que demanda principalmente gas natural.<sup>34</sup>

Para 2020 se cuantificó una flota de 6.24 millones de vehículos que circulan en la ZMVM, siendo en su mayoría de uso particular, y en el caso de la desagregación por combustible, el 97% de la flota utiliza gasolina.

Muy poco se habla de las muertes prematuras ocasionadas por la contaminación atmosférica; en México este factor se asocia con más de 48 mil muertes prematuras en 2019 (IHME, 2019). De acuerdo con la OMS cada año mueren en México 14,700 personas a causa de enfermedades asociadas a la contaminación del aire, como enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón, accidentes cerebrovasculares, infecciones respiratorias agudas y enfermedades respiratorias crónicas como el asma y la bronquitis. (Trejo-González, 2019)

En la medida en que el parque vehicular continúe creciendo, la contaminación atmosférica será peor. Diariamente se pierden millones de horas persona en el sistema de movilidad urbana, se acrecientan los costos sociales del transporte y se incrementan los niveles de contaminación ambiental y auditiva en las urbes.<sup>35</sup>

Una de las paradojas de la crisis mundial provocada por la pandemia de Covid-19 fue su efecto en el ambiente. Según observaciones satelitales en China<sup>36</sup> mostraron cómo la crisis del coronavirus había reducido un 25% las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta el 1 de marzo de 2020, evitando la emisión de 200 millones de toneladas. Por su parte, la Agencia Espacial Europea y la NASA difundieron imágenes donde se aprecia una

---

<sup>34</sup>

*Ibid.*

consultado

en:

<http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-cdmx-2020/inventario-emisiones-cdmx-2020.pdf>

<sup>35</sup> "Contaminación, automóviles y calidad del aire", ONU-Hábitat consultado en: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>

<sup>36</sup> "Airborne Nitrogen Dioxide Plummets Over China", Earth Observatory 2020, consultado en: <https://www.earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china>

disminución significativa de la concentración de contaminantes en diversas ciudades durante la cuarentena debido a la baja circulación de vehículos. También Greenpeace publicó un informe en España donde se refleja la reducción de contaminantes atmosféricos en Madrid y Barcelona durante los primeros días tras el estado de alarma.

En México, la contaminación atmosférica también se redujo debido a estas medidas excepcionales de la pandemia, por el paro de actividades, el teletrabajo y el aislamiento, causaron la “limpieza de la atmósfera”, y cuando se pudo salir a la calle, vimos que usar la bicicleta permitió a muchas personas trasladarse de manera sencilla y a su vez con sana distancia.

La pandemia ha arrojado a la palestra pública la necesidad urgente de lograr las cero emisiones y promover el cambio modal. Los patrones de cómo las personas viven, trabajan y se desplazan están cambiando rápidamente.

La movilidad es un lienzo en el cual la transición energética comienza a tejer emblemas ecológicos y sostenibles, y donde la energía humana se convierte en una fuerza motriz tan poderosa como cualquier motor de combustión interna. Es el caso de Ecobici, programa gubernamental que ha desplegado su polígono de actuación en áreas densamente pobladas y con alta demanda de movilidad de la Ciudad Central.<sup>37</sup> En este polígono, la topografía juega un papel importante al ser zonas relativamente planas y donde la infraestructura urbana está conectada con varios modos de transporte público, incluyendo ciclovías y carriles compartidos lo que facilita la movilidad en bicicleta.

---

<sup>37</sup> En contraste con la “Ciudad Central”, compuesta por las alcaldías Cuauhtémoc, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza; la falta de densidad laboral y la carencia de equipamiento se concentra al oriente y suroriente de la capital: Iztapalapa, Xochimilco, Tláhuac y Magdalena Contreras, lo que implica que dichas poblaciones tengan que desplazarse hacia las zonas centrales y al poniente para obtener empleo o servicios, aumentando sus tiempos de traslado. El acceso a la Ciudad es desigual en términos de tiempo, recursos y modos de transporte, afectando la calidad de los viajes y la calidad de vida de las personas. El sistema de movilidad es un factor de desigualdad espacial que se refleja en diferencias en los tiempos de traslado.

De acuerdo con la Política Pública en la Transición Energética de la Secretaría de Energía,<sup>38</sup> la movilidad es un campo clave para repensar el sistema urbano, entendida como todas las acciones que conlleven a una reducción de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior.

---

<sup>38</sup> Estrategia Nacional de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 2013, Secretaría de Energía del Gobierno de México, consultada en: <https://www.gob.mx/sener/documentos/estrategia-nacional-de-transicion-energetica-y-aprovechamiento-sustentable-de-la-energia>

## 2.2 Los primeros y últimos tramos de viaje en bicicleta como factor de impacto en la transición energética

**Objetivo del Capítulo:** Analizar el papel de Ecobici como alternativa de movilidad (específicamente en la cobertura de los primeros y últimos tramos de viaje), como un mecanismo dentro de la transición energética y su potencial en la mitigación de emisiones contaminantes, considerando cómo el rediseño de la infraestructura para modos no motorizados promueve prácticas sostenibles y reconfigura las dinámicas sociales del traslado cotidiano.

**Preguntas guía:** 1. ¿Qué papel juega Ecobici como infraestructura pública en la articulación intermodal con el transporte colectivo?; 2. ¿De qué manera la adopción de la bicicleta transforma el entorno urbano y la percepción cultural de la movilidad?; 3. ¿Qué beneficios energéticos, ambientales y sociales se derivan del uso cotidiano de la bicicleta en zonas urbanas densas?

**Metodología:** El Capítulo se desarrolla con base en un enfoque descriptivo-analítico, sustentado en información institucional de la Secretaría del Medio Ambiente (Plan Bici CDMX, Encuesta Origen-Destino 2017), reportes técnicos de eficiencia energética del Gobierno de la Ciudad de México, y literatura especializada en factores energéticos.

### Revisión bibliográfica:

- Norbert Elias (1939 / 2001).
- Ramos (2018).
- Plan Bici CDMX y EOD 2017.
- EPA (2020); CONUEE y OMS (2022).

Mejorar el ambiente requiere acciones de alcance global, pero de aplicación local.<sup>39</sup> El impulso de la bicicleta como programa público implicó para el gobierno reconocer su importancia en el proceso de transición energética y sus beneficios que tiene en el panorama urbano, al otorgar alternativas sostenibles, así como pacificar

---

<sup>39</sup> Ostrom, E. "Nested externalities and polycentric institutions: must we wait for global solutions to climate change before taking actions at other scales?", *Economic Theory*, 2012, 49(2), pp. 353–369. doi: 10.1007/s00199-010-0558-6

calles, priorizar espacios públicos y repensar conexiones viales en un polígono determinado.

No obstante, no siempre fue una visión auspiciada por las autoridades. En el postulado de Norbert Elias bajo el paradigma del Proceso de la Civilización, en la actualidad la bicicleta supone una alternativa de movilidad como reflejo de los procesos históricos, por su misma evolución y usos que han llevado a la sociedad hasta su estado actual.<sup>40</sup> Hoy, su uso ha construido una vertiente donde se le define como una práctica específica de viaje que conlleva maneras particulares de relacionarse con el entorno urbano (Ramos, 2018).

De acuerdo con el “Plan de Movilidad en Bicicleta” (Plan Bici CDMX) de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, que toma en cuenta los datos arrojados de la Encuesta Origen Destino 2017, Ecobici satisface mayoritariamente los primeros y últimos tramos de viaje de las personas usuarias, ya que su ubicación cercana a las estaciones de transporte público del Sistema de Movilidad Integrada, invitan a reemplazar su primer tramo de viaje, para llegar a la estación, o su último tramo de viaje, para llegar a sus hogares, que corresponden a una caminata de más de 10 minutos o a un recorrido en cualquier otro modo de transporte menor a 20 minutos.<sup>41</sup>

De acuerdo con el Plan Bici CDMX, “...un viaje puede incluir transbordos y entre cada par de transbordo, entre éstos y el origen o destino, están los tramos. ... Uno de los objetivos de los Sistemas de Bicicletas Públicas es que sustituya tramos de viaje, particularmente el último o el primero. Destaca que 27% de los viajes en ECOBICI son multimodales, en comparación con la bici privada donde solamente 3% cumple con

<sup>40</sup> Gonzalez Castillo, Ángel; Villalba Hernández, Ernesto. “El Vehículo Del Porvenir: Controversia De La Bicicleta”, Revista Tierra Adentro, Secretaría de Cultura, consultado en: <https://www.tierraadentro.cultura.gob.mx/el-vehiculo-del-porvenir-controversia-de-la-bicicleta/>

<sup>41</sup> Suárez-Lastra, M., Galindo-Pérez, C., & Reyes-García, V. (2022). Plan Bici CDMX: una estrategia de movilidad en bicicleta para Ciudad de México. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 54 (213), 665-682. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.213.8>

esta condición. Además, 50% de los viajes en ECOBICI se realizan en combinación con el Metro, seguido del automóvil y el colectivo...".<sup>42</sup>

En promedio, los viajes en Ecobici suelen durar entre 10 y 20 minutos, un tiempo óptimo para cubrir distancias cortas de manera rápida y eficiente. Por ello, Ecobici juega un rol crucial en los primeros y últimos tramos de los desplazamientos de sus personas usuarias, facilitando la conexión con otros modos de transporte gracias a su infraestructura estratégicamente ubicada cerca de estaciones de transporte público. En términos de impacto, desde el inicio de su implementación, Ecobici ha reemplazado el uso de transportes motorizados (automóviles privados o taxis) para llegar a las estaciones de transporte público o para descender de ellas y llegar a su destino final. De acuerdo con un comunicado del Gobierno local, se estima que Ecobici ha evitado la emisión de 466 toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalente a la plantación de mil 400 árboles, gracias a los 11.5 millones de kilómetros recorridos en las calles de la capital del país desde el inicio de su operación.<sup>43</sup> Su uso refleja su eficacia en cubrir trayectos que, de otro modo, se asume serían realizados en vehículos privados o transporte público motorizado.

En términos de eficiencia energética, la bicicleta es la mejor invención hasta ahora; no solo supera a los medios de transporte eléctricos, sino que también es más ecológico que caminar, ya que se necesita aproximadamente la mitad de la energía para recorrer un kilómetro.<sup>44</sup>

---

<sup>42</sup> "Plan de Movilidad en Bicicleta" (Plan Bici CDMX), Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, 2018, p. 91

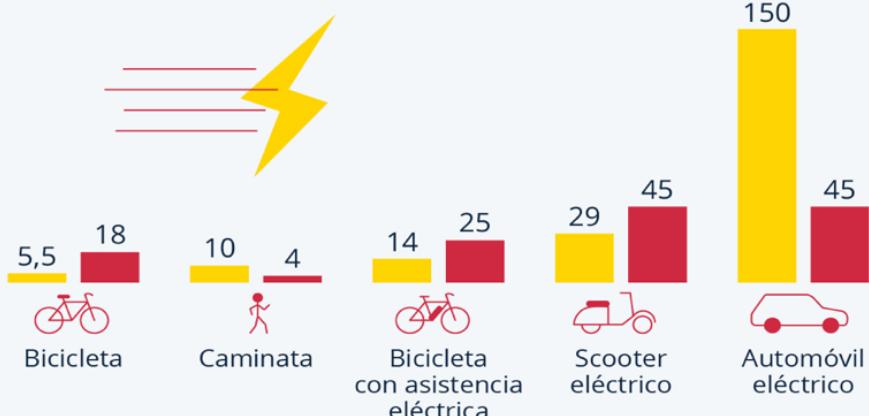
<sup>43</sup> ECOBICI llega a 3.8 millones de viajes en la Ciudad de México, Gobierno de la Ciudad de México, 2023, consultado en: <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/ecobici-llega-a-3-8-millones-de-viajes-en-la-ciudad-de-mexico/>

<sup>44</sup> L'avenir des véhicules intermédiaires, Transports urbains 2022/1 (N° 141), consultado en: <https://www.cairn.info/revue-transports-urbains-2022-1.htm?contenu=sommaire>

# Eficiencia energética: nada mejor que la bicicleta

Energía necesaria para recorrer un kilómetro y velocidad media en medios de transporte seleccionados

■ Energía consumida por kilómetro (Wh) ■ Velocidad media (km/h)



Fuente: Transports urbains - L'avenir des véhicules intermédiaires (n°141, 2022)

Imagen 1. "La bicicleta, campeona de la eficiencia energética", Statista, 2022

La relación entre la eficiencia-velocidad también resalta a favor de la bicicleta, definiendo su velocidad media de casi 20 km/h frente a otros modos de transporte en áreas urbanas densas donde su media es de 30 a 40 km/h.

Información publicada por la Dirección de Movilidad y Transporte de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, sostiene que las bicicletas son el transporte más sostenible debido a que:

- No consumen combustibles;
- No emiten Gases de Efecto Invernadero;
- Producen niveles de ruido muy inferiores a los de los autos;
- Son ampliamente reutilizables.

La bicicleta sólo consume energía metabólica, es decir, energía del propio cuerpo lo que nos ofrece las siguientes ventajas desde el punto de vista energético:

- Independencia;
- Autonomía energética;
- No necesita instalaciones de suministro de combustible como gasolineras;
- Recurso energético no agotable y gratuito;
- Accesible a casi todo el mundo desde el punto de vista energético.

En comparación con los vehículos motorizados, el uso de la bicicleta genera 17 veces menos emisiones de dióxido de carbono, 16 veces menos emisiones de óxidos de nitrógeno y 16 veces menos emisiones de material particulado y además, ha tenido un impacto positivo en la salud de la población, lo que se traduce en una disminución de la obesidad y de las enfermedades cardiovasculares.<sup>45</sup>

Una transición hacia modos más sostenibles es una elección para redefinir nuestra relación con el ambiente y los recursos naturales, lo que también impulsa el desarrollo de tecnologías innovadoras y redefine las narrativas culturales en torno a la movilidad urbana. Además, la bicicleta no contamina acústicamente. Es un vehículo que trae mejoras físicas y anímicas: aumenta la energía, te hace sentir feliz y elimina el estrés por la liberación de endorfinas.

---

<sup>45</sup> Beneficios ambientales Bicicleta "Movilidad y transporte", Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, Gobierno de México, consultado en: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/beneficios-ambientales-bicicleta-movilidad-y-transporte?state=published>



Imagen 2. "Día mundial de la bicicleta", Secretaría del Ambiente, Argentina, 2019

La implementación de políticas que fomentan el uso de energías renovables, la electrificación del transporte público y la creación de infraestructuras para vehículos no motorizados son ejemplos claros. La apuesta por proyectos de transporte público eléctrico y la incorporación de paneles solares en edificios gubernamentales son medidas que reflejan la influencia de las políticas en la transición hacia un modelo más sostenible.

Así mismo, la Ciudad ha adoptado otras medidas como la verificación de las emisiones de los vehículos para ver si cumplen con las regulaciones de emisiones, la instalación obligatoria de convertidores catalíticos en los vehículos nuevos, la reducción del contenido de azufre en el combustible diésel, un aumento en el número de autobuses que funcionan con gas natural y la actualización de los Inventarios de Emisiones cada 3 años.<sup>46</sup>

<sup>46</sup> "Mayores restricciones para la circulación de vehículos son la última medida en la lucha de la Ciudad de México contra la contaminación del aire", C40 Cities, consultado en: <https://www.c40.org/news/mayores-restricciones-para-la-circulacion-de-vehiculos-son-la-ultima-medida-en-la-lucha-de-la-ciudad-de-mexico-contra-la-contaminacion-delaire/>

## Capítulo 3 "La ciudad que pedalea hacia un futuro posible"

*"La bicicleta es un modo de transporte con potencial real para contribuir a reducir los problemas de movilidad en las ciudades. Para el caso de Ciudad de México, la afirmación tiene una validez incuestionable, ya que 50% del total de traslados diarios es igual o menor a 8 kilómetros." Plan Bici CDMX*

### 3.1 Ecobici como programa público en Ciudad de México

**Objetivo del Capítulo:** Examinar el desarrollo, implementación e impacto de Ecobici como programa público dentro de un marco institucional que apunta a la intermodalidad del transporte en Ciudad de México, destacando sus efectos en la transición energética, la reducción de emisiones contaminantes, la justicia social y ambiental en comparación con otros programas internacionales, y la transformación de la cultura de movilidad urbana.

**Preguntas guía:** 1. ¿Cuál ha sido la evolución institucional de Ecobici como programa público desde su implementación?; 2. ¿Qué impactos ha tenido en términos de movilidad, equidad, salud y medio ambiente?; 3. ¿Qué retos enfrenta el programa en términos de cobertura, accesibilidad, mantenimiento y financiamiento?

**Metodología:** El Capítulo se construye a partir de una revisión documental e institucional sobre el diseño y desarrollo de Ecobici, analizando su parteaguas en la Estrategia de Movilidad en Bicicleta (2006), el Plan Bici CDMX (2018) y el Programa Integral de Movilidad 2020-2024. Se integra una revisión de informes internacionales para establecer un marco comparativo.

#### Revisión bibliográfica:

- Rojas-Rueda, et al. (2021).
- ITDP (2021).
- Gobierno de la Ciudad de México (2006, 2018, 2020); Universidad de Washington (2020); OMS y THE PEP (2022);

El Gobierno de Ciudad de México a través de la Secretaría del Medio Ambiente publicó en 2006, en el marco del Plan Verde, la "Estrategia de Movilidad en Bicicleta de la Ciudad de México" (EMB), primer documento que sintetiza y describe las metas,

acciones y prioridades para promover el uso de la bicicleta y el desarrollo de una cultura ciclista. En 2018 se presentó el "Plan Bici CDMX" con la finalidad de dar continuidad y sentar las bases para impulsar políticas en materia de movilidad sostenible durante los próximos años en la metrópoli.

Si bien es cierto que los primeros pasos para promover una movilidad alternativa se remontan al 2004 con la inauguración de la ciclovía en lo que fue la vía del antiguo ferrocarril México-Cuernavaca, con el propósito de resaltar la importancia de nuevas formas de movilidad en el espacio urbano y revisar la viabilidad de construir infraestructura para el uso de la bicicleta, es hasta la "Estrategia de Movilidad en Bicicleta de la Ciudad de México", enmarcada dentro del eje "Desarrollo sustentable y de largo plazo" del Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-2012, donde se pone de manifiesto la importancia del fomento y promoción de la bicicleta como parte fundamental del derecho a la movilidad.

Para 2018, se publica el "Plan Bici CDMX" con base en la Encuesta Origen-Destino 2017, y sienta las líneas de proyectos y programas donde la bicicleta es una pieza fundamental. Este Plan fue innovador porque fue la primera vez en el que participaron sociedad civil, academia y gobierno.

En la revisión de estudios sobre el sistema Ecobici se han abordado distintos aspectos cuantitativos y cualitativos en materia de evaluar la eficiencia del transporte multimodal, la infraestructura urbana, la percepción de seguridad de las personas usuarias y la integración con otros medios de transporte, entre otros temas en materia de ingeniería del transporte. Por mencionar solamente los más recientes y relevantes al objeto de la presente investigación, ya que permiten contextualizar el impacto ambiental y social de Ecobici en la Ciudad de México, se encuentra el realizado por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, (*ITDP* por sus siglas en inglés) que encontró que la implementación de Ecobici ha contribuido a la reducción de la congestión del tráfico y la emisión de gases contaminantes en la Ciudad de

México.<sup>47</sup> Otro estudio analiza el impacto del uso de Ecobici en la calidad de vida y la percepción y experiencia de las mujeres usuarias y encontró que la mayoría de ellas considera que el sistema es seguro y fácil de usar.<sup>48</sup>

También se han identificado algunos desafíos de Ecobici, su sesgada implementación, la desigualdad en su acceso y la insuficiencia de una infraestructura ciclista segura y accesible, como lo menciona el estudio *"Urban Interventions: How Bike-shares Can Be Harnessed for Health Equity"* de la Universidad de Washington, donde analizan que, aunque Ecobici ha promovido el ciclismo urbano, su uso está desproporcionadamente limitado a ciertos sectores de la población, principalmente hombres jóvenes de clase media-alta. Además, la infraestructura ciclista actual, con apenas el 50% de los carriles protegidos, limita la seguridad y la accesibilidad, especialmente en áreas periféricas donde se podría ampliar el acceso, y concluye en la urgencia de implementar políticas más equitativas que expandan su cobertura hacia colonias y alcaldías de menores ingresos, ya que aún existen zonas donde la conectividad no es adecuada, lo que desincentiva su uso.<sup>49</sup>

Además, la falta de apoyo gubernamental y la escasa inversión en la gestión y mantenimiento del sistema han sido señaladas como barreras importantes para consolidar la operación eficiente y segura del sistema de bicicletas públicas.<sup>50</sup>

El Gobierno de la Ciudad de México en el Programa Integral de Movilidad 2020-2024,<sup>51</sup> priorizó la movilidad no motorizada mediante una “pirámide de movilidad” que

---

<sup>47</sup> Guía de planeación del sistema de bicicletas compartidas, ITDP, Edición 2018, consultado en: [https://itdp.org/wp-content/uploads/2021/05/BSPG\\_espanol20.01.pdf](https://itdp.org/wp-content/uploads/2021/05/BSPG_espanol20.01.pdf)

<sup>48</sup> Experiencia en movilidad y seguridad de las usuarias del Sistema de Bicicletas Públicas de la Ciudad de México Ecobici, SEMOVI - Kaliopeo, 2019, consultado en: <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Genero%20y%20movilidad/Experiencias-en-movilidad-y-seguridad-de-las-usuarias-del-Sistema-ECOBICI.pdf>

<sup>49</sup> SALURBAL Project: Jauregui, Alejandra, et al., *"Urban Interventions: How Bike-shares Can Be Harnessed for Health Equity"*, Instituto Nacional de Salud Pública, Washington University.

<sup>50</sup> "Aire Limpio, Planeta Sano. Modelo para integrar la gestión de la calidad del aire y la planeación de la acción climática", C40 Cities, pág. 22

<sup>51</sup> PIM 2020-2024, consultado en: <https://plazapublica.cdmx.gob.mx/processes/PIM>

significa mayores recursos para el fomento de la infraestructura peatonal, de la bicicleta, y de otras formas no motorizadas. Un ejemplo de ello es el incremento de la red de ciclovías, la cual llegó a 325.5 km de longitud. De éstos, 209.2 km corresponden a ciclovías, 37.8 km a ciclocarriles, 60.2 km de carriles compartidos y 15.6 km de carriles de prioridad ciclista. Hoy, la movilidad en bicicleta es parte integral del Plan de Movilidad en nuestra Ciudad, y ha logrado cambiar la infraestructura vial.

En el mundo existen estudios similares sobre la mitigación de contaminantes por sistemas de bicicletas públicas e iniciativas que tienen como propósito concientizar a las personas sobre el impacto ambiental y la importancia de optar por modos de transporte sostenibles, reducir su huella de carbono y fomentar un cambio cultural hacia una movilidad más verde y saludable. Los viajes activos (caminar o andar en bicicleta) se consideran la forma más sostenible de llegar de A a B.<sup>52</sup>

De acuerdo con el informe *"Cycling and walking can help reduce physical inactivity and air pollution, save lives and mitigate climate change"* de la OMS presentado en el Diálogo de Bonn sobre Medio Ambiente y Salud, el transporte activo además de traer beneficios físicos y económicos, también puede ayudar a disminuir la contaminación del aire y la mitigación del cambio climático.<sup>53</sup> Desarrollado bajo el Programa Paneuropeo de Transporte, Salud y Medio Ambiente (*THE PEP*), el informe destaca que una persona promedio que cambió el modo de viaje del automóvil a la bicicleta redujo las emisiones de CO<sub>2</sub> en 3.2 kgCO<sub>2</sub>/día, y que utilizó una bicicleta

---

<sup>52</sup> Christian Brand, Evi Dons, Esther Anaya-Boig, Ione Avila-Palencia, Anna Clark, Audrey de Nazelle, Mireia Gascon, Mailin Gaupp-Berghausen, Regine Gerike, Thomas Götschi, Francesco Iacobassi, Sonja Kahlmeier, Michelle Laeremans, Mark J Nieuwenhuijsen, Juan Pablo Orjuela, Francesca Racioppi, Elisabeth Raser, David Rojas-Rueda, Arnout Standaert, Erik Stigell, Simona Sulikova, Sandra Wegener, Luc Int Panis, *"The climate change mitigation effects of daily active travel in cities"*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volumen 93, 2021, consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921000687>

<sup>53</sup> "Cycling and walking can help reduce physical inactivity and air pollution, save lives and mitigate climate change", OMS, ONU, 2022, consultado en: <https://www.who.int/europe/news/item/07-06-2022-cycling-and-walking-can-help-reduce-physical-inactivity-and-air-pollution--save-lives-and-mitigate-climate-change>

como método principal de viaje emitió 7.1 kgCO<sub>2</sub>/día menos emisiones, que utilizar principalmente un automóvil o camioneta.

El artículo "*The climate change mitigation effects of daily active travel in cities*" analiza los efectos de la movilidad activa en distintas ciudades europeas y su relaciónn con la mitigación del cambio climático. La metodología utilizada se basó en la recopilación de datos de actividad de viaje y en el cálculo de las emisiones de carbono de diferentes modos de transporte (como automóviles, bicicletas y transporte público). Entre sus principales hallazgos se encuentran:<sup>54</sup>

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la movilidad diaria se reducen significativamente cuando las personas cambian de usar el automóvil a modos de transporte más activos. Un viaje adicional en bicicleta puede reducir las emisiones en un 14%, y cada viaje en automóvil evitado reduce las emisiones en un 62%.
- Las emisiones promedio de ciclo de vida de CO<sub>2</sub> para la movilidad diaria fueron de 3.2 kgCO<sub>2</sub> por persona, donde el 70% proviene del uso de automóviles. En comparación, los ciclistas generan un 84% menos de emisiones en su ciclo de vida.
- Promover la movilidad activa debería ser una piedra angular en las estrategias para alcanzar las metas de carbono neto cero, especialmente en áreas urbanas.

El programa *We are Cycling UK* destaca la importancia del ciclismo urbano como una solución clave para un futuro con bajas emisiones de carbono en el Reino Unido.<sup>55</sup> El 24% de las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero en ese país

---

<sup>54</sup> Christian Brand, Evi Dons, Esther Anaya-Boig, Ione Avila-Palencia, Anna Clark, Audrey de Nazelle, Mireia Gascon, Mailin Gaupp-Berghausen, Regine Gerike, Thomas Götschi, Francesco Iacobassi, Sonja Kahlmeier, Michelle Laeremans, Mark J Nieuwenhuijsen, Juan Pablo Orjuela, Francesca Racioppi, Elisabeth Raser, David Rojas-Rueda, Arnout Standaert, Erik Stigell, Simona Sulikova, Sandra Wegener, Luc Int Panis, "*The climate change mitigation effects of daily active travel in cities*", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volumen 93, 2021, consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921000687>

<sup>55</sup> "The case for cycling: tackling climate change", *We are Cycling UK*, consultado en: <https://www.cyclinguk.org/briefing/case-cycling-tackling-climate-change>

en 2020 fueron emitidas por el sector transporte. Aunque el sector energético solía ser el mayor emisor, el crecimiento de las energías renovables ha cambiado esta dinámica. Por ello, su gobierno ha establecido objetivos vinculantes y basados en resultados para alcanzar cero emisiones netas de GEI para 2050, mediante la “Estrategia de Cero Neto del Reino Unido”.

La Encuesta Nacional de Viajes para Inglaterra sugiere que, en los últimos años, más de la mitad (57.5%) de los viajes realizados en automóvil fueron de menos de 5 millas. Muchos de estos viajes podrían hacerse en bicicleta.<sup>56</sup> Resalta la importancia de que los gobiernos, tanto a nivel nacional como local, adopten compromisos reales para descarbonizar el transporte y no solamente promuevan el uso de tecnologías como los autos eléctricos, sino también mecanismos como establecer objetivos basados en evidencia para reducir el tráfico motorizado, incrementar el gasto en infraestructura no motorizada, implementar medidas de tarificación vial y gravámenes por estacionamiento, y mejorar la planificación urbana para favorecer los modos de transporte activos.

Siguiendo con el Reino Unido, el estudio de 2019 titulado *“Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed GPS-travel diary approach”*, mediante una simulación en el programa QGIS al proyectar la sustitución de viajes cortos dejando de usar el automóvil, investiga el potencial de ahorro de emisiones de GEI, con una metodología que utilizó una combinación de GPS para recoger datos detallados sobre los patrones de viaje y el comportamiento de las personas participantes; menciona como principales hallazgos:<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> Christian Brand, Evi Dons, Esther Anaya-Boig, et al. "The climate change mitigation effects of active travel", 2020, consultado en Research Square: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-39219/v1>

<sup>57</sup> Andre Neves, Christian Brand, "Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed GPS-travel diary approach", Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 123, 2019.

- El estudio se centró en Cardiff, Gales, y proporcionó nuevos conocimientos sobre cómo la infraestructura peatonal y ciclista influye en las decisiones diarias de viaje.
- El 41% de los viajes cortos en automóvil (<5 millas) podrían ser sustituidos por caminatas o ciclismo urbano, lo que llevaría a una reducción de casi el 5% en las emisiones de CO<sub>2e</sub>.
- Invertir en ciclismo y ciclismo eléctrico podría aumentar dramáticamente la participación de estos modos en los kilómetros urbanos recorridos del 6% al 11% en 2030 y al 14% en 2050; y esto, a su vez, podría reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de todo el transporte urbano en aproximadamente un 7% para 2030 y casi un 11% en 2050.
- Si en Inglaterra se adoptara el hábito de ciclismo de los Países Bajos, se podrían ahorrar más de 1,500 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. A nivel global, invertir en ciclismo urbano podría reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte hasta en un 11% para 2050.

En el estado de California, Estados Unidos, también han optado por una expansión ambiciosa del transporte activo en sus ciudades, cuantificando los beneficios para la salud y la mitigación de GEI. Un ejemplo es el estudio de la Universidad de Berkeley *Health and greenhouse gas mitigation benefits of ambitious expansion of cycling, walking, and transit in California*, que utiliza el Modelo Integrado de Impactos de Transporte y Salud (ITHIM), encontró que el incremento en el transporte activo reduciría significativamente la carga de enfermedades en la población, específicamente en el escenario más ambicioso, que incluye 283 minutos semanales de ciclismo urbano por persona, resultaría en 8,543 muertes menos por enfermedades relacionadas a la contaminación.<sup>58</sup> Y destaca cómo los cambios en las políticas de transporte pueden disminuir la incidencia de muertes relacionadas con

---

<sup>58</sup> Neil Maizlish, Nicholas J. Linesch, James Woodcock, *Health and greenhouse gas mitigation benefits of ambitious expansion of cycling, walking, and transit in California*, Journal of Transport & Health, Volume 6, 2017, Pages 490-500, consultado en: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.04.011>.

la movilidad urbana subrayando la importancia de una planificación que promueva la proximidad y conectividad de los servicios.

Las estrategias adoptadas por California han sido efectivas, combinando políticas de transporte, planificación urbana y salud pública. Según el Departamento de Transporte de California (Caltrans), entre 2015 y 2020, el estado invirtió aproximadamente USD \$ 1,000 millones en proyectos de infraestructura ciclista y peatonal. Así mismo, han implementado programas de incentivos para fomentar el uso de la bicicleta y el transporte público como lo es el programa *Active Transportation Program (ATP)*ha financiado más de 800 proyectos desde su creación en 2014, con un presupuesto anual promedio de USD \$ 200 millones.

Aunque la población de California sigue creciendo, las políticas de transporte han ayudado a desacelerar el crecimiento de las emisiones de carbono, demostrando que es posible mitigar los efectos del cambio climático sin sacrificar el crecimiento económico y demográfico.

Otro paradigma es el Gobierno de Chile, pionero en la electrificación del transporte público, particularmente en su capital, Santiago. La red de ciclovías ha alcanzado más de 500 kilómetros en Santiago. De acuerdo con la Coordinación de Sistemas Inteligentes de Transporte de la Subsecretaría de Transporte, de enero a agosto de 2021 se recorrieron más de 623 mil kilómetros en su sistema de bicicletas públicas, lo que se traduce en un ahorro de CO<sub>2</sub> de más de 45 toneladas.<sup>59</sup> Según un estudio del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, el uso de la bicicleta en Santiago ha crecido un 15% anual en los últimos años, lo que demuestra un cambio cultural hacia la movilidad y una menor dependencia de los vehículos motorizados. Estas mediciones ayudaron al Gobierno a incluir el uso de las bicicletas como una alternativa para descongestionar las calles y disminuir la polución.

---

<sup>59</sup> "Estudio confirma reducción de gases por uso de bicicleta", Transporteinforma, Región Metropolitana, Coordinación de Sistemas Inteligentes de Transporte de la Subsecretaría de Transporte del Gobierno de Chile, 2021, consultado en: <https://www.transporteinforma.cl/estudio-confirma-reduccion-de-gases-por-uso-de-bicicleta/>

Existe un reconocimiento cada vez mayor del papel que pueden desempeñar caminar y andar en bicicleta en la reducción de las emisiones de GEI al sustituir los viajes motorizados, especialmente en viajes cortos. El artículo *"Reducing Carbon Emissions"* de la Universidad de Oxford, destaca que elegir una bicicleta en lugar de un automóvil, incluso solo una vez al día, puede reducir las emisiones de una persona promedio en un 67%. Esto se debe a que andar en bicicleta tiene una huella de carbono de solo 33 gramos de CO<sub>2</sub> por milla recorrida, hasta 30 veces menos que un automóvil de combustibles fósiles.

Aunque andar en bicicleta no tiene una huella de carbono cero debido a las emisiones necesarias para fabricar y distribuir una bicicleta, esta huella es mínima. Si se montara en bicicleta solo 2 millas al día, cinco días a la semana en lugar de conducir, se compensaría esta huella inicial de la bicicleta en menos de un año. Además, algunos estudios sugieren que andar en bicicleta podría ser hasta 10 veces más eficaz que los autos eléctricos en materia de las cero emisiones, debido a que la huella de carbono de andar en bicicleta sigue siendo 10 veces menor que la de un auto eléctrico.<sup>60</sup>

---

<sup>60</sup> Yena Song, John Preston, David Ogilvie, *New walking and cycling infrastructure and modal shift in the UK: A quasi-experimental panel study*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2017, Pages 320-333, consultado en: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.11.017>.

### 3.2 Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici.

**Objetivo del Capítulo:** Mediante bases de datos abiertos y con el uso del Programa R, actualizar el cálculo de la mitigación de emisiones contaminantes atribuibles al uso de Ecobici, de 2020 a 2022, replicando el estudio realizado por la Secretaría del Medio Ambiente y EMBARQ México en 2013, para comprobar con los resultados obtenidos la contribución ambiental de Ecobici, y proporcionar los principales hallazgos de usos y tendencia en el periodo.

**Preguntas guía:** 1. ¿Qué cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>eq. se evitó gracias al uso de Ecobici entre 2020 y 2022?; 2. ¿Qué metodología puede adaptarse, con rigor estadístico, para actualizar estudios institucionales previos sobre movilidad sostenible?; 3. ¿Qué tendencias de uso de Ecobici revelan un potencial transformador en términos de transición energética?

**Metodología:** Se emplea un enfoque cuantitativo mediante el Programa R para la operacionalización de datos crudos de uso de Ecobici, calculando variables clave como duración promedio de viaje y distancia estimada recorrida. Posteriormente, se construyó una línea base de emisiones de referencia, a partir de factores de emisión por modo de transporte y porcentajes de sustitución modal.

**Revisión bibliográfica:**

- López-Ruiz et al. (2020); Rojas-Rueda et al. (2021).
- SEDEMA & EMBARQ México (2013).
- Encuesta Ecobici 2020 (SEMOVI).
- Inventario de Emisiones ZMVM (SEDEMA, 2020).
- TomTom Traffic Index / IBM Global Commuter Pain Survey.
- Agencia Europea del Medio Ambiente / EPA.

Como se ha revisado de manera central en la presente investigación, se hace referencia al estudio realizado en 2013 por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y el Centro de Transporte Sustentable EMBARQ México, titulado "Estudio de la Reducción de Emisiones y los Co-Beneficios Generados por la Implementación del Programa Ecobici (2010, 2011, 2012)", que arrojó el cálculo de

emisiones con el porcentaje de modos de transporte motorizado que se dejaron de usar al utilizar Ecobici, con base en la Encuesta Ecobici 2012.<sup>61</sup> Su metodología partió de la estimación de los kilómetros totales recorridos por las personas usuarias y los viajes evitados en transporte motorizado como automóviles privados, taxis y motocicletas, dando como resultado el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>eq. mitigadas mediante una línea base construida que contrastó las emisiones en diversos modos de transporte.

De acuerdo con la “Encuesta Ecobici 2012”, se encontró que para ese año el 32% de las personas usuarias de Ecobici dejaron de utilizar automóviles particulares para sus desplazamientos cotidianos, lo que, de acuerdo con el Estudio, representó una estimación de mitigación de más de 1,800 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. por año. El estudio también señaló una reducción en el uso del transporte público en aproximadamente un 14%, lo que subraya la preferencia por la bicicleta como medio alternativo para trayectos del primer o último tramo de viaje. Asimismo, concluye que el uso de la bicicleta compartida contribuyó a una mejora en la calidad del aire y a la disminución de la congestión vehicular, beneficiando tanto la salud pública como la movilidad.

Partiendo de lo anterior, en el presente trabajo se realizó una actualización de la mitigación de emisiones alcanzada por el uso de Ecobici, partiendo de la misma metodología, pero actualizando el cálculo con datos de la “Encuesta Ecobici 2020”, la más reciente, para calcular las emisiones mitigadas para los años 2020, 2021 y 2022.

Para la construcción de la línea base de emisiones contaminantes por modo de transporte -emisiones que se hubieran generado de no haber existido el sistema Ecobici-, se utilizaron los modos de transporte encuestados en la Encuesta, de acuerdo a su reactivo 12, que menciona: *“Si no tuvieras opción de hacer este viaje o*

---

<sup>61</sup> Estudio de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Ecobici, consultado en: [https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion\\_gei\\_y\\_co-beneficios\\_generados\\_por\\_la\\_implementacion\\_del\\_programa\\_ecobici\\_201020112012.pdf](https://ecobici.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/reduccion_gei_y_co-beneficios_generados_por_la_implementacion_del_programa_ecobici_201020112012.pdf)

*parte de él en Ecobici, ¿de qué otra forma lo harías?". Asumiendo que los porcentajes que ahí se presentan corresponden a la distribución de los viajes que se dejarían de realizar por usar Ecobici.*

»» 12 Si no tuvieras opción de hacer este viaje o parte de él en ECOBICI, ¿de qué otra forma lo harías?

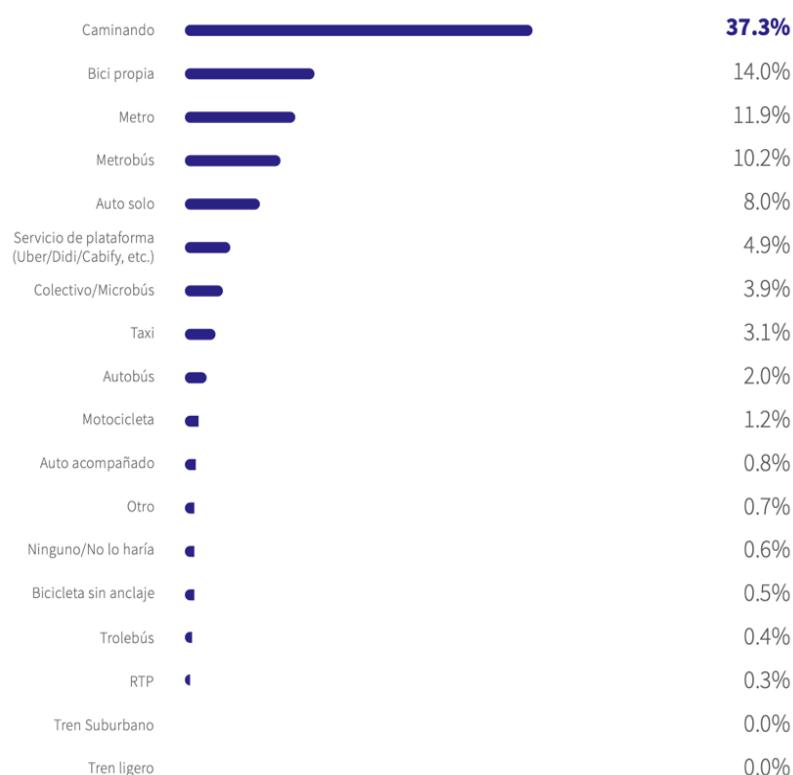


Imagen 3. Reactivo 12 de la Encuesta Ecobici, 2020.

Mediante el Programa R, se realizó la operacionalización de las bases de datos crudas de la página de Ecobici,<sup>62</sup> para obtener datos precisos y detallados de indicadores de uso por año (2020, 2021 y 2022) y para todo el periodo (2020-2022). Una vez obtenidos los resultados, se utilizaron algunas variables como el número de viajes por año y la duración promedio de los viajes con la finalidad de construir la línea

<sup>62</sup> Datos Abiertos de Ecobici, consultados en: <https://ecobici.cdmx.gob.mx/datos-abiertos/>

base, la cual tiene como Unidad de Análisis, la Mitigación de CO<sub>2</sub>eq. mediante los viajes que se dejaron de realizar en transporte motorizado gracias a el uso de Ecobici. Para esta estimación, se siguió la siguiente metodología:

- 1. Operacionalización en R:** se llevó a cabo para obtener datos sobre las siguientes variables clave relacionadas con el uso de Ecobici, de acuerdo con el comportamiento estadístico normal de los datos de cada año: (Ver la Tabla 1 para más detalles).

X: Duración promedio de viajes en Ecobici (minutos)

Y: Kilómetros recorridos promedio por viaje (kilómetros)

La estimación de los kilómetros recorridos se realizó considerando la variable de la duración promedio de viajes y la velocidad promedio de uso del sistema Ecobici reportada en la página de SEMOVI, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Y (\text{km recorridos}) = \text{velocidad promedio } 12.5 \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) * X (\text{min}) * \left( \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right)$$

- 2. Cálculo de la Mitigación de Emisiones:** con base en la operacionalización del paso anterior, se utilizaron los resultados generados para construir la línea base de emisiones contaminantes promedio por modo de transporte. Esto incluyó el porcentaje de contribución por modo de transporte y después la aplicación de factores de emisión específicos, para estimar la mitigación de CO<sub>2</sub>eq. (Gases de Efecto Invernadero) y de diversos contaminantes criterio lograda mediante el uso de Ecobici, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & \text{Emisiones evitadas} \left( \frac{t \text{ contaminante}}{\text{año}} \right) \\ &= \sum_i^n \left( FE \left( \frac{g}{\text{km/pasajero}} \right) * (km \text{ recorridos}) * \left( \frac{\text{No. de usuarios}}{\text{año}} \right) \right. \\ &\quad \left. * (\% \text{ de distribución de tipo de vehículo } i) * \left( \frac{t}{1000000 \text{ g}} \right) \right) \end{aligned}$$

## Tabla 1. Operacionalización en R

- Se obtuvieron las bases de Datos Abiertos de la página de Ecobici, en la cual se muestra por mes y por año el uso de las bicicletas públicas y arroja las bases de datos en formato .csv. Una vez descargadas, en el programa R se integraron los 12 meses por año (2020, 2021 y 2022), y luego para todo el periodo (2020-2022), para procesarlos y analizarlos en total. Se tuvo el cuidado de que los formatos para construir las bases de datos tengan el acomodo y los títulos homologados para poder unirlos; a esta base de datos la llamé "bd\_final".
- Por cada año, se obtuvo una base de 9 columnas por más de 4 millones de filas.
- Si bien hubo desfases en los formatos y títulos de las columnas, por ser de origen unas bases crudas obtenidas desde la página de Ecobici, se organizaron los formatos y la clase, con la finalidad de poder codificarlas.
- La base de datos final {bd\_final=rbind(bd\_2020,bd\_2021,bd\_2022)} contiene 10 columnas y sumó la cantidad de **13,639,305 millones de viajes** para el periodo.

### Decisiones de estadística

1. Se creó una nueva columna para calcular la diferencia en minutos, que resta de la columna Hora\_Arribo-Hora\_Retiro de clase hms.
2. Con la finalidad de hacer representativos los viajes, no se tomarán en cuenta aquellos que parten y regresan a la misma cicloestación.
3. Se dispone que solo se tomen en cuenta los viajes que duren de 3 a 45 minutos, tiempo máximo permitido para usar la bicicleta por Ecobici, por lo que los escasos viajes de menor duración a 3 minutos se eliminaron por considerarlos un error.
4. Con estas decisiones, la bd contiene 12 columnas y se redujo el número de la sumatoria de viajes de más de 13 millones a **aproximadamente 9 millones de viajes** (bd\_final\_v4).
5. Se visualiza la bd en un histograma, con la finalidad de explorar la distribución de la duración de los viajes en Ecobici en el periodo, así como analizar la información sobre los promedios y frecuencias de distintas variables.

### Limitaciones

- Se consideran algunas limitaciones en la precisión de la mitigación de CO<sub>2</sub> que dependerá de la fiabilidad de los datos analizados en R y de las estimaciones de emisiones promedio por modo de transporte. Además, las condiciones climáticas y el enclave de la pandemia por Covid19 en 2020 son factores externos que pueden influir en los cálculos realizados.

- En lugar de hacer mediciones directas de CO<sub>2</sub>eq con diseños experimentales, se recurre a estimaciones estadísticas que dependen fuertemente de los parámetros utilizados.

Con la finalidad de hacer replicable el estudio, se adjunta como Anexo el código en Software R.

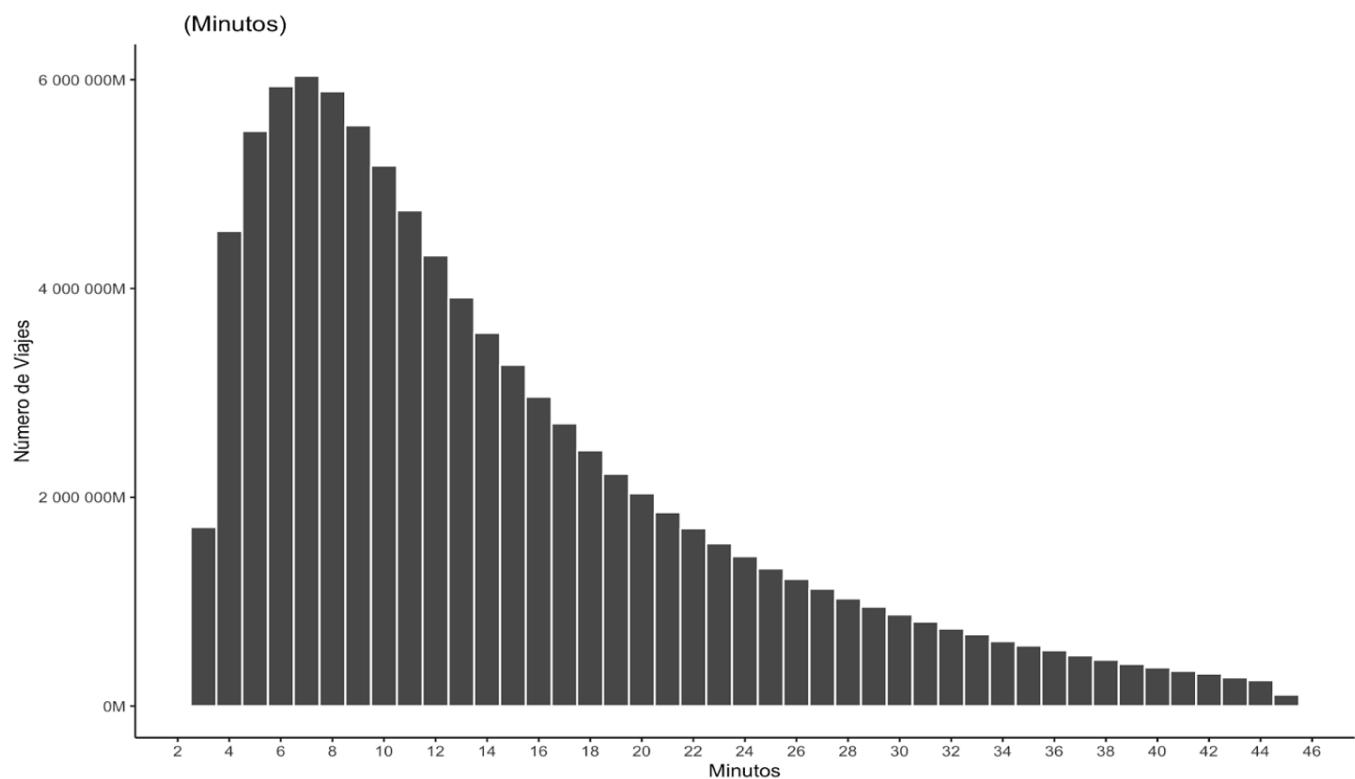
## Principales hallazgos

El análisis descriptivo de los viajes en Ecobici muestra patrones similares a lo esperado. De la sumatoria de más de 9 millones de viajes realizados en Ecobici en el periodo de 2020 a 2022, el **promedio de duración de los viajes es de 14.3 minutos**. El Cuadro 4 muestra los descriptivos univariados, de la cual se extrae información para el Gráfico 1. El Gráfico 2 muestra un ligero incremento en la duración promedio de los viajes.

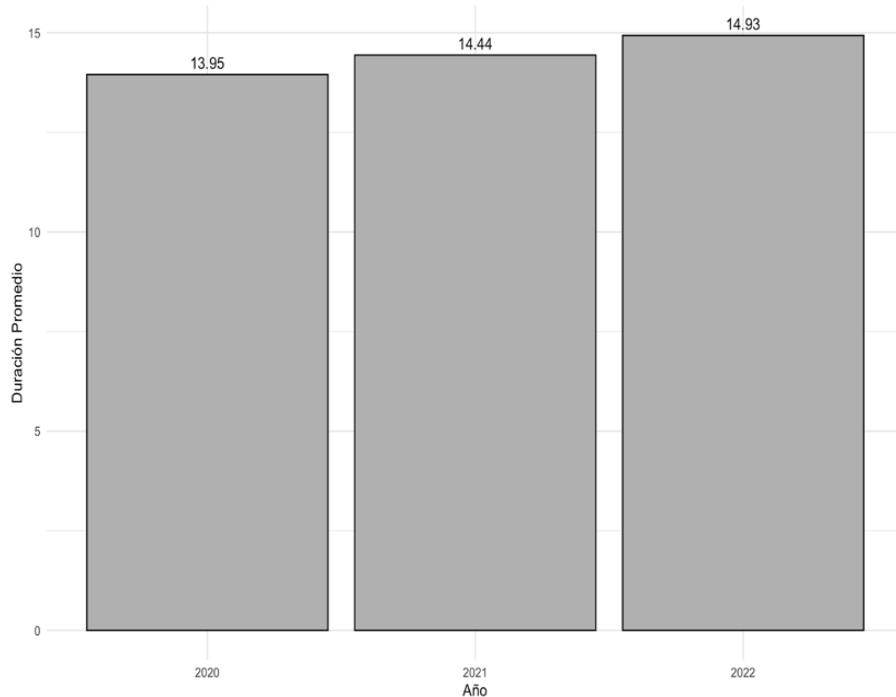
Cuadro 4. Descriptivos univariados de duración de viajes en Ecobici 2020-2022 (minutos y segundos)					
mediana	Retiro	13:41:27 min	desviación estándar	9.09 min	
	Arribo	13:56:11 min			
promedio	14.3 min		mínimos	Retiro	3 min
				Arribo	3.08 min
			máximos	Retiro	3579 min
				Arribo	3598 min

Nota: Variables de mediana, mínimos y máximos se obtienen  
de "Cicloestación Retiro" y "Cicloestación Arribo"

**Gráfico 1. Promedio de duración de viajes en Ecobici, 2020-2022.**



**Gráfico 2. Promedio Duración 2020-2022.**



El Cuadro 5, sobre los descriptivos bivariados, muestra información que abona al entendimiento de los usos y tendencia de Ecobici; en particular, cómo varía su uso de acuerdo a ciertos grupos demográficos. Por ejemplo, se aprecia que la edad promedio de las personas usuarias es muy estable en los tres períodos analizados, con 36 años. Por grupo etario, las personas de 28 concentran la mayor proporción de viajes.

Notablemente, se observa una diferencia de uso por género siendo el masculino el predominante con el 72.4% de los viajes, y femenino, el 26.6%. El género masculino utiliza 2.7 veces más la Ecobici que las mujeres. Ver Gráfico 3.

**Cuadro 5. Descriptivos bivariados de duración, edad y género**

Año	Promedio de duración de viajes / minutos	Promedio de edad	Frecuencia de uso viajes / género	
2020	14 min	36.1 años	F) 937,259	26.3%
			M) 2,621,034	73.6%
2021	14.4 min	36.1 años	F) 1,045,032	29.1%
			M) 2,545,709	70.89%
2022	14.9 min	35.6 años	F) 475,931	26.7%
			M) 1,305,076	73.2%

Gráfico 3. Personas usuarias por Género, 2020-2022.

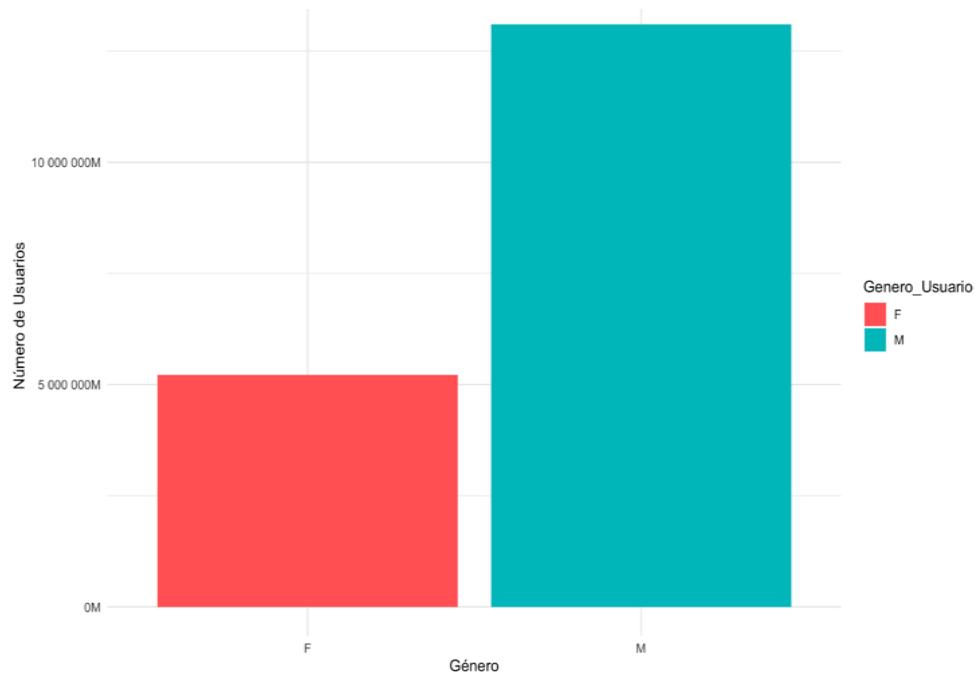
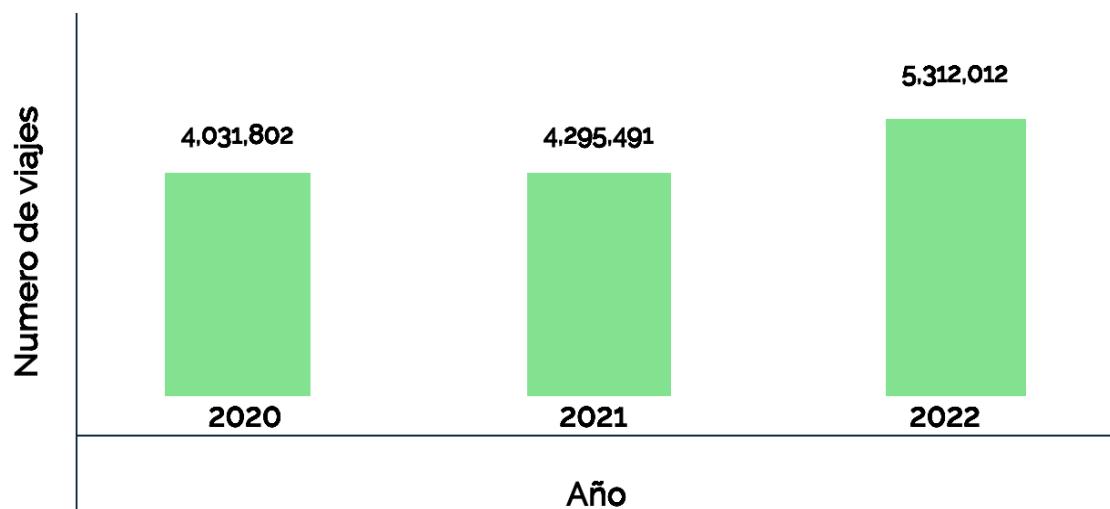


Gráfico 4. Viajes por año, 2020-2022.



En el Gráfico 4, se nota un crecimiento de 2021 a 2022, con más de un millón de viajes realizados al cerrar el año respecto al previo, indicando que se vuelve a retomar su uso después de la pandemia y en el marco del Proyecto de Expansión

y Renovación del Sistema Ecobici, que se consumaría en el 2023 y 2024. El Cuadro 6 muestra esta información de crecimiento detallada en viajes diarios.

Cuadro 6. Promedio de viajes diarios, 2020-2022.			
Año	2020	2021	2022
Promedio viajes	11,016	11,799	14,284

En relación a la existencia de patrones por meses y años (Cuadro 7), los datos revelan una tendencia ascendente, siendo **los meses de octubre, noviembre, diciembre y marzo** los que resaltan mayor frecuencia de uso. En marzo de 2020 se puede observar un descenso en el patrón debido a la pandemia por COVID-19, que afectó los viajes a partir de dicho mes y hasta finales de 2021.

Cuadro 7. Viajes al mes, 2020-2022.			
Mes	2020	2021	2022
Enero	676,908	255,805	393,107
Febrero	686,327	289,785	434,217
Marzo	527,992	352,485	557,931
Abril	149,118	350,142	523,924
Mayo	148,513	376,596	594,329
Junio	179,714	365,996	527,686
Julio	242,810	351,074	405,086
Agosto	266,917	343,183	358,893
Septiembre	278,909	345,209	340,360
Octubre	325,556	414,881	322,787
Noviembre	292,055	434,222	422,208
Diciembre	256,983	416,113	431,484

Por último, respecto a los horarios según el día, se notan tres picos principales: uno por la mañana, entre las 7:00 y las 9:00; otro por la tarde, de 14:00 a 15:00, y finalmente el de mayor uso, entre las 17:00 y 19:00. Estos horarios

coinciden con el inicio de la jornada laboral, horas de comida, y el de mayor uso, corresponde a la salida de la jornada laboral, respectivamente.

### Cálculo de la Mitigación de Emisiones

Para la estimación de las emisiones evitadas se utilizaron los resultados generados del Programa R para la construcción de la línea base de emisiones contaminantes promedio por modo de transporte. Se obtuvieron indicadores como el número de viajes por año y la duración promedio de los viajes, entre otros patrones de uso por año y para el periodo.

Cuadro 8. Usos y Tendencia de Ecobici, 2020-2022				
Año	Viajes por año	Duración promedio (min)	Kilómetros promedio recorridos (km)	Velocidad promedio (Km/h)
2020	4.031,802	13.9 min	2.91 km	12.5 km/h
2021	4.295.491	14.4 min	3.01 km	
2022	5.312,012	14.9 min	3.11 km	

Nota: La variable de "Velocidad promedio (km/h)" es un indicador que se tomó del "Análisis sobre la operación de los Sistemas de Transporte Individual Sustentable" realizado por la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México en 2020.

De acuerdo con la "Encuesta Ecobici 2020", se establecieron los porcentajes de emisiones atribuibles a cada modo de transporte, utilizando los datos sobre la sustitución modal (Gráfico A). **Se utilizaron los factores de emisión proporcionados por fuentes oficiales como la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático<sup>63</sup>.** Estos factores permitieron estimar las emisiones promedio por kilómetro recorrido, que

---

<sup>63</sup> El Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, contiene las bases de datos de emisiones de contaminantes criterio. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Gobierno de México, 2018, consultado en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones>

posteriormente fueron utilizados para la estimación de emisiones al multiplicarlos por el dato de actividad de los viajes (kilómetros recorridos), para calcular la mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub>eq. y de contaminantes criterio atribuible al programa.

Cabe destacar que las opciones “Caminando”, “Bici propia”, “Bicicleta sin anclaje”, “No lo haría”, y “Otro” de la “Encuesta Ecobici 2020”, no se consideran en este porcentaje de contribución al ser modos de transporte no motorizados que no representan factores de emisión.

Gráfico A. Distribución de viajes si las personas usuarias no hubieran utilizado Ecobici			
2020			
Transporte Motorizado	Porcentaje de contribución	Personas Usuarias ECOBICI	Kilómetros recorridos
Microbús	3.9%	157,240	456,980
Metro	11.9%	479,784	1,394,374
Taxi de sitio, calle o aplicación	8%	322,544	937,394
Metrobús	10.2%	411,244	1,195,177
Autobús	2%	80,636	234,348
Autobús RTP o M1	0.3%	12,095	35,152
Motocicleta	1.2%	48,382	140,609
Trolebús	0.4%	16,127	46,870
Auto solo	8.0%	322,544	937,394
Auto acompañado	0.8%	32,254	93,739
Total	47%	1,882,852	5,472,037

2021			
Transporte Motorizado	Porcentaje de contribución	Personas Usuarias ECOBICI	Kilómetros recorridos
Microbús	3.9%	167,524	503,968
Metro	11.9%	511,163	1,537,750
Taxi de sitio, calle o aplicación	8%	343,639	1,033,782
Metrobús	10.2%	438,140	1,318,071
Autobús	2%	85,910	258,445
Autobús RTP o M1	0.3%	12,886	38,767
Motocicleta	1.2%	51,546	155,067
Trolebús	0.4%	17,182	51,689
Auto solo	8.0%	343,639	1,033,782
Auto acompañado	0.8%	34,364	103,378
Total	47%	2,005,994	6,034,700

2022				
Transporte Motorizado	Pocentaje de contribución	Personas Usuarias ECOBICI	Kilómetros recorridos	
Microbús	3.9%	207,168	644,380	
Metro	11.9%	632,129	1,966,186	
Taxi de sitio, calle o aplicación	8%	424,961	1,321,806	
Metrobús	10.2%	541,825	1,685,302	
Autobús	2%	106,240	330,451	
Autobús RTP o M1	0.3%	15,936	49,568	
Motocicleta	1.2%	63,744	198,271	
Trolebús	0.4%	21,248	66,090	
Auto solo	8.0%	424,961	1,321,806	
Auto acompañado	0.8%	42,496	132,181	
Total	47%	2,480,710	7,716,040	

Finalmente, utilizando los datos de kilómetros recorridos por tipo de vehículo estimados que se hubieran recorrido en vehículos motorizados de no existir el Sistema de Ecobici, se estimaron las emisiones por tipo de contaminante, mediante factores de emisión por tipo de vehículo en unidades de masa de contaminante por kilómetro recorrido por pasajero transportado (g/km/pasajero), como se muestra a continuación por año (Gráfico B):

Gráfico B. Mitigación de Co <sub>2</sub> eq. de viajes que se dejaron de realizar en transporte motorizado por el uso de Ecobici								
2020								
	Emisiones viajes evitados 2020 [t/añol]							
FE[g/km/pasajero]	CO <sub>2</sub> eq	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CN	CO	NOx	COV
Microbús	18.93	18.45	0.00	0.00	0.00	0.42	0.10	0.14
Metro	9.71	9.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Taxi de sitio, calle o aplicación	133.03	132.01	0.02	0.00	0.00	4.24	0.37	0.07
Metrobús	5.54	5.46	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00
Autobús suburbano	4.88	4.79	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.01
Autobús RTP o M1	0.73	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Motocicleta	33.42	33.27	0.00	0.00	0.00	1.09	0.06	0.11
Trolebús	0.84	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Auto particular solo	300.56	296.00	0.02	0.01	0.01	6.76	0.99	1.06
Auto particular acompañado	15.03	14.80	0.00	0.00	0.00	0.34	0.05	0.05
Total	523	516	0.1	0.0	0.01	13	2	1

2021								
	Emisiones viajes evitados 2021 [t/año]							
FEIg/km/pasajero	CO2eq	CO2	CH4	N2O	CN	CO	NOx	COV
Microbús	20.88	20.35	0.00	0.00	0.00	0.47	0.11	0.15
Metro	10.71	10.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Taxi de sitio, calle o aplicación	146.71	145.58	0.03	0.00	0.00	4.67	0.41	0.07
Metrobús	6.11	6.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00
Autobús suburbano	5.38	5.29	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01
Autobús RTP o M1	0.81	0.79	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Motocicleta	36.86	36.69	0.00	0.00	0.00	1.20	0.06	0.13
Trolebús	0.92	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Auto particular solo	331.46	326.44	0.02	0.02	0.01	7.46	1.09	1.17
Auto particular acompañado	16.57	16.32	0.00	0.00	0.00	0.37	0.05	0.06
Total	576	569	0.1	0.0	0.01	14	2	2

2022								
	Emisiones viajes evitados 2022 [t/año]							
FEIg/km/pasajero	CO2eq	CO2	CH4	N2O	CN	CO	NOx	COV
Microbús	26.70	26.02	0.00	0.00	0.00	0.60	0.14	0.19
Metro	13.69	13.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Taxi de sitio, calle o aplicación	187.58	186.14	0.03	0.00	0.00	5.98	0.52	0.09
Metrobús	7.81	7.71	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00
Autobús suburbano	6.88	6.76	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.01
Autobús RTP o M1	1.03	1.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Motocicleta	47.13	46.91	0.00	0.00	0.00	1.53	0.08	0.16
Trolebús	1.18	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Auto particular solo	423.81	417.39	0.03	0.02	0.01	9.54	1.39	1.50
Auto particular acompañado	21.19	20.87	0.00	0.00	0.00	0.48	0.07	0.07
Total	737	728	0.1	0.0	0.02	18	2	2

## Capítulo 4. "Discusión y conclusiones"

Tras un riguroso ejercicio de operacionalización de datos en el Programa R y sus resultados obtenidos, y, por otra parte, con la ayuda de personas profesionistas con amplia experiencia en estudios de mitigación de emisiones y en la formulación de Inventarios de Emisiones de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, se logró construir la línea base de emisiones contaminantes atribuibles a cada uno de los modos de transporte sustituidos por Ecobici. Los cálculos demuestran, con certeza estadística y como se puede observar en las tablas de hallazgos, **que el uso de Ecobici sí impacta en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>eq., aunque sea en un porcentaje modesto.** No obstante, este efecto adquiere mayor relevancia cuando se analiza como parte de un conjunto más amplio de estrategias gubernamentales de movilidad no motorizada y de políticas orientadas a la infraestructura ciclista y cultura vial.

Los resultados validan la hipótesis inicial, y refuerza la importancia de continuar con la promoción y expansión de programas de movilidad activa como Ecobici.

Al analizar la correlación entre el número de viajes en Ecobici y la mitigación de emisiones, se observó una relación clara: **a mayor número de viajes en bicicleta, mayor es la cantidad de CO<sub>2</sub>eq. evitada.** Los modelos resultantes de la línea base evidenciaron que el crecimiento en su uso tiene un impacto progresivo en la disminución de la dependencia de medios de transporte motorizados, particularmente automóviles particulares y taxis, que son los mayores emisores de Gases de Efecto Invernadero en entornos urbanos.

El análisis de resultados sugiere que, **por cada año de 2020 al 2022, ha ido incrementando el uso de Ecobici y se observó una reducción en las emisiones del sector transporte, pues para 2020 fueron 523 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. evitadas, para**

**2021 fueron 576 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. evitadas, y para 2022 fueron 737 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. evitadas.** En términos cuantitativos, Ecobici tiene un efecto acumulativo con tendencia creciente, lo que indica que a medida que aumenta el número de viajes, la reducción de emisiones contaminantes se vuelve más significativa y sostenida en el tiempo. Los datos procesados muestran que **cada incremento del 10% en el uso de Ecobici se asocia con una reducción del 2.8% en las emisiones de CO<sub>2</sub>eq. atribuibles al sector transporte.**

Para ilustrar la tendencia, se prevé que, **con una mayor inversión en infraestructura ciclista y políticas de incentivo en torno a la movilidad no motorizada, Ecobici podría generar números aún más sustanciales en la mitigación de contaminantes.** Esto es, que el Programa debe seguir acompañado de un sistema de transporte público eficiente, infraestructura ciclista adecuada y políticas tendientes a incentivar un cambio cultural hacia modos de transporte más sostenibles.

Ecobici genera un efecto multiplicador.

Consideramos que uno de los mayores aportes de este ejercicio es la actualización del multicitado Estudio de 2013, permitiéndonos comprender el impacto de Ecobici en el contexto actual, con nuevas dinámicas de movilidad urbana, tales como el crecimiento poblacional y, de suyo, el crecimiento de la mancha urbana, los nuevos modos de transitar y vivir la Ciudad como los monopatines o *scooters*, y la relevancia de larga data que han tenido las nuevas infraestructuras urbanas como las ciclovías o los carriles confinados, que hoy trazan las calles de una manera muy diferente a como se veían hace 20 años.

Con base en el Estudio actualizado, se sostiene que la expansión de Ecobici ha ampliado su impacto y se ha consolidado como una alternativa viable y efectiva para distancias cortas dentro de las centralidades (dentro de su polígono). Si Ecobici

ha logrado esta reducción con la infraestructura existente, imaginemos lo que podría lograr con una red más robusta y con más estaciones en zonas estratégicas.

A pesar de que Ecobici dejó de realizar cerca de la mitad de los viajes entre 2020 y 2021 debido a la pandemia y sus restricciones, en todo 2024 se realizaron más de 22 millones de viajes, lo que representa un incremento del 83% de su uso. Hoy, en promedio, se realizan poco más de 68 mil viajes diarios, y el récord histórico se alcanzó el 24 de mayo de 2024, con 82,595 trasladados en un solo día.

Pensar en una movilidad sostenible es, en esencia, una cuestión de justicia social, pero también un llamado a la transformación del sistema económico y político en el que vivimos. Significa replantearnos los modelos de producción y consumo actuales, así como la necesidad de reconocer y respetar los límites ecológicos del planeta. Así, la transición energética en las urbes se vuelve una ruta ineludible para mitigar el cambio climático, específicamente en una megalópolis como Ciudad de México: por su densidad poblacional, su estructura urbana fragmentada y su dependencia histórica del automóvil particular. Sus centralidades no soportan más congestionamiento, ni emisiones, ni inequidades en el acceso al espacio público.

Ecobici, como parte del Sistema de Movilidad Integrada, es piedra angular en ese tránsito hacia una región más resiliente y energéticamente responsable.

Como estudiamos en el Capítulo 2, el sector transporte representa más del 50% de las emisiones totales de la Zona Metropolitana del Valle de México y consume casi la mitad de la energía total disponible. En los últimos 10 años, se estima que el parque vehicular creció alrededor de un 45.5 %. Significa que, en promedio, se agregaron alrededor de 250 mil vehículos a la circulación cada año, que se suman a los más de 10 millones existentes en la región metropolitana. Esto es un aproximado de un vehículo por cada 1.4 personas, de acuerdo con datos del

Instituto Nacional de Estadística y Geografía y de la Comisión Ambiental de la Megalópolis.

Donde la infraestructura vial ya no puede expandirse más que por arriba o por abajo del suelo, seguir apostando por el vehículo privado perpetúa la crisis de movilidad en lugar de resolverla. El costo individual y colectivo de la dependencia del automóvil particular en las centralidades globales es cada vez más negativa. La salud, la contaminación y el estrés, traducidos en la pérdida de tiempo, recursos energéticos y calentamiento global, son una antítesis de una movilidad activa, buena salud pública y el disfrute del espacio público.

Hoy, Ciudad de México es una de las más congestionadas y densas en el mundo. En promedio, **las personas pasan de dos a tres horas viajando en algún transporte diariamente para trasladarse**. La Ciudad no puede seguir repitiendo los errores del pasado. El futuro de la movilidad radica en rediseñar el entorno urbano bajo un enfoque sostenible, equitativo y accesible, donde las personas sean el eje central de toda planificación.

Ecobici representa una ruptura con el paradigma de antaño, demostrando que la eficiencia energética y la sostenibilidad pueden coexistir con una movilidad accesible y saludable. De hecho, los datos reflejan un patrón de crecimiento en el número de viajes y en la duración de su uso:

- 2020: 4,031,802 viajes, con una duración promedio de 14 minutos.
- 2021: 4,295,491 viajes, con una duración promedio de 14.4 minutos.
- 2022: 5,312,012 viajes, con una duración promedio de 14.9 minutos.

Este crecimiento responde a las mejoras en infraestructura y la expansión de la red de Ecobici, que atraen a más personas en los polígonos más transitados de la Ciudad. Además, **la capacidad de Ecobici para conectar los primeros y/o últimos**

**tramos de viaje de las personas y su integración con otros sistemas de transporte, la posicionan como un eslabón importante dentro de un ecosistema más amplio de Movilidad Integrada.**

Como se expone en el Capítulo 1 desde una lectura sociológica, la forma en cómo nos desplazamos está atravesada por género, clase, capacidades físicas y condiciones territoriales. La movilidad es un hecho social lleno de identidad e interacción con las demás personas y con las estructuras simbólicas y culturales que organizan la ciudad. Así, la elección de cómo nos trasladamos no solamente responde a factores prácticos y/o físicos, sino también a las experiencias, necesidades y posibilidades de cada persona dentro de una sociedad. Desde las redes de metro que recorren la ciudad hasta quienes conciben su automóvil como una extensión de su propio cuerpo; cada elección de transporte es una declaración sobre cómo podemos y queremos interactuar con la Ciudad.

La movilidad no es neutra: es producto y reproductora de desigualdades.

A pesar de que Ciudad de México fue diseñada para adaptarse al crecimiento del transporte motorizado, basta observar las banquetas trazadas originalmente en los pueblos y barrios antiguos que aún conservan dimensiones estrechas, pensadas en su momento para la circulación de carrozas, caballos y peatones en menor volumen, con la expansión demográfica y la industrialización, se consolidó y condicionó el desarrollo urbano hacia uno dependiente del automóvil. No es casualidad que durante el siglo XX e inicios del XXI, la Ciudad construyera ejes viales, segundos pisos y un entramado de vías rápidas que incentivaron su dependencia. Este modelo, aunque en su momento fue símbolo de modernidad y desarrollo, trajo consigo consecuencias que hoy enfrentan un punto de inflexión.

A pesar de los esfuerzos del Gobierno por impulsar alternativas de transporte público (masivo), que debería ser la columna vertebral del sistema, tampoco cumple

con condiciones de dignidad ni eficiencia. Como continuamos ahondando en el Capítulo 2, **con todo y que es el principal modo para más de 15 millones de personas que utilizan diariamente el transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de México**, son viajes que registran tiempos promedio superiores a 1 hora, con frecuentes interrupciones, saturación y deficiencias de conectividad. Esta situación precariza y limita seriamente la vida de millones, y tampoco ha representado una manera segura ni eficiente de movilidad en nuestro andar cotidiano.

De acuerdo con la Comisión Ambiental de la Megalópolis, únicamente el 2.3% de las más de 92 mil unidades que conforman el transporte público integrado (incluyendo taxis, camiones y autobuses), opera con tecnologías eléctricas o híbridas. Además, entre las unidades concesionadas con más de 25 años de antigüedad, menos de la mitad ha sido sometida a procesos de modernización, ya sea mediante la incorporación de convertidores catalíticos o mediante la renovación total de la flota.

La movilidad sostenible por supuesto que también implica una reducción progresiva en la dependencia de los combustibles fósiles y de emisiones contaminantes.

Los usos y tendencia de Ecobici han demostrado ser un ejemplo tangible de eficiencia energética y responsabilidad ambiental. No solamente mitiga emisiones contaminantes que se generarían en vehículos motorizados, sino que también descongestiona las vialidades, fomenta hábitos saludables y pacifica las calles. Su integración en el Sistema de Movilidad Integrada, refuerza su papel dentro del marco de la transición energética, facilitando esquemas de intermodalidad y conectividad con los primeros y/o últimos tramos de viaje.

La bicicleta es la tecnología de transporte más eficiente conocida, de impacto ambiental casi nulo, cuya huella de carbono es significativamente menor incluso si se consideran los procesos de fabricación y mantenimiento. No se trata solamente de cambiar fuentes de energía, sino de modificar profundamente las dinámicas sociales y la configuración del espacio urbano. Desde la adopción de vehículos eléctricos hasta el uso creciente de monopatines y *scooters*, estamos viendo cambios estructurales en las decisiones individuales y colectivas sobre la movilidad urbana.

Más allá de los números, Ecobici representa un cambio de paradigma sobre la movilidad y es una declaración sobre el futuro que queremos construir. Sin embargo, a pesar de esta *re(e)volución urbanasocioambiental*, aún existen resistencias en la distribución del espacio público y en otorgar un mayor protagonismo a los modos no motorizados.

Empezando por los límites del propio Programa Ecobici: persisten barreras estructurales en su acceso, especialmente en zonas periféricas, así como retos en su mantenimiento, infraestructura y financiamiento. Una de las principales limitaciones es su centralización geográfica, pues su cobertura se concentra principalmente en la "Ciudad Central" en alcaldías como Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Coyoacán. Esta falta de desdoblamiento territorial hacia alcaldías que cuentan con condiciones relativamente planas o con pendientes mínimas en su trazado vial, donde la bicicleta sería también una alternativa factible como Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa, quizá zonas de Tlalpan y Xochimilco, limita severamente el acceso equitativo al servicio.

Así mismo, la bicicleta ha sido diseñada con un modelo de persona usuaria que responde a un perfil físico y funcional específico, mayormente orientado a personas jóvenes, sin discapacidad motriz, y en el caso de Ecobici, con conocimientos digitales que les permiten registrarse, localizar estaciones y usar la

aplicación móvil. Esto claramente excluye en la práctica a personas mayores, personas que viven con alguna discapacidad, o con condiciones médicas que limitan el uso de la bicicleta convencional.

Por otro lado, la inversión pública ha sido insuficiente para garantizar una expansión equitativa, y el mantenimiento de estaciones y bicicletas últimamente ha presentado deficiencias importantes que afectan la experiencia de las personas usuarias; pareciera que aún no está anclado el Programa como una prioridad en la suficiencia presupuestal de la Secretaría de Movilidad. Por más buena voluntad que exista, sin recursos públicos asignados, no hay política pública que trascienda ni que tenga impacto real en la sociedad.

Si bien esta investigación aporta evidencia sobre la contribución de Ecobici a la mitigación de emisiones, también enfrentó algunas limitaciones metodológicas. En primer lugar, el acceso a bases de datos completas y desagregadas de la operación del sistema (por ejemplo, datos por colonia o por hora del día) fue restringido, limitando la posibilidad de un análisis más fino. Asimismo, la Encuesta Ecobici 2020, usada como fuente principal para identificar patrones de sustitución modal, no fue diseñada originalmente con fines de estimación de emisiones, por lo que su uso implicó ciertos supuestos metodológicos. Otra limitación relevante fue la falta de datos públicos sobre factores de emisión locales actualizados para todos los contaminantes criterio, por lo que se recurrió a valores de referencia nacionales e internacionales de la mano de especialistas con amplia experiencia en estudios de mitigación de emisiones y en la formulación de Inventarios de Emisiones de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Por último, para que Ecobici y, en general, la movilidad sostenible cumplan con su potencial como dispositivos de justicia espacial, social y ambiental, **además de la urgencia de expandir su cobertura y fortalecer su presupuesto asignado**, es

imprescindible transformar condiciones estructurales que garanticen su apropiación cultural por parte de diversos sectores:

- Continuar realizando campañas de cultura ciclista y conciencia vial orientadas a desmontar el estigma de la bicicleta como transporte y posicionarla como una opción digna, moderna y eficiente.
- Aumentar la inversión pública en infraestructura ciclista segura y conectada, con enfoque de accesibilidad universal y con énfasis en las periferias donde la desigualdad en la movilidad es más aguda.
- Fortalecer las estrategias de educación vial con perspectiva de género, para garantizar la seguridad de todas las personas usuarias de los diversos modos de transporte no motorizados, con especial énfasis en mujeres, infancias y personas de la diversidad sexual y de género.
- Establecer sistemas de monitoreo y evaluación de beneficios ambientales y sociales por Ecobici, que permita ajustar el programa con base en evidencia empírica y participación ciudadana, no solamente mediante Encuestas periódicas de percepción.
- Estudiar la viabilidad de proporcionar incentivos fiscales a empresas situadas en el polígono Ecibici, que otorguen beneficios al personal que use Ecobici como parte de su política interna de movilidad.
- Implementar medidas gubernamentales que regulen el acceso vehicular a la centralidad de la Ciudad o a zonas de patrimonio histórico, para desincentivar el uso del automóvil privado y fomentar el transporte público, transporte no motorizado y la multimodalidad.

Al final, todas y todos somos peatones desde el primer minuto del día, hasta su último tramo cuando buscamos conciliar el sueño. El derecho a la movilidad no se debe traducir como una confrontación entre distintas formas de pensar, sino como un llamado a la acción para mejorar la calidad de vida de las distintas formas en que habitamos el espacio público. La transición energética implica una transición social.

## Bibliografía y referencias

- Arendt, Hannah. (2009). *La condición humana*, Editorial Paidós, Argentina.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15 (2). <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Beck, U. (1999). *La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad*. Paidós.
- Bhambra, G. & Holmwood, J. (2021). *Colonialism and modern social theory*. Polity Press.
- Boschmann, E. E., & Kwan, M.-P. (2008). Toward socially sustainable urban transportation: Progress and potentials. *International Journal of Sustainable Transportation*. <https://doi.org/10.1080/15568310701517366>
- Bourdieu, P. (1990). *Sociología y cultura*. Grijalbo.
- Bourdieu, P. (1972). *Esquisse d'une théorie de la pratique*. En García Indra, A. et al. La regla en la teoría de la práctica de Pierre Bourdieu. Universidad de Zaragoza.
- C40 Cities. (2020). *How to build back better with a 15-minute city*. <https://shorturl.at/GtkYS>
- Castells, M. (1998). *Espacios públicos en la sociedad informacional*. En Ciutat real, ciutat ideal. Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2<sup>a</sup> ed.). Wiley-Blackwell.
- Comisión Ambiental de la Megalópolis (2020). Inventario de Emisiones de la ZMVM 2020. CDMX.
- Dirección de Movilidad y Transporte - CONUEE (2019). Indicadores de sostenibilidad energética en el transporte en México.
- Elias, N. (2015). *El proceso de la civilización. Investigaciones sociogenéticas y psicogenéticas*. Fondo de Cultura Económica.
- Encuesta Origen-Destino en Hogares de la ZMVM (EOD 2017). INEGI.
- Gehl, J. (2010). *Ciudades para la gente*. Reverté.
- Giddens, A. (1990). *The Consequences of Modernity*. Stanford University Press.

- Gobierno de la Ciudad de México (2018). Plan Bici CDMX. Secretaría del Medio Ambiente.
- Gobierno de la Ciudad de México (2020). Programa Integral de Movilidad 2020–2024. SEMOVI.
- Gutiérrez, A., & Miralles-Guasch, C. (2020). COVID-19 y movilidad urbana: Cambios sociales y políticas públicas en la nueva normalidad. *Revista de Geografía Norte Grande*.
- Harvey, D. (2006). *Espacios del capital: hacia una geografía crítica*. Akal.
- IHME (2019). *Global Burden of Disease Report*. University of Washington.
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (2021). Impacto ambiental del sistema Ecobici.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2020). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990–2019*. <https://www.gob.mx/inecc>
- Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio*. Capitán Swing.
- López de Lucio, R. (1993). *Ciudad y urbanismo a finales del siglo XX*. Universitat de València.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2015). *The end of automobile dependence: How cities are moving beyond car-based planning*. Island Press.
- OMS (2022). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Organización Mundial de la Salud.
- Oxford University (2021). *Reducing carbon emissions through active travel*. Environmental Change Institute.
- Pérez López, R. (2013). *El sistema de bicicletas "Ecobici": del cambio modal al cambio social*. Revista Especialidades, UAM-Cuajimalpa.
- Propensity to Cycle Tool Project (2017). Department for Transport (UK). [www.pct.bike](http://www.pct.bike)
- Ramírez Kuri, P. (2013). *El resurgimiento de lo público en la ciudad de México. En Las disputas por la ciudad*. UNAM/Miguel Ángel Porruá.

- Ramos, O. (2018). *Ciclismo urbano en Buenos Aires*. Revista Transporte y Territorio, (19), 35–56. <https://doi.org/10.34096/rtt.i19.5324>
- Ritzer, G. (2002). *Teoría sociológica moderna*. McGraw-Hill.
- Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M., et al. (2021). *The climate change mitigation effects of daily active travel in cities*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 93. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102764>
- Secretaría de Energía (SENER) (2011). Balance Nacional de Energía.
- Secretaría del Medio Ambiente CDMX & CTS EMBARQ México (2013). Estudio de Reducción de Emisiones y Co-beneficios de Ecobici.
- Sennett, R. (2011). *El declive del hombre público*. Editorial Anagrama.
- Torres Lima, P., Alonso Muñoz, C., & Cedeño Valdiviezo, A. (2021). *Estrategias de resiliencia urbana y capacidades adaptativas*. Argumentos. Estudios Críticos de la Sociedad, 3(94), 233–261. <https://doi.org/10.24275/uamxoc-dsch/argumentos/202094-10>
- Union Internationale des Transports Publics (UITP) (2021). *Advancing Public Transport in the Mobility Mix*. <https://www.uitp.org>
- Universidad de California, Berkeley (2020). *Health and GHG mitigation benefits of active transportation expansion in California*. ITHIM Research Report.
- Universidad de Washington (2019). *Urban Interventions: How Bike-shares Can Be Harnessed for Health Equity*. School of Public Health.

## Anexo 1.

Transcripciones de Entrevistas a actores clave y personas expertas en materia de movilidad en Ciudad de México

Entrevista realizada a Especialista Sr en Transporte, actualmente labora en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Economista y Polítólogo por el Instituto Tecnológico Autónomo de México, MSc políticas públicas (LSE), PhD Economía del transporte (Imperial).

**25 de abril de 2024, oficinas del BID**

1. Conociendo la actual disposición sociodemográfica y espacial de Ciudad de México y su zona conurbada, ¿por qué la movilidad representa un problema social, y a la vez, una oportunidad para promover nuevos sistemas de movilidad sostenible?

*Existen problemas de movilidad porque las ciudades no han sido planificadas para que tengamos viajes, sino que se han ido extendiendo hacia las periferias que fue lo que sucedió con la ciudad de México, hacia todo el Oriente y hacia el Sur con bajas densidades. Entonces, la gente se tiene que desplazar distancias más largas, y los costos de llevar infraestructura, pues cada vez son más altos; llevar 1 metro hasta Chalco, en la zona conurbada, tiene un costo tremendo, entonces es un problema. Porque hay viajes que son de más de 2 horas para llegar al trabajo.*

*Las zonas atractoras de viajes normalmente están en los centros de las ciudades. Que es justo, ligándolo al tema de Ecobici. Sin embargo, sería ideal que estuviera en las zonas donde se originan los viajes, que es en la periferia. Para que funcione como un modo de transporte para primera y última milla, y que el resto se haga en transporte público. Pero sí es el gran reto, las distancias, que nos desplazamos distancias muy largas.*

*Y, bueno, el transporte público tiene muchas deficiencias, o sea, es la forma más rápida de moverte en Ciudad de México para distancias largas, pero al mismo tiempo, no hay suficientes líneas a pesar de que tenemos 12 líneas. Sigue siendo insuficiente para la cantidad de personas que hay, para cómo se ha extendido la Ciudad. Entonces, los viajes en transporte público no son de la mejor calidad. Por su parte, las personas que utilizan el transporte privado tienen externalidades negativas que generan contaminación, tráfico, estrés, ineficiencia del espacio público.*

*Principalmente, entonces tenemos 2 problemas: la contaminación atmósfera y la ineficiencia del transporte público.*

2. Teniendo en cuenta la iniciativa del Sistema Ecobici desde 2010, ¿qué desafíos enfrenta hoy esta política pública y cómo se están abordando?

*El desafío que presentaba Ecobici hace unos años, es que las bicicletas estaban muy viejas. Mucha gente dejó de utilizarla, a pesar de que tuvo, si tú ves en los números de viajes en Ecobici, tuvo un incremento en sus primeros años. Y después, un poco antes de pandemia bajó, obviamente en pandemia también, pero un poco antes de pandemia bajó porque empezaron a entrar los sistemas de bicicleta sin anclaje y ofrecían un mejor servicio, aunque era mucho más caro. Más gente los empezó a utilizar porque las bicis de Ecobici ya estaban en muy mal estado. Entonces el problema que tuvo fue la falta de mantenimiento.*

*Aunque ha tenido extensiones en cuanto al perímetro en donde se encuentran las estaciones y han aumentado el número de bicicletas, obviamente el desafío sigue siendo la cobertura y no solamente en la zona céntrica, porque hay muchos viajes que no puedes hacer en Ecobici porque estás limitado a un perímetro.*

*No llega, por ejemplo, hacia el oriente donde hay muchísimos viajes, entonces creo que el gran desafío es continuar la expansión de la infraestructura. Ahora con las nuevas bicicletas, están bien afortunadamente, no obstante ya algunas también presentan temas de mantenimiento. Sería ideal que hubiera una extensión hacia Iztapalapa, por ejemplo, para que las personas usuarias puedan llegar a las estaciones de transporte público masivo. Ese creo que es el gran reto que tiene Ecobici.*

3. A su consideración, ¿está sirviendo el Sistema Ecobici como alternativa de movilidad, y está trayendo consigo mejoras al ambiente? ¿Hay evaluaciones al Sistema? ¿Cuál es su indicador favorito sobre su impacto?

*Por supuesto que sí es una alternativa de transporte y es bienvenida. ¿Qué ventajas ofrece? Lo primero es una forma rápida de viajar para distancias relativamente cortas; obviamente vas más rápido que caminando, pero en muchos viajes vas más rápido que en transporte público y que en vehículo particular, sobre todo en horas pico.*

*La bici es la forma más rápida de moverte en la zona céntrica. Para las personas que les funciona dentro de este perímetro, aunque son viajes cortos.*

*¿Quiénes son las personas que utilizan ecobici? Creo que esa es la gran pregunta para definir los beneficios. Tienden a ser personas que hacen viajes cortos, pueden ser viajes de última milla o puedan ser viajes para llegar al trabajo cuando vives cerca o en esta zona. Además, bueno, hay muchos viajes recreativos en fin de semana, pero no hay un gran número de personas usuarias que dejaron de utilizar el vehículo particular para utilizar la bicicleta. Entonces, los beneficios ambientales creería yo que son pocos, porque muchas de las personas, si se bajaron del transporte público, no quiere decir que estén contaminando menos, porque el transporte público ahí sigue. Entonces no creía yo que haya un impacto ambiental en ese sentido. Y obviamente, si antes caminaban, pues tampoco hay un impacto ambiental.*

*Entonces, habría que hacer un análisis de cuantos viajes se están eliminando de auto particular.*

*Yo creo que el indicador va más sobre medir cómo está impactando el uso de la bicicleta en la salud de las personas, ya sea porque hay menos enfermedades respiratorias, cardiovasculares o de obesidad; creo que ese es un buen indicador. También creo que el otro indicador es cuántas personas dejan de utilizar el auto o los taxis, ya sean de la ciudad de aplicación.*

4. ¿Cómo se puede animar a la gente a sustituir sus viajes motorizados por viajes sostenibles, específicamente, el uso de las bicicletas públicas? ¿Qué otra infraestructura o intervenciones deben acompañar para incrementar su impacto?

*Estamos muy desinformados sobre el impacto de la contaminación en la salud de las personas, o sea, sabemos que los autos contaminan y que la contaminación tiene un impacto en la salud, pero “como no sales de tu casa y te caes muerto por la contaminación”, por ejemplo, a finales de los 80, principios de los 90, cuando empezó la verificación vehicular, ahí sí había muchísima información del impacto de la contaminación en la salud. Y había como más conciencia de que utilizar el auto tenía un impacto negativo. Ahora creo que no hemos hablado suficiente de ese impacto. ¿Cuánto nos está afectando el uso del vehículo particular? Hay que hablar más de las externalidades negativas del uso del auto.*

*Y también de los beneficios del uso de la bicicleta. Llegas mucho más rápido, es divertido, conoces otras zonas, te das cuenta también que hay muchos viajes que puede sustituir fácilmente; los viajes cortos en auto fácilmente se pueden sustituir con la bicicleta.*

*Creo que hay que hacer más campañas sobre el impacto negativo del uso del vehículo particular en cuanto a la salud, y también cómo se utiliza ineficientemente la infraestructura pública. Hay definitivamente un ineficiente uso del espacio público cuando lo utilizamos en vehículos particulares. Y la siguiente pregunta de cómo seguir fomentando, pues si tiene que ir acompañado de infraestructura como carriles confinados. Las personas nos sentimos más seguras usando bicicleta en carriles confinados que cuando compartimos con los coches. Concientizar a las personas que utilizan el auto particular de que tenemos ciclistas y otras formas de movilidad que también tenemos derechos; hay otras personas vulnerables utilizando las vías.*

*También lo que hace falta es que los sitios de trabajo tengan y fomenten infraestructura para que más gente lleguen en bicicletas. Otra cosa también es, por ejemplo, aquí en el Banco nos subsidian Ecobici, aunque es un costo muy bajo, son 560 al año, o sea es un costo bajísimo si lo comparas con cuánto te cuesta 2 o 3 viajes cortos en Uber te cubren la membresía anual. Bueno, pues esa membresía aquí en la oficina nos la pagan, lo que tienes que hacer es ir comprarla, pedir la factura y aquí te hacen el reembolso. Eso muchas empresas no tienen programas institucionales de movilidad que fomenten que haya un uso de transporte sostenible. Entonces creo que también ahí debería de haber programas institucionales.*

5. En otras ciudades se han implementado el "Modelo de la ciudad de los 15 minutos", así como otros instrumentos como los "Impuestos verdes", la "Gestión de la demanda" o las "Zonas-Corredores libres de coches", en su opinión, ¿nuestra Ciudad está cerca de implementar estas acciones de planificación urbana, o qué otras acciones se deberían promover para mejorar la dupla movilidad-ambiente?

*Está lejos. Mira, yo hice mi doctorado y mi tema de tesis es un esquema de tarificación vial para la Ciudad de México. La tarificación vial es cobrar a los automovilistas usar el auto particular, este esquema empezó en Singapur en 1975, tenías que comprar una etiqueta para el auto para que pudiera entrar a ciertas zonas. Ya existe en Londres, se llama congestion charge, donde si quieras circular en su centro tienes que pagar diariamente, creo que son como 15 Libras una cosa así. Existe también en Estocolmo, ahí tienen 2 perímetros y la tarifa aumenta si es en la zona centro.*

*Entonces mi propuesta era "como los autos particulares están causando externalidades negativas a la sociedad en su conjunto, que paguen por esas externalidades"; si tú quieres entrar, por ejemplo, al centro histórico o a Polanco, o Reforma, que pagues por los kilómetros que recorres dentro de esas zonas. Y también que el pago dependa del tráfico que hay, porque obviamente el impacto es menor cuando no hay tráfico. La propuesta es que la tarifa que pagues dependa del nivel de congestionamiento y del nivel de emisiones de los vehículos. Y dependiendo de la hora del día y de la zona.*

*Hay un trabajo que hizo el ITDP hace un par de años también, al respecto. A los automovilistas no les gusta porque lo ven como un costo más, "ya pagamos tenencia, ya pagamos verificación, ya pagamos el impuesto sobre autos nuevos... solamente nos quieren cobrar más". Pero eso es porque no se les transmite lo que ya platicamos: el impacto negativo que le están generando a la población y que se haga la gente más consciente de que debemos de reducir el consumo de combustible, sobre todo para viajes cortos que se pueden hacer en otras modalidades de transporte.*

*Hay viajes que definitivamente no se pueden hacer de otra manera, más que un carro. O sea imagínate un jardinero, que trae su maquinaria, es imposible que suba al metro con una podadora. Debemos de reconocer que el vehículo privado trae muchos beneficios, sobre todo para cuando vas cargando muchas cosas, para familias grandes, para personas con discapacidad, por supuesto, para viajes largos donde no hay suficiente oferta de transporte público. En fin, sí hay beneficios del auto pero también hay que reconocer que hay, lo que ya comentamos, impactos negativos que no son para los usuarios del auto, son para la población en su conjunto.*

*¿Entonces, sí hay otras alternativas? Se está haciendo en la Ciudad esto que dices, de gestión de demanda, o sea el plan B o el second best que le llaman, sobre la tarificación vial por el estacionamiento en la vía pública (parquímetros), pero cuesta 10 pesos la hora, más o menos, o 12 pesos. O sea, 12 pesos la hora para alguien que ya trae un auto que paga la tenencia, la gasolina,*

*etcétera. ¿Que le cobres 12 pesos? No desincentivas que la gente llegue en auto y los que llegan a trabajar en auto, lo único que están haciendo es que se estacionan fuera de la zona de parquímetros.*

6. Haciendo una prospectiva de cómo será la Ciudad en un futuro, ¿cómo cree que cambiarán los patrones de transporte y cómo se tendría que planificar para continuar mejorando la movilidad-ambiente?

*Bueno, por un lado, se tiene que planificar coordinadamente el desarrollo urbano y la movilidad, o sea, porque normalmente lo que sucede es que se expanden las ciudades sin una planificación. Y después el transporte tiene que responder a esa expansión. Entonces lo que se tienen que hacer es planificar ciudades compactas, ciudades con altas densidades.*

*Es padísimo tener una casa de 2 o 3 pisos con un jardín, pero es la forma más ineficiente de vivir o que vas a tener que irte a la periferia para tener una casa así. En zonas céntricas, son pocas las zonas donde puedes tener una casa con un jardín. Entonces la tirada tiene que ser a viviendas de departamentos, no podemos seguir creciendo las ciudades para tener casas, "el modelo americano" es la forma que tiene un impacto negativo mayor en las ciudades, para llevar a infraestructura de agua, de luz, del transporte, lo que sea es un costo tremendo para las ciudades.*

*¿Cómo podrías utilizar esos recursos de una mejor manera si viviéramos en ciudades más compactas? La planificación del desarrollo urbano y la movilidad van de la mano; lo que se necesita son Sistemas de transporte más limpios, que haya una sustitución de flotas a unas eléctricas. Y yo sí sería mucho más agresivo en poner más impuestos para la compra de autos y para la tenencia de autos.*

7. Para cerrar esta entrevista y teniendo en cuenta todo lo conversado, entonces, a su consideración, ¿por qué es importante apostar por un cambio contundente de hábitos de movilidad en Ciudad de México?

*Nos movemos en una manera muy ineficiente. Lo que decía es hay mucha gente que compra un auto para hacer todos los viajes en auto, y no analiza todos los días cómo va a llegar más rápido a su destino, sino, "ya tienes el auto y lo usas, como ya pagaste todo lo que decíamos, la tenencia, la verificación, lo que quieras es desquitar esos gastos que ya hiciste". Lo que tendríamos que hacer es concientizar a la población del impacto negativo que tiene el uso del vehículo particular. O también en cuanto a que la gente llega estresada a su trabajo, uno no produce igual cuando llegas estresado, entonces pues es concientizar más sobre el impacto negativo del uso del auto.*

*Ya no queremos puentes, no queremos segundos pisos, no queremos túneles, no queremos ensanchamiento de avenidas. Lo que queremos es más infraestructura para el transporte público, queremos más carriles confinados para transporte público para que las personas lleguen más rápido en transporte público que en auto particular. Queremos más infraestructura ciclista, queremos más*

*uso de bicicletas. Ahora acabo de ver que le van a poner un impuesto a la importación de bicicletas, que me parece terrible. Lo que queremos es que sean más baratas.*

*Es importante apostar por un cambio de hábitos, pues sí, por el impacto que tiene el auto particular en la sociedad.*

Entrevista realizada a la Directora Ejecutiva de Regulación de Sistemas de Movilidad Urbana Sustentable; a la Subdirectora de Sistemas Ciclistas; y al Jefe de Unidad Departamental de Regulación de la Movilidad, todos de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México.

11 de diciembre de 2024, realizada por videollamada.

1. Conociendo la actual disposición sociodemográfica y espacial de Ciudad de México y su zona conurbada, ¿por qué la movilidad representa un problema social, y a la vez, una oportunidad para promover nuevos sistemas de movilidad sostenible?

*Sabemos que la Ciudad de México es una de las metrópolis más grandes del mundo y enfrenta desafíos significativos en materia de movilidad debido a su extensión territorial y su conformación como una zona metropolitana. Esta complejidad administrativa genera retos de coordinación entre los diferentes niveles de gobierno, dificultando la implementación de políticas de transporte eficaces y uniformes.*

*El crecimiento poblacional en la ciudad ha sido predominantemente periférico, lo que ha llevado a que las zonas con mayor expansión sean también las más alejadas de los centros urbanos donde se concentran los empleos y servicios. Como resultado, la movilidad se ha convertido en un desafío estructural que impacta tanto a la infraestructura vial y de transporte como a su calidad de vida. Para las y los habitantes de estas zonas periféricas, los largos desplazamientos representan un costo económico y social significativo. Muchas personas deben invertir varias horas al día en traslados, lo que limita el tiempo disponible para la convivencia familiar, el descanso y otras actividades esenciales. Además, los sistemas de transporte público, al operar bajo una demanda excesiva en horarios pico, generan saturación en las vialidades y en los propios medios de transporte, afectando su eficiencia y calidad de servicio.*

*La movilidad también representa una oportunidad para transformar la ciudad a través de nuevos sistemas de movilidad sostenible. Es fundamental analizar qué partes de estos trayectos pueden optimizarse mediante una mejor planificación urbana, el fortalecimiento del transporte público y el impulso de soluciones de última milla, como ciclovías y sistemas de transporte compartido. La clave está en diseñar estrategias que no solo respondan a las necesidades actuales, sino que también fomenten una movilidad más equitativa, eficiente y ambientalmente responsable.*

2. Teniendo en cuenta la iniciativa del Sistema Ecobici desde 2010, ¿qué desafíos enfrenta hoy esta política pública y cómo se están abordando?

*Desde su implementación en 2010, Ecobici ha enfrentado desafíos, especialmente por la orografía y las características geográficas tan complejas que tiene la Ciudad. En sus inicios, el uso de la bicicleta*

*como medio de transporte enfrentaba escepticismo, particularmente en Latinoamérica, donde históricamente no se ha integrado como una alternativa de movilidad tan robusta como en ciudades europeas. Uno de los principales retos para su expansión es justamente la orografía. Las pendientes pronunciadas en varias zonas de la capital dificultan su uso, ya que la mayoría de los usuarios evitan rutas con inclinaciones superiores a los seis grados. Además, existen barreras urbanas, como avenidas de alta velocidad y pasos a desnivel, que limitan la conexión entre distintas áreas, impidiendo una cobertura total del sistema.*

*Actualmente, Ecobici cubre aproximadamente 70 km<sup>2</sup>, lo que sigue siendo una fracción pequeña de la ciudad en comparación con su extensión total. Sin embargo, su expansión debe considerar los altos costos operativos y de infraestructura, lo que ha llevado a que el Sistema apueste por la intermodalidad, es decir, servir como un complemento al transporte público para cubrir los primeros y últimos tramos del viaje. A pesar de los retos, Ecobici sigue siendo una de las opciones más asequibles de transporte en la ciudad. Su fortalecimiento y expansión dependen de estrategias bien planificadas que garanticen su viabilidad operativa y su integración con otros sistemas de movilidad, permitiendo que más habitantes puedan aprovechar sus beneficios.*

3. A su consideración, ¿está sirviendo el Sistema Ecobici como alternativa de movilidad, y está trayendo consigo mejoras al ambiente? ¿Hay evaluaciones al Sistema? ¿Cuál es su indicador favorito sobre su impacto?

*Ecobici ha demostrado ser una alternativa de movilidad en la Ciudad de México, con un crecimiento sostenido en el número de viajes realizados año con año. En 2019, se registraron más de 8.9 millones de viajes, pero tras la pandemia, por supuesto que los números de viajes bajaron drásticamente, por las características que conocemos. Sin embargo, con la renovación y expansión del sistema en 2023, la cifra aumentó a más de 12 millones de viajes. Este año (2024) la tendencia ha sido aún más favorable, cada vez más, superando los 21 millones de viajes y eso que aún no terminamos el año, lo que confirma la creciente aceptación del sistema.*

*Para evaluar su impacto y mejorar la experiencia de las y los usuarios, cada tres años se realiza una encuesta de satisfacción. La más reciente, en 2023, reflejó una calificación de 8.5 sobre 10, evidenciando un alto grado de satisfacción. También es importante mencionar que la expansión del sistema y la introducción de nuevas bicicletas han generado reacciones positivas, incluso en redes sociales, lo que se ha traducido en un récord en el número de membresías adquiridas. En las nuevas zonas donde se implementó Ecobici, el número de viajes ha ido en aumento, demostrando que cuando la infraestructura ciclista llega a más áreas, más personas se animan a utilizarla como su medio de transporte.*

*Uno de los indicadores más relevantes para medir el éxito de Ecobici es la cantidad de viajes diarios. En un solo día, el sistema ha registrado hasta 82,000 viajes, lo que representa un éxito en términos de*

*uso y consolidación del sistema. A nivel visual, el impacto es innegable: las ciclovías están más ocupadas que nunca, y eventos como el Paseo Dominical y Muévete en Bici muestran un aumento en la participación ciudadana, que creemos firmemente que representa un cambio cultural en favor de los medios no motorizados, porque, claro, además la gente va en patines, corriendo o caminando como si fuera justamente un paseo.*

*Desde la materia ambiental, se estima que 15% de los viajes que antes se realizaban en motocicleta, automóvil o taxi, ahora se realizan en bicicleta, lo que significa menos emisiones de gases contaminantes y un impacto positivo en la calidad del aire.*

*Ecobici se sigue consolidando como una alternativa de movilidad eficiente, y está contribuyendo a la transformación del espacio urbano y al impulso de una cultura ciclista en nuestra Ciudad.*

*Su crecimiento y aceptación demuestran que la apuesta por la bicicleta es una estrategia acertada para mejorar la movilidad y reducir el impacto ambiental de los traslados urbanos.*

4. ¿Cómo se puede animar a la gente a sustituir sus viajes motorizados por viajes sostenibles, específicamente, el uso de las bicicletas públicas? ¿Qué otra infraestructura o intervenciones deben acompañar para incrementar su impacto?

*El sistema de bicicletas públicas debe ir acompañada de otras políticas de infraestructura, ciclista o no motorizada en general, que crezcan a la par de la expansión del sistema, y acciones culturales que fomenten su uso como un transporte serio y seguro. Creemos que uno de los factores clave es la construcción de infraestructura ciclista segura y eficiente, que permita a las y los usuarios trasladarse de manera cómoda y protegida entre sus puntos de origen y destino.*

*Por poner un ejemplo, se encuentra Reforma y hoy su ciclovía, pero en 2010, el uso de la bicicleta como transporte era significativamente menor, sin embargo, con la implementación de la ciclovía, los viajes en bicicleta se triplicaron, demostrando que la disponibilidad de infraestructura adecuada incentiva su uso.*

*Actualmente, la Ciudad cuenta con 556 km de infraestructura ciclista, una red que ha facilitado la expansión de Ecobici y su integración con otras formas de transporte público urbano.*

*Otro gran ejemplo es la creación de infraestructura compartida como el Trolebici y Busbici, que han permitido generar confianza en los ciclistas al ofrecer espacios exclusivos que, si bien comparten con el transporte público masivo, también hay que decir que se ha capacitado de manera constante a las personas operadoras de estos transportes para hacerles saber y concientizar que están compartiendo el espacio con usuarios más vulnerables.*

*En la medida en que se hace más accesible y segura la movilidad en bicicleta, se genera un efecto multiplicador, ya que las y los nuevos usuarios inspiran a sus amigos, familiares y conocidos a utilizar la bicicleta como medio de transporte.*

*Sin embargo, también es necesario seguir impulsando estas acciones que ha traído consigo la Jefa de Gobierno, y desde el 2018, que son campañas que fomenten la bicicleta dentro de la cultura vial; es fundamental fortalecer iniciativas como las Biciescuelas, donde las personas aprenden a manejar una bicicleta en la vía pública, y también conocen sus derechos y obligaciones, como anunciar sus cambios de dirección o respetar las normas de tránsito.*

*Los resultados de estas acciones ya son visibles: el número de ciclistas ha crecido significativamente. Actualmente, se estima que el número de viajes en bicicleta pasó de 370,000 a 700,000 diarios, consolidando a la bicicleta como una opción real de movilidad en la ciudad.*

*Para seguir incrementando su impacto, es necesario continuar con la expansión de ciclovías seguras, mejorar la conectividad con el transporte público, fortalecer la educación vial y garantizar que cada vez más personas vean en la bicicleta una opción eficiente y accesible en sus desplazamientos cotidianos.*

5. En otras ciudades se han implementado el "Modelo de la ciudad de los 15 minutos", así como otros instrumentos como los "Impuestos verdes", la "Gestión de la demanda" o las "Zonas-Corredores libres de coches", en su opinión, ¿nuestra Ciudad está cerca de implementar estas acciones de planificación urbana, o qué otras acciones se deberían promover para mejorar la dupla movilidad-ambiente?

*Hemos trabajado muy duro desde la Semovi y de manera interinstitucional, para empezar a dar pasos hacia una movilidad más sostenible, y la recuperación de espacios para los peatones no ha sido la excepción. Ejemplo de ello son las zonas que se han convertido en completamente peatonales, como el Zócalo, la calle 16 de Septiembre y los camellones de Paseo de la Reforma. Con estas intervenciones, hemos demostrado que es posible reducir la presencia del automóvil y generar entornos más amigables.*

*Iniciativas como la "Ciudad de los 15 Minutos" han sido exitosas en otras partes del mundo, pero su implementación en la Ciudad de México sigue siendo compleja. La dispersión de los servicios y la desigual distribución de los empleos obligan a miles de personas a realizar largos trayectos diariamente, lo que muchas veces trae consigo el uso y la dependencia del automóvil.*

*Por su parte, también se continúan con proyectos innovadores como los próximos esfuerzos por transformar corredores como el de Tlalpan para mejorar la movilidad y reducir la congestión, lo que evidencia la necesidad de políticas más integrales para gestionar la demanda del automóvil. Para seguir avanzando, es necesario expandir las zonas peatonales y consolidar corredores libres de automóviles en puntos estratégicos, y, es clave establecer medidas que regulen el uso del automóvil en zonas de alta congestión y fomentar incentivos fiscales para la adopción de vehículos menos contaminantes.*

*La gestión del estacionamiento también es un factor crucial, ya que gran parte del espacio público sigue destinado a los autos en lugar de a soluciones de movilidad más eficientes.*

*Otro elemento fundamental para lograr una movilidad más sostenible es la descentralización urbana. La Ciudad debe impulsar políticas que permitan a más personas vivir cerca de sus lugares de trabajo y acceso a servicios esenciales. Ya no queremos más traslados largos.*

*Seguimos trabajando en consolidar una visión integral que combine la recuperación del espacio público con estrategias ambientales y de movilidad activa.*

6. Haciendo una prospectiva de cómo será la Ciudad en un futuro, ¿cómo cree que cambiarán los patrones de transporte y cómo se tendría que planificar para continuar mejorando la movilidad-ambiente?

*La movilidad deberá transformarse para responder a las necesidades de una población en constante crecimiento y a los desafíos ambientales que enfrentamos. Será fundamental ampliar la oferta de movilidad no motorizada, asegurar infraestructura adecuada y fomentar el uso alternativas viables al automóvil. Estas opciones, como ya hemos visto y platicado, tienen un gran potencial para reducir la congestión y mejorar la calidad de vida si se integran de manera eficiente al sistema de transporte público.*

*Un cambio clave para nosotros es la descentralización de las actividades económicas. Actualmente, las centralidades concentran la mayor parte de los empleos y servicios, lo que obliga a millones de personas a realizar desplazamientos largos y costosos todos los días. La planificación urbana debe tomar en cuenta estas características actuales y, mejor, diversificar las oportunidades laborales y de servicios en distintas zonas, permitiendo que más personas vivan y trabajen en un mismo entorno.*

*La pandemia nos dejó una lección clara: la prospectiva debe considerar siempre la posibilidad de contingencias inesperadas. Un ejemplo de ello es el aumento exponencial en el uso de motocicletas en los últimos años, lo que ha generado una saturación vehicular sin precedentes. Hoy, en la Zona Metropolitana circulan más de 11 millones de vehículos motorizados, entre automóviles y motocicletas, y éstas últimas, cada vez más están representando un reto urgente por regular.*

*Desde hoy, no esperemos al futuro, es esencial adoptar estrategias que equilibren el desarrollo urbano con la reducción del tráfico y los trayectos largos. Esto implica fortalecer el transporte público, regular el parque vehicular y diseñar una ciudad donde moverse de manera eficiente sea la opción más accesible para todas y todos.*

7. Para cerrar esta entrevista y teniendo en cuenta todo lo conversado, entonces, a su consideración, ¿por qué es importante apostar por un cambio contundente de hábitos de movilidad en Ciudad de México?

*Se complementa con la respuesta anterior, una de las principales razones para usar los recursos de forma más eficiente, esto es: tiempo, espacio, y combustibles (o no combustibles), es para reducir los traslados individuales en vehículos motorizados, en favor de un transporte masivo eficiente y el impulso de opciones no motorizadas, es clave para disminuir la congestión vial y mejorar la calidad de vida en la ciudad.*

*Agregamos que, también, este cambio tiene un efecto directo en la salud pública. Fomentar el uso de modos de transporte activo, como la bicicleta o la caminata, contribuye a reducir enfermedades asociadas al sedentarismo, la obesidad, la diabetes y problemas cardiovasculares. Es cierto, existe una relación directa entre la movilidad y la contaminación, pero también con la prevención de enfermedades respiratorias crónicas, beneficiando a la población en su conjunto. Y no podemos ignorar que también impacta en la salud mental. Los largos traslados, el tráfico y el estrés de las congestiones viales generan altos niveles de ansiedad y agotamiento. En contraste, el uso de la bicicleta y otros medios de transporte activo favorecen la estabilidad emocional y la reducción del estrés.*

*Algo que hace la bici es ver nuevas aristas con la vida urbana y redefinir nuestra relación con el espacio público. No se trata solo de trasladarnos de un punto A a un punto B, sino de experimentar el trayecto de otra forma: notar los árboles, la arquitectura, la gente y el entorno. Como bien menciona un ciclista español, "no importa el camino más rápido, sino el más bonito". Este cambio de percepción transforma experiencias, promoviendo una conexión más humana y consciente con la ciudad.*

*Modificar los hábitos de movilidad también reconfigura nuestra manera de vivir y acercarnos al espacio público. Apostar por ello significa construir una ciudad más equitativa, saludable y habitable.*

## Anexo 2.

### Código en R

```
# "USOS Y TENDENCIA DE ECOBICI DE 2020 A 2022: UN PROGRAMA HACIA LA TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA"  
  
library(tidyverse)  
library(skimr)  
library(gt)  
library(lubridate)  
library(dplyr)  
library(readxl)  
library(hrbrthemes)  
library(viridis)  
library(ggthemes)  
library(ggplot2)  
  
# se descargarán las bd desde la página de Ecobici por mes, para unirlas por año  
  
# 2020  
  
ene20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Enero_2020.csv")  
feb20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Febrero_2020.csv")  
mar20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Marzo_2020.csv")  
abr20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Abril_2020.csv")  
may20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Mayo_2020.csv")  
jun20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Junio_2020.csv")  
jul20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Julio_2020.csv")  
ago20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Agosto_2020.csv")  
sep20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Septiembre_2020.csv")  
oct20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Octubre_2020.csv")  
nov20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Noviembre_2020.csv")  
dic20 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases  
/2020/Diciembre_2020.csv")  
  
# eliminaré una columna de ago2020 porque tiene una de mas  
ago20 <- ago20 %>%  
  select(-BikeID)  
  
# voy a hacer una bd para todo el 2020  
bd_2020 = rbind(ene20,feb20,mar20,abr20,may20,jun20,jul20,ago20,sep20,oct20,nov20,dic20)
```

```

# se va a crear una nueva columna para ver el año
bd_2020 <- bd_2020 %>%
  mutate(anio="2020")

--


# 2021

ene21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Enero_2021.csv")
feb21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Febrero_2021.csv")
mar21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Marzo_2021.csv")
abr21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Abril_2021.csv")
may21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Mayo_2021.csv")
jun21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Junio_2021.csv")
jul21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Julio_2021.csv")
ago21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Agosto_2021.csv")
sep21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Septiembre_2021.csv")
oct21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Octubre_2021.csv")
nov21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Noviembre_2021.csv")
dic21 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2021/Diciembre_2021.csv")

# voy a checar que todos los títulos de las columnas estén homologados
print(head(ene21))
print(head(feb21))
print(head(mar21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo, `Fecha Arribo` y `Hora Arribo`
print(head(abr21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(may21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(jun21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(jul21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(ago21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(sep21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(oct21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(nov21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(dic21)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`

# voy a limpiar de mar2021 a dic2021 las columnas finales que no coinciden

# marzo
mar21 <- mar21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo') %>%
  rename(Hora_Arribo='Hora Arribo')

```

```

# abril
abr21 <- abr21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo') %>%
  rename(Hora_Arribo = 'Hora Arribo')

# mayo
may21 <- may21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo') %>%
  rename(Hora_Arribo = 'Hora Arribo')

# junio
jun21 <- jun21 %>%
  rename(Hora_Retiro = Hora_Retiro...6) %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo') %>%
  rename(Hora_Arribo = Hora_Retiro...9)

# julio
jul21 <- jul21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo')

# agosto
ago21 <- ago21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo')

# septiembre
sep21 <- sep21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo')

# octubre
oct21 <- oct21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo')

# noviembre
nov21 <- nov21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo')

# diciembre
dic21 <- dic21 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo = 'Ciclo_EstacionArribo') %>%
  rename(Fecha_Arribo = 'Fecha Arribo')

-- 

# voy a hacer una bd para todo el 2021
bd_2021 = rbind(ene21,feb21,mar21,abr21,may21,jun21,jul21,ago21,sep21,oct21,nov21,dic21)

```

```

# se va a crear una nueva columna para ver el año
bd_2021 <- bd_2021 %>%
  mutate(anio="2021")

--


# 2022

ene22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Enero_2022.csv")
feb22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Febrero_2022.csv")
mar22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Marzo_2022.csv")
abr22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Abril_2022.csv")
may22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Mayo_2022.csv")
jun22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Junio_2022.csv")
jul22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Julio_2022.csv")
ago22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Agosto_2022.csv")
sep22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Septiembre_2022.csv")
oct22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Octubre_2022.csv")
nov22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Noviembre_2022.csv")
dic22 <- read_csv("Documents/EEJF/Maestría Sociología/Bases de Datos/Bases
  /2022/Diciembre_2022.csv")

print(head(ene22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(feb22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(mar22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(abr22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(may22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(jun22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(jul22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(ago22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(sep22)) #cambiar Genero_usuario, Edad_usuario, CE_retiro, Fecha_retiro, Hora_retiro,
  `CE_arribo, Fecha_arribo, Hora_arribo YY el formato de fecha es diferente
print(head(oct22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(nov22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`
print(head(dic22)) #cambiar Ciclo_EstacionArribo y `Fecha Arribo`


# voy a limpiar en todos los objetos las columnas finales que no coinciden

# enero
ene22 <- ene22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo=`Fecha Arribo`)

# febrero

```

```

feb22 <- feb22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')

# marzo
mar22 <- mar22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')

# abril
abr22 <- abr22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')

# mayo
may22 <- may22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')

# junio
jun22 <- jun22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')

# julio
jul22 <- jul22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')

# agosto
ago22 <- ago22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')
#corrigiendo formatos problemáticos
ago22 <- ago22 %>%
  mutate(Genero_Usuario = as.character(Genero_Usuario)) %>%
  mutate(Fecha_Retiro = as.character(Fecha_Retiro)) %>%
  mutate(Fecha_Arribo = as.character(Fecha_Arribo)) %>%
  mutate(Hora_Retiro = as.difftime(Hora_Retiro)) %>%
  mutate(Hora_Arribo = as.difftime(Hora_Arribo)) %>%
  mutate(Edad_Usuario = as.numeric(Edad_Usuario)) %>%
  mutate(Bici = as.numeric(Bici)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Retiro = as.numeric(Ciclo_Estacion_Retiro)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Arribo = as.numeric(Ciclo_Estacion_Arribo))

# septiembre
sep22 <- sep22 %>%
  rename(Genero_Usuario=Genero_usuario) %>%
  rename(Edad_Usuario=Edad_usuario) %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Retiro=CE_retiro) %>%
  rename(Fecha_Retiro=Fecha_retiro) %>%
  rename(Hora_Retiro=Hora_retiro) %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=CE_arribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo=Fecha_arribo) %>%
  rename(Hora_Arribo=Hora_arribo)

```

```

#corrigiendo formatos problematicos
sep22 <- sep22 %>%
  mutate(Genero_Usuario = as.character(Genero_Usuario)) %>%
  mutate(Fecha_Retiro = as.character(Fecha_Retiro)) %>%
  mutate(Fecha_Arribo = as.character(Fecha_Arribo)) %>%
  mutate(Hora_Retiro = as.difftime(Hora_Retiro)) %>%
  mutate(Hora_Arribo = as.difftime(Hora_Arribo)) %>%
  mutate(Edad_Usuario = as.numeric(Edad_Usuario)) %>%
  mutate(Bici = as.numeric(Bici)) %%%
  mutate(Ciclo_Estacion_Retiro = as.numeric(Ciclo_Estacion_Retiro)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Arribo = as.numeric(Ciclo_Estacion_Arribo))

# octubre
oct22 <- oct22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')
#corrigiendo formatos problematicos
oct22 <- oct22 %>%
  mutate(Genero_Usuario = as.character(Genero_Usuario)) %>%
  mutate(Fecha_Retiro = as.character(Fecha_Retiro)) %>%
  mutate(Fecha_Arribo = as.character(Fecha_Arribo)) %>%
  mutate(Hora_Retiro = as.difftime(Hora_Retiro)) %>%
  mutate(Hora_Arribo = as.difftime(Hora_Arribo)) %>%
  mutate(Edad_Usuario = as.numeric(Edad_Usuario)) %>%
  mutate(Bici = as.numeric(Bici)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Retiro = as.numeric(Ciclo_Estacion_Retiro)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Arribo = as.numeric(Ciclo_Estacion_Arribo))

# noviembre
nov22 <- nov22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')
#corrigiendo formatos problematicos
nov22 <- nov22 %>%
  mutate(Genero_Usuario = as.character(Genero_Usuario)) %>%
  mutate(Fecha_Retiro = as.character(Fecha_Retiro)) %>%
  mutate(Fecha_Arribo = as.character(Fecha_Arribo)) %>%
  mutate(Hora_Retiro = as.difftime(Hora_Retiro)) %>%
  mutate(Hora_Arribo = as.difftime(Hora_Arribo)) %>%
  mutate(Edad_Usuario = as.numeric(Edad_Usuario)) %>%
  mutate(Bici = as.numeric(Bici)) %%%
  mutate(Ciclo_Estacion_Retiro = as.numeric(Ciclo_Estacion_Retiro)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Arribo = as.numeric(Ciclo_Estacion_Arribo))

# diciembre
dic22 <- dic22 %>%
  rename(Ciclo_Estacion_Arribo=Ciclo_EstacionArribo) %>%
  rename(Fecha_Arribo='Fecha Arribo')
#corrigiendo formatos problematicos
dic22 <- dic22 %>%
  mutate(Genero_Usuario = as.character(Genero_Usuario)) %>%
  mutate(Fecha_Retiro = as.character(Fecha_Retiro)) %>%
  mutate(Fecha_Arribo = as.character(Fecha_Arribo)) %>%
  mutate(Hora_Retiro = as.difftime(Hora_Retiro)) %>%
  mutate(Hora_Arribo = as.difftime(Hora_Arribo)) %>%

```

```

mutate(Edad_Usuario = as.numeric(Edad_Usuario)) %>%
  mutate(Bici = as.numeric(Bici)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Retiro = as.numeric(Ciclo_Estacion_Retiro)) %>%
  mutate(Ciclo_Estacion_Arribo = as.numeric(Ciclo_Estacion_Arribo))

-- 

# voy a hacer una bd para todo el 2022
bd_2022 = rbind(ene22,feb22,mar22,abr22,may22,jun22,jul22,ago22,sep22,oct22,nov22,dic22)

# se va a crear una nueva columna para ver el año
bd_2022 <- bd_2022 %>%
  mutate(anio="2022")

-- 

# voy a hacer una bd_final de 2020,2021,2022
bd_final = rbind(bd_2020,bd_2021,bd_2022)

skim(bd_final)

-- 

# Operacionalización

# Calculando la diferencia en minutos

# primero se realizará una nueva columna llamada duracion, que resta minutos de Hora_Arribo-
# Hora_Retiro
bd_final_v2 <- bd_final %>%
  mutate(duracion= as.numeric(difftime(Hora_Arribo, Hora_Retiro, units = "mins")))

# se decide que no se tomarán en cuenta viajes que salen y regresan a la misma cicloestación
bd_final_v3 <- bd_final_v2 %>%
  mutate(diff_estacion= if_else(Ciclo_Estacion_Retiro==Ciclo_Estacion_Arribo,NA,1))

# se decide que solo se tomen en cuenta los viajes que duren de 3 a 45 min, para hacerlo
# significativo
bd_final_v4 <- bd_final_v3 %>%
  filter(diff_estacion==1)%>%
  filter(duracion>=3 & duracion <=45)

# para este momento, ya se redujo el num de conteo de viajes para los 3 años, de más de 13
# millones a 9 millones
skim(bd_final_v4)

-- 

# Resultados

# Graficando el promedio de duracion de viajes en el periodo
bd_final_v4 %>%
  filter(diff_estacion==1)%>%
  filter(duracion>3 & duracion<45) %>%
  ggplot(aes(x=duracion)) +

```

```

geom_histogram(binwidth = 1, color="white")+
scale_x_continuous(breaks=seq(0,60,2)) +
scale_y_continuous(labels = scales::number_format(scale = 1e1, suffix = "M")) +
labs(title = "Promedio de Duración de Viajes en Ecobici, 2020-2022
(Minutos)",
x = "Minutos",
y = "Número de Viajes") +
theme_classic()

# aprovechando al máximo los datos
# se integrará x año para ver el promedio de duración
bd_final_v4 %>%
group_by(anio) %>%
summarise(promedio_duracion=mean(duracion))

# gráfica del promedio de duración x año
bd_final_v4 %>%
group_by(anio) %>%
summarise(promedio_duracion=mean(duracion))%>%
ggplot(aes(x = as.factor(anio), y = promedio_duracion)) +
geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", color = "black") +
geom_text(aes(label = round(promedio_duracion, 2)), vjust = -0.5) +
labs(title = "Promedios de Duración en Minutos",
x = "Año",
y = "Duración Promedio") +
theme_minimal()

# ahora el promedio de edad x año
bd_final_v4 %>%
group_by(anio) %>%
summarise(promedio_edad=mean(Edad_Usuario))

# gráfica del promedio de edad x año
bd_final_v4 %>%
group_by(anio) %>%
summarise(promedio_edad=mean(Edad_Usuario))%>%
ggplot(aes(x = as.factor(anio), y = promedio_edad)) +
geom_bar(stat = "identity", fill = "gray", color = "black") +
geom_text(aes(label = round(promedio_edad, 2)), vjust = -0.5) +
labs(title = "Promedio de Edad por Año",
x = "Año",
y = "Edad") +
theme_minimal()

# se analizará por género para ver la frecuencia de uso (F)(M)
bd_final_v4 %>%
drop_na() %>%
filter(Genero_Usuario != "O") %>%
group_by(Genero_Usuario, anio) %>%
summarise(usuarios = n())

# y por viajes para sacar el porcentaje (género/usuarios*100)
bd_final_v4 %>%
drop_na() %>%
filter(Genero_Usuario != "O") %>%
group_by(anio) %>%

```

```

summarise(usuarios = n())

# gráfica usuarios por género x año
bd_final_v4 %>%
  drop_na() %>%
  filter(Genero_Usuario != "O") %>%
  group_by(Genero_Usuario, anio) %>%
  summarise(usuarios = n()) %>%
  ggplot(aes(x = Genero_Usuario, y = usuarios, fill = Genero_Usuario)) +
  geom_bar(stat = "identity", position = "dodge") +
  scale_y_continuous(labels = scales::number_format(scale = 5, suffix = "M")) +
  labs(title = "Usuarios por Género, 2020-2022",
       x = "Género",
       y = "Número de Usuarios") +
  theme_minimal()

# meses de mayor frecuencia de uso viajes
# primero se homologa la clase en formato dmy, por cada año
bd_final_v5 <- bd_final_v4 %>%
  mutate(FechaRetiro2 = dmy(Fecha_Retiro),
         mes_retiro = month(FechaRetiro2))
# se renombran los meses y ordenan
bd_final_v5 <- bd_final_v5 %>%
  mutate(mes_retiro = recode(mes_retiro,
    `1` = "Ene",
    `2` = "Feb",
    `3` = "Mar",
    `4` = "Abr",
    `5` = "May",
    `6` = "Jun",
    `7` = "Jul",
    `8` = "Ago",
    `9` = "Sep",
    `10` = "Oct",
    `11` = "Nov",
    `12` = "Dic"))

# organización para la gráfica x año
grafica_anio <- bd_final_v5 %>%
  group_by(mes_retiro) %>%
  summarise(frecuencia = n())
# ahora se grafica
ggplot(grafica_anio, aes(x = reorder(mes_retiro, -frecuencia), y = frecuencia)) +
  geom_bar(stat = "identity") +
  labs(title = "Frecuencia de Uso por Mes, 2020-2022",
       x = "Mes",
       y = "Frecuencia de Uso") +
  theme_minimal()

# organización para la gráfica x mes
grafica_mes <- bd_final_v5 %>%
  group_by(anio, mes_retiro) %>%
  summarise(frecuencia = n())
# ahora se grafica
grafica_mes %>%

```

```
drop_na() %>%
  ggplot(aes(x = as.factor(mes_retiro), y = frecuencia)) +
  geom_bar(stat="identity") +
  scale_y_continuous(labels = scales::number_format(scale = 1e1, suffix = "M")) +
  labs(title = "Número de Viajes",
       x = "Mes",
       y = "Frecuencia de Uso") +
  facet_wrap("anio") +
  theme_minimal()
```

### Anexo 3.

#### Índice de Cuadros y Gráficos

Cuadro 1. "Expansión del Polígono Ecobici"	11
Cuadro 2. "Indicadores Energéticos y Ambientales por Transporte"	29
Cuadro 3. "Estimación de externalidades asociadas al uso del automóvil en zonas metropolitanas seleccionadas, 2009"	31
Cuadro 4. "Descriptivos univariados de duración de viajes en Ecobici 2020-2022"	57
Cuadro 5. "Descriptivos bivariados de duración, edad y género"	59
Cuadro 6. "Promedio de viajes diarios, 2020-2022"	61
Cuadro 7. "Viajes al mes, 2020-2022"	61
Cuadro 8. "Cuadro 8. Usos y Tendencia de Ecobici, 2020-2022"	62
Imagen 1. "La bicicleta, campeona de la eficiencia energética", Statista, 2022	40
Imagen 2. "Día mundial de la bicicleta", Secretaría del Ambiente, Argentina, 2019	42
Imagen 3. "Reactiva 12 de la Encuesta Ecobici, 2020"	54
Gráfico 1. "Promedio de duración de viajes en Ecobici, 2020-2022"	58
Gráfico 2. "Promedio Duración 2020-2022"	58
Gráfico 3. "Personas usuarias por Género, 2020-2022"	60
Gráfico 4. "Viajes por año, 2020-2022"	60
Gráfico A. "Distribución de viajes si las personas usuarias no hubieran utilizado Ecobici"	63
Gráfico B. "Mitigación de CO <sub>2</sub> eq. de viajes que se dejaron de realizar en transporte motorizado por el uso de Ecobici"	64