

CIUDAD Y TERRITORIO

ESTUDIOS TERRITORIALES

ISSN(P): 1133-4762; ISSN(E): 2659-3254

Vol. LIV, N° 213, otoño 2022

Págs. 665-682

<https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.213.8>

CC BY-NC-ND



Plan Bici CDMX: una estrategia de movilidad en bicicleta para Ciudad de México

Manuel SUÁREZ-LASTRA⁽¹⁾Carlos GALINDO-PÉREZ⁽²⁾Víctor REYES-GARCÍA⁽³⁾⁽¹⁾ Investigador/Académico. Instituto de Geografía⁽²⁾ Posdoctorante. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad⁽³⁾ Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen: En el año 2010 en Ciudad de México (CDMX) se marcó el inicio formal de la política de movilidad ciclista en la ciudad. En este documento se presenta la metodología aplicada para diseñar la estrategia de movilidad en bicicleta contenida en el *Plan Bici CDMX 2018*. Se utilizan los datos de la *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017* (EOD17). A partir de un modelo de regresión logística, se calculó la probabilidad de uso de la bicicleta para realizar un viaje en este modo de transporte al interior de CDMX.

Palabras clave: Movilidad en bicicleta; Plan Bici; Regresión logística; Ciudad de México; Infraestructura ciclista

Recibido: 31.08.2021; Revisado: 14.12.2021

Correo electrónico: manuelsuarez@unam.mx ; N° ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9441-3716>Correo electrónico: carlosgp@comunidad.unam.mx ; N° ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7868-8667>Correo electrónico: vicalf_reygar@comunidad.unam.mx ; N° ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8807-5722>

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias realizados por los evaluadores anónimos, que han contribuido a mejorar y enriquecer el manuscrito original.

Mexico City's bike plan: a bike mobility strategy

Abstract: Since 2010, a Bicycle Mobility Strategy has been implemented in Mexico City. This article presents the methodology used to design this strategy using data from the 2017 Origin Destination Survey. We use a logistic regression to estimate the probability of using a bike in each trip along segments between origins and destinations of the main road network of the city. Results show the socioeconomic characteristics of persons that choose bikes as their transportation mode and allow us to prioritize road segments in terms of their probability of use to guide the construction of the bike lane network.

Keyword: Bike mobility; Bike Plan; Logistic regression; Mexico City; Bike infrastructure

1. Introducción

A nivel mundial, la bicicleta se ha posicionado como un modo de transporte efectivo para enfrentar el problema de la movilidad y la sustentabilidad en las ciudades. Entre los porqués de este ascenso está: ser un modo de transporte cero emisiones contaminantes (EPA, 1978; OECD, 2004), de bajo costo y rápido en distancias cortas (SUÁREZ & al., 2016) y, por los múltiples beneficios que su uso tiene en la salud de la población (ANDERSON & al., 2000; OJA & al., 2011) y la conservación del ambiente (JOHANSSON & al., 2017). Estos argumentos ayudan a explicar el impulso que se le ha dado a la bicicleta para implementarla como un modo de transporte cotidiano, a través de proyectos ciclistas que se han puesto en marcha en diferentes ciudades del mundo (PUCHER & al., 2010; SHAHEEN & al., 2010; FISHMAN & al., 2013).

Uno de los últimos y más comprometidos esfuerzos es el de Suiza (23 de septiembre de 2018), que, mediante plebiscito y por mayoría, elevó el uso de la bicicleta a rango constitucional (O'SULLIVAN, 2018). Con esta decisión, Suiza proclamó a la bicicleta como modo de transporte prioritario, por lo que de manera vinculante se requiere diseñar e implementar políticas pro-uso, como la ampliación y cuidado de la red ciclista, mejoras en la seguridad de los usuarios y el aligeramiento del tráfico vehicular.

En México, entre los programas diseñados para fomentar el uso de la bicicleta está el *Plan de Movilidad Urbana No Motorizada* para las zonas metropolitanas de Guadalajara, Jalisco (GOBIERNO DE JALISCO, 2009) y Mérida, Yucatán (GOBIERNO DE YUCATÁN, 2016); el *Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable para la Zona Metropolitana de Tijuana-Tecate-Playas*

de Rosarito (IMPLAN, 2018). Para el caso particular de Ciudad de México (CDMX), la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) era el organismo encargado de la planeación e implementación de proyectos ciclistas; pero a partir de 2018, esa labor pasó a la Secretaría de Movilidad (SEMOVI). En CDMX, a partir de 2010, comenzó a operar el Sistema de Bicicletas Públicas (Ecobici), proyecto que marcó el inicio formal de la política de movilidad ciclista en la ciudad. Entre los ejes principales que rigen la estrategia ciclista están: fomentar la intermodalidad, crear una red de infraestructura ciclista en la ciudad, hacer más accesible la bicicleta para la población y crear una cultura y socialización del uso de la bicicleta. CDMX en los últimos diez años ha creado y adaptado la infraestructura y equipamiento ciclista, ya sea para realizar viajes únicamente en bicicleta o de forma intermodal. La última y más importante ampliación data de 2020, con la inauguración de la ciclovía emergente sobre la Avenida Insurgentes¹, que comenzó a funcionar como alternativa de movilidad, dadas las restricciones provocadas por la pandemia por COVID-19.

Entre los principales estudios que se han realizado sobre movilidad en bicicleta en CDMX está el realizado por SUÁREZ & al., (2016), que marcó la pauta en el diseño de la estrategia para implementar la infraestructura ciclista en la ciudad, a través de una red de vías ciclistas que conectarán los principales orígenes y destinos de los viajes en bicicleta para, de esta manera, fomentar el uso de este modo de transporte. Entre 2008 y 2010, la SEDEMA realizó conteos ciclistas en el extinto Distrito Federal a través de consultorías sin que se conociera a detalle la metodología

¹ Esta avenida tiene una longitud aproximada de 28.8 kilómetros y atraviesa CDMX en sentido norte-sur; asimismo,

esta vía es una de las de mayor importancia histórica y económica de la ciudad.

empleada; el objetivo de los conteos fue estimar el total de viajes en bicicleta en la ciudad (SEDEMA, 2008; 2009; 2010). Posteriormente, en 2017 y 2018 la misma SEDEMA realizó estudios de movilidad ciclista en conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de México, los cuales, además de incluir la estimación de viajes, contaban con encuestas de percepción de los ciclistas. Otro punto a destacar de estos trabajos es que lograron una primera evaluación del uso de la infraestructura ciclista. El estudio cuestionó a los ciclistas sobre el lugar y sentido en el que circulan en la ciudad, con lo que se logró estimar el uso de las vías ciclistas (SEDEMA, 2017; 2018).

Los conteos ciclistas realizados se limitaron a determinar la cifra de viajes en bicicletas en la ciudad, con metodologías que cambiaron para cada estudio, lo que imposibilitó un seguimiento certero (SEDEMA, 2012a; 2012b; 2013; 2014; 2015; 2016). Por último, está el Plan Bici CDMX, que puede considerarse una investigación que da continuidad a lo realizado por SUÁREZ & al. (2016), en materia de generar una estrategia de movilidad que fomente el uso de la bicicleta como modo de transporte cotidiano. El Plan tiene como objetivo proponer la ampliación de la infraestructura ciclista con base en una serie de análisis estadísticos que se sustentan en la movilidad cotidiana en la ciudad; además de la estrategia, el documento cuenta con un diagnóstico y caracterización del uso de la bicicleta en CDMX (SUÁREZ & al., 2018).

El Plan Bici es un instrumento de política pública que coloca a CDMX a la vanguardia de ciudades que ya cuentan con planes formales de movilidad ciclista, como Madrid, España, Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid (UNED, 2007); Londres, Inglaterra, *Cycling Action Plan* (TRANSPORT FOR LONDON, 2018); Seattle, EE.UU., *Bicycle Master Plan. 2021-2024 Implementation Plan* (DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2021). El Plan Bici tiene como objetivo dar continuidad a las acciones implementadas en los últimos años por el gobierno local en CDMX, que han buscado posicionar a la bicicleta en un modo de transporte cotidiano, para contribuir a mejorar la movilidad de la población y hacer de la ciudad un espacio sustentable. En este documento el objetivo es presentar la metodología aplicada para diseñar la estrategia de movilidad en bicicleta contenida en el Plan Bici CDMX; se busca identificar

aquellas áreas de la ciudad con el potencial para dotarlas de nueva infraestructura ciclista (vías ciclistas, biciestacionamientos y sistema de bicicletas públicas compartidas), para que, en conjunción con las áreas ya equipadas, formen una red que ayude a posicionar a CDMX como una ciudad ciclista de clase mundial.

2. De la circulación en automóvil a la movilidad en bicicleta en CDMX.

Según el *TOMTOM TRAFFIC INDEX*, en (2017), CDMX ocupó el octavo lugar en el ranking de las ciudades más congestionadas del mundo (52% de nivel de congestión); en ese año los dos primeros lugares correspondieron a Mumbai (66%) y Nueva Delhi (62%) en India y, en tercer lugar, se ubicó Bogotá, Colombia (62%). Para 2018, CDMX se desplazó a la novena posición (con el mismo nivel de congestión que en 2017); el primer sitio nuevamente lo ocupó, Mumbai (65%), Bogotá (63%) ascendió al segundo lugar y Lima, Perú (58%) ocupó el tercer sitio. En 2019, CDMX se ubicó en el lugar décimo tercero (con un nivel de congestión similar al de los dos años previos); los tres primeros lugares del *ranking* los ocuparon Bangalore, India, Manila, Filipinas (ambas en 71%) y Bogotá (68%).

En CDMX, entre las principales causas que generan ese congestionamiento están: una población de 9.2 millones de habitantes (para 2020) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2021) y el tamaño del parque vehicular que, en un período de treinta años (1987-2017), pasó de 1.5 a 5.5 millones de vehículos automotor en circulación (INEGI, *s/f*). Este volumen de población y automóviles concentrados en una superficie de 1495 Km² (60% corresponde al área urbana continua) (FIG. 1), ha provocado la saturación de las vías, la reducción de la velocidad de tránsito y el incremento de los tiempos de traslado de la población. Investigaciones han concluido que, en CDMX en un día laboral entre semana, durante las horas de mayor movilidad (entre 7:00 y 9:00 am) debido al congestionamiento vehicular, el viaje al trabajo tiene una duración promedio de una hora en automóvil particular y 1.5 horas en transporte público y el tiempo de desplazamiento se ha incrementado entre 15 y 20 minutos en el último quinquenio (SUÁREZ & DELGADO, 2015).²

² Para tener un comparativo, según estimaciones hechas por GLAESER (2011), en Estados Unidos la media de tiempo

de traslado al trabajo (desde el hogar), es de 48 minutos en transporte público y de 24 minutos en automóvil.



FIG. 1/ Ubicación geográfica de Ciudad de México (CDMX)

Fuente: Elaboración propia

Entre las estrategias para intentar contrarrestar los efectos negativos del uso del automóvil privado, se han diseñado e implementado diversos instrumentos de control y comando (FRIMAN & al., 2012; GÖSSLING, 2013), por ejemplo, CDMX implementó el *Programa Hoy No Circula* (1989) para restringir la circulación de una quinta parte del parque vehicular, mediante la prohibición del uso del automóvil un día entre lunes y viernes, según el número de placa. Pero, debido al crecimiento vehicular y el recurrente registro de altos niveles de contaminación atmosférica en la ciudad (GARCÍA REYNOSO & al., 2009; JAZCILEVICH & al., 2011; BORREGO-HERNÁNDEZ & al., 2014), se ha activado el protocolo de contingencia ambiental llamado *Doble Hoy No Circula*, que impide el uso del automóvil dos días a la semana (incluidos los fines de semana).

Además, entre los instrumentos implementados para atender el problema de la movilidad y mejorar los tiempos de traslado de la población, algunas calles en el área central de CDMX se han convertido a peatonales exclusivas (ROBLES, 2009), se ha prohibido la circulación

de vehículos foráneos y de carga en horario laboral (SEMOVI, 2019), y se puso en marcha un programa que busca sustituir los vehículos de transporte público de pasajeros que cuentan con diez o más años de antigüedad (GACETA OFICIAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 2017). Pero, a consecuencia de los escasos resultados obtenidos de impedir el crecimiento del número de automóviles, así como de restringir su uso, se han buscado otras opciones de movilidad.

Una de esas opciones fue promover el uso de la bicicleta para constituir la como un modo de transporte cotidiano en la ciudad. Bajo esa estrategia de impulso a la movilidad en bicicleta, en febrero de 2010 se implementó el programa Ecobici³, que consiste en un sistema de préstamo de bicicletas públicas localizado en el área central de CDMX, que es la zona de mayor actividad económica y, por tanto, de más alta concentración de empleos de la ciudad. Actualmente Ecobici cubre un área de servicio de 3800 hectáreas en las que se distribuyen 480 cicloestaciones, para el resguardo y préstamo de más de 6 mil bicicletas (FIG. 2). Entre las características que distinguen a este polígono,

³ El primer programa de préstamo de bicicletas públicas data de 1995 en Copenhague, Dinamarca, y a partir de 2010, se

han contabilizado 100 programas similares distribuidos en 125 países (SHAHEEN & al., 2010; FISHMAN & al., 2013).

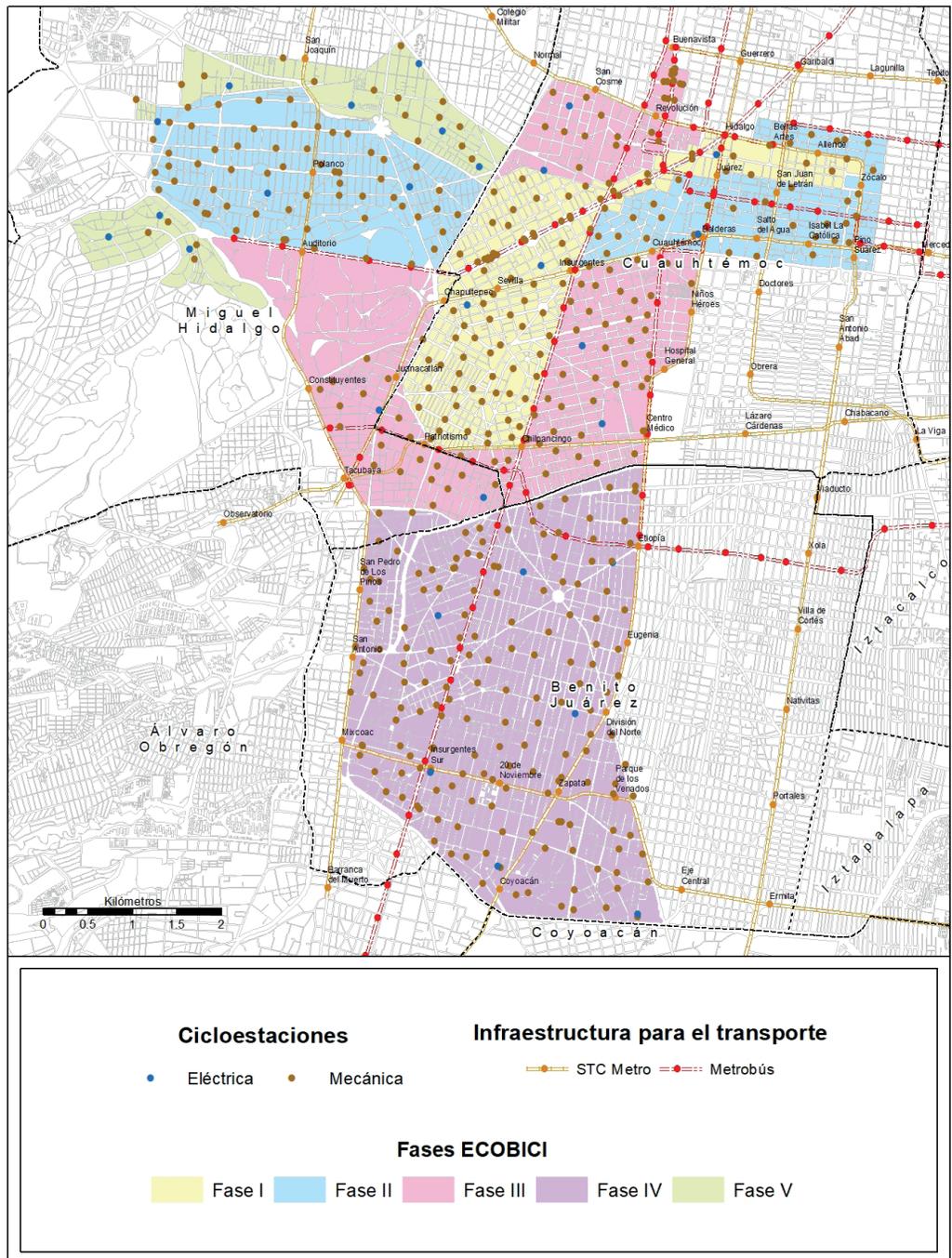


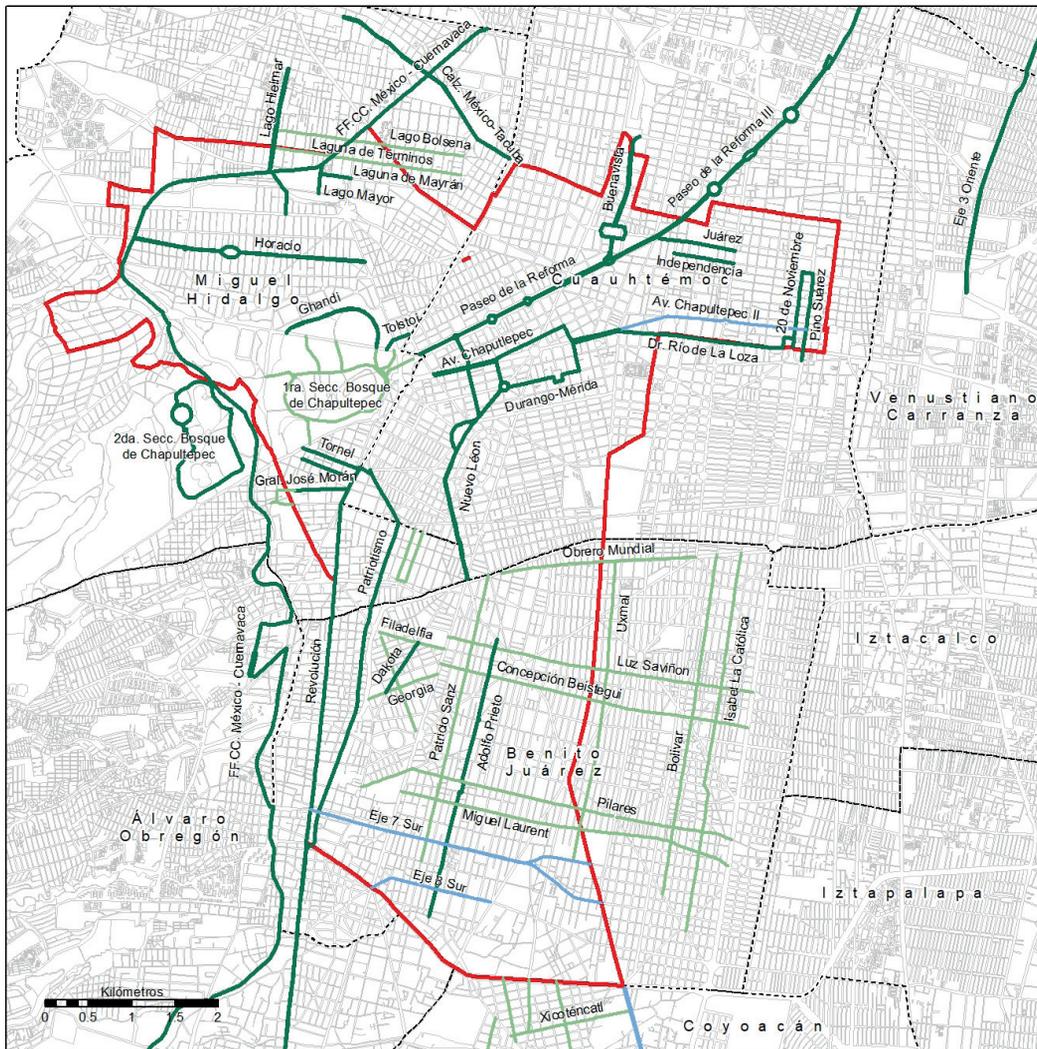
Fig. 2/ Programa Ecobici, 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

es que en su interior hay presencia del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC Metro) y del Metrobús (*Bus Rapid Transit, BRT*), lo que hace que el programa Ecobici tenga conexión con otros modos de transporte y, de esta forma se incremente la conectividad y multimodalidad. Ecobici ha sido la base a partir de la que se ha ampliado la construcción de infraestructura ciclista en CDMX.

La ciudad cuenta con 242 kilómetros entre ciclovías, ciclocarriles, vías ciclistas compartidas

y carriles bus-bici (carriles exclusivos para transporte público compartido con ciclistas). Como complemento y para fomentar la intermodalidad, CDMX tiene biciestacionamientos de tres tipos: masivos y semi-masivos ubicados en estaciones del STC Metro; y de corta estancia, distribuidos en las inmediaciones de estaciones de transporte público masivo o en puntos de interés de la ciudad, como parques o plazas públicas (Fig. 3).



Infraestructura para la circulación ciclista

- Ciclovía
- Ciclocarril
- Carril bus bici

ECOBICI

- Polígono

FIG. 3/ CDMX: Infraestructura ciclista, 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

3. Características de la movilidad en bicicleta en CDMX

Según la *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017* (EOD17), diariamente en CDMX⁴ se realizan un total de 13,7 millones de viajes (se omiten los que se realizan caminando).⁵ De ese total, en bicicleta se realizan 241 mil viajes, lo que equivale a 1,7% (FIG. 4) (INEGI-SETRAVI-II 2017). Esta última cifra resulta bastante significativa si se compara con Londres, Inglaterra o Barcelona, España, ciudades donde el porcentaje de los viajes realizados en bicicleta es de 1,2 y 1,8% respectivamente (GÖSSLING, 2013). Además, al comparar el total de viajes en bicicleta en CDMX de 2017, con el total de viajes en bicicleta de 2007 (INEGI-GDF-EDOMEX, 2007), se observa que la movilidad en bicicleta se triplicó en una década. En el mismo período, los viajes en automóvil también aumentaron (por el crecimiento del parque vehicular), pero porcentualmente la movilidad se mantuvo. Esto significa que la movilidad en bicicleta impacta en otros modos de transporte.

En cuanto a los propósitos de viaje de los ciclistas, el principal (sin considerar el regreso a casa) es ir al trabajo (60%), porcentaje similar a los viajes realizados en automóvil o transporte público; el segundo y tercer propósitos en importancia son: ir a la escuela y realizar compras (ambos con 10%). La distribución horaria de los viajes en bicicleta presenta dos periodos pico, uno de 7 am a 9 am (poco más de 24 mil desplazamientos por hora) y el segundo de 6 pm a 7 pm con 25 mil viajes. El tiempo promedio de los desplazamientos en 2017 fue de 26 minutos, la mitad del tiempo

promedio en automóvil (52 minutos) (INEGI-SETRAVI-II, 2017). El perfil de las personas que usan bicicleta en Ciudad de México es el siguiente: en su mayoría son hombres (77%), la edad promedio es de 37 años, cinco menos que los automovilistas. La ocupación principal es trabajar (76%) y estudiar (11%). El grado promedio de escolaridad es 11 años, lo que equivale a segundo año de bachillerato (*ibid.*).

4. Método

En el diseño de la estrategia del *Plan Bici* se utilizaron datos provenientes de la EOD17 para realizar diversos análisis; es importante recalcar que esta encuesta tiene la particularidad de que para su levantamiento se diseñó una escala específica denominada *distrito de tránsito*, lo que permite un nivel de agregación a mayor detalle en comparación con las alcaldías (antes delegaciones) de CDMX (FIG. 5).

Con base en los distritos de tránsito se realizó un cálculo de flujos ciclistas en tres categorías: 1) viajes atraídos, 2) viajes internos (interdistritales), y 3) viajes entre distritos (intradistritales). A partir de estos flujos se construyó un modelo de concentración de tramos de viaje realizados en bicicleta y para incorporar la fricción de la distancia (FOTHERINGHAM, 1981; 1982), se utilizó la red vial primaria de CDMX (el tipo de vías sobre las que el gobierno de CDMX tiene capacidad de gestión jurídica; las vías secundarias son responsabilidad de cada alcaldía).

Con un análisis de redes, para cada par distrital, se identificó la ruta de traslado más corta (a través de la red vial primaria) y, a partir de

Modo	2007		2017	
	Viajes	%	Viajes	%
Bicicleta	98.538	0,8	241.017	1,7
Automóvil	3.454.078	28,5	3.955.208	28,7
Resto de modos	8.564.078	70,7	9.592.355	69,6
Total	12.117.162	100,0	13.788.580	100,0

FIG. 4/ Viajes relacionados a Ciudad de México, 2007 – 2017

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2007); INEGI (2017)

⁴ Viajes que tuvieron como salida o llegada, alguna alcaldía de CDMX.

⁵ No se toman en consideración los viajes caminando por cuestiones metodológicas y de comparación.

001 Centro Histórico	030 San Felipe de Jesús	059 Cuajimalpa
002 Buenavista - Reforma	031 Deportivo Los Galeana	060 San Lorenzo Acopilco
003 Tlatelolco	032 Bondonjito	061 San Bartolo
004 Morelos	033 San Juan de Aragón	062 Cerro del Judío
005 Moctezuma	034 AICM	063 La Magdalena Contreras
006 Balbuena	035 Pantitlán	064 Villa Olímpica
007 Obrera	036 Zaragoza	065 Padierna
008 Condesa	037 UPIICSA	066 San Pedro Mártir
009 Nápoles	038 Central de Abastos	067 Pueblo del Ajusco
010 Vertiz Narvarte	039 UAM Iztapalapa	068 Tepepan
011 Reforma Iztaccíhuatl	040 Escuadrón 201	069 Noria
012 Palacio de los Deportes	041 Parque Cerro de la Estrella	070 Nativitas
013 San Andrés Tetepilco	042 Lomas Estrella	071 Milpa Alta
014 Portales	043 Canal Nacional	072 Tulyehualco
015 Del Valle	044 Coapa	073 El Molino Tezonco
016 Chapultepec - Polanco	045 Culhuacán CTM	074 Tláhuac
017 Panteones	046 Campestre Churubusco	075 Mixquic
018 Tezozómoc	047 Viveros	076 Santa Catarina
019 El Rosario	048 P. de Santo Domingo	077 Reclusorio Oriente
020 Industrial Vallejo	049 Xotepingo	078 D.U. Quetzalcóatl
021 La Raza	050 Estadio Azteca	079 Buenavista Iztapalapa
022 Cuauhtepac	051 Ciudad Universitaria	080 Santa María de Xalpa
023 Reclusorio Norte	052 Olivar de los Padres	081 San Miguel Teotongo
024 Ticomán	053 Las Águilas	082 Santa Martha Acatitla
025 Nueva Industrial Vallejo	054 Santa Lucía	083 Juan Escutia
026 Politécnico	055 Molinos	084 Santa Cruz Meyehualco
027 Tepeyac	056 Santa Fe	085 Ejército Constitucionalista
028 La Villa	057 Observatorio	
029 Nueva Atzacualco	058 Las Lomas	

FIG. 5/ CDMX: división por distritos de tránsito según la EOD17 (clave y nombre)⁶

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía-Secretaría de Transporte y Viabilidad, INEGI-SETRAVI-II, (2017)

⁶ En la lista no se incluyen los distritos de tránsito de los municipios del Estado de México, porque no forman parte de este estudio.

la segmentación en tramos de vía, se agregaron acumulativamente el número de viajes en bicicleta. Para ejemplificar el procedimiento anterior, en la FIG. 6 se muestra un diagrama de rutas entre tres distritos. Adicionalmente, se muestran las combinaciones de distritos con el total de viajes entre ellos (FIG. 7) y, por último, el cálculo agregado de los viajes por tramo y el número total de viajes por pares distritales (FIG. 8).

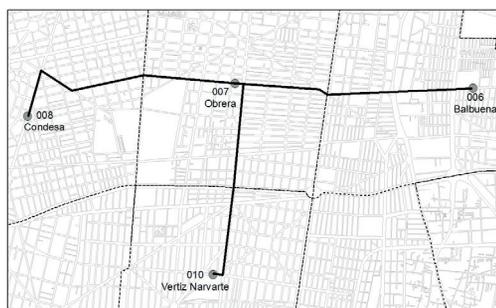


FIG. 6/ CDMX: rutas entre pares distritales (ejemplo), 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

Origen	Destino	Ruta	Viajes
001	002	001-002	400
001	003	001-002-003	100
001	004	001-002-004	50
002	001	002-001	200
002	003	002-003	200
002	004	002-004	150
003	001	003-002-001	100
003	002	003-002	400
003	004	003-002-004	50
004	001	004-002-001	50
004	002	004-002	300
004	003	004-002-003	40

FIG. 7/ CDMX: pares distritales y viajes entre pares (ejemplo), 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

Después de efectuar el análisis de redes al conjunto de datos de CDMX, se identifican tres zonas principales de concentración de viajes en bicicleta: 1) un corredor desde el área central de la ciudad hacia el poniente, que corresponde a los distritos (001) Centro Histórico, (002) Buenavista, (008) Roma-Condesa y (016) Chapultepec-Polanco, que

Pares distritales	Viajes totales por tramo	Acumulado de viajes por ruta
001-002	900	400(001-002) + 200(002-001) + 100(001-003) + 100(003-001) + 50(001-004) + 50(004-001)
002-003	890	200(002-003) + 400(003-002) + 100(001-003) + 100(003-001) + 40(004-003) + 50(003-004)
002-004	640	150(002-004) + 300(004-002) + 50(004-001) + 50(001-004) + 40(004-003) + 50(003-004)

FIG. 8/ CDMX: pares distritales, tramos de viaje, rutas y viajes totales entre pares (ejemplo), 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

empata territorialmente con el área de la ciudad a la que se le ha destinado la mayor inversión en infraestructura ciclista; 2) al suroriente, concretamente en los distritos de las alcaldías Tláhuac y Xochimilco; 3) aquellos distritos con más de 3,000 viajes internos diarios en bicicleta: (030) San Felipe de Jesús, (078) Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, (074) Tláhuac y (069) Noria (FIG. 9).

Debido a que en este análisis se utilizó la red vial primaria de CDMX, es posible identificar cuáles son las vías que registran la mayor concentración de viajes en bicicleta. En primer lugar, en sentido norte-sur, está la Calzada Mariano Escobedo, Avenida de los Insurgentes, Paseo del Pedregal y los tramos de los ejes Central, 1 y 2 Oriente, que cruzan el centro de la ciudad. En el sentido oriente-poniente, la mayor concentración de viajes corresponde a la Calzada México-Tacuba, Ejército Nacional, Paseo de la Reforma, Avenida Chapultepec y Avenida Tláhuac.

El supuesto que subyace en la propuesta del Plan Bici CDMX es que, a partir de la infraestructura actual, sobre la que actualmente opera el programa Ecobici (ciclovías y bicies-tacionamientos), se diseñe e implemente una ampliación y conexión de la infraestructura ciclista, para así formar una red de circulación de bicicletas en el espacio de CDMX y fomentar el uso de este modo de transporte.

Para validar la propuesta, se construyó un modelo de regresión logística para analizar la relación entre una variable dependiente (categórica) y un conjunto de variables independientes (explicativas) y estimar la probabilidad de que las personas, a partir de las características de sus viajes (evento) reportados en

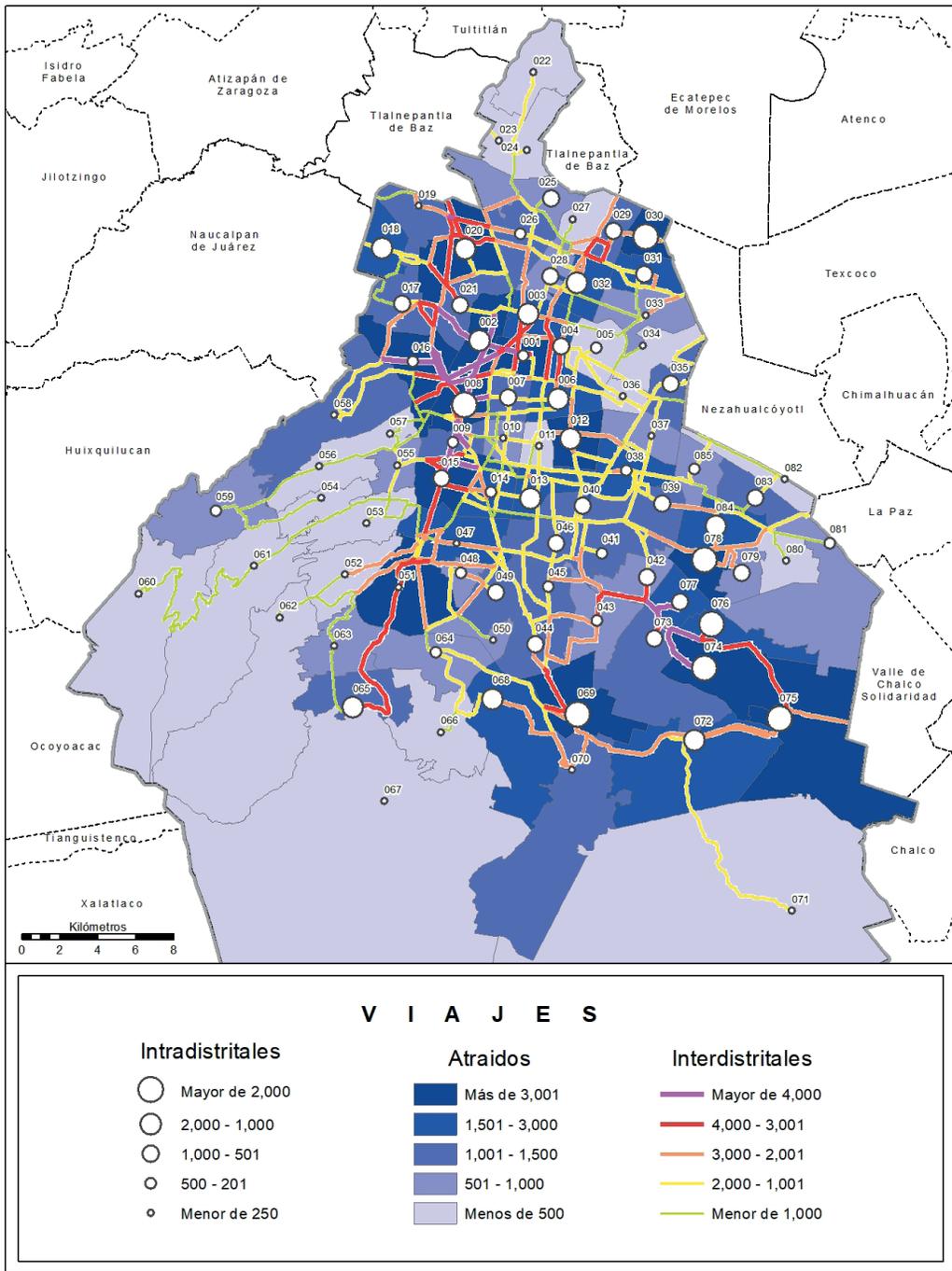


FIG. 9/ CDMX: viajes en bicicleta por distrito de tránsito, 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

la EOD17, puedan realizar o no un desplazamiento en bicicleta y, así, medir el efecto de cada variable sobre la probabilidad de usar bicicleta como modo de transporte.

De la regresión se obtienen resultados que van de 0 (cero) a 1 (uno), donde cero indica nula probabilidad y uno la más alta probabilidad de que un evento ocurra (CLARK & HOSKING, 1986; HOSMER & al., 2013). Además, con el modelo de regresión no solo se fija una probabilidad, también, es posible estimar el peso por separado de aquellas características que favorecen o restringen el uso de la bicicleta. La fórmula del modelo logístico es:

$$\hat{Y} = \frac{e^u}{1 + e^u}$$

Donde:

\hat{Y} = probabilidad de que una persona elija la bicicleta como modo de transporte para realizar un viaje

e = el exponente natural ≈ 2.718

u = la ecuación de regresión lineal: $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n$

Para el modelo de regresión se tomó una muestra aleatoria de la EOD17 con 2000 casos (1000 usuarios que en algún tramo de su viaje

utilizaron bicicleta y 1000 que no la usaron). En cuanto a las variables independientes, para la selección se consideró su representatividad en el contexto socioeconómico de la población usuaria: 1) edad (categorizada), 2) sexo (hombre/mujer) y 3) estrato económico. Además, se incorporaron algunas características representativas del entorno urbano donde se desarrollan los viajes: 4) el logaritmo de la distancia (medida en kilómetros por la red vial de CDMX) entre el distrito de tránsito de origen y el de destino del viaje; y 5) el índice de rugosidad⁷ del distrito de tránsito donde se reporta el origen del viaje; este índice es la desviación estándar de la pendiente del terreno (escala 1:90). Este conjunto de variables permite hacer una aproximación general a las condiciones que la ciudad ofrece para examinar el ambiente ciclista (CROW, 1993; UNED, 2007, SICK, & al., 2013; TRANSPORT FOR LONDON, 2018; DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2021).

El efecto esperado de este grupo de variables es que, a partir de su interacción espacial, se pueda estimar la probabilidad de que los viajes relacionados con CDMX se realicen en bicicleta. Después de una serie de calibraciones e iteraciones, el modelo que aquí se presenta fue el más consistente, en el que todas las variables tienen significancia estadística. En la FIG. 10 se muestran los resultados del modelo con los coeficientes (Beta) y el grado de significancia de cada variable.

Variable	Beta (B)	Error estándar	Valor Z	Exp (B)	Significancia
Sexo (o mujer, 1 hombre)	1,50636	0,17332	8,691	4,51	***
Edad (años)					
6 – 14 y 65 y más (categoría latente)					
15 – 24	1,18257	0,27113	4,362	3,26	***
25 – 64	1,03440	0,21986	4,705	2,81	***
Estrato					
Bajo (categoría latente)					
Medio	-0,47161	0,17095	-2,759	0,62	**
Alto	-0,84281	0,22940	-3,674	0,43	***
Distancia (km) (logaritmo)	-1,12484	0,08541	-13,169	0,32	***
Rugosidad del origen	-0,08620	0,01607	-5,365	0,91	***
Constante	8,48015	0,69391	12,221		***

*** Significativo 0,0, ** Significativo a 0,001

R2 (McFadden)= 0,25

Variable dependiente: Modo (uso bicicleta= 1, otros modos= 2)

Variables independientes: Sexo, Edad (por categorías), Estrato económico, Distancia (logaritmo) y Rugosidad

FIG. 10/ CDMX: modelo de regresión logística para probabilidad de viajes en bicicleta, 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

⁷ Se trata de la desviación estándar de la pendiente de un distrito de tránsito. Cada distrito de tránsito se fragmenta en celdas de 90 x 90 metros y se obtiene la pendiente, a partir

de esos resultados se calculó la desviación estándar. El índice de rugosidad indica la diferencia altitudinal, y por tanto de pendiente, que hay dentro de cada distrito de tránsito.

5. Resultados

Los coeficientes de la regresión indican que los hombres tienen 4,5 veces más probabilidad de usar la bicicleta para realizar un viaje, en comparación con las mujeres. Por rango de edad, los grupos etarios de entre 15 a 24 años (población joven) y el de 25 – 64 (adultos), registran una mayor probabilidad de usar de la bicicleta en comparación con los grupos de 6 a 14 (menores de edad) y de 65 años y más (adultos mayores). Estos primeros resultados indican que la política de movilidad en bicicleta debe enfocarse a los jóvenes y adultos, que en teoría son los grupos que tienen más movilidad en la ciudad. En cuanto al estrato económico, se reconoce que a medida que aumenta el estrato, disminuye la probabilidad de uso de la bicicleta: a mayores ingresos se reduce la probabilidad de utilizar la bicicleta como modo de transporte.

Respecto a las variables del entorno urbano se obtuvo lo siguiente. Al aumentar la distancia del viaje, disminuye la probabilidad de usar de la bicicleta como modo de transporte; de esta manera, cada vez que se duplica la distancia del viaje, la probabilidad de realizarlo en bicicleta disminuye en dos terceras partes. Por su parte, si la rugosidad del terreno (pendiente) en el lugar de origen del viaje es alta, se reduce la probabilidad de uso de la bicicleta. Estadísticamente, la probabilidad de uso disminuye 9% cuando la rugosidad del terreno se duplica en el lugar de inicio del viaje.

Con base en los resultados de la regresión, el modelo logístico asigna probabilidades de uso de bici a cada registro de viaje; si se agregan las probabilidades, es factible hacer el cálculo para cada desplazamiento en pares origen-destino. Como se describió el proceso en las Figs. 6, 7 y 8, la probabilidad de uso de bicicleta se jerarquizó en cinco niveles: *Muy alta*, *Alta*, *Media*, *Baja* y *Muy baja*. El resultado de esta categorización de la red vial primaria de CDMX se muestra en la Fig. 11. A continuación se presenta un análisis más detallado de los resultados.

Primeramente, en un panorama general de CDMX, las vías que recorren la zona central de la ciudad obtuvieron las más altas probabilidades de circulación ciclista que, como se señaló, es la zona de mayor actividad económica y de concentración de empleos, por lo que consolidar la movilidad ciclista contribuiría a mejorar la accesibilidad al

trabajo y reduciría el uso del transporte público (PRITCHARD, & al., 2019; QUIAN & NIEMEIER, 2019). Por su parte, las vías con probabilidad media y baja son las localizadas en el sur y el oriente de la ciudad. La probabilidad más baja la obtuvieron las vías que recorren zonas con mayor pendiente (mayor rugosidad del terreno), que espacialmente coinciden con las zonas de mayor marginación en la periferia sur de CDMX.

Específicamente, las avenidas como el Paseo de la Reforma o de los Insurgentes, de mayor relevancia histórica, económica y turística en CDMX (y que en algunos tramos ya cuentan con infraestructura vial ciclista), sobresalen como las vías con una muy alta probabilidad de registrar e incrementar el número de viajes en bicicleta. También, son notorias dos rutas que confluyen en el centro de la ciudad, la primera inicia en el noreste de CDMX y se prolonga por la Avenida Centenario y F.C. Hidalgo, para después desembocar en el Paseo de la Reforma (lo que comienza a perfilar un circuito de movilidad ciclista a escala de ciudad).

La segunda ruta se extiende de sur a norte por avenida Insurgentes hasta avenida Puente de Alvarado, para continuar su trazo hacia el poniente por la Calzada México-Tacuba y, finalmente, prolongarse al norte de la ciudad, hasta los límites con el Estado de México, por la avenida de Las Granjas (estas dos rutas se interceptan en el cruce de las avenidas Insurgentes y Reforma, que puede considerarse como uno de los puntos medulares en la estrategia ciclista de la ciudad).

En la zona del Centro Histórico también existe un circuito de vías con alta probabilidad de viajes que, unidas, hipotéticamente, trazan un polígono que puede quedar delimitado de la siguiente manera: 1) al norte por el Eje 1 norte, 2) al oriente por el Eje 1 o 2 oriente, 3) al poniente con el Eje central, y 4) al sur por la avenida Fray Servando o una prolongación hasta el Eje 2 sur.

Hay una cuarta ruta con una alta probabilidad de viajes en bicicleta al sur de la ciudad, si bien no tiene una conectividad y continuidad definida como las anteriores, no debe ser omitida. Este trayecto conecta directamente con las avenidas División del Norte (norte-sur) y Miguel Ángel de Quevedo (este-oeste). A partir de estas vías hay ramificaciones que se extienden hacia Ciudad Universitaria y Jardines del Pedregal y, en Tlalpan, se prolongan hacia el sur hasta llegar a Xochimilco.

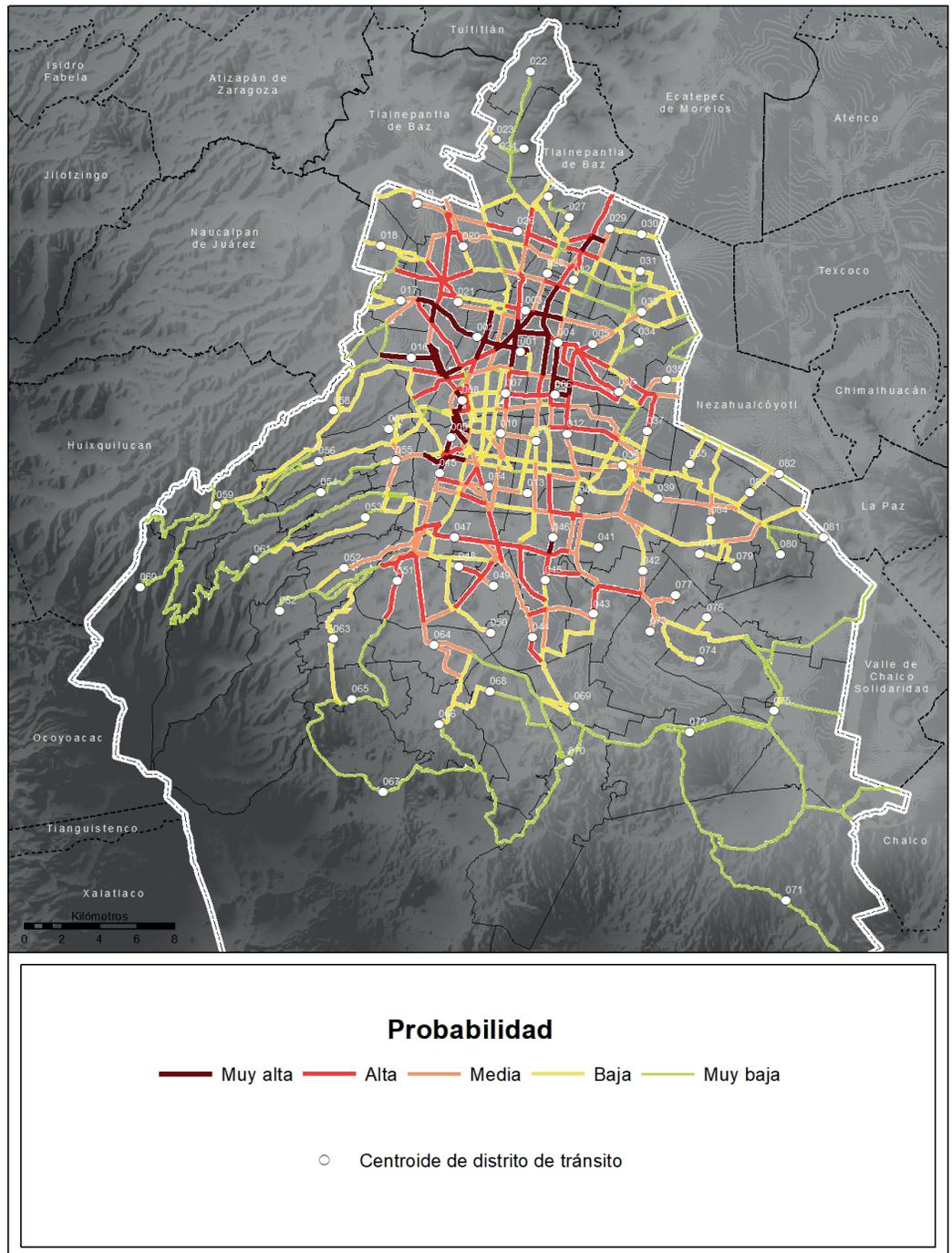


Fig. 11/ CDMX: jerarquización de las vías primaria para la construcción de vías ciclistas, 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

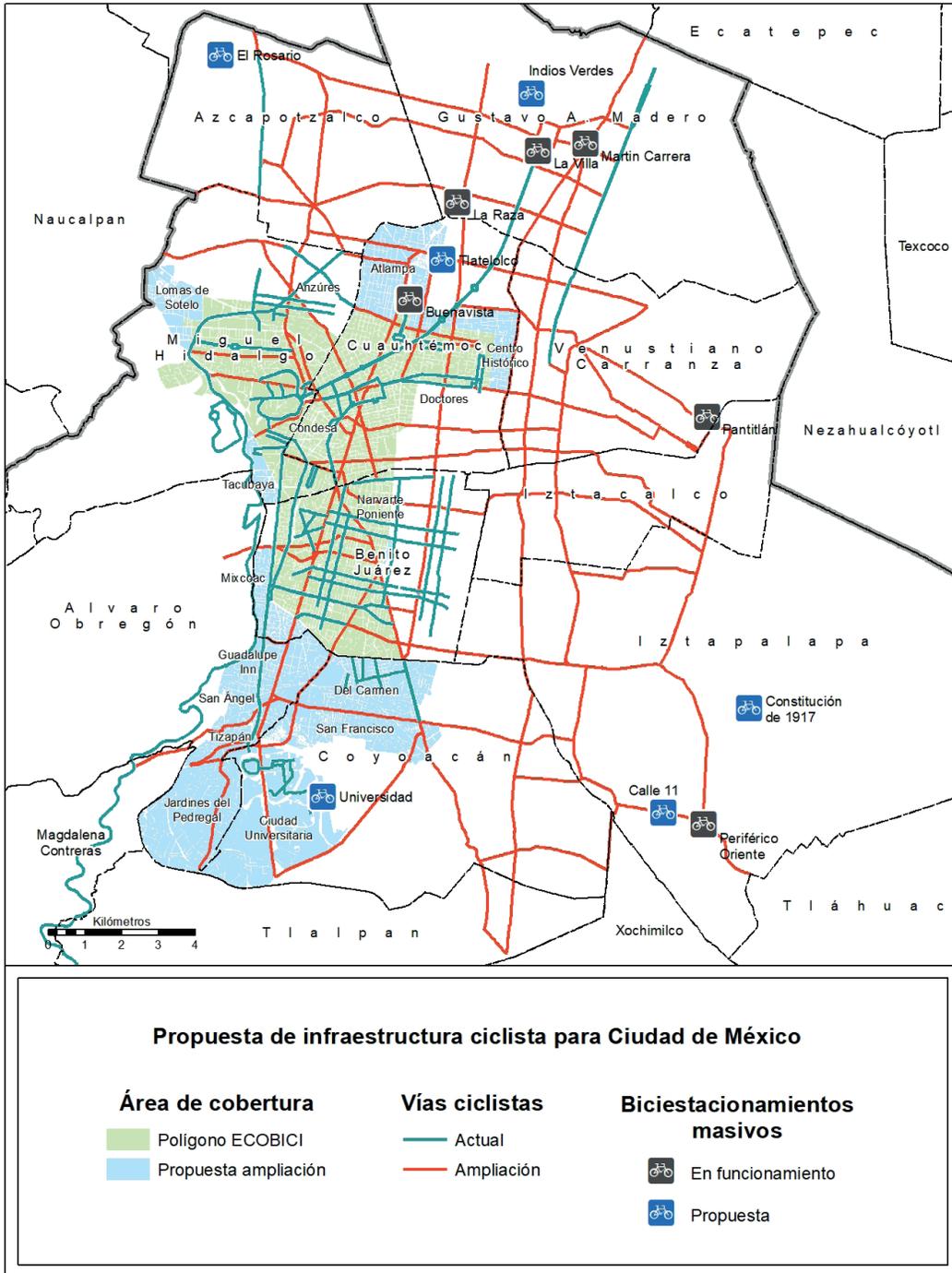


FIG. 12/ Plan Bici CDMX 2018

Fuente: Elaboración propia con base en el PlanBici 2018

El oriente de la ciudad, si bien reporta una importante cantidad de viajes en bicicleta, de acuerdo con el análisis realizado, las vías que cruzan esta demarcación obtuvieron una probabilidad media y baja, salvo algunos segmentos con alta probabilidad. A diferencia del resto de la ciudad, en esta zona serían factibles vías ciclistas locales en combinación con biciestacionamientos masivos.

El resultado de todo este análisis queda integrado en la estrategia de movilidad ciclista contenida en el *Plan Bici CDMX* (FIG. 12). En primer lugar, destaca la viabilidad de continuar con la política de movilidad ciclista en Ciudad de México, a partir de la infraestructura con que ya cuenta el programa Ecobici. La estrategia apunta a que el polígono de cobertura de este sistema de bicicletas debe ampliarse hacia el nororiente de CDMX, pero principalmente hacia el sur para conectarse con las instalaciones del campus central de la Universidad Nacional Autónoma de México (polígono de Ciudad Universitaria), que cuenta con el programa BiciPUMA, el cual es un programa de movilidad en bicicleta exclusivo para la comunidad universitaria (ciclovías y biciestacionamientos). De esta manera, se formaría un corredor de movilidad ciclista (alto volumen de viajes), que va desde el centro de la ciudad y llegaría hasta el límite de las alcaldías Coyoacán y Tlalpan (sur).

En segundo lugar, a partir de las ciclovías, ciclocarriles, vías ciclistas compartidas y carriles bus-bici ya existentes en la ciudad, la infraestructura se podría extender en algunas zonas y se dotaría de nuevas vías en otras, para así conectar y construir una red de movilidad ciclista. Es importante notar que la jerarquización de rutas de ciclovías debe estar sujeta a un análisis micro, en la que se debe considerar la capacidad de las vías, así como factores de diseño urbano, viabilidad socioeconómica, la conectividad de destinos intermedios y la gestión jurídica (CROW, 1993). Las vías que se presentan en este plan son ilustrativas de los distritos de tránsito que deben ser conectados y no necesariamente de las vías donde se deba construir infraestructura de circulación ciclista, todo con base en análisis y resultados meramente estadísticos sin que se hayan tomado en consideración las opiniones de la población.

En tercer lugar, está la iniciativa de instalar nuevos biciestacionamientos masivos en la periferia oriente y norte de la ciudad, en las estaciones del STC Metro: Periférico Oriente (Línea 12), Constitución de 1917 (Línea 8),

Pantitlán (Líneas A, 1, 5 y 9), Martín Carrera (Línea 4), La Villa (Línea 6), La Raza (Línea 5) y Buenavista (Línea B). Con estos biciestacionamientos se fomentaría el uso de la bicicleta mediante el incremento de la conectividad a través de la multimodalidad, por ejemplo, un usuario desde su hogar viaja en bicicleta hasta la estación del STC Metro más cercana donde haya un biciestacionamiento, en este sitio tiene la opción de resguardar su bicicleta y caminar, una distancia mínima, para abortar el STC Metro (lo cual también ayudaría, de manera directa, a reducir los viajes en transporte colectivo).

Con la tecnología actual, será posible hacer un seguimiento dinámico, tanto espacial como temporal, de la estrategia de movilidad ciclista para evaluar su eficiencia en tiempo real (JOO & OH, 2013; OSORNO & al. 2019). Así lo demostró el trabajo fundacional de O'BRIEN & al. (2014), que, al examinar 38 sistemas de bicicletas compartidas en ciudades de Europa, Oriente Medio, Asia, Australasia y América, propusieron una taxonomía de los sistemas en función de la huella geográfica y las variaciones espaciotemporales en la tasa de ocupación.

6. Conclusiones

En el diseño del *Plan Bici CDMX* se propone una metodología válida y sólida en términos empíricos y, con base en los resultados obtenidos, se definió una estrategia de movilidad en bicicleta. El objetivo fue identificar y jerarquizar las diferentes áreas de la ciudad con el potencial para: 1) incrementar su infraestructura ciclista, o 2) dotarla de nueva infraestructura. También, mediante la conexión de ambas, se pretende conformar una red de movilidad ciclista que cubra, en la medida que sea posible, la totalidad de la ciudad.

La propuesta de tomar como núcleo el programa Ecobici para proyectar la ampliación, la conexión y dar forma a esa red ciclista que cubra la mayor parte de la ciudad, es totalmente viable y más aún, deseable. Diversas investigaciones han demostrado que el éxito de un programa de bicicletas públicas (entendido como la utilización de la infraestructura), está altamente correlacionado con la accesibilidad espacial, principalmente en las áreas de cobertura que coinciden con zonas habitacionales o de trabajo (BACHAND-MARLEAU

& al., 2012; PRITCHARD & al., 2019; QUIAN & NIEMEIER, 2019).

Entre las limitaciones de este estudio, está la restricción para dar seguimiento y evaluar el impacto que pueda generar la propuesta incluida en el Plan Bici. En este sentido, entre los estudios en los que se ha evaluado la estrategia de movilidad ciclista en CDMX, están los conteos ciclistas 2017 y 2018 (SEDEMA 2017; 2018), en los cuales se calcula el uso de las vías ciclistas a partir de un cociente, que resulta de dividir el número de viajes en bici entre el tipo de vía. Los resultados indicaron que las ciclovías y los ciclocarriles se utilizan más de lo esperado y, por lo tanto, se requería más infraestructura y equipamiento para el uso de la bicicleta, para cubrir la demanda ciclista. De esta manera, al reconocer que la infraestructura ciclista estimula la generación de viajes en bicicleta, una de las investigaciones pendientes es el proceso de evaluación de las propuestas del Plan Bici, sin que esto se interponga con los esfuerzos que se están realizando en la ciudad y, que, por el contrario, se complementa para así cumplir con el objetivo de cada vez utilizar más modos de transporte sustentables y reducir el uso del automóvil.

7. Bibliografía

- ANDERSON, L. & SCHNOR, P. & SCHROLL, M. & HEIN, H. (2000): All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch. Intern. Med.*, 160(11), 1621-1628.
- BACHAND-MARLEAU, J. & LEE, B.H.Y. & EL-GENEIDY A.M. (2012): Better understanding of factor influencing likelihood of using shared bicycle system and frequency use. *Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board*, 2314(1), 66-71.
- BORREGO-HERNÁNDEZ, O. & GARCÍA REYNOSO A. & OJEDA-RAMÍREZ M. & SUÁREZ LASTRA M. (2014): Retrospective health impact assessment for ozone pollution in Mexico City from 1991 to 2011. *Atmósfera*, 27(3), 261-271.
- CLARK, W.A.V. & HOSKING P.L. (1986): *Statistical Methods for Geographers*, New York, John Wiley & Sons.
- CROW (1993): *Sign up for the bike: Design manual for a cycle-friendly infrastructure*, Netherlands, Centre for Research and Contract Standardization in Civil Engineering.
- DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (2020): *Seattle Bicycle Master Plan. 2021-2024 Implementation Plan*. Seattle Department of Transportation. [Fecha de la consulta: 15/07/2020]
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA (1978): *Bicycle Strategies to Reduce Air Pollution*, Washington D.C., United States, Environmental Protection Agency, Office of Transportation and Land Use Policy.
- FISHMAN, E. & WASHINGTON S. & HAWORTH N. (2013): Bike Share: A Synthesis of the Literature, *Transport Reviews. A Transnational Transdisciplinary Journal*, 33(2), 148-165.
- FOTHERINGHAM, A. S. (1981): Spatial structure and distance decay parameters. *Annals of Association of American Geographers*, 71, 3.
- _____. (1982): Distance-decay parameters: a reply. *Annals of Association of American Geographers*, 72, 4.
- FRIMAN, M. & LARHULT, L. & GÄRLING, T. (2012): An analysis of soft transport policy measures implemented in Sweden to reduce private car use. *Transportation*, 40, 109-129.
- GACETA OFICIAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO (2017): *Primer programa de sustitución de vehículos que cuentan con 10 o más años de antigüedad, que prestan el servicio de transporte de pasajeros público colectivo concesionado clasificado como Ruta, 2020*, Vigésima Primera Época, 15 de septiembre de 2020, n° 431. [Fecha de la consulta: 21/09/2020].
- GARCÍA REYNOSO, A. & JAZCILEVICH, A. & RUIZ SUÁREZ, L. & TORRES JARDÓN, R. & SUÁREZ LASTRA, M. & RESÉNDIZ JUÁREZ, N. (2009): Ozone weekend effect analysis in Mexico City. *Atmósfera*, 22(3), pp. 281-297.
- GLAESER, E. (2011): Triumph of the City. How our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier and happier, *The Penguin Press*.
- GOBIERNO DE JALISCO (2009): *Plan Maestro de Movilidad Urbana No Motorizada del área Metropolitana de Guadalajara*. Jalisco, México. [Fecha de la consulta: 29/05/2019].
- GOBIERNO DE YUCATÁN (2016): *Plan de Movilidad Urbana No Motorizada para la Zona Metropolitana de Mérida*. Yucatán, México. [Fecha de la consulta: 29/05/2019].
- GÖSSLING, S. (2013): Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196-206.
- HOSMER, D.W. & LEMESHOW, S. & STURDIVANT, R.X. (2013): *Applied Logistic Regression*, New Jersey, Wiley & Sons, Third Edition.
- INSTITUTO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL, IMPLAN (2018): *Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable para la Zona Metropolitana de Tijuana-Tecate-Playas de Rosarito*. [Fecha de la consulta: 29/05/2019].
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI (s/f): *Vehículos de motor registrados en circulación. Conjunto de datos*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [Fecha de la consulta: 25/09/2018].
- _____. (2021): *Censo de Población y Vivienda 2020*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- _____. - GOBIERNOS DEL DISTRITO FEDERAL, GDF - ESTADO DE MÉXICO, EDOMEX (2007): *Encuesta*

- Origen-Destino de los viajes de los residentes de la Zona Metropolitana del Valle de México*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Gobierno del Distrito Federal y Gobierno del Estado de México.
- _____- SECRETARÍA DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD SETRAVI - INSTITUTO DE INGENIERÍA II(2017): *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal, Instituto de Ingeniería, UNAM.
- JAZCILEVICH, A. & REYNOSO, A. & GRUTTER, M. & DELGADO, J. & AYALA, U. & SUÁREZ, M. & ZUK, M. & OROPEZA, R. & LENTS, J. & DAVIS, N. (2011): An evaluation of the hybrid car technology for the Mexico Mega City. *Journal of Power Sources*, (196), 5704-5718.
- JOHANSSON, C. & LÖVENHEIM, B. & SCHANTZ, P. & WAHLGREN, L. & ALMSTRÖM, P. & MARKSTEDT, A. & STRÖMGREN, M. & FORSBERG, B. & SOMMAR, J.N. (2017): Impacts on air pollution and health by changing from car to bicycle. *Science of the Total Environment*, 584-585, 55-63.
- JOO, SH. & OH, CH. (2013): A novel method to monitor bicycling environments. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 54, 1-13.
- O'BRIEN, O. & CHESHIRE, J. & BATTY, M. (2014): Mining bicycle sharing data for generating insights into sustainable transport systems. *Journal of Transport Geography*, 34, 262-273.
- OECD (2004): National Policies to Promote Cycling. Organization for Economic Cooperation and Development. En *European Conference of the Ministers of Transport*, Paris, France.
- OJA, P. & TITZE, S. & BAUMAN, A. & DE GEUS, B. & KRENN, P. & REGER-NASH, B. & KOHLBERGER, T. (2011): Health benefits of cycling: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, John Wiley & Sons, 21(4), 496-509.
- OSORNO-COVARRUBIAS, F.J. & SUAREZ-LASTRA, L. & RUIZ-CASTAÑEDA, L. F. (2019): 3D online, dynamic, interactive cartography of spatiotemporal mobility patterns. Case study: the "Ecobici" bike sharing system of Mexico City. *Terra Digitalis*, 3 (2).
- O'SULLIVAN, D. (2018): *Bikes coast into Swiss constitution with clear voter support*. [Fecha de la consulta: 29/05/2019].
- PUCHER, J. & DILL, J. & HANDY, S. (2010): Infrastructure, programs and policies to increase cycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50, S106-S125.
- PRITCHARD, J. & BOGADO, D. & GIANNOTTI, M. & GEURS K. (2019): Potential impacts of bike-and-ride on job accessibility and spatial equity in São Paulo, Brazil. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 121, 386-400.
- QUIAN, X. & NIEMEIER, D. (2019): High impact prioritization of bikeshare program investment to improve disadvantaged communities' access to jobs and essential services. *Journal of Transport Geography*, 76, 52-70.
- ROBLES, J. (2009): Madero se convertirá en calle para peatones. *El Universal*, nota del 17 de agosto de 2009. Ciudad de México. [Fecha de la consulta: 22/09/2020].
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, SEDEMA(2008): *Primer conteo de ciclistas en el Distrito Federal*, México.
- _____(2009): *Segundo conteo de ciclistas en el Distrito Federal*, México.
- _____(2010): *Tercer conteo de ciclistas en el Distrito Federal*, México.
- _____(2012a): *Cuarto conteo de ciclistas en el Distrito Federal*, México.
- _____(2012b): *Estrategia de Movilidad en bicicleta en Ciudad de México 2006-2012*. México.
- _____(2013): *Conteos ciclistas en el Distrito Federal y en el Polígono de Ecobici*, México.
- _____(2014): *Conteo de ciclistas en el radio de influencia del biestacionamiento masivo en el Centro de Transferencia Modal en la estación del S.C.T. Metro Pantitlán*, México.
- _____(2015): *Estudio de Movilidad Ciclista 2015 en el Distrito Federal y Polígonos del Sistema de Transporte Individual Ecobici*, México.
- _____(2016): *Estudio de Movilidad Ciclista 2016*, México.
- _____(2017): *Estudio de Movilidad Ciclista 2017 (EMC17)*, SEDEMA/CDMX, México.
- _____(2018): *Estudio de Movilidad Ciclista y Encuesta de Percepción 2018*, SEDEMA/CDMX, México.
- SECRETARÍA DE MOVILIDAD, SEMOVI (2019): *Presenta Gobierno de la Ciudad de México El Plan de Reducción de Emisiones del Sector Movilidad*, Secretaría de Movilidad del Gobierno de Ciudad de México. [Fecha de la consulta: 21/09/2020].
- SHAHEEN, S. & Guzman, S. & Zhang, H. (2010): Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, And Future. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2143(1), 159-167.
- SICK NIELSEN, T.A. & OLAFSSON, A.S. & CARSTENSEN, T.A. & SKOV-PETERSEN, H. (2013): Environmental correlates of cycling: Evaluating urban form and location effects based on Danish micro-data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 22, 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.017>
- SUÁREZ, M. & DELGADO, J. (2015): Entre mi casa y mi destino. Movilidad y transporte en México. Encuesta Nacional de Movilidad y Transporte. En: J. FLORES (Coord.), *Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes temas nacionales*. México, IIJ/UNAM.
- _____ & GALINDO, C. & MURATA, M. (2016): *Bicicletas para la ciudad: Una propuesta metodológica para el diagnóstico y la planeación de infraestructura ciclista*. México, Instituto de Geografía, UNAM.
- _____ & PERALTA, A. & GALINDO, C. (2018): *Plan Bici CDMX*, México, Banco Interamericano de Desarrollo, Secretaría de Movilidad, Gobierno de la Ciudad de México.
- TOMTOM TRAFFIC INDEX (2017, 2018, 2019): *Measuring Congestion Worldwide*. [Fecha de la consulta: 27/01/2020].
- TRANSPORT FOR LONDON (2018): *Cycling Action Plan. Making London the world's best big city for*

cycling. Transport for London. [Fecha de la consulta: 27/05/2021].
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA, UNED (2007): *Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Área de Gobierno de Urbanismo, Vivienda e Infraestructuras. España. [Fecha de la consulta: 17/01/2020].

8. Listado de Acrónimos/Siglas

CDMX	Ciudad de México
EOD17	Encuesta Origen-Destino de los viajes de los residentes del área metropolitana de la Ciudad de México 2017

INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
STC Metro	Sistema de Transporte Colectivo Metro
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
SEDEMA	Secretaría de Medio Ambiente
SEMOVI	Secretaría de Movilidad
EPA	Environmental Protection Agency
IMPLAN	Instituto de Planeación Municipal
GDF	Gobiernos del Distrito Federal
EDOMEX	Estado de México
SETRAVI	Secretaría de Transporte y Vialidad
II	Instituto de Ingeniería
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México