



Patrones y costos de movilidad cotidiana 2019 en Ciudad Juárez, Chihuahua, México



Isaac Chaparro Hernández

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, México.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6448-4433>

Recibido: 21 de abril de 2021. Aceptado: 11 de junio de 2022.

RESUMEN

El presente artículo expone los patrones de movilidad cotidiana durante el 2019 en Ciudad Juárez, Chihuahua. Debido a la falta de información reciente y disponible, se aplicaron encuestas origen-destino, estadística tradicional y el algoritmo de Dijkstra por medio de Sistemas de Información Geográfica, para analizar los desplazamientos en toda el área urbana dividida en 64 polígonos. Los patrones descriptivos a escala urbana se determinaron a partir de variables como las distancias y tiempos de cada viaje, lugares de origen y destino, horarios, motivos, tipos de transporte, gasto e ingreso familiar. Los resultados exponen las zonas con mayor demanda de movilidad, así como las preferencias y costos que implica desplazarse dentro de la ciudad antes de las restricciones de movilidad causadas por el COVID-19 y la construcción de nuevos proyectos de movilidad continua vehicular, ciclovías y una segunda ruta troncal de BRT.

Palabras clave: *Movilidad cotidiana. Patrones de movilidad. Encuesta origen-destino. Costos de movilidad. Algoritmo de Dijkstra.*

Daily mobility patterns and costs 2019 in Ciudad Juárez, Chihuahua

ABSTRACT

This research presents the daily mobility patterns during 2019 in Ciudad Juárez, Chihuahua. Due to the lack of recent and available information, origin-destination surveys, traditional statistics and Dijkstra's algorithm using Geographic Information Systems, to analyze displacements throughout the urban area divided into 64 polygons. Descriptive patterns at the urban scale were determined from variables such as distances and times of each trip, origin and destination places, schedules, reasons, types of transportation, expenditure and household income. The results show the areas with the highest demand for mobility, as well as the preferences and costs involved in moving within the city

before the mobility restrictions caused by COVID-19 and the construction of new continuous vehicular mobility projects, bike routes and a second BRT line.

Keywords: *Daily mobility. Mobility patterns. Origin-destination surveys. Mobility costs. Dijkstra's algorithm.*

Palavras-chave: *Mobilidade diária. Padrões de mobilidade. Pesquisas origem-destino. Custos de mobilidade. Algoritmo de Dijkstra.*

INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana forma parte de las dinámicas que dan vida a las ciudades, no solo describe el desplazamiento de un punto a otro, sino que refleja la organización espacial de las actividades, flujos y distribución de bienes y servicios que influyen en el desarrollo económico y social, tanto para el área urbana como para cada individuo que participa dentro de ella. Por tal motivo, el análisis de patrones de movilidad se convierte en una tarea importante y compleja, tanto en la definición de una estructura urbana como en la adquisición de datos para determinar el cómo, cuándo y porqué las personas se mueven en el espacio urbano, escenarios que no son estáticos ni constantes.

En Ciudad Juárez existe poca información de movilidad detallada y disponible para su análisis, lo cual se considera un problema en la realización de estudios que buscan favorecer la comprensión y la toma de decisiones en el mejoramiento de la movilidad urbana. Cabe destacar que el tema es frecuentemente utilizado en documentos e informes como el Plan de Desarrollo Urbano Sostenible 2016 (IMIP, 2016), el Plan de Desarrollo Urbano (IMIP, 2010) y el diagnóstico Así Estamos Juárez (Plan Estratégico de Juárez, A.C., 2018), sin embargo, los datos son expuestos de manera resumida sin dar mayores detalles, algunos de ellos son: tipo de transporte usado con frecuencia, datos globales de uso y motivo, tiempo de viaje globales, censos vehiculares y opiniones de calidad de servicios, información que no permite profundizar en estudios de movilidad.

La herramienta fundamental en este estudio es la encuesta origen-destino, ampliamente recomendada porque provee valiosa y detallada información de los viajes cotidianos (Casado, 2008; Miralles-Guasch, 2012), con la particularidad del alto costo de inversión por parte del investigador, motivo por el cual no es muy frecuente desarrollar este tipo de estudios (INEGI, 2017). Existen países que deciden invertir en este tipo de encuestas para mejorar sus políticas públicas y bienestar social. Algunos proyectos importantes a nivel internacional que se pueden mencionar son: EOD Santiago 2012 en Chile (Universidad Alberto Hurtado, 2012); EOD Valle de Aburrá en Colombia (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2012); MOVILIA en España (Ministerio de Fomento del Gobierno de España, 2007); *National Travel Survey* en el Reino Unido; *Swiss Travel Survey* en Suiza; *Mobility in German* en Alemania; *Enquêtes Ménages Déplacements* en Francia (Miralles-Guasch y Cebollada, 2009); la más reciente en el Valle de México en el 2017 (INEGI, 2017); en Bogotá la Encuesta de Movilidad 2019 (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2019) y la Encuesta de Movilidad en Día Laborable en Barcelona (IERMB, 2021).

México es considerado uno de los países a nivel mundial con información relevante (Miralles-Guasch y Cebollada, 2009), donde destaca el INEGI por aplicar encuestas en 1983, 1994, 2007 y 2015. También hay registros de estudios privados y por parte del gobierno como el caso de Puebla en 1976 y 1983; Monterrey en 1983; la Ciudad de México en 1979 y 1984; Guadalajara en 1985; Tampico en 1998; San Luis Potosí en el 2000 y D.F. en 2004 (Casado, 2008). En el contexto de Ciudad Juárez, en 1992 se hizo por primera vez un estudio vial y de transporte, simultáneamente con la creación del Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ciudad Juárez (Miker, 2006),

institución que posteriormente aplicó una encuesta origen-destino en 1997 y 2006 (Fuentes, 2008). Por último, la investigación de Ortiz (2018) es la más reciente con datos detallados del funcionamiento de la primera ruta troncal BRT, llamada Vive-Bús, posteriormente Eco-Bús y en la actualidad Bravo-Bús.

El objetivo central de esta investigación es determinar los patrones de movilidad, así como los costos que invierte la población para desplazarse por la red vial existente, para solventar necesidades primarias y secundarias con motivos específicos, como el trabajo, la educación, salud, adquisición de servicios, productos, entre otros. La recaudación de información por medio de encuestas origen-destino y el diagnóstico proporcionan una fotografía de la movilidad en Ciudad Juárez de enero a diciembre del 2019, previo a los efectos que ha provocado mundialmente el COVID-19 y a diferentes obras importantes que se están construyendo en la ciudad, que hipotéticamente podrían modificar los patrones de movilidad y estructura urbana. Los resultados aquí mostrados pretenden establecer un punto de partida para estudios posteriores que muestren los cambios históricos de patrones de movilidad, así como la evaluación del funcionamiento de las nuevas obras de infraestructura que se están llevando a cabo. También es de interés aplicar en un futuro estos mismos estudios en otras ciudades con similitudes a Ciudad Juárez, como el caso de ciudades fronterizas colindantes con Estados Unidos.

El artículo está dividido en cuatro secciones: El marco teórico donde se discute la relación de la estructura urbana con la movilidad, con énfasis en el costo de los desplazamientos a partir de la localización de la vivienda y de las zonas donde se desarrollan las actividades urbanas. Además, se desmenuza el concepto de movilidad cotidiana, su importancia y la necesidad de realizar este tipo de estudios periódicamente. En un segundo momento, se describe a Ciudad Juárez como área de estudio, con énfasis en su caracterización territorial y geográfica, los parámetros generales de movilidad según informes de instituciones y los cambios importantes que están aconteciendo en la ciudad. En la tercera sección se muestran los pasos de la metodología, donde se aborda el cálculo de la muestra estadística para la aplicación de las encuestas origen-destino, la logística de aplicación y el análisis de redes por medio del algoritmo de Dijkstra. En el cuarto punto se expondrán los resultados descriptivos de las encuestas, específicamente las áreas urbanas con mayor y menor demanda de movilidad, los tiempos y distancias invertidos por las personas, motivos de movilidad por edad, género, horarios de demanda y costos promedio. Por último, las conclusiones enfatizan la situación de movilidad durante el 2019 y una breve reflexión acerca de un posible cambio en los patrones a corto plazo.

MARCO TEÓRICO

Al considerar la teoría de la localización y relacionarla con los lugares centrales de las estructuras urbanas, la movilidad es la protagonista por los costos que una persona debe invertir en función de la distancia y otras fricciones que debe superar. Lo anterior formula la hipótesis de que existe una limitación de desplazamiento desde la vivienda hasta los lugares que requiere visitar para realizar sus actividades cotidianas, y que dicha limitación dependerá de los recursos disponibles que posea el individuo, principalmente el tiempo y el ingreso económico familiar, del cual estará dispuesto a utilizar para destinarlo al transporte.

La relación entre la movilidad y la estructura urbana está compuesta por comportamientos dinámicos como la densidad de población, valores y renta del suelo, localización de los centros y subcentros laborales, conectividad vial de las zonas habitacionales, entre otros (Obregón-Brosca y Betanzo-Quezada, 2015). En este sentido la estructura

física del área urbana produce una demanda de movilidad, es decir, hay evidencia de la relación entre la concentración de la población y el costo que implica moverse por la ciudad (Gakenheimer, 1998), esta relación simultáneamente influye en la localización de las actividades urbanas (Miralles-Guasch, 2012). En términos de intensidad como de obligatoriedad, la movilidad urbana se transforma en patrones que describen el comportamiento de grupos con características similares en condiciones temporales, sociales y económicas en el sentido individual y colectivo.

Por la configuración que han sufrido las ciudades a lo largo de su historia, existe un desequilibrio entre oferta y demanda que ocasiona la concentración de empleo y servicios en zonas urbanas definidas, pero alejadas de una importante cantidad de viviendas. El distanciamiento físico entre los puntos de origen y de destino crea un desajuste espacial (Graizbord, 2008), que además, dan evidencia de un distanciamiento de los espacios con actividad productiva y reproductiva, la cual genera la necesidad de ejecutar viajes para solventar necesidades (Harvey, 1989). Cabe resaltar que la localización del hogar también dependerá de la capacidad económica del propietario, bajo el escenario de que la renta será más cara con un ahorro en el costo de movilidad, si la vivienda se localiza en zonas cercanas a los centros y subcentros de empleo y servicios; en contraste, si la vivienda se encuentra alejada de las zonas productivas urbanas, la renta será más baja a costa de un incremento en la inversión destinada a la movilidad (Alonso, 1964). Esta situación se observa actualmente en los asentamientos de viviendas ubicadas en la periferia que genera un círculo vicioso con mayor afectación a las clases más bajas (Suárez et al., 2016).

La literatura muestra con frecuencia los conceptos de transporte y movilidad, inclusive algunos autores los consideran como sinónimos. No obstante, el transporte es visto como el conjunto de formas y medios en que una persona se desplaza: caminar, medios motorizados particulares, la bicicleta, el autobús, entre otros, e incluye los factores operacionales, logísticos y técnicos, en otras palabras, es el componente material de la movilidad (Gutiérrez, 2010; Gutiérrez, 2012). En contraparte, el concepto de movilidad involucra comportamientos psicológicos, motivos, experiencias sociales, organización espacial y otros escenarios que comúnmente son complejos de medir y analizar (Hermida, 2016). Ambos conceptos convergen en el viaje, que será la unidad de análisis en esta investigación.

Al momento de realizar un viaje, algunas variables que intervienen en la toma de decisiones son el ingreso económico, el costo del transporte, el tiempo del desplazamiento, comodidad y seguridad (González, 2018), incluso se pueden incorporar la calidad de los servicios de transporte y los efectos de la congestión vehicular (Avellaneda, 2007). Sin embargo, el parámetro más significativo es el ingreso destinado a la movilidad. En México, durante el 2018, se destinaba el 19% del ingreso familiar para realizar viajes, específicamente \$1815.00 pesos mensuales, 16% más alto que Canadá, 13% arriba que la Unión Europea y 10% más que en Estados Unidos (IMCO, 2018: 19). Estos datos comprueban que efectivamente las fricciones de desplazamiento en México son mayores, no obstante, se desconocen a una escala menor, como en el caso de Ciudad Juárez.

Movilidad Cotidiana

En la revisión de literatura, se encontró que el concepto es relativamente nuevo y está en constante cambio con el paso del tiempo, debido a que tiene un amplio abanico de causas, frecuencias y sujetos (Augé, 2007). Aunque la relevancia ha ido en aumento por considerarse un problema causado por los cambios territoriales y estructurales urbanos, avances tecnológicos y aumento de velocidad en el desarrollo de actividades en todo el mundo. En este sentido, se recomienda desarrollar análisis de modelos de movilidad cotidiana capaces de integrar variables como tiempos, costos,

motivos, horarios y caracterización social (Miralles-Guasch y Cebollada, 2009), que aportan a un mejor diagnóstico del área de estudio.

La movilidad urbana va más allá de analizar flujos de individuos o productos, explica con mayor énfasis los desplazamientos repetitivos para el acceso a servicios y bienes (Miralles-Guasch, 2002). Jirón et al. (2010) explican que la movilidad cotidiana es una práctica repetitiva social, por lo tanto, un solo viaje no es suficiente para explicar el fenómeno, y es necesario el estudio de la suma de viajes individuales (Miralles-Guasch y Cebollada, 2009) que por ser repetitivos pueden ser considerados como patrones (Cano et al., 2010). El análisis y la interpretación de los resultados posibilitan la relación con otras áreas y enfoques como estructuras sociales, desigualdad social (Naess, 2006), segregación residencial (Rodríguez, 2008), distanciamiento de espacios productivos y reproductivos (Harvey, 1989), entre otros.

Existen muchas clasificaciones de la movilidad cotidiana, las más sobresalientes son en términos de obligatoriedad que expone Naess (2006), la movilidad obligada está destinada a realizar actividades de primera necesidad como trabajo, escuela y salud, mientras que la no obligada se centra en desplazamientos para realizar actividades de ocio. Otro enfoque según Gutiérrez (2012) es en términos de intensidad, definida como hipermovilidad y la inmovilidad, en ella se discuten las fricciones entre ambas categorías por la facilidad y rapidez en que un individuo realiza sus viajes. Por último, González (2018) explica las movilidades cotidianas estratégicas, habituales e incorporadas, relacionadas a la localización de la vivienda, satisfacción de tareas y el potencial de realizar viajes respectivamente.

Los enfoques de análisis también son variados, sin embargo, se encuentra una preferencia por los que relacionan los tipos de transportes, las formas físicas, costos de construcción y operación, eficiencia de rutas e inversiones a corto y largo plazo. Otro enfoque es el conductista, el cual retoma las teorías de oferta y demanda, psicoanálisis y toma de decisiones al momento de realizar un viaje (Warner y Aberg, 2006; Morales-Soto et al., 2010). También desde la perspectiva histórica que proporciona detalles de la expansión y evolución de los sistemas de transporte y los beneficios sociales (Tolley y Turton, 2013). Por último, los métodos cualitativos y cuantitativos, que involucran estudios geográficos, análisis de redes, simulación y análisis con fundamento matemático (Rodríguez, 2000), categoría que se ajusta al desarrollo de este trabajo.

Área de estudio

Ciudad Juárez es parte del municipio de Juárez en Chihuahua al norte de México, alberga la mayor cantidad de población del Estado con 1,501,551 habitantes, de los cuales el 49.97% son del sexo femenino y el 50.03% masculino (INEGI, 2020). Su colindancia con El Paso Texas, favorece el intercambio terrestre de mercancías fabricadas por empresas maquiladoras, actividad que aporta el 59% de la economía de la ciudad, le siguen el comercio y los servicios con el 37% y el 4% en la construcción (IMIP, 2010). Lo anterior se comprueba por las 335 empresas dedicadas a la manufactura que registran producción al 2017 (Plan Estratégico de Juárez, A.C, 2018: 49), distribuidas en 38 parques industriales como se indica en la figura 1:

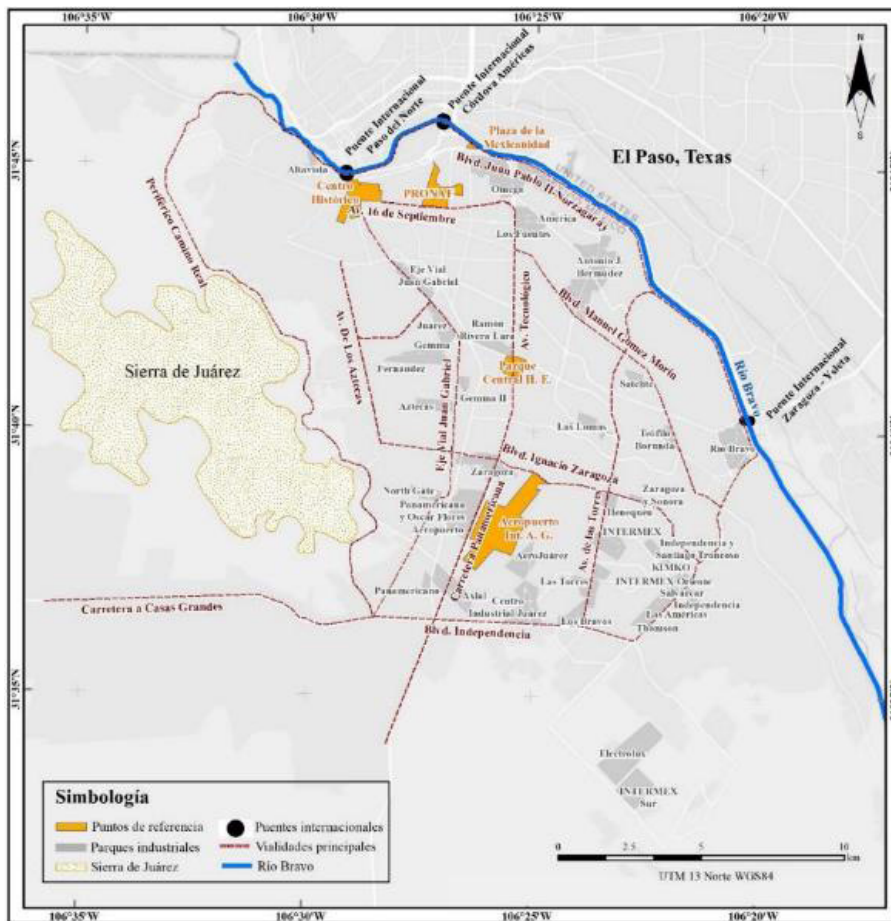


Figura 1. Localización y contexto de Ciudad Juárez, Chihuahua. Fuente: elaboración propia con datos del IMIP (2019).

La expansión de la ciudad presentó una aceleración en su crecimiento a partir de 1990, precisamente por las nuevas empresas maquiladoras que eran atractivas para personas obreras provenientes del sur del país, esto ocasionó una expansión de la mancha urbana del 52% en 20 años según datos del INEGI (1995; 2010). Aunado a la constante densificación y a la implementación de políticas de viviendas en las periferias de la ciudad, se impulsó el crecimiento desmedido de la zona urbana, situación que queda evidenciada con la tabla 1, la cual muestra la paulatina disminución de la densidad de población a partir de 1950. Esta situación crea el efecto del distanciamiento de la vivienda respecto a los centros y subcentros urbanos (Fuentes y Hernández, 2015).

Cuadro 1. Cambios de densidad de población de Ciudad Juárez (1900 – 2020). Fuente: López & Peña (2017) e INEGI (2020)

Año	Población	Área urbana (ha)	Densidad de población (hab/ha)
1900	8,218	61	135
1910	10,621	119	89
1920	19,457	Sin datos	Sin datos
1930	39,669	471	84
1940	48,881	563	87
1950	131,308	800	164
1960	276,995	1,894	146
1970	424,135	5,608	76
1980	567,365	9,395	60
1990	798,499	14,049	57
2000	1,217,818	21,572	56
2010	1,332,121	31,246	43
2015	1,314,517	35,345	37
2020	1,501,551	35,396	42

En términos de movilidad, factores como el crecimiento del parque automotor se ha incrementado 10.7% del 2015 al 2017 (Plan Estratégico de Juárez, A.C, 2018), una tasa de motorización de 437 vehículos por cada 1000 habitantes (ONU, 2015), con el efecto de congestión vehicular creciente, es decir, existe una interacción cotidiana de 524,117 automotores registrados en el padrón vehicular del 2016 (IMIP y Ayuntamiento de Juárez, 2016), 3358 camiones de transporte público y 99,628 camionetas y camiones de carga (Plan Estratégico de Juárez, A.C, 2018) que interactúan en una red vial de 327 km de longitud. En este sentido, Ciudad Juárez está posicionada en el lugar 11 a nivel nacional, y 581 en comparativos internacionales de congestión vehicular, con una velocidad promedio en cada desplazamiento de 40.2 km/h (INRIX, 2020). Como dato global, durante el 2015 se ejecutaban cerca de 130 millones de viajes cotidianos en todo el país, con un promedio de 44 minutos (Suárez y Delgado, 2015: 114).

La infraestructura toma un papel de gran importancia en la evolución histórica de la ciudad, donde el recurso económico es claramente más favorecedor hacia los automóviles. No obstante, en el periodo del 2005 al 2010 se construyó la primera ruta troncal del BRT que conecta el oriente de la ciudad hacia el centro geográfico, por el bulevar Ignacio Zaragoza y el Eje Vial Juan Gabriel (Ortega, 2016). Durante el 2020 y 2021 se comenzaron a implementar proyectos importantes como la segunda ruta troncal del BRT, el proyecto conecta el centro histórico con el Aeropuerto Internacional Abraham Gonzalez de norte a sur por las avenidas 16 de Septiembre, Paseo Triunfo de la República y Tecnológico (IMIP, 2019). También se está construyendo un circuito de ciclovías en la zona norte, con mayor presencia en el centro histórico y el PRONAF, con el objetivo de favorecer la movilidad por otros medios que no sea el automóvil. Se espera que al poner en funcionamiento estos proyectos, se mejore la competitividad por movilidad a nivel nacional, debido a que Chihuahua tiene un nivel medio-bajo (IMCO, 2018).

METODOLOGÍA

La revisión de investigaciones y proyectos de movilidad, aportó las características necesarias para llevar a cabo este estudio, y se resalta el completo trabajo que realizó el INEGI (2017) en la Zona Metropolitana del Estado de México. Por ende, se consideró su metodología para ajustarla al contexto de Ciudad Juárez y a las limitaciones económicas y operativas por no ser desarrollado por una institución o empresa. La mayor aportación metodológica es el cambio de escala de análisis: mientras que la EOD del INEGI analiza desplazamientos entre municipios conurbados, en este trabajo se analizan conjuntos de AGEB (Áreas Geoestadísticas Básicas) con características sociodemográficas similares, llamadas UTA (Unidades Territoriales de Análisis), las cuales favorecieron a observar la interacción de una forma más específica dentro de la estructura urbana local según los patrones de movilidad al 2019.

Muestra y localización

Con el censo de población del INEGI (2010), se consideraron 361,470 viviendas particulares habitadas, distribuidas en 637 AGEB. Con la ecuación 1, usada tradicionalmente para calcular el muestreo con población finita, se consideró la cantidad de viviendas como población, un nivel de confianza del 95%, margen de error del 5% y las probabilidades a favor y en contra de 50% debido a que no se tiene información previa. Finalmente, el tamaño de la muestra es de 384 viviendas habitadas, cantidad encuestada con una distribución geográfica homogénea dentro de la mancha urbana. Dentro de las viviendas muestreadas, se encuestaron a 1,126 personas, las cuales detallaron 5,851 viajes cotidianos desglosados en 397,868 datos puntuales.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

n = Muestra

N = Población finita

Z_a^2 = Nivel de confianza

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

d^2 = Margen de error

Posteriormente, se tomó como base el estudio acerca de la medición multidimensional de la pobreza en Ciudad Juárez (Fuentes, Peña, & Hernández, 2018), la cual aplica la metodología propuesta por el Coneval para analizar 13 indicadores del censo de población y vivienda del INEGI del 2010 a nivel de AGEB. El resultado de la investigación expuesto en la figura 2, delimita 64 UTA con similitudes sociodemográficas en que se divide la ciudad. Posteriormente por medio de un proceso en dos etapas, se determinó la cantidad de muestras necesarias y su localización, en proporción de la cantidad de viviendas habitadas contenidas dentro de cada UTA, ver tabla 2:

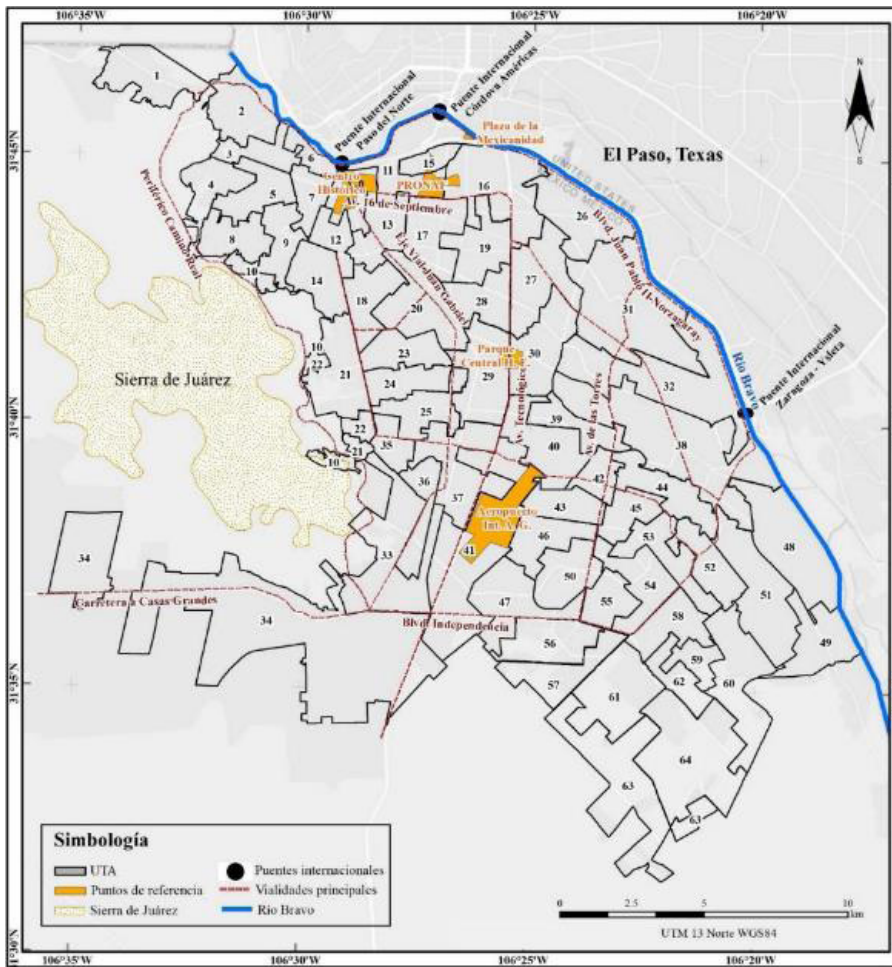


Figura 2. Formación de Unidades Territoriales de Análisis. Fuente: elaboración propia con base a Fuentes, Peña & Hernández (2018).

Cuadro 2. Muestras y factores de expansión por UTA. Fuente: elaboración propia.

UTA	Viviendas habitadas	Porcentaje del total	Muestras	Factor de Expansión
1	4,834	1.34%	5	966.80
2	5,495	1.52%	6	915.83
3	4,813	1.33%	5	962.60
4	3,886	1.08%	4	971.50
5	6,316	1.75%	7	902.29
6	2,926	0.81%	3	975.33
7	5,335	1.48%	6	889.17
8	6,057	1.68%	6	1009.50
9	5,593	1.55%	6	932.17
10	1,804	0.50%	2	902.00
11	5,392	1.49%	6	898.67
12	5,162	1.43%	6	860.33
13	5,893	1.63%	6	982.17

UTA	Viviendas habitadas	Porcentaje del total	Muestras	Factor de Expansión
14	6,415	1.77%	7	916.43
15	1,995	0.55%	2	997.50
16	5,520	1.53%	6	920.00
17	5,992	1.66%	6	998.67
18	5,828	1.61%	6	971.33
19	5,964	1.65%	6	994.00
20	5,914	1.64%	6	985.67
21	6,600	1.83%	7	942.86
22	3,128	0.87%	3	1042.67
23	5,112	1.41%	6	852.00
24	6,229	1.72%	7	889.86
25	5,102	1.41%	6	850.33
26	7,030	1.94%	7	1004.29
27	4,604	1.27%	5	920.80
28	6,541	1.81%	7	934.43
29	6,916	1.91%	7	988.00
30	5,873	1.62%	6	978.83
31	5,571	1.54%	6	928.50
32	6,262	1.73%	7	894.57
33	4,893	1.35%	5	978.60
34	3,823	1.06%	4	955.75
35	4,902	1.36%	5	980.40
36	5,559	1.54%	6	926.50
37	7,637	2.11%	8	954.63
38	5,397	1.49%	6	899.50
39	7,020	1.94%	7	1002.86
40	6,740	1.86%	7	962.86
41	5,388	1.49%	6	898.00
42	5,508	1.52%	6	918.00
43	5,440	1.50%	6	906.67
44	4,662	1.29%	5	932.40
45	6,676	1.85%	7	953.71
46	7,566	2.09%	8	945.75
47	4,599	1.27%	5	919.80
48	6,073	1.68%	6	1012.17
49	4,960	1.37%	5	992.00
50	9,226	2.55%	10	922.60
51	6,256	1.73%	7	893.71
52	6,628	1.83%	7	946.86
53	6,546	1.81%	7	935.14

UTA	Viviendas habitadas	Porcentaje del total	Muestras	Factor de Expansión
54	7,722	2.14%	8	965.25
55	4,641	1.28%	5	928.20
56	5,540	1.53%	6	923.33
57	6,935	1.92%	7	990.71
58	5,396	1.49%	6	899.33
59	4,708	1.30%	5	941.60
60	5,750	1.59%	6	958.33
61	7,869	2.18%	8	983.63
62	4,855	1.34%	5	971.00
63	6,167	1.71%	7	881.00
64	6,286	1.74%	7	898.00
Total	361,470	100.00%	384	

Encuesta origen-destino

Con base al levantamiento de información que realizó el INEGI (2017), los formatos y la logística de levantamiento se adecuaron para adquirir información detallada dentro del contexto de Ciudad Juárez. Algunos cambios importantes en los formatos fueron: la eliminación del número de AGEB, entidad, municipio, delegación, localidad y manzana, toda esta información se resumió con las coordenadas geográficas de la vivienda; se removieron los hologramas y medios de transporte que no se utilizan en la ciudad, como el colectivo, el metro y tren ligero. También se eliminaron las preguntas similares, con la finalidad de reducir la cantidad de tiempo invertido al momento de llenar las encuestas. En resumen, la encuesta se divide en características generales del hogar, medios de transporte utilizados cotidianamente, datos sociodemográficos y finalmente las tarjetas de viajes (Chaparro, 2020).

La recopilación de información aplica para cada integrante de la familia, cada persona encuestada describió a detalle todos los viajes que hace cotidianamente en un día entre semana y en un día del fin de semana. Para esto se utilizaron encuestas digitales que podrían ser llenadas por medio de dispositivos electrónicos, y también se aplicaron en papel. Las encuestas podían ser llenadas por el encuestador o por cada integrante en su tiempo libre, para ello, se realizaron videos tutoriales que explican a detalle la forma de llenar los formatos. La localización de origen y destino de cada viaje se verificó en Google Maps y se registraron las coordenadas geográficas, horarios, tiempos de desplazamientos, vialidades utilizadas, tipos de transporte, motivos y costos. Se coordinó un equipo de trabajo conformado por 132 encuestadores y 16 capturistas particulares y estudiantes de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Análisis de redes

Para la generación de modelos, se utilizó el análisis de redes basado en la teoría de grafos, utilizado en la geografía a partir de la década de los setentas para estudiar cuantitativamente las redes de transporte (Cardozo et al., 2009). Incluso está ligada con las teorías de grupos, topología, de conjuntos y de lugares centrales (Loyola y Albornoz, 2009). El análisis se llevó a cabo con el software ArcGIS 10.8, el cual utiliza el algoritmo de Dijkstra para modelar las líneas de deseo e isócronas (ESRI, 2019),

y busca la conexión de nodos de origen y destino por medio de la ruta más corta y menos restrictiva (Dijkstra, 1959). El algoritmo se aplica en procesos computacionales por su funcionalidad reiterativa, por lo tanto, en lenguaje de programación, el algoritmo puede ser representado por 4 pasos fundamentales (Fu, et al., 2006: 3326):

- Paso 1: Inicialización: Establecer $i = o$; $L(i) = 0$; $L(j) = \infty \forall j \neq i$; $P(i) = \text{Nulo}$
Definir el conjunto de nodos elegibles $Q = \{i\}$;
- Paso 2: Selección de nodos: Selección o eliminación de un nodo (i) desde Q
- Paso 3: Expansión del nodo: Revisar cada enlace que sale de i . Para cada enlace $a = (i, j)$
Si
 $L(i) + c_a < L(j)$
Entonces
 $L(j) = L(i) + c_a$; $P(j) = a$
Inserte el nodo j en Q
- Paso 4: Regla de detención: Si $Q = \emptyset$ entonces parar
De lo contrario: ir al paso 2

Es importante mencionar que las distancias de separación entre orígenes y destinos típicamente se calculan de manera euclidiana, es decir, una línea recta que los une, sin embargo, se seleccionó el algoritmo de Dijkstra porque utiliza la red vial existente o estilo manhattan, lo que refleja una mayor exactitud en tiempos y distancias de los viajes, por lo que fue de utilidad para calibrar y validar el modelo con los tiempos y calles descritos en las encuestas origen-destino. Para ello, se construyó digitalmente la red vial de la ciudad por medio de vectores, adquirida de la base *OpenStreetMap* (Mikou et al., 2019). Los trazos se corrigieron debido a que no están actualizados y tienen errores en sus geometrías. El producto final fue una red vial con 74,237 vectores, a los cuales se le agregaron los atributos de velocidad máxima, jerarquía, distancia, tiempo de recorrido promedio, sentido de circulación y restricciones.

Los resultados se expresan en líneas de deseo e isócronas de tiempo. Las primeras analizan la conectividad y la centralidad de manera gráfica del origen del viaje y sus destinos (Vecslir et al., 2017). Por otro lado, las isócronas modelan el tiempo en que tarda una persona en moverse y su área de alcance en todas las direcciones, considerando las rutas disponibles con la geometría real (López y Peña, 2017). Para simplificar la representación gráfica de los resultados, los orígenes y destinos específicos se ajustaron a los centroides de cada UTA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En una visión general, es posible observar geográficamente los viajes según los puntos de origen y destino de cada UTA desde su centroide. En la figura 3 se observan las líneas de deseo con la intensidad según sus factores de expansión. A simple vista, es notoria la alta demanda de viajes tanto de origen como de destino dentro de las UTA 11 y 16 al norte de la ciudad. En la primera incluye el centro histórico y el PRONAF, y en la segunda se ubican los parques industriales Los Fuentes y Omega con alta capacidad de empleo. Por otra parte, la intensidad de las UTA en la periferia, son relativamente bajas a comparación de la zona central y norte de la mancha urbana.

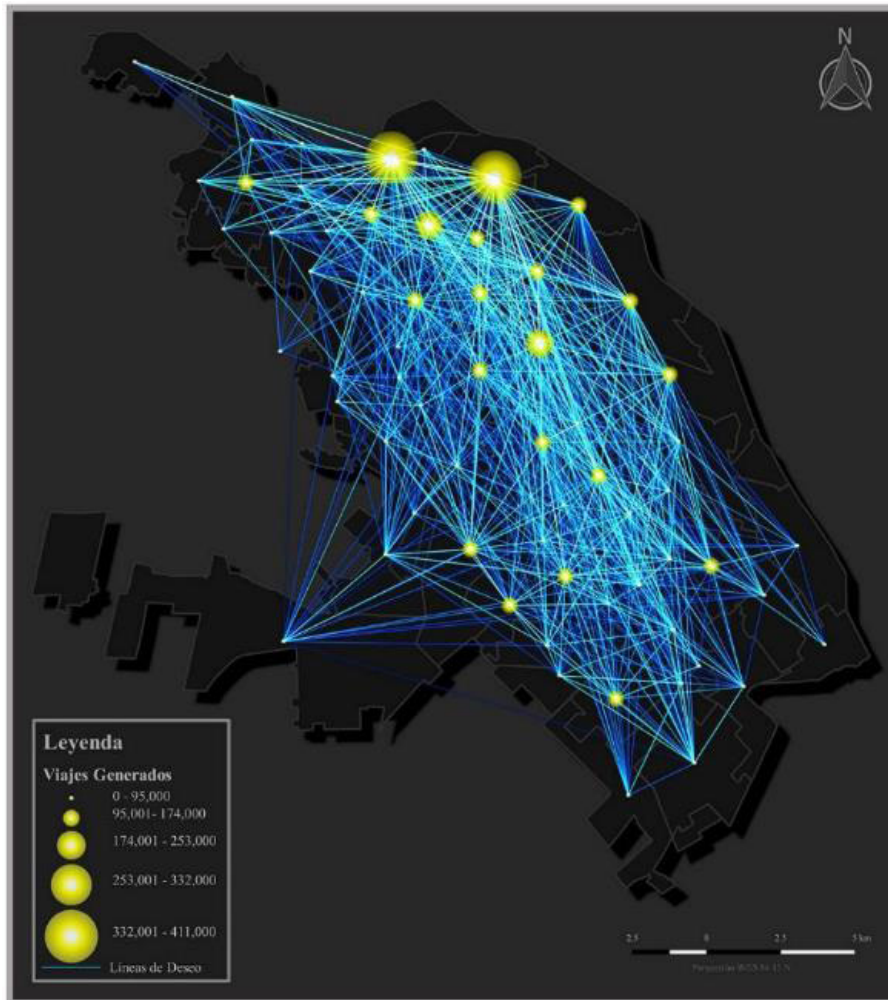


Figura 3. Líneas de deseo e intensidad de viajes generados por UTA. Fuente: elaboración propia.

Numéricamente se estimó que en un día entre semana se realizan 3,248,570 viajes cotidianos, y 2,594,081 en un día dentro del fin de semana, estos resultados incluyen todas las formas de movilidad, edades, motivos y horarios. En la figura 4 se desglosan los viajes generados en cada UTA en un día entre semana y un día en fin de semana. Se recalca que la cantidad de viajes seguramente es mayor porque en esta investigación no se consideraron los viajes realizados por empresas para transporte de bienes y servicios, tampoco se cuantificaron los desplazamientos hechos por los turistas o extranjeros provenientes de El Paso, Texas. La referencia oficial más cercana que se encontró es el Plan de Desarrollo Urbano Sostenible (IMIP, 2016), la cual indica que diariamente se efectúan 3,900,000 viajes en un día, no obstante, en el documento no se dan mayores detalles ni se describe la metodología utilizada.

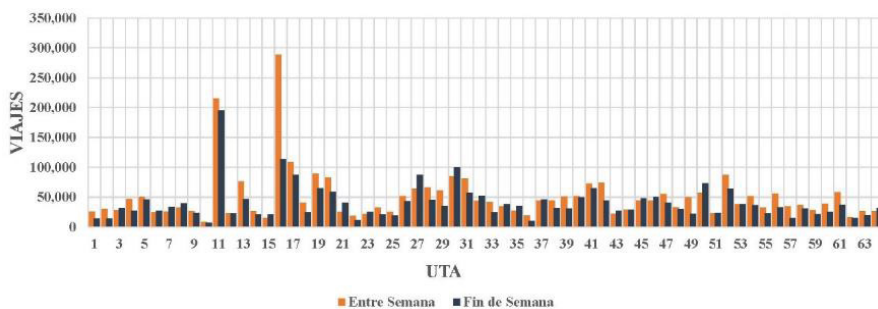


Figura 4. Viajes generados por UTA entre semana y en fin de semana. Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior se observa que la dinámica de movilidad es diferente entre semana y en fin de semana. Los totales de viajes generados de cada UTA reafirma lo encontrado en la figura 1 acerca de las unidades 11 y 16. Desde otro punto de vista, 54 de las 64 unidades de análisis, registran porcentajes elevados de movilidad en el interior de la misma UTA, podría ser un indicio que las personas buscan satisfacer sus necesidades lo más cerca posible del hogar, por supuesto, la cantidad de viajes dentro de la misma zona dependerá de las características económicas y el asentamiento de establecimientos que proveen empleo, productos y servicios de primera necesidad.

Se encontró que el 52.21% de los trayectos en un día entre semana y en fin de semana los realizan las mujeres, mientras que el 47.79% son hechos por hombres, esta diferencia se manifiesta en el sexo femenino debido a que realiza más viajes para realizar diferentes tareas en un día entre semana, donde destacan: 10.54% ir a trabajar, 5.32% acompañar a menores de edad a la escuela, 4.21% estudiar y 3.87% ir de compras; mientras que en fin de semana sobresalen las actividades recreativas con 11.75% e ir de compras con 6.87% (ver figura 7). En contraste, los hombres registran 12.83% en un día entre semana en acudir únicamente al empleo, y en fin de semana existe una preferencia del 10.21% por la convivencia y recreación, 5.62% para ir de compras y 5.19% acuden al trabajo. En resumen, las encuestas mostraron que los desplazamientos entre semana se realizan por motivos de primera necesidad, con predominio en acudir al trabajo y a las escuelas; por otro lado, los desplazamientos hechos durante el fin de semana se catalogan en actividades de ocio, recreación y adquisición de bienes y servicios.

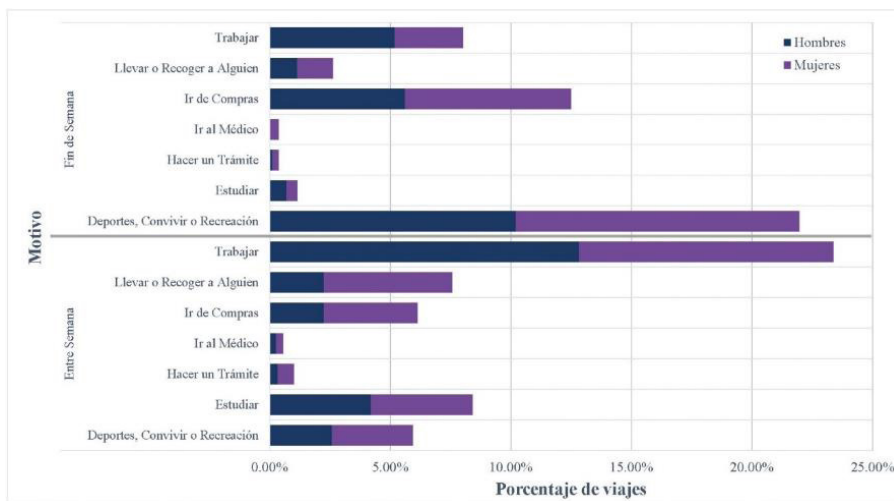


Figura 5. Motivos de movilidad por género. Fuente: elaboración propia.

Con relación a las edades de las personas y sus motivos de movilidad (ver figura 6), las personas entre 21 y 25 años de edad son las que realizan mayor cantidad de viajes con 19.43% de la movilidad total, con preferencia en las actividades recreativas, trabajar, ir de compras y estudiar. Le siguen los jóvenes de 16 a 20 años, los cuales realizan el 11.95% de los desplazamientos para estudiar y convivir; y en tercer lugar, con 10.24% son los adultos entre 46 a 50 años para acudir a trabajar. Cebollada (2009) asevera un cambio generacional en la movilidad según la edad, por lo que se comprueba en las encuestas debido a que las personas menores de 30 años prefieren actividades como deportes, convivencia, recreación y estudio, mientras los mayores a 36 años de edad registran un aumento de desplazamiento por motivo del trabajo. En la gráfica también es notoria la disminución de actividades de recreación y ocio conforme se avanza en la edad, incluso, a partir de los 50 años se observa un incremento en los viajes para acudir al médico. Finalmente, las personas que están en el rango de los 16 y los 50 años, desarrollan el 73% de la movilidad en los escenarios entre semana y fin de semana.

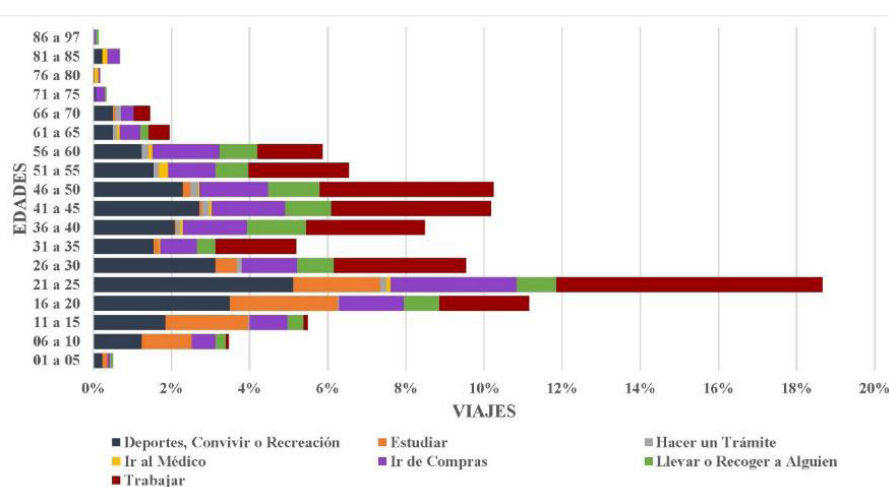


Figura 6. Motivos de movilidad por rangos de edad. Fuente: elaboración propia.

Otro parámetro general es determinar los horarios de mayor y menor demanda de movilidad. La figura 7 proporciona una comparativa entre los viajes realizados en un día entre semana y fin de semana, donde se aprecia que los realizados entre semana concuerdan en horas de actividades primarias como entradas de maquiladoras, otros centros laborales y escuelas, por el contrario, los de fin de semana tiene un comportamiento disperso. En resumen, existen dos ventanas de cinco horas en un día entre semana: la primera con mayor cantidad de movilidad (34.01%) se desarrolla desde las cuatro hasta las nueve de la mañana, después disminuye de nueve a medio día; la segunda desde la una hasta las seis de la tarde (21.88%). En el escenario de la movilidad en fin de semana, no se observa un pico predominante a lo largo de un día, por lo que el 79% de los desplazamientos se realizan durante 11 horas activas, específicamente desde las nueve de la mañana hasta las ocho de la noche. Una posible explicación es que en fin de semana baja la demanda de entradas laborales y escolares, además, las actividades de recreación y ocio no siguen un estricto horario como el de las actividades primarias desarrolladas en mayor medida entre semana.

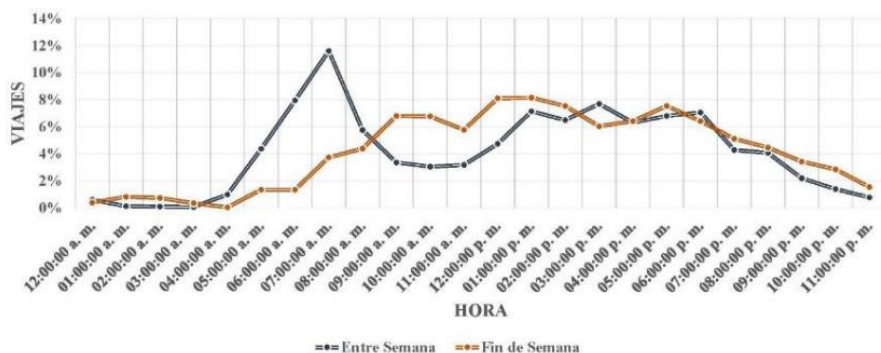


Figura 7. Cantidad de viajes realizados por horario. Fuente: elaboración propia.

Una de las fricciones más importantes en temas de movilidad es el tiempo que se invierte en cada uno de los desplazamientos cotidianos sin importar los medios de transporte ni los motivos. Por lo tanto, el análisis de todas las encuestas indica que el 83.23% de los viajes tienen una duración máxima de 30 minutos, sin descartar que el 16.77% son casos que residen en la periferia, lugares donde existen pocas opciones de transporte y/o escasos recursos económicos. La figura 8 expone el tiempo invertido en los viajes cotidianos. En primera instancia, se observa un pico de 10.12% de cinco minutos; 16.19%, 16.85% y 15.62% tuvieron una duración de 10, 15 y 20 minutos respectivamente; y el máximo de 30 minutos con 14.36% de la totalidad de viajes.

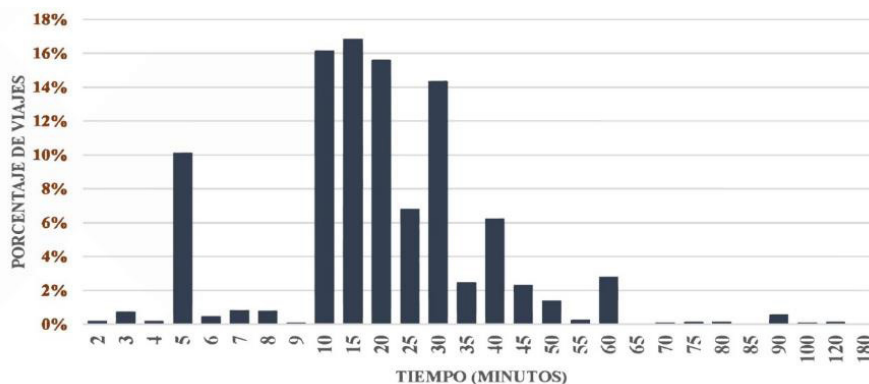


Figura 8. Tiempo invertido en viajes. Fuente: elaboración propia.

Las fricciones económicas, de distancia y de tiempo que aplican en cada uno de los viajes, son sin duda un parámetro que refleja la movilidad tanto individual como la colectiva. Antes de abordar los costos de movilidad, los tipos y modos de transporte que utilizan las personas proporcionan un antecedente descriptivo de lo cotidiano y permitirá relacionar el costo con el tipo de transporte. En este escenario, los tipos de transporte comunes en la ciudad son diversos, pero el automóvil es el que posee mayor demanda. Según las encuestas, un día entre semana el 71.14% de la movilidad se realiza por este medio; 12.21% de los desplazamientos registraron el uso del camión o ruta; 10.43% de los viajes se ejecutan caminando; y por último, el 6.23% restante utiliza bicicletas, taxis, Uber, BRT, transporte de personal maquilador y camiones escolares.

Si se relaciona el tipo de transporte empleado con el de tiempo invertido, se encuentra que el automóvil tiene un amplio margen (ver figura 9). Es de interés el pico de cinco minutos que representa el 5.49% de todos los viajes, es decir, efectivamente existe un registro de desplazamiento relativamente cortos de tiempo. Además, su uso de 15 a 30 minutos,

equivalente a 39.14% de los viajes, da claridad en su uso para todo motivo de viajes y distancias. En contraste, los desplazamientos a pie se desarrollan dentro de un rango de dos a media hora, con mayor intensidad en cinco, 10 y 15 minutos, es decir 11.38% de todos los viajes cotidianos. Por último, los camiones o rutas registran un umbral más amplio, de 10 a 60 minutos invertidos o 12.21% de todos los viajes realizados en la ciudad.

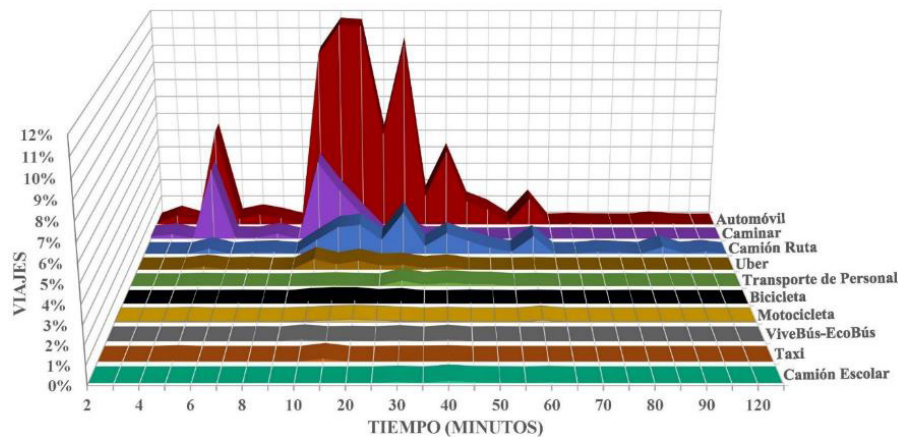


Figura 9. Porcentajes de viajes por duración y tipos de transporte. Fuente: elaboración propia.

Para encontrar la relación real y física de los orígenes y destinos planteado por Fotheringham (1981), los resultados de distancias estilo manhattan se muestran en la Figura 10. En primera instancia, se encuentra que el 88.81% de todos los viajes recorren hasta un máximo de 15 km. Lo más relevante del porcentaje anterior es que el 16.37% de todos los viajes recorren hasta un km; 13.42% entre uno y dos km; y el 24.06% se desplazan en un rango de cinco a 10 km. Al categorizar los desplazamientos por tipo de transporte, se encontró que el automóvil tiene viajes de hasta 20 km, con una frecuencia sobresaliente de 19.50% en el intervalo de cuatro a 10 km de distancia. Por otra parte, el caminar acumula 5.04% de los viajes totales con un recorrido de hasta dos km. El camión o ruta y Uber tienen un mayor uso de 2.87% y 0.72% respectivamente en recorridos de cinco a 10 km. Por último, la bicicleta registra 0.31% de viajes que llegan a alcanzar hasta los 15 km de recorrido.

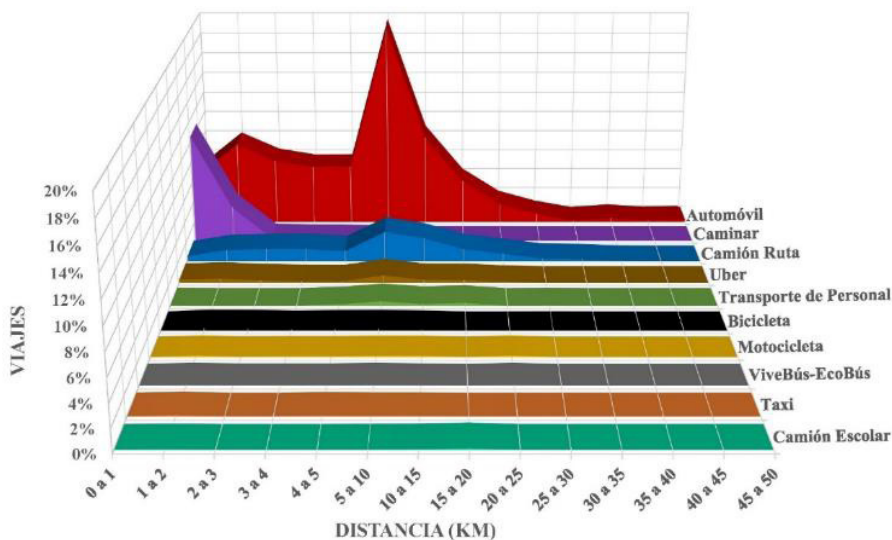


Figura 10. Porcentajes de viajes por distancia y tipos de transporte. Fuente: elaboración propia.

Para contextualizar los tiempos y distancias de los viajes, es posible relacionar los motivos por el cual cada desplazamiento es realizado según el tipo de transporte empleado. En la figura 11 se muestran los resultados al relacionar las tres variables en un día entre semana. Con un análisis horizontal, se observa que el 44.12% de los viajes se realizan para acudir al trabajo; 15.83% para estudiar; 14.30% para recoger o llevar a alguien; y 11.57% realizar compras y recreación. En sentido vertical, claramente el automóvil tiene 71.14% de preferencia en todas las actividades; en segundo lugar, se posiciona el camión o ruta con 12.21%; y en el tercer puesto se prefiere caminar con 10.43%.

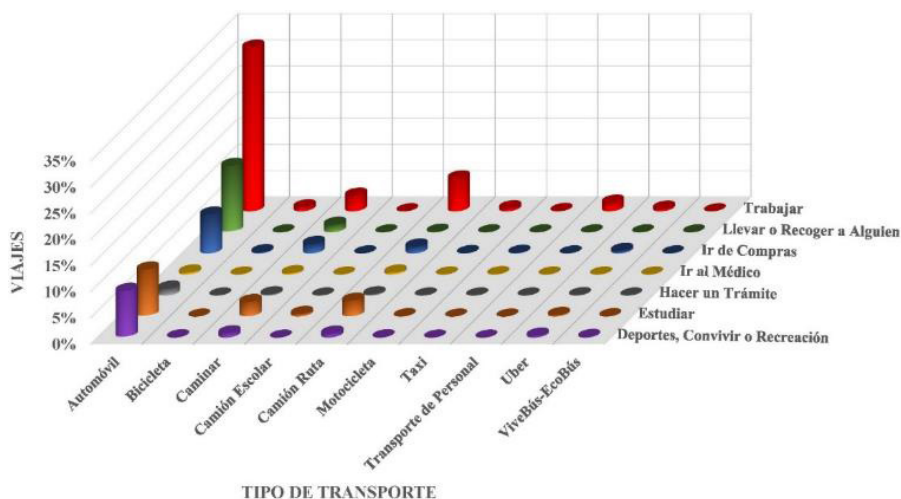


Figura 11. Porcentajes de viajes por motivo y tipos de transporte en un día entre semana. Fuente: elaboración propia.

El análisis anterior es aplicado para los viajes realizados en un día en fin de semana. En la figura 12 los resultados son diferentes en cantidad de desplazamientos, aunque el medio de transporte con mayor frecuencia sigue siendo el automóvil debido a que se utiliza en 81% de los viajes; el 7.31% de los desplazamientos se hacen a pie; y el camión o ruta registra una preferencia de 5.95%. En sentido horizontal, el motivo con una demanda de 46.74% es hacer deportes, convivir o actividades de recreación; enseguida se encuentra el ir de compras con 26.59%; el tercer motivo principal es trabajar con 17.06% de los viajes.

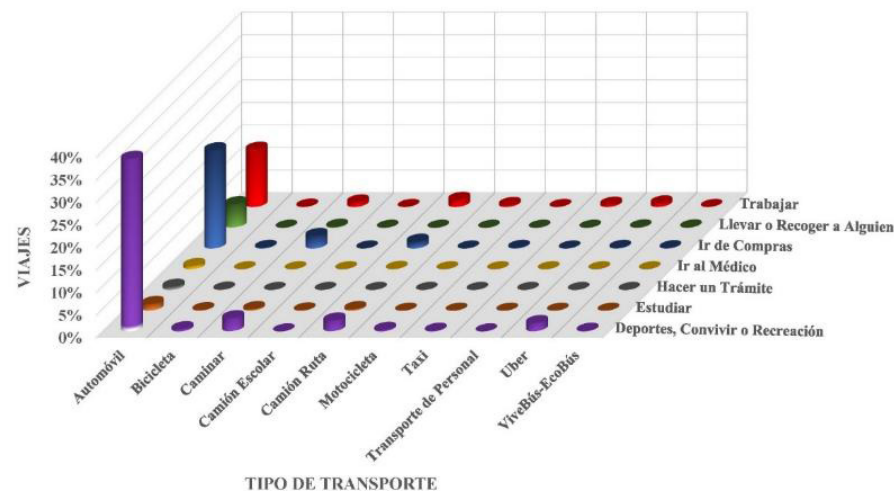


Figura 12. Porcentajes de viajes por motivo y tipos de transporte en un día del fin de semana. Fuente: elaboración propia.

Desde una perspectiva general a una escala urbana, la tabla 3 muestra los promedios de tiempo, distancia real, gasto destinado a la movilidad en una semana y el porcentaje equivalente de ingreso económico familiar según el apartado de la encuesta socioeconómica, todo lo anterior desglosado por tipo de transporte. Referente al tiempo y distancia promedio por recorrido, se encontró que cotidianamente se utilizan 12 minutos para caminar 910 metros. Por el contrario, el camión escolar tiene mayor registro, con 42 minutos que recorren 10.31 km, le sigue el transporte de personal maquilador con 36 minutos en 10.31 km. Es importante destacar que estos medios de transporte están relacionados con actividades laborales y escolares, por ende, son afectados por las horas pico.

Cuadro 3. Tiempos, distancias y gastos promedio por modalidad de transporte. Fuente: elaboración propia.

Tipo de transporte	PROMEDIOS				
	Tiempo de un viaje (minutos)	Distancia de un viaje (km)	Gasto semanal en transporte	Porcentaje del ingreso	Ingreso semanal
Automóvil	22	7.40	\$342.59	12.82%	\$2,672.87
Bicicleta	23	4.92	Sin registro	Sin registro	Sin registro
Caminar	12	0.91	Sin registro	Sin registro	Sin registro
Camión escolar	42	13.78	Sin registro	Sin registro	Sin registro
Camión ruta	34	8.94	\$123.77	12.84%	\$964.04
Motocicleta	27	9.35	\$241.62	20.47%	\$1,180.57
Taxi	19	4.44	\$183.33	10.27%	\$1,785.71
Transporte de personal	36	10.31	Sin registro	Sin registro	Sin registro
Uber	19	6.61	\$206.81	11.93%	\$1,733.16
ViveBús-EcoBús (BRT)	25	7.55	\$219.24	11.03%	\$1,987.91

El gasto económico se incrementa con los usos del automóvil y la motocicleta, principalmente por el costo del combustible. Se destaca que los registros de las encuestas, no consideran costos de mantenimiento de vehículos, adquisición y permisos, por lo que el gasto sería aún mayor. En segundo lugar, se encuentra el uso de Uber y BRT, este último, presenta alto gasto debido a que funciona en una sola ruta troncal no céntrica, y el registro en las encuestas es muy bajo, por lo que podría verse afectado el cálculo en el promedio del gasto semanal. Los gastos, tanto en los camiones escolares como en el taxi son variables, los primeros porque son cuotas que definen los centros educativos que proveen el servicio, mientras que, en los segundos, las tarifas son definidas por el conductor. En síntesis, la mayoría de los porcentajes del ingreso destinados a la movilidad se encuentran aún por debajo del 19% definido por el IMCO en México, situación que podría ser particular por el contexto fronterizo de Ciudad Juárez.

Los resultados anteriores proporcionan información cuantitativa de la movilidad urbana en Ciudad Juárez durante el 2019. Lo antes expuesto, son datos que consideran todos los registros de las encuestas de manera global, por consiguiente, si se realiza esta misma estructura de resultados para cada una de las UTA, seguramente serán diferentes entre sí y también presentarán resultados diferentes al análisis macro aquí presentado.

CONCLUSIONES

El estudio descriptivo de la información recabada por las encuestas origen-destino permitió descubrir los patrones de movilidad cotidiana en Ciudad Juárez durante el 2019. Con los resultados se confirma que la mayoría de la movilidad se realiza por medio del automóvil, aunque es el medio de transporte que reporta mayor gasto. Por otro lado, el motivo principal es el acudir al trabajo, de modo que, una conclusión es que el automóvil y el motivo laboral son las variables con mayor peso en la movilidad urbana en Ciudad Juárez desde una perspectiva macro. A manera de aclaración, los resultados en una escala menor como el caso de una UTA individual, serán diferentes a los mostrados en este trabajo, por lo que una continuación o complemento de esta línea de investigación, sería realizar un estudio a cada UTA para evaluar las diferencias con los resultados totales de la ciudad.

De forma sobresaliente, los resultados destacan que la zona norte de la ciudad experimenta mayor cantidad de movilidad, concretamente el centro histórico, la zona del PRONAF y la curva que une las avenidas Paseo Triunfo de la República y Tecnológico, lugares donde se desarrolla todo tipo de comercio de productos y servicios, aunado a que se encuentran las paradas de transporte público principales, los puentes internacionales, una alta cantidad de escuelas consolidadas de todos los niveles y empresas maquiladoras. Debido a estas características, se infiere que las UTA 11 y 16 siguen conformando el distrito central de negocios de la ciudad.

Al analizar el gasto semanal por motivo de movilidad proveniente del ingreso económico, en promedio las personas que utilizan cotidianamente un automóvil poseen una capacidad económica mayor, mientras que las personas que utilizan el transporte público, motocicleta y medios no motorizados presentan menores recursos económicos lo que les dificulta adquirir, utilizar y mantener un vehículo automotor propio. Es importante recalcar que este argumento es una visión general de la ciudad, y que seguramente habrá casos individuales y específicos que no entran en el escenario planteado. Los resultados confirman que cada viaje tiene un impacto en el presupuesto económico disponible, que autores como Haig (1926), Isard (1956), Naess (2006) y Valdivia et al. (2010) han discutido desde poco menos de un siglo, lo interesante es que en nuestros días aún se manifiesta el mismo efecto, con avances tecnológicos, planes urbanos y políticas públicas.

El ingreso disponible con el que se cuenta para realizar la movilidad cotidiana de cada persona puede ser discutida desde la visión de Lefebvre (1969) quien acuñó el término del derecho a la ciudad, perspectiva que es poco abordada para toma de decisiones en los proyectos y políticas públicas. Esto ayuda a reflexionar sobre las limitaciones para llegar a lugares lejanos del hogar, desplazamientos necesarios para adquirir productos y servicios; o preguntarse si toda la población tiene la posibilidad de desarrollar actividades culturales, ocio y diversión para el crecimiento individual o de sectores de interés. El derecho a la movilidad se convierte en una columna vertebral para propulsar el desarrollo social y económico de las ciudades, simultáneamente influye en la minimización de efectos negativos como la segregación, marginación y exclusión causadas por deficiencias en la planeación urbana.

Posterior al cierre del levantamiento de información en campo a principios del 2020, se han presentado cuatro factores relevantes que podrían cambiar la movilidad de Ciudad Juárez a corto plazo: el primero es la disminución de frecuencia de desplazamientos por la cuarentena que está causando la pandemia mundial del COVID-19, los cambios estructurales urbanos en centros laborales y educativos así como las actividades laborales realizadas desde casa también podrían cambiar permanentemente las costumbres de movilidad que cada persona tenía anteriormente. En segundo lugar, durante el período

2020-2022 en la ciudad se están desarrollando proyectos importantes de infraestructura e implementación de medios alternativos de transporte, entre los más importantes se puede mencionar la construcción de puentes vehiculares para agilizar el tráfico en la avenida De Las Torres y bulevares Independencia y Juan Pablo II.

El tercer factor, es la adecuación de vialidades existentes para incorporar una ciclo vía de anchos variables y longitud de 12.49 km que conecta el centro histórico y PRONAF, zonas que en esta investigación son identificadas de alta demanda de movilidad. Por último, la construcción de un sistema de transporte BRT en avenidas existentes de las cuales se eliminaron carriles de tráfico libre. Esta segunda ruta troncal tiene como propósito conectar el centro histórico y el Aeropuerto Internacional Abraham González, mediante las avenidas 16 de Septiembre, Paseo Triunfo de la República, Tecnológico y Carretera Panamericana que conforman una línea de transporte que recorre la ciudad de norte a sur. Por lo tanto, en un futuro es de interés realizar nuevamente este tipo de estudios para evaluar los cambios en los patrones de movilidad que surgieron a partir de los acontecimientos antes mencionados, además se sugiere estudiar los datos desde otras perspectivas que puedan apoyar a la creación de mejores políticas públicas para el beneficio de la sociedad en general.

BIBLIOGRAFÍA

- » Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2019). Encuesta de movilidad 2019. Bogotá: Secretaría de Movilidad. Recuperado el 05 de 03 de 2022, de <https://www.movilidadbogota.gov.co>
- » Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- » Augé, M. (2007). *Por una antropología de la movilidad*. Barcelona: Gedisa.
- » Avellaneda, P. (2007). *Movilidad, pobreza y exclusión social. Un estudio de caso en la ciudad de Lima. Tesis de doctorado*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- » Cano, G., Ruiz, F., y Ventura, J. (2010). Movilidad cotidiana por motivos laborales en Andalucía. estudio de caso: El Subbético Cordobés. *Población y Espacios urbanos: XII Congreso de Población Española*, 77-94.
- » Cardozo, O., Gómez, E., y Parras, M. (2009). Teoría de grafos y Sistemas de Información Geográfica aplicados al transporte público de pasajeros en resistencia (Argentina). *Transporte y Territorio*(1), 88-111. doi:10.34096/rtt.i1.223
- » Casado, J. M. (2008). Estudios sobre la movilidad cotidiana en México. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XII(273), 1-16.
- » Cebollada, Á. (2009). Mobility and labour market exclusion in the Barcelona Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*(17), 226-233. doi:10.1016/j.jtrangeo.2008.07.009
- » Chaparro, I. (2020). *El impacto de la estructura urbana en la movilidad cotidiana de Ciudad Juárez, Chihuahua. Tesis de doctorado*. Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- » Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 269-271.
- » ESRI. (2019). *Algoritmos utilizados por Extensión ArcGIS Network Analyst*. (ESRI, Ed.) Retrieved junio 15, 2019, from ArcMap | ArcGIS Desktop: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/algorithm>
- » ESRI. (2020). *ArcGIS, versión 10.8*. California, Estados Unidos: Environmental Systems Research Institute, Redlands.
- » Fotheringham, S. (1981). Spatial structure and distance-decay parameters. *Annals of the Association of American Geographers*, LXXI(3), 425-436. doi:10.1111/j.1467-8306.1981.tb01367.x
- » Fu, L., Sun, D., y Rillet, R. L. (2006). Heuristic shortest path algorithms for transportation applications: State of the art. *Computers y Operations Research*(33), 3324-3343. doi:10.1016/j.cor.2005.03.027
- » Fuentes, C. (2008). La estructura urbana y las diferencias espaciales en el tiempo de traslado del viaje al trabajo en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios demográficos y urbanos*, 23(1), 55-81. doi:10.24201/edu.v23i1.1303

- » Fuentes, C., y Hernández, V. (2015). La evolución espacial de los subcentros de empleo en Ciudad Juárez, Chihuahua (1994-2004): un análisis con indicadores de autocorrelación espacial global y local. *Estudios demográficos y urbanos*, XXX(2), 433-467.
- » Fuentes, C., Peña, S., y Hernández, V. (2018). La medición multidimensional de la pobreza a nivel intraurbano en Ciudad Juárez, Chihuahua (2012). *Estudios Fronterizos*(19), 1-25. doi:10.21670/ref.1801001
- » Gakenheimer, R. (1998). Los problemas de la movilidad en el mundo en desarrollo. *EURE (Santiago)*, XXIV(72), 33-52. doi:10.4067/S0250-71611998007200002
- » González, M. (2018). Movilidad cotidiana y habitar periurbano en el Área Metropolitana de Guadalajara: entre el costo y el beneficio social. *Contexto*, XII(16), 67-77.
- » Graizbord, B. (2008). *Geografía del transporte en el área metropolitana de la Ciudad de México* (Primera ed.). México, D.F.: El Colegio de México.
- » Gutiérrez, A. (2010). Movilidad transporte y acceso: Una renovación aplicada al ordenamiento territorial. *Scripta Nova*, XIV(331), 741-798.
- » Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitácora* 21(2), 61-74.
- » Haig, R. (1926). Towards an Understanding of the Metropolis: I Some Speculations Regarding The Economic Basis of Urban Concentration. *The Quarterly Journal of Economics*, 179-208. doi:10.2307/1884617
- » Harvey, D. (1989). *The urban experience*. Oxford: Basil Blackwell.
- » Hermida, C. (2016). Del transporte a la movilidad. Reflexiones sobre la última década. *DAYA*(1), 20-35. doi:10.33324/daya.v1i1.5
- » IERMB. (2021). Encuesta de Movilidad en Día Laborable (EMEF). Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona. Recuperado el 01 de 03 de 2022, de <https://iermb.uab.cat/es/encuestas/encuestas-de-movilidad>
- » IMCO. (2018). *Índice de Movilidad urbana: Barrios mejor conectados para ciudad mas equitativas*. Ciudad de México.
- » IMIP. (2010). Plan de Desarrollo Urbano. PDU. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Ayuntamiento de Juárez.
- » IMIP. (2016). *Plan de Desarrollo Urbano Sostenible 2016*. Ciudad Juárez.
- » IMIP. (2019). *Estudio de impacto vial y proyecto ejecutivo del corredor troncal piloto de transporte público : corredor BRT 16 de Septiembre - Paseo Triunfo de la República en Ciudad Juárez, Chih, México*. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- » IMIP y Ayuntamiento de Juárez. (2016). *Plan de Desarrollo Urbano Sostenible 2016*. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- » INEGI. (1995). *Censo de Población y Vivienda 1995*. México.
- » INEGI. (2010). *XIII Censo de Población y Vivienda*. México.
- » INEGI. (2017). *Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017. Diseño conceptual*. México: Autor.
- » INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México.
- » INRIX. (2020). *INRIX 2018 Global Traffic Scorecard*. Retrieved mayo 6, 2020, from <https://inrix.com/scorecard>

- » Isard, W. (1956). *Location and Space-Economy: A General Theory Relating to industrial location, Market Areas, Land Use, Trade and Urban Structure*. New York: The Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and John Wiley y Sons, Inc. doi:10.2307/1053649
- » Jirón, P., Lange, C., y Bertrand, M. (2010). Exclusión y desigualdad espacial: retrato desde la movilidad cotidiana. *Revista INVI, XXV(68)*. doi:10.4067/S0718-83582010000100002
- » Lefebvre, H. (1969). *El derecho a la ciudad*. Barcelona: Península.
- » López, J. A., y Peña, S. (2017). La segregación socioespacial en Ciudad Juárez, Chihuahua, 1990-2010. *Región y sociedad(68)*, 115-152. doi:10.22198/rys.2017.68.a210
- » Loyola, C., y Albornoz, E. (2009). Flujo, Movilidad y Niveles de Accesibilidad en el Centro de Chillan Año 2007. Propuesta de Mejoramiento Mediante SIG. *Urbano, XII(19)*, 17-27.
- » Miker, M. (2006). Sistema de Movilidad Urbana Integral. *El Colegio de la Frontera Norte-Ciudad Juárez*.
- » Mikou, M., Rozenberg, J., Koks, E., Fox, C., y Peralta, T. (2019). Assessing Rural Accessibility and Rural Roads Investment Needs Using Open Source Data. *Policy Research Working Paper*.
- » Ministerio de Fomento del Gobierno de España. (2007). *Metodología de la Encuesta de Movilidad de las Personas Residentes en España 2006 - 2007*. España.
- » Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Barcelona: Ariel Geografía.
- » Miralles-Guasch, C. (2012). Las encuestas de movilidad los referentes ambientales de los transportes. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales, XXXVIII(115)*, 33-45. doi:10.4067/S0250-71612012000300002
- » Miralles-Guasch, C., y Cebollada, Á. (2009). Movilidad Cotidiana y Sostenibilidad, una Interpretación desde la Geografía Humana. *Boletín de la A.G.E.(50)*, 193-216.
- » Morales-Soto, N., Alfaro-Basso, D., y Gálvez-Rivero, W. (2010). Aspectos psicosociales y accidentes en el transporte terrestre. *Rev Peru Med Exp Salud Pública, XXII(2)*, 267-272.
- » Naess, P. (2006). *Urban Structure Matters: Residential location, car dependence and travel behavior*. New York: Routledge.
- » Obregón-Brosca, S., y Betanzo-Quezada, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, Sociedad y Territorio, XV(47)*, 61-98.
- » ONU-Hábitat. (2015). *Reporte nacional de movilidad urbana en México 2014-2015*. México, D.F.
- » Ortega, V. (2016). El sistema Bus Rapid Transit en Ciudad Juárez y el derecho a la ciudad. *Chihuahua Hoy, 455-478*. doi:10.20983/chihuahuahoy.2016.14.17
- » Ortiz, K. (2018). La movilidad urbana como un derecho a la ciudad. Caso BRT en Ciudad Juárez Chihuahua, 2010-2016 (Tesis de maestría). Ciudad Juárez, Chihuahua: El Colegio de la Frontera Norte.
- » Plan Estratégico de Juárez, A.C. (2018). *Informe Así Estamos Juárez 2018*. Ciudad Juárez, México.

- » QGIS Development Team. (2020). QGIS, versión 3.8.
- » Rodríguez, J. (2008). Movilidad Cotidiana, Desigualdad Social y Segregación Social en Cuatro Metrópolis de América Latina. *Revista Eure*, XXXIV(103), 49-71. doi:10.4067/S0250-71612008000300003
- » Rodríguez, M. (2000). *Modelos socio-demográficos. Atlas social de la ciudad de Alicante*. Alicante: Universidad de Alicante.
- » Suárez, M., y Delgado, G. (2015). *Entre mi casa y mi destino. Movilidad y transporte en México. Encuesta Nacional de Movilidad y Transporte*. México: UNAM.
- » Suárez, M., Murata, M., y Delgado, J. (2016). Why do the poor travel less? Urban structure, commuting and economic informality in Mexico City. *Urban Studies*, 53(12), 2548-2566. doi:10.1177/0042098015596925
- » Tolley, R., y Turton, B. (2013). *Transport Systems, Policy and Planning: A Geographical Approach*. New York: Routledge.
- » Universidad Alberto Hurtado. (2012). *Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, Etapa IX, Encuesta Origen Destino Santiago 2012*. Santiago. Retrieved from <http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalles.asp?mfn=3253>
- » Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. (2012). *Encuesta Origen Destino de Hogares para el Valle de Aburrá*. Medellín.
- » Valdivia, M., Ávila, H., y Galindo, C. (2010). Fricción de la distancia, autocorrelación espacial de la productividad e impacto de la longitud por carretera en la dinámica de convergencia de la región centro de México (1993-2003). *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*(71), 72-87.
- » Vecslir, L., Blanco, J., y Nerome, M. (2017). Reestructuración de la centralidad y movilidad cotidiana en el sur de la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Revista Transporte y Territorio*(17), 267-287.
- » Warner, H., y Aberg, L. (2006). Drivers' decision to speed: A study inspired by the theory of planned behavior. *Transportation Research Part F* 9, 427-433. doi:10.1016/j.trf.2006.03.004

Isaac Chaparro Hernández / isaac.chaparro@uacj.mx

Ingeniero civil y maestro en estructuras (UACJ). Dr. en Estudios Urbanos (UACJ). Ha participado en temas de movilidad cotidiana y laboral dentro del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez 2021. Publicaciones de movilidad cotidiana y estructura urbana. Actividad académica como docente para ingeniería civil, arquitectura y diseño urbano.