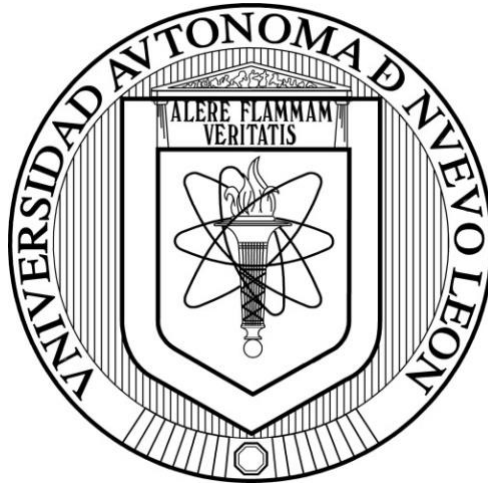


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ECONOMÍA**



**“FACTORES DETERMINANTES EN LA ELECCIÓN
MODAL DE TRANSPORTE POR MOTIVO DE VIAJE
PARA LA ZONA METROPOLITANA DE
MONTERREY: UN ANÁLISIS DE DEMANDA Y
MOVILIDAD URBANA”**

**Por
Edson Jair Nuñez Carvajal**

**Asesor
Dr. Roberto Robledo Fava**

Junio de 2023

“Factores determinantes en la elección modal de transporte por motivo de viaje para la Zona Metropolitana de Monterrey: un análisis de demanda y movilidad urbana”

Edson Jair Nuñez Carvajal

Aprobación de Tesis

Asesor de
Tesis

Firma

Dr. Roberto Robledo Fava

Sinodales

Dra. Mónica Cynthia Hernández Luna

Mtro. José Raymundo Galán
González

DRA. KARLA I. RAMÍREZ DÍAZ
Secretaria Académica
Facultad de Economía
Universidad Autónoma de Nuevo León
14 de junio de 2023

Índice General

Agradecimientos	6
Resumen	7
Capítulo 1. Introducción	8
Capítulo 2. Antecedentes.....	13
Capítulo 3. Marco Teórico.....	25
Capítulo 4. Metodología	32
Capítulo 5. Resultados.....	49
Capítulo 6. Conclusiones.....	59
Bibliografía.....	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Principal motivo de viaje por municipio de origen.	24
Tabla 2. Principal motivo de viaje por municipio de destino.	24
Tabla 3. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Estudios) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.	34
Tabla 4. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Trabajo) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.	35
Tabla 5. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Compras) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.	36
Tabla 6. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Recreación) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.	37
Tabla 7. Modelo de Costos de Operación Vehicular.	43
Tabla 8. Valor del tiempo de los pasajeros para el total de la población ocupada	45
Tabla 9. Resumen por motivo de viaje (Sexo).	45
Tabla 10. Resumen por motivo de viaje (Edad).	46
Tabla 11. Resumen por motivo de viaje (Escolaridad).	46
Tabla 12. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: Estudios	50
Tabla 13. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: Trabajo	52
Tabla 14. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: Compras	53
Tabla 15. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: Recreación	54
Tabla 16. Elasticidades estimadas: Automóvil	55
Tabla 17. Elasticidades estimadas: Taxi/automóvil de plataforma	55
Tabla 18. Efectos en cambios en la razón de CGV en viajes con motivos de Trabajo , estimaciones para la ZMM durante el 2020.	57
Tabla 19. Efectos en cambios en la razón de CGV en viajes con motivos de Trabajo , estimaciones para la ZMM durante el 2020.	57

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Porcentaje de viajes por modo en la ZMM.	10
Ilustración 2. Porcentaje de viajes por motivo en la ZMM.	10
Ilustración 3. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: Estudios	18
Ilustración 4. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: Trabajo	19
Ilustración 5. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: Compras	20
Ilustración 6. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: Recreación	21
Ilustración 7. Cobertura de SETRA de la ZMM.	22
Ilustración 8. Cobertura de SETME de la ZMM.	23
Ilustración 9. Visualización de opciones de “Rutas” (transit_mode='bus').....	39
Ilustración 10. Visualización de opciones de “Rutas” (transit_mode='driving').....	41

Agradecimientos

En este camino tan significativo de mi vida académica, me siento inmensamente agradecido con todas las personas que han sido parte fundamental de esta etapa.

Agradezco a mis padres Jorge Alberto Nuñez Leal y Juana María Carvajal Castillo, que, en todo momento a pesar de las adversidades, me brindan su apoyo inquebrantable, amor y sacrificio sin los cuales esto no habría sido posible. A mis hermanos, Dafne Carolina y Jorge Alberto por su comprensión y estar a mi lado en cada paso, alentándome en los momentos más retadores.

De manera especial a mi director de tesis, Dr. Roberto Robledo Fava por confiar en mí desde un principio, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador, sin duda una de las mejores decisiones profesionales el aceptar trabajar en conjunto. Gracias por su invaluable amistad, paciencia y apoyo a lo largo de todo este proceso.

Agradezco también a mis sinodales, la Dra. Mónica Cynthia Hernández Luna por la infinidad de consejos, orientación y aliento a seguir adelante y al Mtro. José Raymundo Galán González por sus contribuciones a mi desarrollo académico y profesional invaluable, así como sus valiosas observaciones que enriquecieron enormemente mi investigación.

Gracias a la Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú por sus conocimientos, consejos y motivación a continuar mi preparación académica y de investigador. Del mismo modo, no puedo dejar de agradecer a mis amigos, por hacer cada obstáculo más llevadero y cada logro más significativo, en especial a Fernando Sabido al complementar siempre con su apoyo a lo largo de toda esta travesía.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento al Grupo Interdisciplinario de Economía de la Tecnología (GIET), en particular a Héctor García Rodarte, Patricio García, Juan Manuel Enríquez, así como el resto de los integrantes de GIET con los cuales he colaborado de alguna manera, les agradezco todos sus consejos y apoyo, sus aportaciones fueron esenciales para el desarrollo de esta tesis.

Resumen

El objetivo del estudio es identificar los factores determinantes en la decisión de uso de un medio de transporte en la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), esto al comparar la sensibilidad a cambios en el comportamiento (elasticidad) entre las diferentes alternativas de movilidad (automóvil privado, transporte público o taxi/automóvil de plataforma) en escenarios acorde al motivo de viaje (Trabajo, Estudios, Compras y Recreación). Con ese fin, se emplean los datos obtenidos de la encuesta origen-destino que fue realizada para el Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM). Para las estimaciones es utilizado el método de regresión logística multinomial a fin de analizar las tendencias de selección entre algunas de las múltiples alternativas de transporte en la ZMM, esto ante cambios en diferentes categorías de variables explicativas: localización física (municipio de origen y accesibilidad), viaje (distancia y costo generalizado de viaje relativo) y socioeconómicas (edad, sexo y escolaridad). La investigación muestra resultados generales inelásticos, por lo que es de esperar que los individuos en la medida de lo posible querrán llegar a su destino en el medio más rápido y económico, prueba de ello es como en los viajes con responsabilidad de Trabajo, se es menos sensible a costos generalizados de viaje en cualquier modo de transporte en el que pudiese llegarse a efectuar el traslado. Además, el estudio busca alternativas de política pública para incidir en los patrones de movilidad (bajo una perspectiva de racionalidad económica) mediante el fomento del uso del transporte público al incentivar su elección sobre los automóviles particulares.

Capítulo 1. Introducción

Actualmente, la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) está compuesta por 18 municipios¹ que en conjunto suman un área de 220,000 Ha. de las cuales la mitad de la superficie es una unidad continua; en dicha superficie para el 2020, habitaban cerca de 5,341,171 de habitantes ocupando el segundo lugar de Zona Metropolitana con mayor concentración poblacional en México.²

La tendencia de crecimiento de la superficie urbana proyectada para la ZMM en el año 2030 es del 15% (Centro Mario Molina, 2018), se espera que, en Nuevo León, el número de habitantes ascienda a 5,964,152 y que la esperanza de vida se incremente en mujeres a 80.4 y en hombres a 74.3 años (Consejo Nacional de Población, 2019). tan solo en el periodo de 1980 – 2010, la población fue duplicada, mientras la mancha urbana creció aproximadamente 5 veces, gestionando un patrón urbano de baja densidad y expansión a la periferia, destacando un notable abandono de la zona central.

En los últimos años, las tendencias de crecimiento urbano de la ZMM apuntan hacia una proliferación sin control, esto ante la factibilidad de desarrolladores inmobiliarios para la edificación de viviendas sociales y/o residenciales en la periferia, reduciendo la eficacia del acceso a servicios esenciales en sitios cada vez más distantes del núcleo urbano, como lo es el transporte público.

Ante un desarrollo urbano de carácter horizontal, la concentración de las personas en la ciudad ha disminuido y se han incrementado los tiempos y longitudes de viaje, la distancia entre el destino y el lugar de residencia es cada vez más grande, esto añadido a la baja disponibilidad de equipamiento público, los altos costos relativos de la infraestructura vial y la vulnerabilidad de la población al residir en zonas más alejadas se convierte en un problema urbano de movilidad con desorden vial, demográfico, dispersión urbana y falta de accesibilidad.

¹ Fuente: CONAPO. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015.

² Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

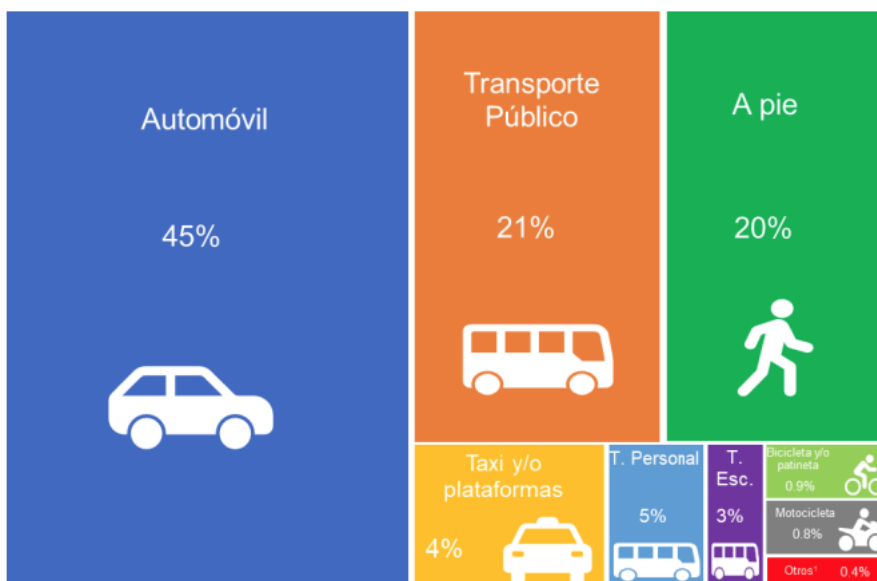
Mayores distancias y tiempos de traslado tienen implicaciones más allá de costos de operación vehicular, tarifas dinámicas y/o tarifas de abordaje, es un impacto directo en el valor del tiempo de la población (de acuerdo con el motivo de viaje), siendo una variable indispensable para estimaciones de las elasticidades en la elección modal del transporte. El tiempo como recurso limitado, es un costo de oportunidad, puesto que el tiempo asignado para el viaje puede ser utilizado para algún otro fin (trabajo, placer, etc.), el valor del tiempo como recurso (sustitución de tiempo por dinero) deriva de su escasez y disponibilidad limitada (DeSerpa, 1971).

Objetivo

El objetivo de esta investigación es comparar la elasticidad de las diferentes alternativas de movilidad en escenarios acorde al motivo de viaje realizado, para determinar si los viajes en automóvil privado o de taxi/automóvil de plataforma son menos sensibles a cambios en los costos generalizados de viaje en comparación a los viajes efectuados en transporte público.

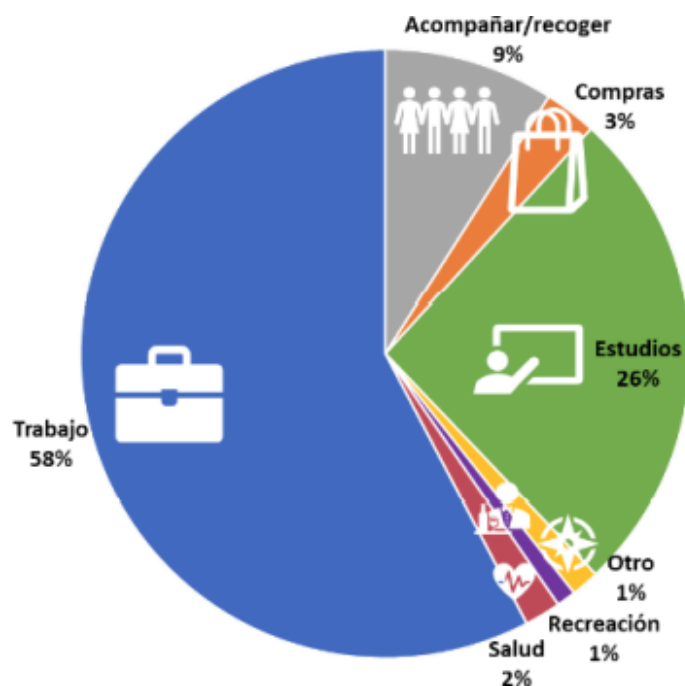
Para ello se realizó la medición del cambio porcentual que afecta a la probabilidad de utilizar un medio de transporte determinado en las diferentes muestras de motivo de viaje dentro de la ZMM (trabajo, estudios, compras y recreación, ver Ilustración 8) respecto a cambios proporcionales en costos generalizados de viaje relativos. Dichas estimaciones parten de la identificación del costo generalizado de viaje, a partir de la georreferenciación del origen-destino de cada dato de la muestra para la asignación de la distancia del recorrido y, por tanto, permitir el cálculo de la razón de costo generalizado de viaje de la selección modal del individuo (vehículo particular, abordar un taxi/automóvil de plataforma, ver Ilustración 7) con respecto al costo generalizado de viaje promedio del transporte público para el mismo motivo origen-destino. Todo ello, con la finalidad de proponer políticas públicas que inciten el cambio gradual en las variables determinantes en la selección modal para lograr la reducción del número de viajes en vehículos privados, y con ello, incentivar a utilizar el uso del transporte público a usuarios potenciales.

Ilustración 1. Porcentaje de viajes por modo en la ZMM.



Fuente: Documento ejecutivo del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Ilustración 2. Porcentaje de viajes por motivo en la ZMM.



Fuente: Documento ejecutivo del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Dentro de las limitaciones de la investigación se encuentra la omisión de variables relevantes para la modelación de la utilidad individual, como: comodidad del modo de transporte elegido, privacidad o seguridad; esto debido a la ausencia de información de percepción y preferencias de los usuarios entre las diferentes alternativas de transporte. Asimismo, también se incluye la implementación de variables proxy dentro de las estimaciones ante la falta de información detallada de las características socioeconómicas como el nivel de ingresos de los individuos. Es importante destacar que la base de la información para el análisis sólo permite analizar únicamente el viaje representativo y más importante para quien contestó el cuestionario, siendo este fijo (considerado de ida), tomando como punto de partida la colonia del domicilio del encuestado. Finalmente, para el análisis se hace el supuesto de una frecuencia homologada de cinco viajes en motivos de estudio y trabajo, mientras se considera un único viaje para efectos de compras y recreación, se considera que no existen cambios temporales entre la elección, es decir, no existen variaciones día a día del contexto de la elección ante atributos de los viajes mencionados.

Hipótesis

Este estudio de movilidad urbana de la elección modal del transporte para diferentes motivos de viaje utiliza como modelo econométrico base el enfoque de regresión logística multinomial. En este contexto, la hipótesis que guiará la presente investigación supone que la elasticidad en los costos generalizados de viaje relativos relacionada al modo de transporte, difieren según el motivo de viaje. Ante ello, establece que en los viajes de carácter obligatorio (trabajo y estudios) realizados en automóvil privado/taxi/automóvil de plataforma, aquellos por motivos de trabajo son menos sensibles a cambios en los costos generalizados de viaje en comparación a los realizados en transporte público, mientras que en los viajes en automóvil privado/taxi/automóvil de plataforma por motivos de compras y recreación, aquellos de diversión son más sensibles a cambios en los costos generalizados de viaje en comparación a los realizados en transporte público.

La estructura de este trabajo de tesis se encuentra segmentada en seis capítulos. En primera instancia el capítulo 1, Introducción, plantea una visión general del conjunto poblacional, tendencias de crecimiento y desarrollo urbano de la Zona Metropolitana de Monterrey, la relevancia de la movilidad urbana en la ZMM, el objetivo de la investigación, justificación, planteamiento de la hipótesis, limitaciones y estructura de la tesis.

En el segundo capítulo se proporciona un panorama general de la ZMM en 2020, distancias y tiempos de traslado, tasa de motorización, reparto modal entre los viajes diarios, distribución demográfica de lugar de origen-destino y oferta de transporte público.

En un tercer apartado, Marco Teórico, se hace una revisión teórica y empírica de la forma urbana de la ZMM, criterios de accesibilidad en las ciudades, componentes de los costos generalizados de viaje, el factor del género en la elección modal del transporte, la escolaridad como inversión en capital humano, elasticidades y modelos de elección aleatoria (elección modal) en la zona urbana.

Dentro del cuarto capítulo, Metodología, son especificados los criterios determinantes para la elección del modelo logístico multivariado, las estadísticas descriptivas de las muestras (trabajo, estudios, compras y recreación) de acuerdo con las alternativas de movilidad (automóvil privado, taxi/automóvil de plataforma o transporte público), así como la definición y análisis exploratorio de los datos de las variables de localización física, de viaje y socioeconómicas de los encuestados.

Posteriormente, en el quinto capítulo se desarrolla el análisis econométrico con base a cuatro modelos logísticos multivariados correspondientes a cada una de las muestras acorde al motivo de viaje (trabajo, estudios, compras y recreación) y son estimadas las elasticidades de costo generalizado de viaje relativo respectivas a cada elección modal con el uso de los coeficientes resultantes del modelo.

Finalmente, en el sexto y último capítulo se efectúa la comparativa de las elasticidades equiparables entre las muestras para determinar el grado de sensibilidad a cambios en los costos generalizados de viaje para cada motivo de viaje, además de propuestas para el desarrollo de políticas públicas promotoras del uso del transporte público e investigaciones futuras.

Capítulo 2. Antecedentes

De acuerdo con datos de la encuesta origen-destino, en la ZMM, una persona que incurre en un viaje (en un solo sentido) realiza un recorrido promedio de 14.13 km en transporte privado y 21.8 km en transporte público, alcanzando tiempos promedio de viaje de 33 y 68 minutos, respectivamente. Si bien, el transporte público es aquel modo de transporte con mayor distancia recorrida, de la tasa de viaje diario por persona de 2.2 viajes en la ZMM, únicamente el 0.4 son efectuados en transporte público, cifra muy por debajo de la tasa de 1.02 del automóvil (Transconsult, 2020b).

La tasa de motorización, entendida como el número de vehículos motorizados particulares (incluidos vehículos privados y motocicletas) por cada mil habitantes, es un indicativo de una planificación urbana orientada hacia el automóvil, con infraestructuras favorable al uso del vehículo privado sobre otros medios de transporte al presentar tendencias altas. Actualmente en la ZMM, el promedio de tasa de motorización de los 18 municipios que la conforman es de 369 (es decir, por cada 1,000 habitantes en la ZMM, se han registrado y están en uso 369 vehículos de motor), de los cuales, 7 municipios se encuentran por arriba de la media, destacando en primer lugar San Pedro Garza García con 796, Santiago con 653, San Nicolás de los Garza con 590, Monterrey con 574 y Guadalupe con 406 (Transconsult, 2020c), dicha tendencia señala de forma alarmante que el crecimiento del transporte particular ha rebasado al crecimiento poblacional, al mismo tiempo advierte de una alta dependencia del transporte privado, efectos en la congestión del tráfico, disponibilidad de estacionamiento e implicaciones en el entorno urbano.

En una urbe, considerada diseñada para el automóvil, el reparto modal entre los 11.3 millones de viajes diarios realizados se encuentra distribuidos en su mayoría en automóvil (45%), mientras que la participación del transporte público tan solo equivale al 21%, seguido del modo a pie con un 20% y los taxis y plataformas de servicio de transporte con un 4%, esto de acuerdo con datos del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM). Para el año 2019, el parque vehicular de Nuevo León alcanzó la cifra de 2,206,511 vehículos

automotores³, situando hoy en día una ocupación vehicular de orden privado entre 1.12 y 1.15 de ocupantes por vehículo.⁴

Este problema urbano no es trivial, tan solo en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) ya para el año 2005 se hacían 8.2 millones de viajes por día, cuya longitud y velocidad promediaba 15 Km. y 23 Km/hr, respectivamente. Del total de los viajes diarios un 41.18% era efectuado en automóvil, mientras alrededor de un 45.28% en unidades de transporte público.⁵

Basado en el análisis del "Plan Sectorial de Transporte y Vialidad, 2008 - 2030", es observable un cambio importante en el medio de transporte utilizado por los habitantes de la ZMM, esto ante la dispersión de los destinos de viaje relacionados al trabajo. (Villagra, 2016). El transporte público ha afrontado una pérdida de participación y predominio a causa de las deficiencias operativas y una visión de masificación, sin prestar atención a la calidad o efectividad del servicio, esto al no ofrecer certeza al usuario respecto, a la frecuencia, el horario, la capacidad y la accesibilidad, para el año 2012 los viajes realizados en vehículos particulares superaron a los realizados en transporte público (Transconsult, 2020d).

Proyecciones de la continuidad del proceso de expansión urbana del Área Metropolitana de Monterrey para el año 2030 estiman un crecimiento del 24% de la superficie urbana. Cabe señalar que el 75% de la expansión proyectada podría dar lugar a modificaciones en el uso del suelo que actualmente no están previstas en los Programas Municipales de Desarrollo Urbano, tal como hoy en día municipios como García, Juárez y Cadereyta poseen la mitad de reserva territorial para proyectos de vivienda del AMM, territorios de los cuales la mitad se encuentra fuera de los Polígonos de Contención Urbana (Centro Mario Molina, 2018).

La elección modal del transporte de acuerdo con cada motivo de viaje se encuentra sujeta a una serie de combinación de factores determinantes como lo son: el costo de operación vehicular/pasaje, el valor social del tiempo y aquellos gustos no observables adaptados a las necesidades y preferencias individuales. El cálculo de elasticidades son un

³ Fuente: Instituto de Control Vehicular de Nuevo León 2019.

⁴ Fuente: PIMUS de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020.

⁵ Fuente: Encuesta Origen-Destino "Dime a dónde vas y te diré por dónde" 2005, elaborada por el Consejo Estatal de Transporte y Vialidad y la Agencia Estatal del Transporte de Nuevo León.

instrumento que nos permite conocer el impacto sobre la elección modal ante cambios en las variables explicativas mencionadas; altas elasticidades sugieren cambios en el modo de transporte ante variaciones en costos de viaje o tiempos de traslado (Villagra, 2016).

La base de datos a utilizar para las estimaciones de la investigación tiene sustento en los resultados de la Encuesta Origen Destino en los Hogares (EODH) aportada por el PIMUS-ZMM del año 2020, la encuesta está constituida por el levantamiento de 20,000 encuestas domiciliarias de origen y destino realizadas entre los meses de septiembre del 2019 y marzo del 2020 a personas mayores de seis años entre los 18 municipios de la ZMM: Abasolo, Apodaca, Cadereyta Jiménez, El Carmen, Ciénega de Flores, García, San Pedro Garza García, General Escobedo, General Zuazua, Guadalupe, Juárez, Monterrey, Pesquería, Salinas Victoria, San Nicolás de los Garza, Hidalgo, Santa Catarina y Santiago.

El área de estudios en la construcción de la propia encuesta fue desagregada en 40 “macrozonas”, las cuales agrupan AGEB’s homogéneos en términos de uso de suelo y niveles socioeconómicos, dichas macrozonas determinan el factor de expansión correspondiente a cada registro con base en el número de hogares y la corrección por número de habitantes por hogar (Transconsult, 2020b). Dentro de la ZMM se encuentra la Área Metropolitana de Monterrey, la cual es entendida como el conjunto de los 9 municipios de mayor presencia poblacional, crecimiento urbano y económico de la ZMM, los municipios que la conforman son:

1. Apodaca.
2. García.
3. General Escobedo.
4. Guadalupe.
5. Juárez.
6. Monterrey.
7. San Nicolás de los Garza.
8. San Pedro Garza García.
9. Santa Catarina.

Al investigar los factores determinantes en la elección modal de transporte es necesaria la comprensión de la motivación individual detrás de la movilidad realizada. Tomando en cuenta los factores de expansión muestrales de los registros, el número de viajes por zona y municipio se vuelve representativo por género para los 18 municipios estudiados. Por lo que se estima que el 72% de los habitantes de la ZMM realiza algún viaje, efectuándose así aproximadamente 11,380,058 de viajes diarios contemplando en ellos el motivo de

“regreso a casa”. Cabe resaltar que, para fines de la manipulación de la muestra, la clasificación de “regreso a casa” no es contemplada dentro de las estimaciones del modelo, pero sí incluida inicialmente en los datos descriptivos del área de estudio, la exclusión de esta clasificación parte de la ausencia de la proporción de precisión del lugar de origen del viaje, limitándose a solo el municipio de origen.

Las dinámicas de localización de la población (municipio de origen) y la actividad en los entornos metropolitanos de las grandes ciudades como la ZMM han adquirido una importancia estratégica por la necesidad de gestionar la demanda de transporte sujeta a las pautas de distribución de la actividad (trabajo, estudios, recreación, etc.) a lo largo de toda la metrópoli. Particularmente, en el AMM se concentra el 89% de las unidades económicas, así como el 94% de la población ocupada de Nuevo León, por sí mismo, en Monterrey reside el 24% de los habitantes y 38% de las unidades económicas presentes en el AMM (Centro Mario Molina, 2018).

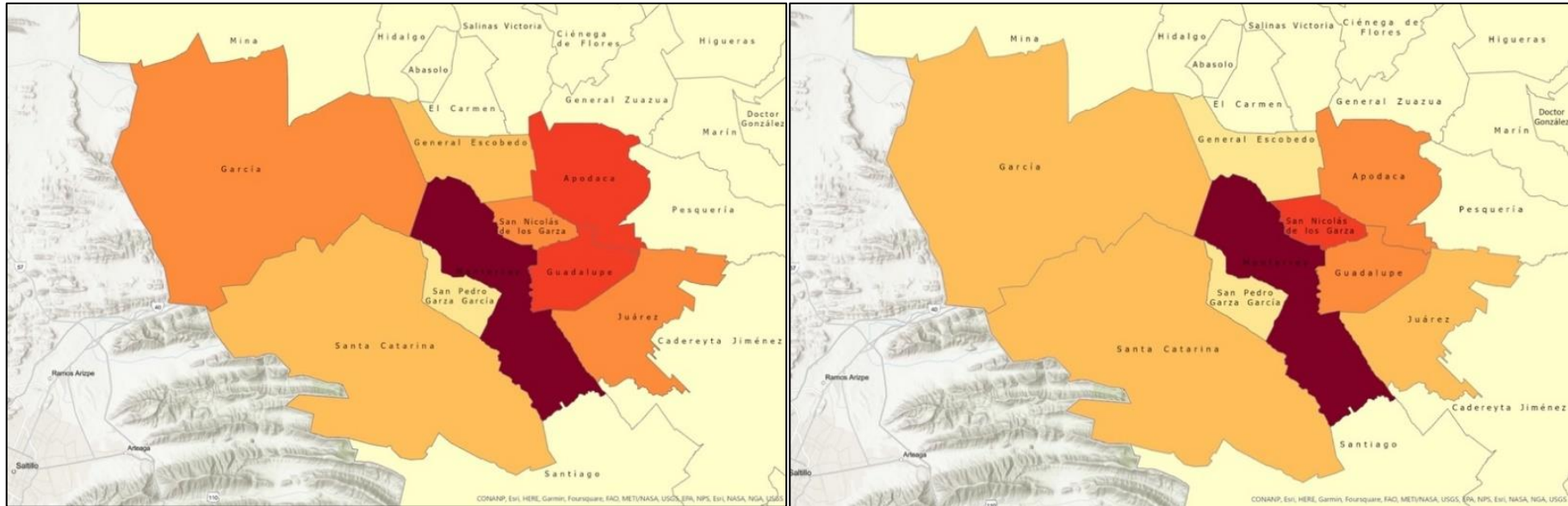
La distribución demográfica ofrece detalles sobre la dispersión de la población dentro de una región, los siguientes mapas (ver Ilustración 1 – 4) permiten tener métricas visuales de los municipios expulsores y atractores por motivo de viaje en el AMM bajo la ponderación de cada elemento de la muestra con su factor de expansión.

El conocimiento del origen y destino de cada uno de los motivos de viaje permite obtener un contexto general del comportamiento de los viajes de la población dentro y fuera del AMM, así como de sus desplazamientos de acuerdo con el motivo de viaje que presentan individualmente (Ver Tabla 1 y 2).

La oferta de transporte público en la ZMM se encuentra constituida por: el Servicio Tradicional (SETRA, ver Ilustración 5) y el Servicio Integral de Transporte Metropolitano (SETME, ver Ilustración 6). Este primero, clasificado como servicio concesionado a empresas de transporte, para el año 2020 se encontraba compuesto por 348 derroteros entre rutas y 232 ramales, de las cuales el 25% era conformado por rutas municipales con servicio único dentro de alguno de los 18 municipios de la ZMM y el 75% integrado por rutas intermunicipales con servicio entre dos o más municipios de estos. Del total de rutas mencionadas, el 65% cuenta con trazo radial, esto al poseer cobertura de traslado hasta el centro de Monterrey, mientras el 25% pertenece a rutas periféricas y el 10% a alguna otra configuración. Por su parte, el SETME, incluye el

sistema troncal, compuesto en esencia por el sistema Metrorrey, Metrobús, Metroenlace, Transmetro, Ecovía (corredor BTR) y un servicio exclusivo para grupos vulnerables, Circuito DIF (Transconsult, 2020c).

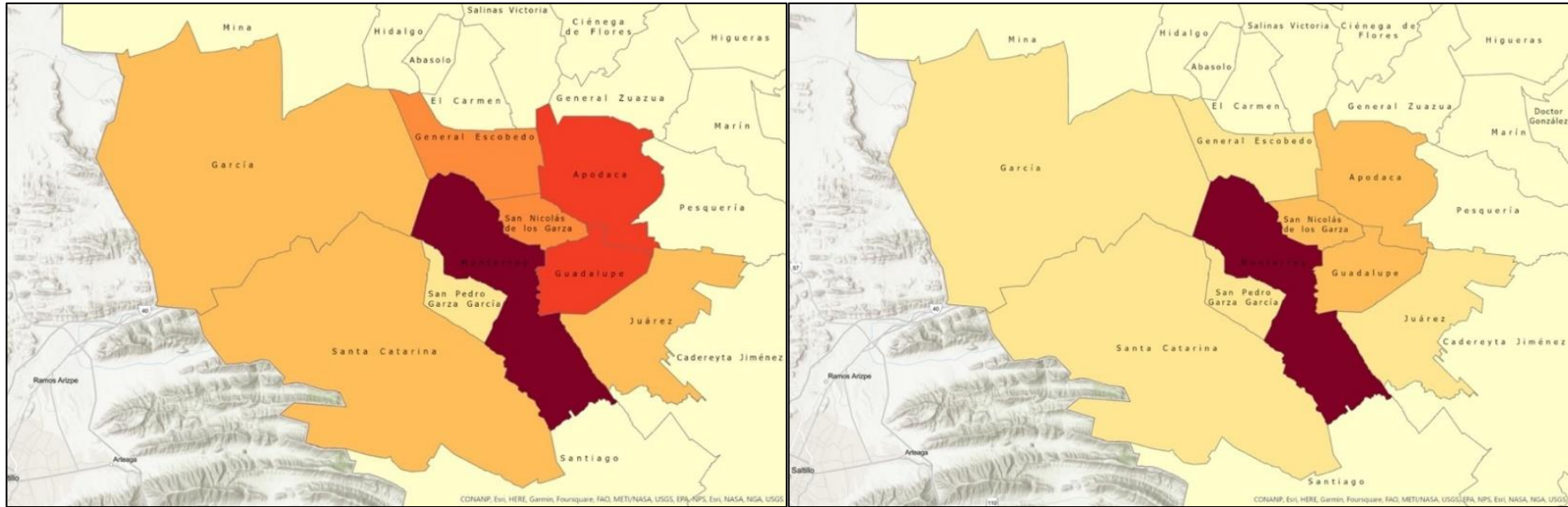
Ilustración 3. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: *Estudios*.



Nota: El mapa superior muestra el municipio de origen y el inferior el municipio de destino. El tono intenso representa mayor frecuencia de viajes generados en ese municipio.

Fuente: *Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).*

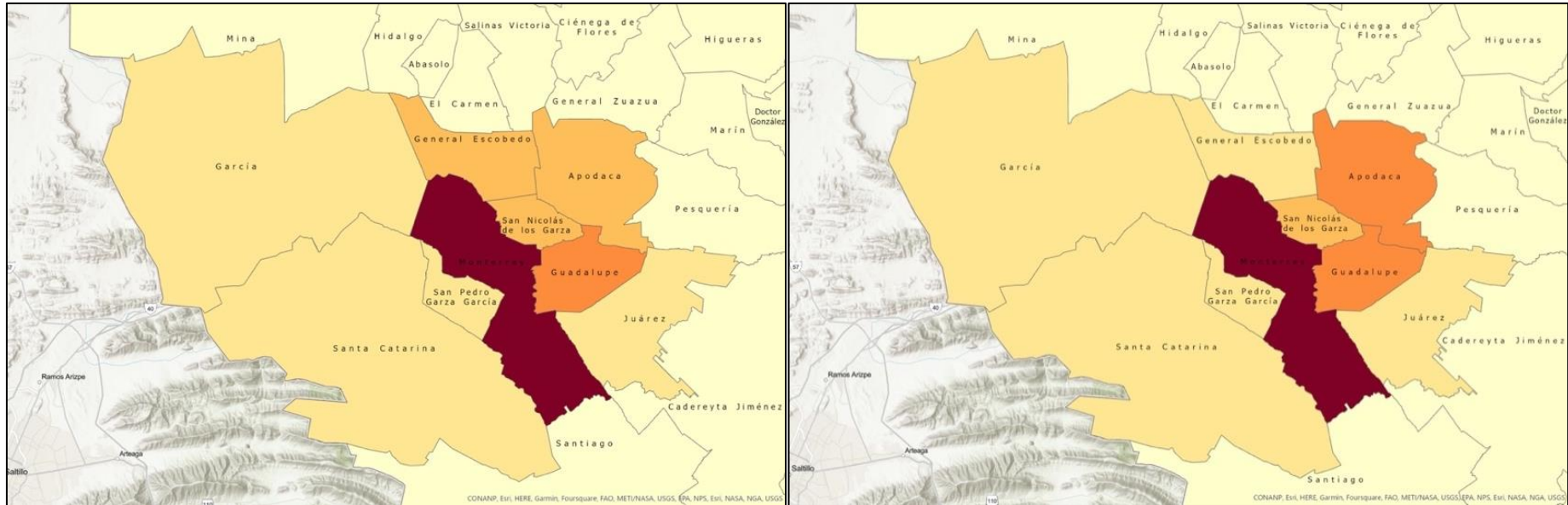
Ilustración 4. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: **Trabajo**.



Nota: El mapa superior muestra el municipio de origen y el inferior el municipio de destino. El tono intenso representa mayor frecuencia de viajes generados en ese municipio.

Fuente: *Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).*

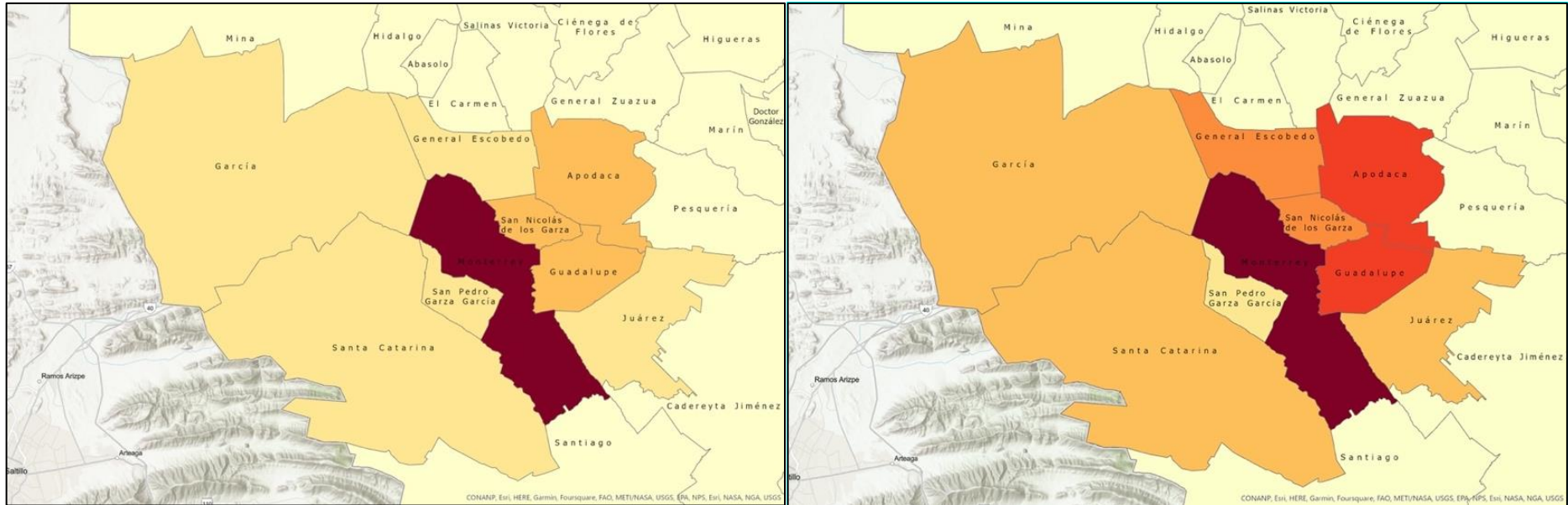
Ilustración 5. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: *Compras*.



Nota: El mapa superior muestra el municipio de origen y el inferior el municipio de destino. El tono intenso representa mayor frecuencia de viajes generados en ese municipio.

Fuente: *Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).*

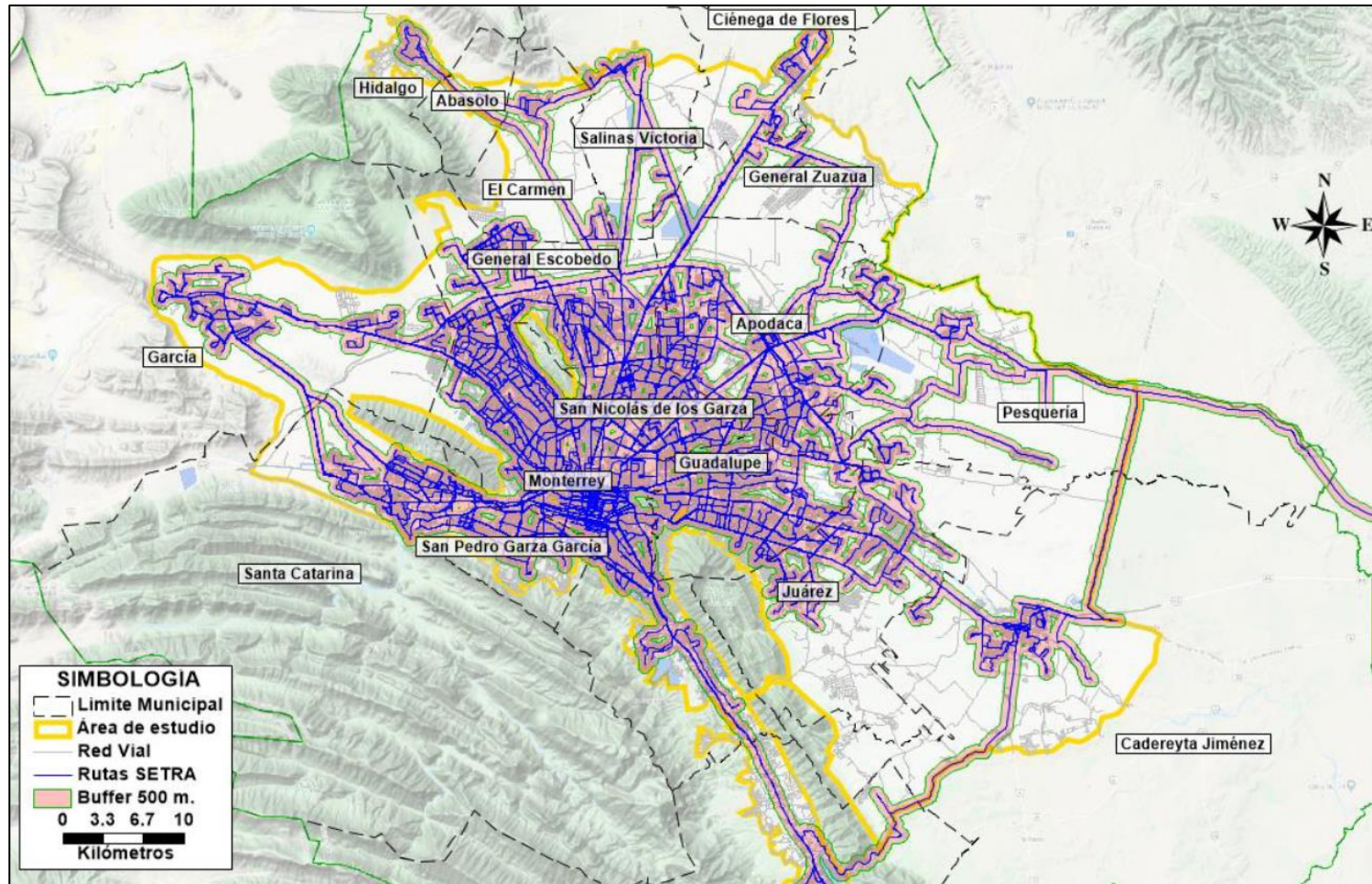
Ilustración 6. Niveles absolutos de viajes por origen y destino en el AMM. Motivo de viaje: **Recreación**.



Nota: El mapa superior muestra el municipio de origen y el inferior el municipio de destino. El tono intenso representa mayor frecuencia de viajes generados en ese municipio.

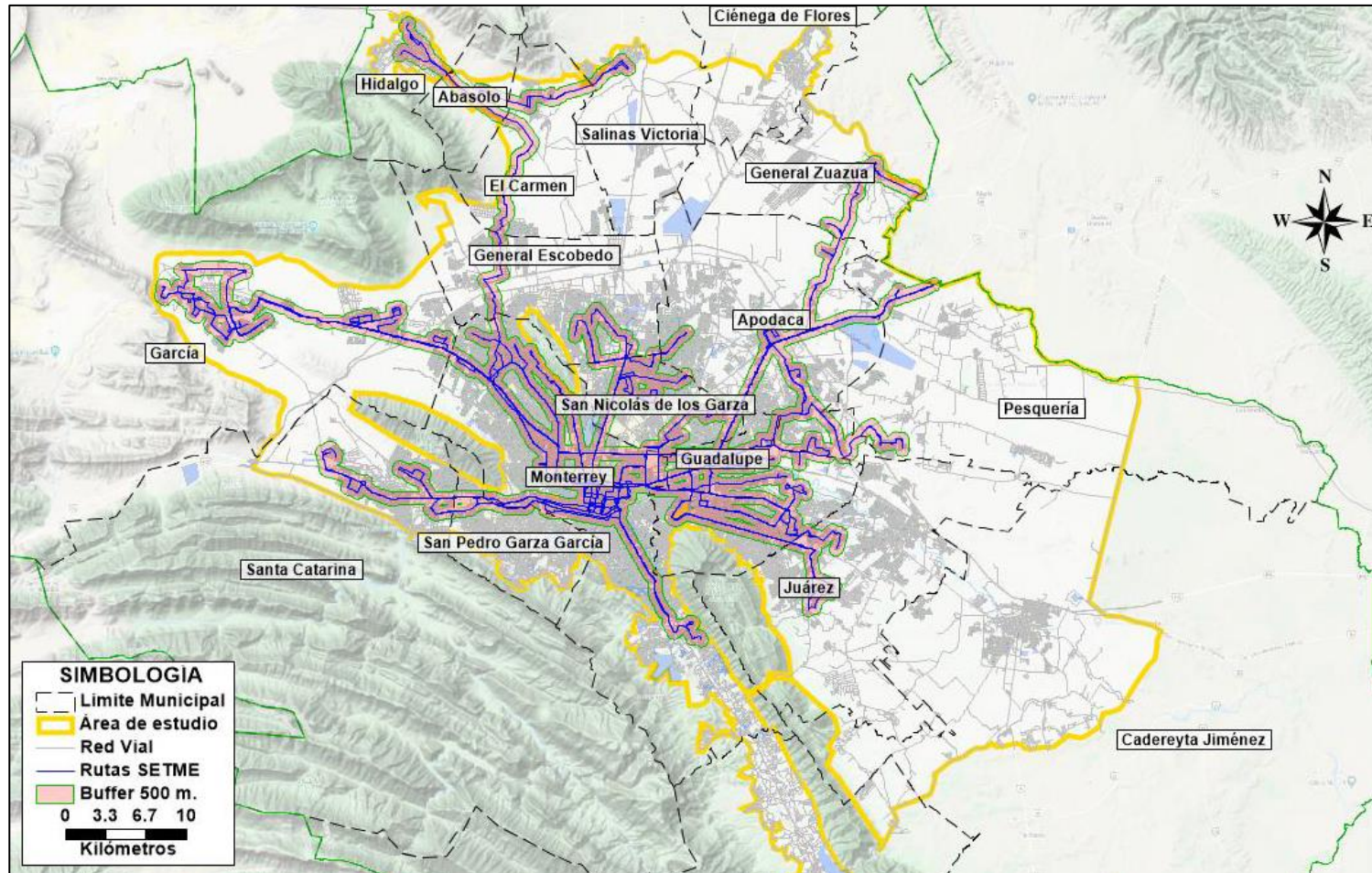
Fuente: *Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).*

Ilustración 7. Cobertura de SETRA de la ZMM.



Fuente: Informe 16. Oferta de Modos de Transporte y Estado Actual de Cobertura. Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey (2019).

Ilustración 8. Cobertura de SETME de la ZMM.



Fuente: Informe 16. Oferta de Modos de Transporte y Estado Actual de Cobertura. Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey (2019).

Tabla 1. Principal motivo de viaje por municipio de origen.

Motivo	Apodaca	General Escobedo	García	Guadalupe	Juárez	Monterrey	San Nicolás de los Garza	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Fuera AMM	Total
Trabajo	14.34%	7.83%	5.31%	14.82%	6.87%	22.14%	10.07%	2.96%	6.48%	9.18%	100%
Acompañar / Recoger	14.79%	5.28%	8.02%	19.43%	7.95%	23.00%	7.91%	2.12%	5.46%	6.05%	100%
Compras	9.63%	9.03%	2.19%	16.28%	5.02%	31.47%	9.05%	3.42%	5.90%	8.01%	100%
Estudios	14.57%	6.24%	8.24%	15.26%	8.97%	21.20%	8.02%	2.18%	6.90%	8.43%	100%
Salud	9.75%	7.82%	2.53%	18.11%	3.96%	26.44%	12.77%	3.65%	7.20%	7.77%	100%
Recreación	13.62%	5.11%	3.24%	14.92%	4.80%	36.99%	8.17%	3.89%	3.85%	5.39%	100%
Regreso a casa	11.88%	5.51%	3.57%	12.83%	3.76%	33.65%	11.00%	4.74%	5.68%	7.37%	100%
Otro	9.37%	6.81%	1.86%	17.98%	4.05%	34.54%	10.80%	4.02%	3.22%	7.35%	100%

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino” del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Tabla 2. Principal motivo de viaje por municipio de destino.

Motivo	Apodaca	General Escobedo	García	Guadalupe	Juárez	Monterrey	San Nicolás de los Garza	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Fuera AMM	Total
Trabajo	14.20%	5.52%	2.76%	11.14%	2.41%	33.82%	9.58%	6.60%	6.28%	7.69%	100%
Acompañar / Recoger	13.71%	4.04%	7.16%	17.74%	6.73%	28.05%	9.67%	1.96%	5.07%	5.87%	100%
Compras	8.68%	8.18%	1.53%	15.54%	4.08%	37.76%	9.13%	2.62%	5.44%	7.03%	100%
Estudios	10.61%	4.27%	6.12%	12.56%	6.11%	26.99%	17.65%	2.41%	5.61%	7.67%	100%
Salud	5.84%	4.48%	0.82%	12.59%	1.51%	47.54%	12.94%	5.41%	3.12%	5.76%	100%
Recreación	8.72%	4.67%	1.70%	12.30%	3.12%	42.35%	10.25%	4.74%	3.86%	8.28%	100%
Regreso a casa	13.48%	7.42%	5.57%	16.00%	6.75%	23.96%	9.39%	2.87%	6.34%	8.21%	100%
Otro	8.63%	6.62%	1.48%	15.44%	3.44%	41.26%	8.56%	5.17%	3.06%	6.34%	100%

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino” del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Capítulo 3. Marco Teórico

El reciente crecimiento de las ciudades mexicanas; disperso, distante y desconectado, se encuentra lejano del modelo de ciudades sostenibles, tal es el caso de la Zona Metropolitana de Monterrey, la cual con una mala planificación y gestión urbana obstaculiza la productividad de la población regiomontana al aumentarse significativamente los tiempos de traslado obligados residencia-trabajo; impactando negativamente en las finanzas municipales debido a la necesidad de introducir servicios públicos como infraestructura vial y servicio de transporte público en zonas donde anteriormente no los había (Centro Mario Molina, 2018).

En México se han plasmado en planes y programas visiones orientadas a cumplir con los discursos de convicción sobre ciudades compactas. Entre 1990 y 2010, la densidad poblacional de las ciudades mexicanas ha cambiado significativamente, los centros urbanos son cada vez menos densos ante un crecimiento horizontal, y han surgido zonas de alta densidad desconectadas en la periferia (Monkkonen et al., 2018). Este fenómeno está vinculado con la elevación del valor del suelo urbano en regiones metropolitanas, lo que resulta en la extensión del crecimiento urbano hacia áreas marginales o pueblos satélites ubicadas más allá de la zona central. Por lo tanto, se expanden las distancias de viaje, agravando en mayor medida el problema de desplazamientos obligados (Angel et al., 2011).

La literatura en su exploración de modelos urbanos sustentables y con movilidad integral, en ciudades promotoras de modalidades de transporte como el automóvil ha encontrado aproximaciones en la relación entre forma urbana y movilidad, al destacar características como la densidad urbanística en la influencia en el uso del vehículo privado (De la Fuente, 2012).

Con el fin de explicar el comportamiento de la elección entre las diferentes alternativas de movilidad presentes en las ciudades, otros autores parten de la teoría microeconómica del comportamiento del consumidor, el cual supone que las decisiones de los individuos son tales, que maximizan su utilidad dado un presupuesto (Domencich y Mc Fadden, 1975).

El tiempo se puede incluir dentro de la función de utilidad, por lo que la utilidad no solo depende de las cantidades consumidas, sino del tiempo empleado en ello. Este valor del tiempo permite cuantificar desde un punto de vista económico, el efecto de políticas de movilidad urbana, puesto que los estudios muestran que los usuarios valoran mucho más el tiempo fuera del vehículo privado, en el caso particular del Área Metropolitana de Monterrey se observa que si bien es cierto que afectar los precios de los modos de transporte puede ayudar a cambiar la estructura de viajes, es el tiempo el que aporta un efecto en mayor medida; por lo que incentivar políticas orientadas a disminuir los tiempos de viaje, a pie y de espera, pueden generar resultados favorables, si se pretende incrementar el uso del transporte público (Galán, 2000).

Al trabajar con microdatos se previene la pérdida de información y concluye en resultados más eficiente y sin sesgo. Con base en esta premisa, se recurre a modelos técnicos estadísticos tales como Logit y Probit.

En la revisión de la literatura referente a elección modal, esta se encuentra focalizada en el tratamiento de modelos logit multinomial y logit anidado en estudios de grandes ciudades para el análisis de la interacción entre la elección del modo de transporte y el comportamiento de viaje de un individuo. Estos modelos se encuentran basados en una función de utilidad. Cada función de utilidad contiene características del lugar de residencia, características del viaje (tiempo, costo y distancia) y características socioeconómicas para el cálculo de la utilidad máxima de la elección del modo.

Existen estudios con metodologías paralelas en diferentes ciudades del mundo, como es el caso de Budapest, Hungría (Al-Salih y Esztergár-Kiss, 2021) en donde los autores con base en datos del Censo de Hungría en 2014 analizan la probabilidad de utilidad para una elección de modo de transporte (caminar, automóvil y transporte público) a través de un modelo logit multivariado, entre los factores de mayor efecto fueron identificados el género (preferencia por hombres a viajar en coche), la presencia de vehículos en un hogar (reducción del uso del transporte público), el nivel de ingreso (preferencia por viajar en coche) y el nivel educativo (preferencia por viajar en transporte público). Asimismo, los hallazgos del estudio evidencian la relación entre las características sociodemográficas y selección del tipo de transporte al realizar actividades diarias en Budapest. Al observar la relación entre el propósito de la actividad y la elección del modo, la actividad laboral presenta un coeficiente positivo para transporte público o automóvil y un coeficiente

negativo para un paseo (caminar). En cuanto a las características individuales, la edad muestra un coeficiente negativo para el transporte público pero un coeficiente positivo para caminar y coche. El tiempo, la distancia del viaje y el propósito de la actividad a efectuar son los factores más decisivos que influyen en la elección de modo de un individuo.

Dentro de los estudios basados en modelos desagregados, destacan los realizados por Train (1980) y Litman (2021), los cuales se centran en el supuesto de que las familias deciden cuántos coches poseen, atendiendo a una racionalidad económica de maximización de la utilidad; las principales variables explicativas que se incluyen en estos estudios son básicamente: ingreso económico, número de personas y trabajadores por hogar, disponibilidad y/o comodidad del transporte público persistente en la ciudad, coste de operación vehicular (costo por kilómetro del automóvil), distancia al centro de la urbe, entre otras.

Ben-Akiva y Lerman (1985), mediante la estimación de un modelo logit multinomial, analiza el caso en el que se consideran variables socioeconómicas del hogar, niveles de servicio, así como el lugar de origen y destino fijados inicialmente con el objetivo de determinar la probabilidad de utilizar un modo en particular, tanto para los viajes al trabajo, como los no laborales, condicionado al número de automóviles.

Por todo ello, es concluyente el hecho que la implementación del *modelo logit multivariado* ha tenido un significativo desenvolvimiento en el campo de la investigación y desarrollo urbano estableciéndose como un referente en la práctica habitual en el ámbito de la elección modal, ya que permite abordar tanto las posibles heterocedasticidades, así como las correlaciones entre alternativas (Orro y García, 2004).

Ante esto, la presente investigación utilizará como modelo econométrico base el enfoque de regresión logística multinomial. En una primera etapa, el modelo multinomial es empleado para predecir las tendencias y probabilidades de selección de una entre algunas de las múltiples alternativas de transporte en la ZMM (automóvil, transporte público y/o taxi/automóvil de plataforma), ante cambios en diferentes categorías de variables independientes: localización física (municipio de origen y accesibilidad), viaje (distancia y costo generalizado de viaje relativo) y socioeconómicas (edad, sexo y escolaridad)

determinantes para su elección de modo, utilizando como base la alternativa modal de uso de transporte público.

El análisis de las decisiones de transporte en función de la forma urbana entraña al menos una decisión vinculada como es la de localización de los hogares (Lerman, 1976). El proceso de toma de decisiones de transporte no puede desvincularse de la localización residencial. En términos simples, existe un sesgo de endogeneidad; las variables de forma urbana que influyen en las decisiones de transporte a su vez están influenciadas por las preferencias de la oferta de transporte existente en determinadas localizaciones.

La localización de las actividades realizadas diariamente por los individuos responde a dinámicas concretas basadas en la disyuntiva entre la presencia de economías de alta aglomeración y los costes de accesibilidad al punto de ubicación de estas actividades, regularmente en un punto distinto del territorio implicando la necesidad de desplazarse por largas distancias.

Cameron et al. (2003) buscan pronosticar la movilidad privada para cualquier área urbana y evaluar los efectos de las distintas políticas que se puedan llevar a cabo. Para ello, construyen un “Indicador de movilidad privada motorizada” basado en la relación entre la movilidad real y potencial. A pesar del incremento del número de ciudades, la forma funcional de la ecuación de movilidad privada motorizada se ha mantenido constante de modo que el comportamiento sistemático de las ciudades no varía en los 30 años de diferencia que abarca el estudio realizado. En conclusión, los autores afirman que, aunque las decisiones de movilidad se toman a nivel individual y de forma local, el comportamiento a nivel urbano agregado viene determinado por las características físicas del área urbana en cuestión. A pesar de la existencia de cierto sesgo de agregación, los resultados de los análisis ponen énfasis en que la densidad es la variable que mejor explica los patrones de movilidad, por lo que se propone la promoción de entornos densos para implementar políticas de fomento del transporte público o para la reducción del uso del vehículo privado.

Por su parte, la accesibilidad se refiere a la distancia que recorre un peatón para llegar desde su lugar de vivienda al lugar de abordaje del transporte público (ya sea parada o estación). La elección de referencia de franja de cobertura para determinar la accesibilidad al servicio de transporte público de acuerdo con la percepción de la población varía entre

autores, debido a que este rango de distancia se encuentra constituido por barreras psicológicas individuales en los desplazamientos peatonales. Una de las justificaciones señala el hecho de que, a una velocidad de 4.5 km/hora en un viaje de carácter ortogonal, le corresponden tiempos de 5 minutos caminando (Gutiérrez Puebla et al., 2000). La propia Organización de las Naciones Unidas dentro de su 11° Objetivo de Desarrollo Sostenible “Ciudades y Comunidades Sostenibles”, define al acceso conveniente al transporte público el residir hasta 500 metros a pie de una parada de autobús (Naciones Unidas, 2021).

A pesar de estas diferencias, Delmelle et al. (2012) destacan que, en general, la literatura considera que una distancia de 400 metros o 5 minutos de navegación peatonal a una estación de autobús es suficiente para considerarse con accesibilidad al servicio de transporte público. Por ello, este último criterio de distancia es lo que se usará como margen durante el presente trabajo.

La residencia lejana de una persona de su lugar frecuente de destino posee implicaciones secundarias en la productividad y deterioro en la calidad de descanso, esto ante las extensas distancias de traslado. Un estudio conducido por Coren (1996) en Canadá afirma que el riesgo de sufrir un accidente automovilístico aumenta después de una disminución de una hora de sueño. Aunado a ello, el incremento en la incidencia de tránsito también puede generar congestión vehicular, el cual eleva el tiempo de traslado de los individuos.

El cálculo de distancia origen-destino en la investigación contempla rutas viaje de carácter ortogonal, esto con base en el uso de la tecnología como facilitador y ejecutor de procesos iterativos con el objetivo de eficientar con simplicidad dicha información utilizando la robustez de las API's de Google.

Google Maps en su interfaz de programación de aplicaciones (API) integra y utiliza funcionalidades de mapas, servicios y una amplia gama de funcionalidades relacionados con Google, su uso para la asignación de los valores en las variables enriquece con información geoespacial precisa y actualizada. A su vez, el uso de lenguaje Python en este proceso de determinación de valores permite el ajuste simple de las especificaciones de los datos, así como la disminución de errores en la captura de la información de las distancias de viaje y accesibilidad de opciones de transporte público.

A menudo, la decisión del medio a utilizar se encuentra sujeta a los “costos” de viaje, conocidos técnicamente como “Costos Generalizados de Viaje”. En estos costos se incluyen tanto los monetarios, como serían los costos de operación y mantenimiento del vehículo, pago de pasaje; además de aquellos implícitos, que, si bien no representan un pago monetario, sí constituyen un costo para el individuo y la sociedad, como lo es el valor del tiempo. Dicha variable, utiliza el dinero como unidad común de medida al permitir una comparación interpersonal más objetiva, aunque implique considerar que todos los individuos comparten una misma valoración de la renta (Instituto Mexicano del Transporte, 2020).

Con base en datos de la Encuesta de Movilidad 2019 de Bogotá, Perdomo Botello (2022) afirma que la elección modal de transporte público varía de acuerdo con el género y la edad del individuo. En Bogotá, mientras que el 68% de las mujeres utilizan un modo de transporte sostenible (caminar y/o transporte público), únicamente el 52% de los hombres utilizan estos mismos medios, asimismo, se encontró que las mujeres entre 18 y 29 años poseen mayor probabilidad de utilizar transporte público, su vez que el 80% de las mujeres encuestadas afirman sentirse inseguras al usarlo seguras, siendo el acoso de desconocidos la razón principal de percepción de inseguridad.

En un contexto regional, tan solo en Nuevo León en una población de 18 años y más el 72.6% de las mujeres que utilizan transporte público se sienten inseguras en este y únicamente el 26.9% de las mujeres se sintieron seguras de caminar solas por la noche, en comparación al 71.5% y 29.1% de los hombres, respectivamente.⁶ Aunado a esto, el 91.6% de las mujeres usuarias han sufrido por lo menos un incidente de violencia sexual mientras transitaban algún modo de transporte público, esto de acuerdo a los hallazgos del estudio de línea base sobre percepción de inseguridad y violencia sexual en el transporte público del Área Metropolitana de Monterrey.

El análisis actual parte de la teoría del capital humano, la cual interpreta la educación como una inversión en capital humano que aumenta la productividad de los trabajadores, aumentando sus ingresos (Mincer, 1974). El método de estimación de este último responde a la problemática de asumir un rendimiento constante de la educación cuando esta no necesariamente mantiene una evolución continua por medio de un cambio en la representación de la educación, por tanto, la aplicación de *dummy variables* responden a distintos niveles educativos (ningún grado, básica, medio superior, superior o posgrado).

La elasticidad mide el cambio porcentual que sufre una variable ante un cambio porcentual en otra, en este caso la variable analizada será la probabilidad de utilizar un medio determinado, con respecto a cambios proporcionales en distintas variables. Por lo que en la elección modal estudiar dichos cambios, permite determinar cuáles son los factores que tienen mayor impacto en la decisión. Existen diferentes tipos de elasticidades que tienen impacto en la demanda de transporte, por ejemplo, la elasticidad precio, elasticidad vehículo-kilómetro y elasticidad ingreso, todas ellas miden la relación entre cambios en sus variables y la demanda de transporte, observándose efectos de partición modal (Gschwender y Jara-Díaz, 2007).

⁶ Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública 2020.

Capítulo 4. Metodología

El modelo *Logit* Multinomial en la investigación tiene como fundamento dentro de su variable dependiente "y" a estudiar (elección modal de transporte: automóvil, transporte público y/o taxi/automóvil de plataforma) las siguientes características:

1. Cada individuo puede elegir solo una opción.
2. La variable dependiente y , muestra alternativas mutuamente excluyentes.
3. Las diferentes alternativas de transporte son escritas como:

$j = \text{automóvil, transporte público, taxi/automóvil de plataforma.}$

$J = \text{suma de todas las alternativas excluyentes.}$

4. La suma sobre todas las alternativas excluyentes $j \in J$ es uno.
5. Los coeficientes de las alternativas de transporte se interpretan como referencia a la categoría base (k) : *transporte público*.

Por tanto, la probabilidad de que el individuo i escoja la j alternativa se establece como:

$$p_{i,j} = \text{prob}(y_{i,j} = 1) = \frac{\exp(X_i\beta^j)}{\sum_{k \in J} \exp(X_i\beta^k)} \quad (1)$$

Donde X_i es definido como un vector de las variables independientes⁷ determinantes para una elección modal de transporte: municipio de origen, accesibilidad, distancia, costos generalizados de viaje relativos, sexo, edad y escolaridad, mientras β es el conjunto de coeficiente para cada una de las alternativas.

El modelo será replicable para los diferentes escenarios de cada uno de los motivos de viaje: *Estudios, Trabajo, Compras y Recreación*.

⁷ El uso de variables alternativas "dummies" fue empleado para la construcción de las variables: municipio de residencia, sexo y escolaridad.

La determinación del modelo parte de los siguientes supuestos:

- 1) El análisis contempla únicamente el viaje representativo diario, considera solo viaje de ida.
- 2) Viaje fijo con frecuencia semanal de cinco días hábiles para motivos de estudios y trabajo, y frecuencia única para el caso de compras y recreación.
- 3) La colonia del domicilio es considerada como punto de origen del viaje.
- 4) La valoración del tiempo de estudio es considerada como valor del tiempo laboral⁸, mientras que el valor asignado al tiempo de placer es atribuido para las muestras de compras y recreación al hablarse de viajes no laborales, es decir con movilidad no obligada.

Las variables explicativas se definen como:

Municipio de origen: analiza si existe diferencia en el modo de transporte en cada motivo de viaje de acuerdo con el municipio de residencia del individuo, cada coeficiente resultante determina si existe tendencia de traslado en un modo particular de un municipio específico con respecto a los ajenos a la AMM.

La desagregación de los viajes por municipio de origen (ponderando cada elemento de la muestra por su respectivo factor de expansión), evidencia que, de manera consistente, como puede verse en las siguientes matrices origen-destino (aunque en diferentes proporciones de viaje, ver Tablas 3 - 6), en cada una de ellas Guadalupe persiste como el principal “municipio expulsor”, esto entre todos municipios dentro y fuera del AMM.

⁸ Puesto que tal motivo de viaje no se encuentra exento de responsabilidad, a pesar de tratarse de un viaje no laboral, puede en un futuro ser diferido de la tasa salarial al tratarse de una inversión en capital humano.

Tabla 3. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Estudios) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.

Origen	Destino											Expulsión total	Expulsión neta (1)	
	AMM													
	Apodaca	General Escobedo	García	Guadalupe	Juárez	Monterrey	San Nicolás de los Garza	San Pedro Garza García	Santa Catarina	Fuera AMM				
AMM	Apodaca	5.8%	0.2%	0.0%	0.7%	0.1%	1.9%	4.7%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	13.8%	8.0%
	General Escobedo	0.3%	2.3%	0.0%	0.1%	0.0%	1.5%	2.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.5%	4.2%
	García	0.0%	0.0%	2.8%	0.0%	0.0%	2.0%	0.9%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	6.5%	3.6%
	Guadalupe	0.4%	0.2%	0.0%	8.7%	0.0%	5.3%	3.3%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	9.5%
	Juárez	0.1%	0.0%	0.0%	2.6%	2.8%	0.9%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	7.3%	4.5%
	Monterrey	0.1%	0.2%	0.0%	0.2%	0.1%	18.2%	4.9%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	24.1%	5.9%
	San Nicolás de los Garza	0.1%	0.2%	0.0%	0.4%	0.0%	1.9%	7.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	9.7%	2.7%
	San Pedro Garza García	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.2%	1.3%	0.1%	0.0%	0.0%	2.2%	0.9%
	Santa Catarina	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	1.1%	0.9%	0.7%	4.2%	0.0%	0.0%	7.0%	2.8%
	Fuera AMM	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.4%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	2.9%	4.7%	1.8%
Atracción total		7.1%	3.3%	2.8%	12.9%	3.1%	33.8%	25.9%	2.7%	5.0%	0.0%	3.4%		
Atracción neta (2)		1.2%	1.0%	0.0%	4.2%	0.3%	15.6%	18.9%	1.4%	0.8%	0.0%	0.5%		
Sin cambio de municipio		56.1%												
Con cambio de municipio		43.9%												

Notas:

- (1) Se refiere al total de viajes expulsados sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.
- (2) Se refiere al total de viajes recibidos sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)".

Tabla 4. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Trabajo) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.

Origen	Destino												Expulsión neta (1)
	AMM											Fuera AMM	
	Apodaca	General Escobedo	García	Guadalupe	Juárez	Monterrey	San Nicolás de los Garza	San Pedro Garza García	Santa Catarina				
AMM	5.6%	0.7%	0.0%	1.0%	0.1%	2.9%	2.2%	0.5%	0.1%	0.1%	0.6%	13.7%	8.1%
	0.5%	2.2%	0.1%	0.1%	0.0%	2.6%	1.2%	0.3%	0.1%	0.1%	0.2%	7.4%	5.2%
	0.1%	0.1%	0.8%	0.1%	0.0%	1.9%	0.1%	0.5%	0.9%	0.1%	0.1%	4.6%	3.9%
	0.0%	0.1%	0.0%	5.8%	0.4%	5.4%	1.3%	0.9%	0.2%	0.2%	0.2%	16.0%	10.3%
	0.6%	0.1%	0.0%	2.2%	1.3%	1.9%	0.3%	0.3%	0.1%	0.2%	0.2%	6.9%	5.7%
	0.7%	0.5%	0.6%	1.1%	0.2%	16.3%	1.8%	2.2%	0.4%	0.4%	0.4%	24.3%	7.8%
	1.3%	0.6%	0.0%	0.5%	0.0%	4.5%	3.1%	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%	11.0%	7.9%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	1.5%	0.1%	1.1%	0.4%	0.0%	0.0%	3.2%	2.1%
	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	1.8%	0.2%	1.6%	2.6%	0.0%	0.0%	6.5%	3.9%
Fuera AMM	0.8%	0.3%	0.0%	0.2%	0.2%	0.8%	0.5%	0.1%	0.0%	0.1%	3.4%	6.1%	2.8%
Atracción total	11.3%	4.7%	1.8%	11.3%	2.2%	39.6%	10.7%	7.9%	5.1%	5.4%	5.4%		
Atracción neta (2)	5.6%	2.5%	1.0%	5.5%	0.9%	23.1%	7.6%	6.7%	2.5%	2.0%	2.0%		
Sin cambio de municipio	42.4%												
Con cambio de municipio	57.6%												

Notas:

- (1) Se refiere al total de viajes expulsados sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.
- (2) Se refiere al total de viajes recibidos sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)".

Tabla 5. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Compras) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.

Origen	Destino											Expulsión total	Expulsión neta (1)			
	AMM										Fuera AMM					
	Apodaca	General Escobedo	García	Guadalupe	Juárez	Monterrey	San Nicolás de los Garza	San Pedro Garza García	Santa Catarina							
AMM	6.7%	0.4%	0.0%	0.6%	0.0%	0.8%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9.6%	2.8%
	0.2%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7.5%	2.5%
	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	1.1%
	0.0%	0.1%	0.0%	11.7%	0.3%	3.2%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.2%	4.6%
	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	2.9%	0.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.9%	2.0%
	0.0%	0.4%	0.0%	0.9%	0.0%	29.6%	0.4%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	31.9%	2.3%
	0.3%	0.2%	0.0%	0.7%	0.0%	1.7%	7.2%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	10.2%	3.0%
	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.1%	0.0%	0.0%	1.1%	0.1%	2.5%	0.7%	0.0%	4.5%	2.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	0.2%	5.1%	0.0%	6.7%	1.6%
Fuera AMM	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.9%	6.2%	0.3%
Atracción total	7.5%	6.2%	1.1%	15.3%	3.3%	41.1%	10.2%	3.3%	3.3%	3.3%	10.2%	3.3%	5.9%	6.0%		
Atracción neta (2)	0.7%	1.2%	0.0%	3.6%	0.4%	11.5%	3.0%	0.8%	0.8%	0.8%	3.0%	0.8%	0.8%	0.2%		
Sin cambio de municipio	77.7%															
Con cambio de municipio	22.3%															

Notas:

- (1) Se refiere al total de viajes expulsados sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.
- (2) Se refiere al total de viajes recibidos sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)".

Tabla 6. Matriz origen-destino para viaje principal declarado (Recreación) incluyendo respuesta de no movilidad (1). Municipios del Área Metropolitana de Monterrey y municipios foráneos; % Relativos a viajes totales de todos los puntos de origen.

Origen	Destino											Expulsión total	Expulsión neta (1)
	AMM										Fuera AMM		
	Apodaca	General Escobedo	García	Guadalupe	Juárez	Monterrey	San Nicolás de los Garza	San Pedro Garza García	Santa Catarina				
AMM	6.5%	1.0%	0.0%	1.2%	0.2%	1.4%	3.8%	0.5%	0.1%	0.1%	1.6%	44.0%	25.4%
	0.1%	2.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.9%	0.9%	0.0%	0.1%	0.1%	0.5%	20.8%	13.4%
	0.0%	0.0%	0.5%	0.2%	0.0%	1.8%	0.0%	0.2%	0.4%	0.0%	0.0%	20.6%	11.6%
	0.2%	0.3%	0.0%	6.9%	0.5%	4.7%	0.5%	0.3%	0.4%	0.9%	0.9%	57.9%	30.2%
	0.1%	0.0%	0.0%	1.2%	2.1%	1.2%	0.3%	0.1%	0.0%	0.2%	0.2%	23.2%	14.2%
	0.5%	0.3%	0.4%	1.0%	0.2%	31.9%	1.3%	1.6%	0.1%	0.6%	0.6%	76.7%	18.9%
	0.0%	0.3%	0.0%	0.6%	0.0%	1.1%	3.2%	0.2%	0.0%	0.3%	0.3%	30.8%	8.7%
	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	1.7%	0.3%	0.8%	0.8%	7.0%	2.9%
	0.1%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.7%	0.0%	0.3%	2.2%	0.0%	0.0%	22.4%	8.9%
	0.3%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.6%	0.2%	0.0%	0.1%	3.4%	3.4%	14.9%	5.7%
Atracción total	7.8%	4.2%	1.3%	11.5%	3.1%	45.2%	10.2%	4.8%	3.7%	8.3%	8.3%		
Atracción neta (2)	1.3%	2.1%	0.7%	4.6%	0.9%	13.4%	6.9%	3.1%	1.5%	4.9%	4.9%		
Sin cambio de municipio	60.4%												
Con cambio de municipio	39.6%												

Notas:

- (1) Se refiere al total de viajes expulsados sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.
- (2) Se refiere al total de viajes recibidos sin contabilizar aquellos que permanecen en su propio municipio.

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)".

Accesibilidad: hace referencia a la variedad de opciones de transporte público inicial (o único) del viaje con las que cada individuo cuenta a partir del centroide de la colonia de residencia con una franja de cobertura de 400 metros de navegación peatonal por ruta común en un viaje de carácter ortogonal. El número de opciones de transporte público inicial al destino pondera al individuo de la muestra con un valor cardinal (0 - 4), para su manejo con clasificación intrínseca.⁹ La construcción de la variable parte de la realización de solicitudes a la API de Google Maps Directions, esto mediante la especificación de los puntos de inicio (colonia de origen) y destino (colonia de destino), así como el modo de transporte (por ejemplo, "*transit_mode='bus'*" para transporte público). A través de un código en Python fue descrito el proceso general en términos de programación, con la finalidad de que las solicitudes fueran realizadas en bucle, con el procesamiento de las respuestas y almacenamientos de los resultados correspondientes de cada uno de los individuos de las cuatro muestras. Puesto que el API devuelve datos de la ruta (incluyendo información sobre el transporte público disponible, distancia a paradas, horarios y entre otras, ver Ilustración 1), la información fue depurada para cada individuo mediante la asignación del valor cardinal con base en la contabilización del número de opciones (máx. 4) de transporte público inicial (diferente) que cumple el criterio de realizar paradas en vialidades a una franja de cobertura de 400 metros del centroide de la colonia de residencia.¹⁰

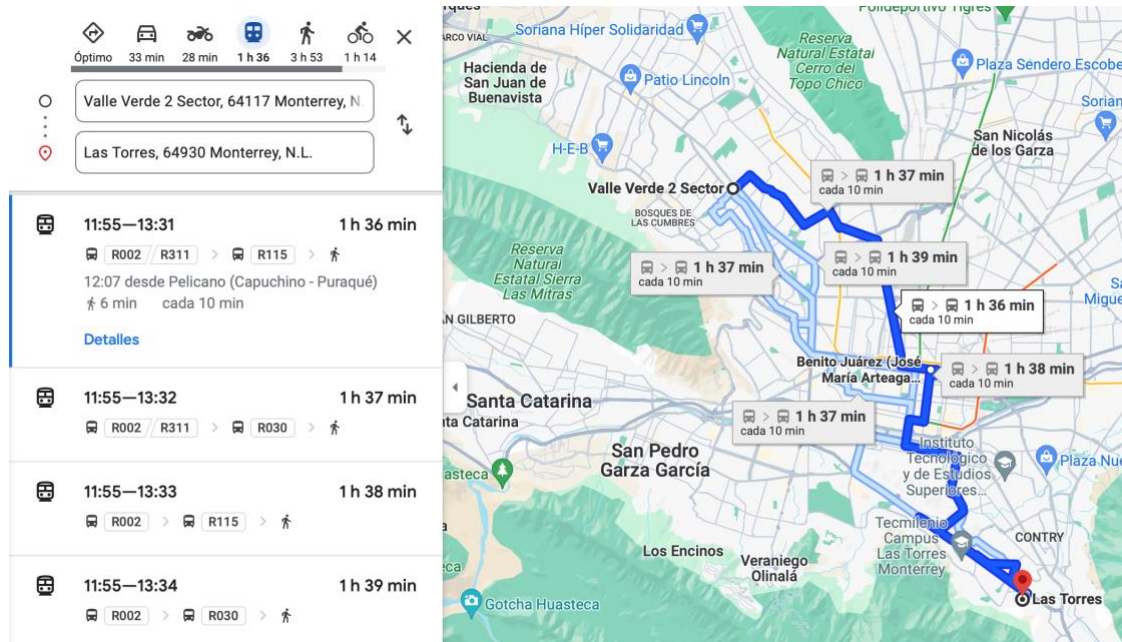
El código en Python inicia con la inclusión de distintas librerías como *pandas* especializada en el manejo y análisis de estructuras de datos, *googlemaps* que permite interactuar con los servicios de Google Maps para la geocodificación, convirtiendo direcciones o ubicaciones en coordenadas geográficas (aquí la importancia de la homologación del nombre de las colonias para una alta precisión en la lectura de los datos), calculando las rutas entre dos puntos y obteniendo información detallada de navegación (*uso de transit_mode='bus'*) desde distancia total y cambios en modos de movilidad, hasta la precisión de distancia para el cambio de modo de transporte a lo largo

¹⁰En el caso de los viajes con destino dentro de la misma colonia domiciliaria ante las limitaciones de la configuración de inicio y destino del viaje (al tratarse de colonias homólogas y no contar con datos georeferenciados de latitud y longitud) se presenta un vacío informativo. Ante este hecho, a estos individuos de las muestras se les fue asignado el valor cardinal de 1, al realizarse el supuesto que los desarrollos habitacionales en el estado de Nuevo León le son autorizada la construcción del desarrollo al contar con la factibilidad de servicio de transporte público de pasajeros (Ley de Movilidad Sostenible y Accesibilidad para el Estado de Nuevo León, 2020, Artículo 10).

del viaje, todo desde el ajuste del código en Python y finalmente *datetime* que calcula la diferencia de tiempo entre horas para la precisión del tiempo de viaje.

Dentro del código, se desarrolló la creación de una estructura de datos, así como definir el API de Google a utilizar (previamente configurada a la cuenta personal de desarrollador, así como su conexión a la misma). Además, fue necesario el importe de forma separada de las muestras por motivo de viaje (estudios, trabajo, compras o recreación) para que el código concatene las columnas de ubicaciones de origen y destino de nuestro archivo Excel (colonia, municipio y estado).¹¹ A continuación, el código realiza las iteraciones para cada uno de los datos (individuos) de cada archivo Excel encontrando el número de opciones de transporte público inicial a una franja de cobertura de 400 metros del centroide de la colonia del domicilio (ver Ilustración 9 para visualización del desglose de opciones de rutas con detalles de las mismas en Google Maps, caminata inicial con rango de distancia y tiempo, primer abordaje de autobús, tiempo y distancia de recorrido, instrucciones de transbordos, etc.).

Ilustración 9. Visualización de opciones de “Rutas” (*transit_mode='bus'*)



Fuente: Elaboración propia con *Google Maps*.

¹¹ Los nombres de colonia de origen y destino en la encuesta fueron homologados manualmente para la identificación directa y precisa por parte de Google Maps durante el proceso de iteración.

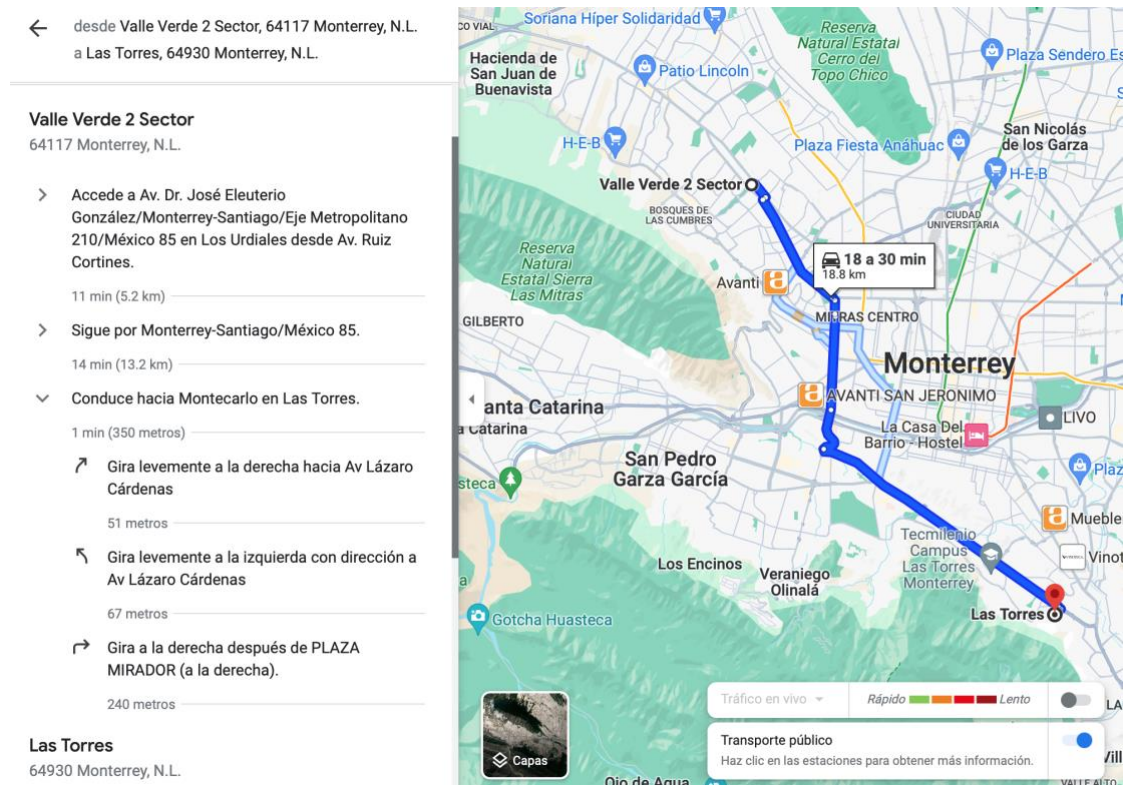
Distancia: la configuración en la metodología de cálculo de distancia aproximado para el caso del modo de viaje de automóvil, transporte público y taxi/automóvil de plataforma supone el tránsito de coches y otros automóviles pequeños similares, tales como furgonetas, considerando alternativas para optimizar la distancia del viaje. Del mismo modo que la variable de accesibilidad, la determinación de la distancia parte de la realización de solicitudes a la API de Google Maps Directions, siendo insertados los datos correspondientes a la colonia de origen y destino. De igual forma, se utilizó un script en Python para explicar el procedimiento desde una perspectiva de programación. Se realizaron solicitudes de manera iterativa, procesando las respuestas y almacenando los resultados para cada uno de los elementos de las cuatro muestras.¹²

Para el cálculo de distancias entre dos centroides de colonias en Python, se replicó parte del código realizado para accesibilidad, únicamente fue ajustado para el cálculo de las distancias entre dos puntos para todos los individuos, la longitud de navegación es optimizada dentro de las opciones de viajes de carácter ortogonal (*uso de transit_mode='driving'*) y extraída aquella de menor longitud como dato asignado individualmente (ver Ilustración 10 para visualización del desglose de opciones de rutas con detalles del kilometraje de las mismas en Google Maps, la configuración del código selecciona aquella ruta ortogonal de menor distancia para su asignación al individuo en el documento de salida).

Costo generalizado de viaje relativo: la estimación de los Costos Generalizados de Viaje Relativos (CGVREL) determina en el presente modelo la razón de costos generalizados de viaje del automóvil y taxi/automóvil de plataforma, respectivamente con respecto a los costos generalizados promedio del transporte público en el Estado. El Costo Generalizado de Viaje (CGV) se encuentra segmentado de acuerdo con las preferencias de modo de transporte de cada uno de los encuestados en las diferentes muestras, el costo de oportunidad del tiempo y la situación laboral del individuo (esto de acuerdo con su motivo de viaje).

¹² El cálculo sigue únicamente navegación por ruta particular (ortogonal entre calles) a pesar del modo y motivo de viaje del individuo.

Ilustración 10. Visualización de opciones de “Rutas” (transit_mode='driving')



Fuente: Elaboración propia con *Google Maps*.

Costo Generalizado de Viaje Relativo (CGVRELATIVO): se refiere a la razón de costos generalizados del viaje (CGV) en automóvil o taxi/automóvil de plataforma según el caso, con respecto a los costos generalizados de viaje promedio de usar transporte público de acuerdo con el motivo de viaje.

$$CGVRELATIVO = \frac{CGV \text{ de la elección modal}}{CGV \text{ promedio en transporte público}} \quad (2)$$

El costo generalizado de viaje de la elección modal está conformado por:

- *Costo de operación vehicular / Pasaje.*
- *Valor social del tiempo*

En primer lugar, para aquellos individuos conductores de un automóvil en su viaje, los costos de operación de un vehículo particular incluyen costos de fácil reconocimiento y necesidad; insumos como lo son el combustible, lubricantes y desgaste de llantas, a estos se le suma aquellos costos no tangibles e inusuales para la gran mayoría de usuarios (la depreciación, costo de oportunidad del vehículo, gastos generales, mano de obra, por mencionar algunos). El costo por Kilómetro (*Km*) al realizar el viaje en automóvil es calculado con el paquete computacional HDM-4 (Highway Design and Maintenance Standard Model, por sus siglas en inglés) desarrollado por el Banco Mundial, el cual es poseedor de un algoritmo capaz de proporcionar los costos de operación del uso del auto particular por *Km* recorrido acorde a la especificación de las características físicas y geométricas del pavimento, el tipo de vehículo, su velocidad esperada en *Km*, edad, mano de obra y costes de insumos. Para propósitos del estudio y debido al alto número de observaciones con las que se cuenta, se utilizaron los parámetros de un vehículo promedio del AMM para el año 2020, las estimaciones de los precios se efectuaron con base en el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), utilizando precios promedio de adquisición y uso de vehículo para el municipio de Monterrey del mismo año, para más detalle ver la Tabla 7.

Al ser determinado el costo por kilómetro recorrido por vehículo, \$5.61, este es dividido entre el número de usuarios promedio que viajan en un automóvil en Nuevo León, 1.135 (Transconsult, 2020a), para posteriormente multiplicarse por el total de kilómetros recorridos individualmente, así como por a la frecuencia de efectuación del viaje acorde al motivo (cinco días hábiles para motivos de Trabajo y Estudios y efectuación única para motivos de Compras y Recreación). Para el caso de viajes en transporte público se asume el gasto diario del usuario en el medio a lo largo de todo su viaje multiplicado por la frecuencia de acuerdo con el motivo.

Tabla 7. Modelo de Costos de Operación Vehicular.

Características de la carretera		
Tipo de superficies	Código: 1 - Pav. 0 - No pav.	1
Rugosidad promedio (IIR)	m/Km	4.00
Pendiente media ascendente	%	0.00
Pendiente media descendente	%	0.00
Porporción de viaje asendente	%	0.00
Curvatura horizontal promedio	grados/Km	0.00
Sobrelevación promedio (peralte)	fracción	0.00
Altitud del terreno	m/Km	540
Número efectivo de carriles	Código: 1 - Uno. 0 - Más de uno	0
Consumos por cada 1000 vehículos -km		
Consumo de combustible	litros	137.25
Uso de lubricantes	litros	0.78
Consumo de llantas	no.equivalente de llantas nuevas	1.62%
Tiempo de los pasajeros	horas	40.0
Tiempo de los operarios	horas	40.0
Mano de obra de mantenimiento	horas	2.63
Refaciones	precio de vehículo nuevo	0.21
Depreciación	precio de vehículo nuevo	0.47%
Intereses	precio de vehículo nuevo	0.09%
Costos Unitarios		
Precio de vehículo nuevo	\$	340062
Costo por llanta nueva	\$/llantas	1159.66
Costo del combustible	\$/litros	19.8
Costo de los lubricantes	\$/litros	95.32
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	46.15
Velocidad del vehículo	km/hora	60
Tasa de interés anual real	%	22
Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00
Tiempo de operarios	\$/hora	0.00
Retención de la carga	\$/hora	0.00
Costos indirectos por veh-km	\$	0.45
Costos de Operación por 1000 vehículos-km		
	\$5,555.11	100%
Consumo de combustible	\$2,719.51	49.0%
Uso de lubricantes	\$74.79	1.3%
Consumo de llantas	\$18.79	0.3%
Tiempo de los pasajeros	-	0.0%
Tiempo de los operarios	-	0.0%
Retención de la carga	-	0.0%
Mnao de obra de mantenimiento	\$121.29	2.2%
Refaciones	\$316.38	5.7%
Depreciación	\$1,598.29	28.8%
Intereses	\$306.06	5.5%
Costos indirectos	\$400.00	7.2%
Costo de operación base (pesos, por veh-km)		
	\$5.61	

Fuente: Elaboración propia con datos del INPC e Instituto Mexicano del Transporte en 2020.

Al verse involucrado el valor social del tiempo en viajes de trabajo (incluido Estudios) o placer (traslados por Compras y Recreación), para el cálculo de los costos generalizados de viaje se utilizó la metodología propuesta por el Instituto Mexicano del Transporte (2020), la cual permite la estimación del valor del tiempo de los automovilistas circulantes de la red carretera de México o específicamente en ámbito estatal con la involucración de variables explicativas propias de la región.

La metodología de cálculo del valor del tiempo por motivo de trabajo y placer para el caso de Nuevo León en el 2020 es establecida de la siguiente forma:

$$SHP = \frac{(FIP * SMGP * 7)}{HTP} \quad (3)$$

$$VTpp = 0.3 * \left(2 * FIP * \left[\frac{SMGP}{\left(\frac{HTP}{7} \right)} \right] \right) \quad (4)$$

Donde:

SHP = Valor del tiempo por motivo de trabajo.

VTpp = Valor del tiempo por motivo de placer.

SMGP = Salario mínimo general promedio por día (pesos).

FIP = Factor de ajuste del ingreso promedio de la población en proporción del SMGP.

HTP = Promedio de las horas trabajadas por semana.

Ante las diferencias regionales existentes a nivel nacional, para la estimación son agrupadas las entidades federativas en varios estratos o clases de acuerdo con su posición (diferencia medida en desviaciones estándar) respecto a la media nacional y fue aplicado particularmente para Nuevo León factores estatales de ingreso promedio (FIP ponderado de 4.107), al tratarse de un estado fronterizo se utilizó un salario mínimo de \$185.56 y un número de 42.692 horas laboradas por la población ocupada que percibe ingresos, esto con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 (Instituto Mexicano del Transporte, 2020).

De acuerdo, a los lineamientos generales sobre la valoración del tiempo del estudio *The value of time in economic evaluation of transport projects, lessons from recent research in "Infrastructure Notes* (Gwilliam, 1995), en la presente investigación, el valor del tiempo por viaje de placer es entendido como viaje no laboral, es decir, de placer (compras y/o recreación), por tanto, el valor del tiempo difiere de la tasa salarial, siendo inferior a

esta. Por lo que se sigue la recomendación de utilizar un valor común de tiempo para los viajes no laborales, un valor predeterminado del 30% de los ingresos del hogar por hora siendo este en concreto la valoración del tiempo no trabajado.

Tabla 8. Valor del tiempo de los pasajeros para el total de la población ocupada con ingreso en Nuevo León.

Entidad federativa	Por viaje de trabajo (\$/h)	Por viaje de placer (\$/h)	Ingreso ponderado (en SMGP)	Horas laboradas / semana
Nuevo León	124.96	74.97	4.107	42.692

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte 2020 con base en el Censo de Población y Vivienda 2010, www.inegi.org.mx, y boletín de prensa del 17 de diciembre de 2019 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, www.stps.gob.mx

Dicho valor resultante para cada motivo de viaje será multiplicado por el tiempo de viaje percibido por el entrevistado y la frecuencia de efectuación de este. Siendo el producto sumado al costo de operación vehicular o pasaje para construir el costo generalizado de viaje de cada individuo. Para finalmente, concretar con la división entre el promedio de usar transporte público según el motivo de viaje y determinar así el costo generalizado de viaje relativo.

Sexo: determina el sexo del individuo en cada una de las muestras, dentro del modelo es una variable dummy ficticia que toma el valor de 1 si es hombre y 0 si es mujer. Pretende analizar si existe una tendencia a un modo en particular, según el sexo del usuario.

Tabla 9. Resumen por motivo de viaje (Sexo).

Motivo	Muestra	Hombre	Mujer
Estudios	591,580	51%	49%
Trabajo	1,955,206	67%	33%
Compras	517,437	39%	61%
Recreación	185,856	39%	61%

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Edad: la edad del individuo también es una de las causalidades de presentar prácticas y motivos de movilidad. Se considera que la edad de las personas tiene el potencial de influir en la elección modal del transporte (ver Tabla 10).

Tabla 11. Resumen por motivo de viaje (Edad).

Motivo	Muestra	Escolaridad	%
Estudios	591,580	Sin estudios	0.6%
		Básico	37%
		Bachillerato	35.1%
		Profesional	27%
		Posgrado	0.3%
Trabajo	1,955,206	Sin estudios	0.5%
		Básico	30%
		Bachillerato	35%
		Profesional	33%
		Posgrado	1.5%
Compras	517,437	Sin estudios	1%
		Básico	39%
		Bachillerato	35%
		Profesional	24%
		Posgrado	1%
Recreación	185,856	Sin estudios	1%
		Básico	35%
		Bachillerato	31%
		Profesional	31%
		Posgrado	2%

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Tabla 10. Resumen por motivo de viaje (Escolaridad).

Motivo	Muestra	Edad	%
Estudios	591,580	6-15	39.5%
		16-25	56.1%
		26-35	3%
		36-45	0.4%
		46-55	0.4%
		56-65	0.3%
		65-o más	0.3%
Trabajo	1,955,206	6-15	0.1%
		16-25	15.4%
		26-35	24%
		36-45	25.7%
		46-55	22.4%
		56-65	9.4%
		65-o más	3%
Compras	517,437	6-15	1%
		16-25	5.5%
		26-35	12.1%
		36-45	17%
		46-55	16.4%
		56-65	25%
		65-o más	23%
Recreación	185,856	6-15	8.2%
		16-25	11.2%
		26-35	11%
		36-45	14%
		46-55	11.4%
		56-65	22%
		65-o más	22%

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Escolaridad: compuesta por la subdivisión en cinco grupos: sin estudios, primaria o secundaria, técnica o preparatoria, profesional y posgrado. Su configuración permite evitar la multicolinealidad, por lo que elimina de la ecuación el grupo de sin estudios, siendo el coeficiente resultante referido a este grupo. Esto responde a la problemática de asumir un rendimiento constante de la educación cuando esta no necesariamente mantiene una evolución paulatina por medio de un cambio en la representación de la educación, aplicando *dummy* variables que representan los distintos niveles educativos (ver Tabla 11).

Posteriormente, al conocer los resultados del modelo logit multinomial, los coeficientes de cada variable estimada por cada escenario contribuirán al cálculo de las elasticidades de la variable independiente del costo generalizado de viaje relativo por alternativa modal sujeta a su motivo de viaje.

La elasticidad mide el impacto sobre la elección modal del transporte, ante un aumento de 1% del costo generalizado de viaje relativo. Mayores elasticidades implican mayor sensibilidad a cambios en el comportamiento. La ecuación para obtener dichos cálculos está dada por:

$$\eta_x = [\beta_x p(1 - p)][X/p] \quad (3)$$

Donde:

η_x = es la elasticidad de la probabilidad con respecto a la variable independiente.

β_x = es el coeficiente logit estimado de la variable x .

p = probabilidad promedio.

X = es el valor medio de la variable x .

La elasticidad puede variar en valores y cada nivel de estos valores tiene una interpretación particular:

$|\eta_x| > 1$ (*Elástica*)

Cambios porcentuales en la elección modal del transporte son más grandes que los cambios porcentuales en los costos generalizados de viaje relativos. Se posee mayor sensibilidad a aumentos en la razón de costos generalizados de viaje.

$$|\eta_x| = 1 \text{ (Elasticidad Unitaria)}$$

Cambios porcentuales en la elección modal del transporte son iguales que los cambios porcentuales en los costos generalizados de viaje relativos, por lo que un cambio en la razón de costos generalizados de viaje no afecta la elección modal del transporte.

$$|\eta_x| < 1 \text{ (Inelástica)}$$

Cambios porcentuales en la elección modal del transporte son menores que los cambios porcentuales en los costos generalizados de viaje relativos. Esto puede ser interpretado como que los viajes son lo suficientemente necesarios para las personas que lo estén realizando (menor sensibilidad) a pesar de existir aumentos en la razón de costos generalizados de viaje.

$$|\eta_x| = 0 \text{ (Perfectamente Inelástica)}$$

No existen cambios porcentuales en respuesta a cambios porcentuales en los costos generalizados de viaje relativos. Por ende, no hay sensibilidad a aumentos en la razón de costos generalizados de viaje.

Capítulo 5. Resultados

Los modelos son calculados con el paquete estadístico STATA, es importante mencionar el uso del método Forward Conditional al eliminar variables no significativas a un nivel de 5% de acuerdo con el criterio de Wald. Con esa premisa, a continuación, son expuestos los resultados a detalle por cada motivo de viaje.

Dadas las características de las variables, reflejo de los efectos de localización física, de viaje y situación socioeconómica de los individuos, se alcanza un buen ajuste de las probabilidades estimadas y las observadas. Recordemos que el modelo estadístico empleado en el estudio, no se encuentra definido para la interpretación precisa de los coeficientes, dichos resultados solo permiten mostrar la tendencia de las variables previamente mencionadas, sin embargo, los coeficientes sirven para el cálculo posterior de las elasticidades.

En un primer modelo, Estudios como motivo de viaje (ver Tabla 12), es observable como en el caso de la residencia del individuo en municipios como García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y San Pedro Garza García aumenta la probabilidad de usar el automóvil privado con respecto al transporte público, esto en comparación con aquellos municipios fuera del Área Metropolitana de Monterrey. No obstante, el hecho de ser una estudiante disminuye tu probabilidad de traslado en automóvil sobre la de moverse en medios públicos. Por su parte, en escolaridad, al individuo presentar una educación básica en adelante, presenta una disminución del uso del automóvil con respecto al transporte público, una tendencia similar sucede al tratarse de desplazamientos en automóvil de plataforma o similares. Esto último ocurre paralelamente en la variable de edad, puesto que un año mayor de edad propicia el hecho de elección de viaje a través de plataforma.

El factor de costo generalizado de viaje relativo, es decir, la razón de $-(\text{CGV de automóvil o CGV de taxi o automóvil de plataforma}) / \text{CGV promedio de transporte público de acuerdo con el motivo de viaje}$ – al presentar coeficiente negativo implica que en la medida que los CGV's de automóvil o taxi/ automóvil de plataforma sean superiores a los del transporte público promedio, los usuarios preferirán el abordaje de transporte público entre las demás alternativas. De igual forma, un coeficiente negativo en la variable de accesibilidad supone que, ante un mayor grado de accesibilidad de transporte

público inicial del viaje del individuo, la probabilidad de usar automóvil o taxi/automóvil de plataforma disminuye con respecto al transporte público.

Tabla 12. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: Estudios.

MODO		Coef.	Std. Err.	z	P> Z	[95% Conf. Interval]	
Multinomial logistic regression Log likelihood = -361276.19							
						Number of obs	591,604
						LR chi2(36)	304061.63
						Prob> chi2	0
						Pseudo R2	0.2962
TRANSPORTE PÚBLICO (base outcome)							
AUTOMÓVIL							
MUNICIPIO DE ORIGEN							
APODACA		-0.2917337	0.0194142	-15.03	0	-0.3297849	-0.2536826
ESCOBEDO		-0.1622833	0.0214604	-7.56	0	-0.2043449	-0.1202218
GARCÍA		0.6940067	0.0228302	30.4	0	0.6492603	0.7387531
GUADALUPE		0.0408772	0.0187805	2.18	0.03	0.0040681	0.0776862
JUÁREZ		-0.7453739	0.0218745	-34.08	0	-0.7882472	-0.7025007
MTY		0.5117957	0.0184408	27.75	0	0.4756525	0.5479389
SAN NICOLÁS		0.2485469	0.020132	12.35	0	0.209089	0.2880049
SAN PEDRO		0.8803517	0.0287788	30.59	0	0.8239463	0.9367571
SANTA CATARINA		n.s.	0.0214106	-1.92	0.054	-0.0831674	0.0007606
SEXO		-0.1481604	0.0070082	-21.14	0	-0.1618962	-0.1344246
EDAD		0.0129598	0.0006532	19.84	0	0.0116795	0.0142401
ESCOLARIDAD							
BÁSICA		-1.128684	0.0751649	-15.02	0	-1.276005	-0.9813637
BACHILLERATO		-3.058396	0.0752104	-40.66	0	-3.205806	-2.910987
PROFESIONAL		-2.304653	0.0754131	-30.56	0	-2.45246	-2.156846
POSGRADO		-1.308994	0.1075182	-12.17	0	-1.519725	-1.098262
DISTANCIA (Km)		0.095071	0.0006936	137.04	0	0.0936976	0.0964166
CGVRELATIVO		-4.592578	0.0168843	-272	0	-4.62567	-4.559485
ACCESIBILIDAD		-0.1648211	0.0059865	-27.53	0	-0.1765544	-0.1530878
_cons		4.32549	0.0773603	55.91	0	4.173866	4.477113
TAXI/AUTO DE PLATAFORMA							
MUNICIPIO DE ORIGEN							
APODACA		-1.321966	0.037404	-35.34	0	-1.395277	-1.248656
ESCOBEDO		-0.5931831	0.0362186	-16.38	0	-0.6641702	-0.5221959
GARCÍA		0.5781062	0.0356678	16.21	0	-0.7845599	-0.6603575
GUADALUPE		-0.7224587	0.0316849	-22.8	0	-0.7845599	-0.6603575
JUÁREZ		-0.1757729	0.045187	-38.9	0	-1.846294	-1.669164
MTY		0.6002189	0.0286363	20.96	0	0.5440929	0.656345
SAN NICOLÁS		-0.706145	0.0353722	-19.96	0	-0.7754733	-0.6368167
SAN PEDRO		-1.309261	0.0868013	-15.08	0	-1.479388	-1.139133
SANTA CATARINA		-0.2636431	0.0348002	-7.58	0	-0.3318502	-0.195436
SEXO		0.2316532	0.0126164	18.36	0	0.2069255	0.2563809
EDAD		0.038741	0.000772	50.18	0	0.037228	0.0402541
ESCOLARIDAD							
BÁSICA		-1.658524	0.0917477	18.08	0	-1.838346	-1.478702
BACHILLERATO		-3.031373	0.0918204	-33.01	0	-3.211338	-2.851409
PROFESIONAL		-3.053069	0.0925231	-33	0	-3.234411	-2.871727
POSGRADO		n.s.	0.1220313	-0.87	0.383	-0.3455648	0.1327892
DISTANCIA (Km)		n.s.	0.0014112	-1.47	0.141	-0.0048414	0.0006906
CGVRELATIVO		-2.345644	0.0280318	-83.68	0	-0.0048414	0.0006906
ACCESIBILIDAD		-0.591867	0.0159318	-37.15	0	-0.6230928	-0.5606412
_cons		1.865233	0.0955299	19.53	0	1.677998	2.052468

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Al analizar el modelo de Trabajo (ver Tabla 13), destaca el hecho de que al ser mujer disminuye la probabilidad de uso de automóvil con respecto al transporte público, caso contrario frente a la probabilidad de optar por el uso de auto de plataforma o taxi. Asimismo, ambas alternativas motorizadas privadas son más probables de uso conforme se posee un año de mayor edad, esto con base en la elección común de transporte público. En cambio, existe una menor probabilidad de utilizar vehículos privados (automóvil o taxi/automóvil de plataforma) en la medida que las opciones de transporte público iniciales de viaje o los costos generalizados de viaje relativos de cada alternativa privada se incrementan. En el caso de los aspectos socioeconómicos, el alcance de altos grados de escolaridad o incrementos en términos de accesibilidad posee una mayor probabilidad de estos modos de vehículos privados en contraparte al transporte público.

En el caso de los coeficientes resultantes del modelo de Compras (ver Tabla 14), el poseer un mayor nivel de accesibilidad al transporte público inicial de viaje no refleja una inclinación por el uso de este modo, sino que incrementa la probabilidad de uso de alternativas como automóvil y taxi, entre otras similares. Dentro de las causas de ello puede encontrarse con la capacidad de carga, al lidiar con múltiples productos pesados limitando a comprar aquello que puede ser llevado cómodamente, así como preocupaciones sobre la seguridad o tiempos de viaje demasiado largos.

El coeficiente de distancia positivo implica que conforme la longitud de kilómetros recorridos se incrementa, se tenderá a utilizar el automóvil como medio de viaje, aumentando la demanda de automovilistas, sin embargo, las probabilidades de uso de autos de plataforma o taxi disminuye ante mayores distancias con respecto a las de viajar en transporte público. Si bien, la variable de sexo es omitida para este modelo ante el bajo número de observaciones, no representa un limitante en la estimación de elasticidades y comparativa con su homólogo en construcción por motivo de viaje (Recreación).

Finalmente, la estimación del modelo de Recreación (ver Tabla 15) sugiere que a medida que la razón de costos generalizados de viaje para el caso del automóvil sea mayor, la probabilidad de utilizar transporte público aumenta, igualmente señala que mayores niveles de accesibilidad conlleva una mayor probabilidad de usuarios de los sistemas públicos de transporte, tendencia similar al presentarse el hecho de un año más de edad.

Tabla 13. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: Trabajo.

Multinomial logistic regression					Number of obs	1,962,050
Log likelihood = -1268394.2					LR chi2(36)	727710.56
					Prob> chi2	0
					Pseudo R2	0.2229
MODO	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
TRANSPORTE PÚBL (base outcome)						
AUTOMÓVIL						
MUNICIPIO DE ORIGEN						
APODACA	-0.9712589	0.0102946	-94.35	0	-0.9914359	-0.9510819
ESCOBEDO	-0.968724	0.012043	-80.44	0	-0.9923279	-0.94512
GARCÍA	-0.7402508	0.0158249	-46.78	0	-0.7712672	-0.7092345
GUADALUPE	-1.123642	0.0103434	-108.63	0	-1.143915	-1.10337
JUÁREZ	-0.487101	0.015117	-32.22	0	-0.5167297	-0.4574723
MTY	-1.416384	0.0093162	-152.03	0	-1.434644	-1.398125
SAN NICOLÁS	-1.195342	0.0104532	-114.35	0	-1.21583	-1.174854
SAN PEDRO	-0.9026281	0.0110443	-81.73	0	-0.9242745	-0.8809817
SANTA CATARINA	-1.174763	0.0117313	-100.14	0	-1.197756	-1.151771
SEXO	-0.6652763	0.0039406	-168.83	0	-0.6729998	-0.6575529
EDAD	0.0308406	0.000146	211.28	0	0.0305545	0.0311267
ESCOLARIDAD						
BÁSICA	n.s.	0.024993	0.21	0.832	-0.0436692	0.0543014
BACHILLERATO	1.192174	0.0250111	47.67	0	1.143153	1.241195
PROFESIONAL	2.770885	0.0252046	109.94	0	2.721485	2.820285
POSGRADO	3.734616	0.0376605	99.17	0	3.660803	3.808429
DISTANCIA (Km)	0.070292	0.000308	228.21	0	0.0696883	0.0708957
CGVRELATIVO	-2.943711	0.0078481	-375.08	0	-2.959093	-2.928329
ACCESIBILIDAD	-0.0120787	0.0032463	-3.72	0	-0.0184413	-0.0057162
_cons	0.7914219	0.0275885	28.69	0	0.7373495	0.8454944
TAXI/AUTO DE PLATAFORMA						
MUNICIPIO DE ORIGEN						
APODACA	-0.7856019	0.0188675	-41.64	0	-0.8225815	-0.7486224
ESCOBEDO	-0.5712601	0.0211376	-27.03	0	-0.612689	-0.5298312
GARCÍA	-0.2425393	0.0283999	-8.54	0	-0.2982021	-0.1868765
GUADALUPE	-1.073808	0.0186588	-57.55	0	-1.110379	-1.037238
JUÁREZ	-0.1477144	0.0247382	-5.97	0	-0.1962005	-0.0992284
MTY	-0.9269697	0.0165406	-56.04	0	-0.9593887	-0.8945507
SAN NICOLÁS	-0.671194	0.0183101	-36.66	0	-0.7070812	-0.6353068
SAN PEDRO	-0.8798167	0.022163	-39.7	0	-0.9232554	-0.8363781
SANTA CATARINA	-0.4711632	0.0201622	-23.37	0	-0.5106803	-0.431646
SEXO	0.6216938	0.0072008	86.34	0	0.6075804	0.6358072
EDAD	0.0028421	0.0002802	10.14	0	0.0022929	0.0033914
ESCOLARIDAD						
BÁSICA	-0.4888417	0.0403352	-12.12	0	-0.5678972	-0.4097862
BACHILLERATO	-0.3361563	0.0405127	-8.3	0	-0.4155597	-0.2567529
PROFESIONAL	0.3885044	0.040889	9.5	0	0.3083635	0.4686553
POSGRADO	0.8168348	0.0651722	12.53	0	0.6890995	0.94457
DISTANCIA (Km)	-0.0583986	0.0007519	-77.67	0	-0.0598722	-0.056925
CGVRELATIVO	-1.487645	0.0144302	-103.09	0	-1.515928	-1.459362
ACCESIBILIDAD	-0.0215711	0.0069776	-3.09	0.002	-0.035247	-0.0078953
_cons	0.4181009	0.0453379	9.22	0	0.3292402	0.5069616

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Tabla 14. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: *Compras*.

MODO					Coef.	Std. Err.	z	P> Z	[95% Conf. Interval]	
TRANSPORTE PÚBLICO (base outcome)										
AUTOMÓVIL										
MUNICIPIO DE ORIGEN										
APODACA		-0.8321311	0.0262822	-31.66	0	-0.8836432	-0.7806189			
ESCOBEDO		-0.7084138	0.0277181	-25.56	0	-0.7627402	-0.6540874			
GARCÍA		-0.3089249	0.0450558	-6.86	0	-0.3972327	-0.2206172			
GUADALUPE		-0.4951309	0.0257398	-19.24	0	-1.247446	-1.134196			
JUÁREZ		-1.190821	0.028891	-41.22	0	-0.7577961	-0.6643763			
MTY		-0.7110862	0.023832	-29.84	0	-0.7577961	-0.6643763			
SAN NICOLÁS		-0.4456705	0.0280233	-15.9	0	-0.5005952	-0.3907458			
SAN PEDRO		-0.3807997	0.0350355	-10.87	0	-0.4494681	-0.3121313			
SANTA CATARINA		-1.023274	0.0287329	-35.61	0	-1.079589	-0.9669584			
SEXO		0	(omitted)							
EDAD		0.0041661	0.0003279	12.71	0	0.0035236	0.0048087			
ESCOLARIDAD										
BÁSICA		-0.6885218	0.0479888	-14.35	0	-0.7825782	-0.5944654			
BACHILLERATO		0.5001412	0.0482471	10.37	0	0.4055786	0.5947038			
PROFESIONAL		1.923919	0.0510435	37.69	0	1.823875	2.023962			
POSGRADO		n.s.	636.4914	0.03	0.975	-1227.65	1267.35			
DISTANCIA (Km)		0.0161086	0.0010936	14.73	0	0.0139651	0.018252			
CGVRELATIVO		-1.872226	0.0172588	-108.48	0	-1.906053	-1.838399			
ACCESIBILIDAD		0.0585312	0.0104736	5.59	0	0.0380034	0.0790591			
cons		2.745585	0.0548356	50.07	0	2.638109	2.853006			
TAXI/AUTO DE PLATAFORMA										
MUNICIPIO DE ORIGEN										
APODACA		-0.5055786	0.0331049	-15.27	0	-0.570463	-0.4406943			
ESCOBEDO		-0.7576612	0.0361903	-20.94	0	-0.8285928	-0.6867296			
GARCÍA		1.697002	-.495861	34.22	0	1.599815	1.794189			
GUADALUPE		-0.2493933	0.031826	-7.84	0	-0.3117713	-0.1870154			
JUÁREZ		-0.5649375	0.0355693	-15.88	0	-0.634652	-0.495223			
MTY		-0.6703943	0.0302812	-22.14	0	-0.7297443	-0.6110443			
SAN NICOLÁS		-1.160483	0.0386327	-30.04	0	-1.236202	-1.084764			
SAN PEDRO		n.s.	0.0432986	1.18	0.239	-0.0339105	0.1358169			
SANTA CATARINA		-0.1659215	0.0338754	-4.9	0	-0.232316	-0.0995269			
SEXO		0	(omitted)							
EDAD		0.0066465	0.0004122	16.13	0	0.0058387	0.0074543			
ESCOLARIDAD										
BÁSICA		0.2991256	0.0653146	4.58	0	0.1711112	0.4271399			
BACHILLERATO		0.5205041	0.0657807	7.91	0	0.3915763	0.6494319			
PROFESIONAL		0.5630919	0.0698635	8.06	0	0.4261619	0.7000219			
POSGRADO		n.s.	636.4914	0.03	0.0978	-1229.922	1265.078			
DISTANCIA (Km)		-0.1462041	0.0015114	-96.73	0	-0.1491664	-0.1432419			
CGVRELATIVO		0.5209362	0.0189797	27.45	0	0.4837366	0.5581357			
ACCESIBILIDAD		-0.4224168	0.0152621	-27.68	0	-0.45233	-0.3925036			
cons		n.s.	0.0733388	1.65	0.1	-0.0230338	0.2644489			

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Tabla 15. Estimación del modelo logístico multivariado. Motivo: **Recreación**.

MODO					[95% Conf. Interval]	
Coef.	Std. Err.	z	P> Z			
TRANSPORTE PÚBLICO (base outcome)						
AUTOMÓVIL						
MUNICIPIO DE ORIGEN						
APODACA	-1.241988	0.0374116	-33.2	0	-1.315313	-1.168662
ESCOBEDO	-0.9549335	0.0442387	-21.59	0	-1.04164	-0.8682273
GARCÍA	-1.484878	0.0471336	-31.5	0	-1.577258	-1.392498
GUADALUPE	-0.7084789	0.0399251	-17.75	0	-0.7867308	-0.6302271
JUÁREZ	-1.494029	0.0437228	-34.17	0	-1.579724	-1.408334
MTY	-0.8206754	0.0366315	-22.4	0	-0.8924719	-0.7488789
SAN NICOLÁS	n.s.	0.053184	-0.25	0.802	-0.1175547	0.909227
SAN PEDRO	-0.5347898	0.0505385	-10.58	0	-0.6338435	-0.4357361
SANTA CATARINA	-0.1483588	0.455199	-32.59	0	-1.572805	-1.394371
SEXO	-0.5677723	0.1046788	-38.68	0	-0.5965423	-0.5390022
EDAD	-0.0028318	0.0003218	-8.8	0	-0.0034626	-0.002201
ESCOLARIDAD						
BÁSICA	-1.163261	0.088796	-13.1	0	-1.337298	-0.9892237
BACHILLERATO	n.s.	0.089342	-0.75	0.455	-0.241871	0.1083434
PROFESIONAL	0.5160175	0.0897978	5.75	0	0.340017	0.692018
POSGRADO	1.234208	0.1227343	10.06	0	0.9936532	1.474763
DISTANCIA (Km)	-0.0034622	0.0012712	-2.72	0.006	-0.0059536	-0.0009708
CGVRELATIVO	-0.2311708	0.0231639	-10	0	-0.2771088	-0.1863079
ACCESIBILIDAD	-0.2163847	0.0082638	-26.18	0	-0.2325815	-0.2001879
cons	3.594058	0.0968381	37.11	0	3.404258	3.783857
TAXI/AUTO DE PLATAFORMA						
MUNICIPIO DE ORIGEN						
APODACA	-0.8929182	0.0534793	-16.7	0	-0.9977356	-0.7881007
ESCOBEDO	-0.9266567	0.067091	-13.81	0	-1.058153	-0.7951608
GARCÍA	-1.364588	0.0782318	-17.44	0	-1.517919	-1.211256
GUADALUPE	0.5295315	0.054024	9.8	0	0.4236464	0.6354167
JUÁREZ	-0.8153651	0.0617978	-13.19	0	-0.9364866	-0.6942437
MTY	-0.3499624	0.0515445	-6.79	0	-0.4509879	-0.248937
SAN NICOLÁS	0.4741565	0.0697769	6.8	0	0.3373962	0.6109168
SAN PEDRO	-0.3915896	0.0744102	-5.26	0	-0.5374309	-0.2457483
SANTA CATARINA	-0.2069231	0.0622993	-3.32	0.001	-0.3290274	-0.0848187
SEXO	0.3594907	0.0224564	16.01	0	0.3154771	0.4035044
EDAD	-0.0066498	0.000459	-14.49	0	-0.0075494	-0.0057501
ESCOLARIDAD						
BÁSICA	-2.129149	0.0963432	-22.1	0	-2.317978	-1.94032
BACHILLERATO	-1.097859	0.0968876	-11.33	0	-1.287756	-0.9079631
PROFESIONAL	-2.891897	0.1015013	-28.49	0	-3.090835	-2.692958
POSGRADO	n.s.	414.631	-0.04	0.965	-831.0444	794.2792
DISTANCIA (Km)	-0.1046008	0.0020667	-50.61	0	-0.1086515	-0.1005501
CGVRELATIVO	1.453539	0.0334141	43.5	0	1.388049	1.519029
ACCESIBILIDAD	-0.035138	0.0118254	-2.97	0.003	-0.0583153	-0.0119608
cons	1.74667	0.109067	16.01	0	1.532903	1.960437

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

El cálculo de la elasticidad de costo generalizado de viaje relativo con el uso sus coeficientes estimados permiten, en otras palabras, medir el cambio en la probabilidad de uso de un medio de transporte en concreto, respecto a variaciones proporcionales en sus costos de viaje relativos de acuerdo con el motivo de viaje.

Tabla 16. Elasticidades estimadas: *Automóvil*.

	Variable	β	p	$(1-p)$	$\beta p(1-p)$	x	p	n
Estudio	CGVRELATIVO	-4.593	67%	33%	-1.015	0.499	64%	-0.792
Trabajo		-2.944	67%	33%	-0.651	0.737	64%	-0.750
	Variable	β	p	$(1-p)$	$\beta p(1-p)$	x	p	n
Compras	CGVRELATIVO	-1.872	67%	33%	-0.414	0.691	64%	-0.447
Recreación		0.233	67%	33%	0.052	0.840	64%	0.068

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

Tabla 17. Elasticidades estimadas: *Taxi/automóvil de plataforma*.

	Variable	β	p	$(1-p)$	$\beta p(1-p)$	x	p	n
Estudio	CGVREL	-2.346	67%	33%	-0.519	0.605	64%	-0.490
Trabajo		-1.488	67%	33%	-0.329	0.817	64%	-0.420
	Variable	β	p	$(1-p)$	$\beta p(1-p)$	x	p	n
Compras	CGVREL	0.521	67%	33%	0.115	0.779	64%	0.140
Recreación		1.454	67%	33%	0.321	0.806	64%	0.405

Fuente: Elaboración propia, con base en la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM).

La elasticidad al representar cambios porcentuales entre dos variables es tomada en valor absoluto. Particularmente, la relación para todas las categorías es inelástica, entendiéndose que en todos los motivos de viaje el cambio porcentual en la elección del automóvil o taxi/automóvil de plataforma es menor al cambio porcentual en la elección de transporte público. Dicha tendencia puede ser un poco extraña, pero al analizar a detalle el alto valor del tiempo de los pasajeros para el total de la población ocupada con ingreso en Nuevo León (ver Tabla 8) es mayormente comprendida y resalta más el hecho de comparativa entre los motivos de viaje y carácter de obligatoriedad con el que cuentan.

Con ello en mente, la elasticidad de la razón de costos de automóvil con respecto a la probabilidad de utilizar transporte público es de -0.79 y -0.75 para los motivos de viaje de Estudios y Trabajo, respectivamente (ver Tabla 12). Mientras que para la elasticidad de la relación entre los costos de taxi/automóviles de plataforma y del transporte público promedio con el mismo motivo es de -0.49 y -0.42 (ver Tabla 13). Por tanto, en el caso de la muestra de viajes con responsabilidad de Trabajo, se es menos sensible a costos

generalizados de viaje en cualquier modo de transporte en el que el traslado pudiese llegarse a emitir.

Paralelamente, aquellos viajes exentos de responsabilidad (con una frecuencia única por semana) en desplazamientos relacionados con compras, la elasticidad de la razón de costos con respecto a la probabilidad de utilizar sistemas públicos de transporte es de 0.45, mientras que a los viajes con motivos recreativos se alcanza 0.07. En el caso de la razón de los costos generalizados de viaje en taxi o servicios de automóviles de plataforma y los costos promedio por optar por el transporte público, la elasticidad es de 0.14 (Compras) y 0.40 (Recreación). Así pues, al tratarse de viajes de única frecuencia relacionados con actividades no asociadas con obligaciones, la respuesta a los costos generalizados de viaje en taxi o servicios de automóviles de plataforma parece ser menos influyente en comparación con el impacto que sus costos podrían tener en la elección del medio de transporte.

La interpretación de las elasticidades estimadas puede entenderse claramente en un ejemplo de incentivación del transporte público a través del incremento de la razón de costos generalizados de viaje, ya sea incrementando el numerador con incrementos en el precio de la gasolina, costos operativos y demás segmentaciones del CGV o impactando el denominador esencialmente mediante el decremento de los tiempos de viaje en transporte público con mayor eficiencia y mejores frecuencias de paso en el servicio. El resultado de dicho incentivo tendría un impacto directo en la sustitución del principal medio de transporte motorizado por transporte público. Bajo el supuesto de un incremento en la razón de costos de generalizado de viaje en una proporción de 1%, 5% y 10% en el modelo de viajes de Trabajo, la probabilidad de viajes en transporte público aumenta en 1.17%, 5.85% y 11.7% respectivamente, por lo que el número de viajes privados con destino al trabajo experimentaría una disminución que va desde los 22,956 hasta los 229,560 de viajes diariamente en la Zona Metropolitana de Monterrey (ver Tabla 18).

Tabla 19. Efectos en cambios en la razón de CGV en viajes con motivos de Trabajo, estimaciones para la ZMM durante el 2020.

Escenario	Distribución de viajes					Cambio			% Cambio a transporte público	
	% Automóvil	% Taxi/automóvil de plataforma	% Transporte público	Automóvil	Taxi/automóvil de plataforma	Transporte público	Total	Automóvil		Taxi/automóvil de plataforma
Actual	58.61%	5.06%	36.33%	1,150,051	99,249	712,750	1,962,050	-	-	-
1%	57.86%	4.64%	37.50%	1,135,336	91,008	735,706	1,962,050	-14,715	-8,241	22,956
5%	54.86%	2.96%	42.18%	1,076,474	58,046	827,530	1,962,050	-73,577	-41,203	114,780
10%	51.11%	0.86%	48.03%	1,002,897	16,843	942,310	1,962,050	-147,154	-82,406	229,560

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)".

Tabla 18. Efectos en cambios en la razón de CGV en viajes con motivos de Trabajo, estimaciones para la ZMM durante el 2020.

Escenario	Distribución de viajes					Cambio			% Cambio a transporte público	
	% Automóvil	% Taxi/automóvil de plataforma	% Transporte público	Automóvil	Taxi/automóvil de plataforma	Transporte público	Total	Automóvil		Taxi/automóvil de plataforma
Actual	50.82%	5.62%	43.56%	299,642	33,120	256,854	589,616	-	-	-
1%	50.03%	5.13%	44.84%	294,972	30,231	264,413	589,616	-4,670	-2,889	7,559
5%	46.86%	3.17%	49.97%	276,293	18,674	294,648	589,616	-23,349	-14,446	37,794
10%	42.90%	0.72%	56.38%	252,944	4,229	332,443	589,616	-46,698	-28,891	75,589

Fuente: Elaboración propia, con base en la "Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)".

Evidentemente, de la misma forma que en el modelo de Trabajo, las elasticidades resultantes en el modelo de Estudios conducen a una reducción en el uso del automóvil o taxi/automóvil de plataforma como modo de transporte, se estima que con un ajuste en una proporción de 1%, 5% y 10%, se realizaría sustitución del uso de los automóviles por transporte público en 7,559, 37,974, y 75,589 respectivamente (ver Tabla 19).

Por tanto, es de esperar que, en la decisión individual, independientemente de la calidad y características del servicio, se atenderá a la racionalidad económica de maximización de la utilidad, optando en todo momento por aquel medio más rápido y económico, de ahí la importancia de la optimización del transporte público.

Capítulo 6. Conclusiones

La ZMM posee un crecimiento desmedido, lo cual en los últimos años ha conllevado a una disminución en la efectividad del acceso a medios de transporte público en zonas alejadas del centro urbano. Distancias más largas y tiempos de viaje prolongados tienen efectos en la selección del medio de transporte que trascienden los simples costos de operatividad de un vehículo, tarifas variables o pasajes. Estos factores, junto con una serie de variables relacionadas con la localización física (como el lugar de origen y la accesibilidad), los detalles del viaje (como la distancia y el costo generalizado de viaje relativo) y determinantes socioeconómicos (como la edad, el sexo y el nivel de escolaridad), constituyen la elección de modo en este estudio, utilizando como base la alternativa modal de uso de transporte público para cada motivo de viaje.

La efectuación de viajes diarios en la ZMM es encabezada por el automóvil, casi la mitad de los viajes realizados son en dicho modo (45%). Ante la dispersión de destinos de viaje con respecto al lugar de residencia, añadido a factores socioeconómicos como el elevado poder adquisitivo de la población ocupada del Estado, se ha desplazado al transporte público con solo un 21% de participación de los viajes de acuerdo con datos del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020.

De la oferta de servicios de transporte público, es preocupante que el sistema de transporte público en la ZMM hoy en día aún mantenga rutas con unidades que parten desde un punto de origen localizado en el centro de algún municipio y con destino el centro de la ciudad de Monterrey, estrategia actualmente obsoleta al encontrarse dispersos los destinos recurrentes en toda la metrópoli. Asimismo, es alarmante el diseño automovilístico de la ciudad al por años construirse vialidades o aumentarse la capacidad de las existentes desembocando en un largo plazo en la disminución de la velocidad promedio al incrementarse el parque vehicular.

Con base en los resultados de la “Encuesta origen-destino del Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey 2020 (PIMUS-ZMM)”, la identificación y cálculo de las variables de localización física, de viaje y socioeconómicas de cada individuo, así como aplicación del modelo econométrico de regresión logística multivariable para la estimación de la probabilidad de utilizar o no un

modo en particular, es posible simular la elección modal del transporte con herramientas como las elasticidades y la racionalidad económica.

Durante el desarrollo de investigación, el uso de la tecnología tales como las interfaces de programación de aplicaciones (API) como la de Google Maps y lenguajes de programación como Python, permitieron la optimización del proceso de asignación de valores en las variables construidas, dando mejor ajuste a las estimaciones a través de la ejecución de procesos iterativos con facilidad de actualización o configuración de manera personalizada, por lo que enriquece la precisión de la información al reducir el margen de error, acelerar el tiempo designado para cálculos y con estatus aperturable ante ajustes para estimaciones futuras. El empleo de distancias ortogonales en vez de euclidianas en el cálculo del modelo con dichas tecnologías permite una medición siguiendo ejes perpendiculares y no solo rectos, haciendo más precisa y realista la planificación de rutas individuales de viaje.

Dentro de la rigurosidad a la que puede someterse para la reconfiguración del código se encuentra por ejemplo, modificaciones de la referencia de franja de cobertura para la determinación de la accesibilidad inicial al servicio de transporte público para direcciones de destino, esto al presentarse alteraciones temporales en las barreras psicológicas individuales en los desplazamientos peatonales de la población regiomontana, manejándose una mayor disposición de recorrido caminando a paradas de los servicios de transporte.

Con los resultados generales inelásticos, es de esperar que los individuos en la medida de lo posible querrán llegar a su destino en el medio más rápido y económico (en su total de CGV) sujeto a sus restricciones económicas, de esta forma si este decide que el taxi/automóvil es su decisión óptima lo hará en él de ser posible sin importar su incremento marginal de sus costos generalizados de viaje.

Al explorarse las tendencias de las variables significativas del modelo logístico multivariado, así como el haber identificado las elasticidades referentes a los costos generalizados de viaje relativos, costos de alternativas de movilidad como automóvil y taxi/automóvil de plataforma con respecto al promedio de costo del transporte público por motivo de viaje, es concluyente además de la diversidad de elasticidades, el hecho de que entre los viajes con responsabilidad, aquellos con motivos de Trabajo son los menos

sensibles a cambios en los costos generalizados de viaje relativos con respecto a los realizados en transporte público. Por otro lado, entre los viajes en automóvil privado/taxi/automóvil de plataforma de compras y recreación, aquellos por razones de diversión son más sensibles a cambios en los costos generalizados de viaje.

Si bien esta investigación, puede llegar a convertirse en una herramienta para la reducción de medios de transporte particulares a través de la alteración de la razón de los costos generalizados de viaje relativos, existen diversos factores que requieren una exploración adicional. Una de las limitaciones de este estudio fue la identificación individual del costo generalizado de viaje de usar el transporte público como modo principal en lugar de un automóvil particular, lo cual podría ser abordado en futuras investigaciones mediante el cálculo estimado de los pasajes y valor social del tiempo de acuerdo con el motivo de viaje que este implicaría. Sería particularmente interesante explorar esto, ya que implicaría una razón individual de la sustitución del modo de viaje (automóvil o taxi/automóvil de plataforma) ante lo que costaría ser efectuado en un medio público.

Al aplicar una política de incentivación del uso de medios públicos de transporte, es evidente que no es posible injerir en todos los componentes de los costos generalizados de viaje, no obstante, en un supuesto de incremento de razón de costos de generalizado de viaje en una proporción de tan solo el 1%, 5% o 10% en el modelo de viajes de Trabajo, la probabilidad de viajes en transporte público aumenta en 1.17%, 5.85% y 11.7% respectivamente, siendo sustituidos desde 22,956 hasta 229,560 de viajes privados diariamente por viajes potencialmente realizados en transporte público.

La importancia en este estudio radica en posibles escenarios de intervención de política pública para la modificaciones de la sensibilidad al cambio en los patrones de movilidad (bajo una perspectiva de racionalidad económica), esto en favor del uso del transporte colectivo, que puede darse al hacer que la razón de costos genrealizados de viaje se incremente, ya sea al elevar el numerador, al subir los costos de los viajes en automóvil con incrementos en el precio de la gasolina, costos operativos y demás segmentaciones del CGV o impactando el denominador esencialmente mediante el decremento de los tiempos de viaje en transporte público con mayor eficiencia y mejores frecuencias de paso en el servicio.

Centro Mario Molina (2018). *Propuestas para el desarrollo sustentable de una ciudad mexicana: Estudio del Área Metropolitana de Monterrey*.

CONASAMI (2020). *Tabla de salarios mínimos vigentes a partir del 01 de enero de 2020*. Comisión Nacional de Salarios Mínimos, México, consulta en marzo 2023, <http://www.conasami.gob.mx>

Consejo Nacional de Población. (2019). *Colección. Proyecciones de la población de México y las entidades federativas 2016-2050*. Nuevo León. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487384/19_NLE.pdf

Coren, S. (1996). *Daylight Savings Time and Traffic Accidents*. The New England Journal of Medicine, 344, 924-925.

De la Fuente Oliva, S. (2012). *La influencia de la forma urbana en la movilidad: un análisis empírico para las áreas urbanas de Madrid y Barcelona*. Tesis para obtener el grado de Doctorado en Economía, Facultad de Economía y Empresa, Universidad Autónoma de Barcelona. <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=XDoSMYtvlaY%3D>

Delmelle, E. M., Li, S., y Murray, A. T. (2012). *Identifying bus stop redundancy: A gis-based spatial optimization approach*. Computers, Environment and Urban Systems, 36, 445-455. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2012.01.002>

DeSerpa, A. C. (1971). *A Theory of the Economics of Time*. The Economic Journal, 81(324), 828-846. <https://doi.org/10.2307/2230320>

Domencich, T.A. y Mc Fadden D. (1975). *Urban Travel Demand*, North-Holland Publishing Company.

Estévez, M. J., Giménez-Fernández, E. L., y González Martínez, X. M. (2005). *Las decisiones de viajar y la elección modal en desplazamientos interurbanos*. Urban Public Economics Review, 3, 36-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50400303>

Galán González, J. R. (2000), *Determinantes de uso de medios de transporte urbano para el área metropolitana de Monterrey estimaciones y políticas de transporte*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Economía con Especialidad en Economía Industrial, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Galán González, J. R. (2004). *Posesión de coches y elección modal: El caso del área metropolitana de Monterrey*. *Ensayos*, 23(1), 77-138.

Gobierno del Estado de Nuevo León. (2019). *Plan Sectorial de Transporte y Vialidad 2008-2030*. <http://www.cetyv.gob.mx/documentos/pstv.pdf>

Gobierno del Estado de Nuevo León. (2022). *Términos de referencia para la elaboración del programa de ordenación de la Zona Metropolitana de Monterrey 2050*. https://subasta.nl.gob.mx/docs/2_1063.pdf

Gutiérrez Puebla, J., Cristóbal Pinto, C., y Gómez Cerdá, G. (2000). *Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99*. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, 451-464.

Gschwender, A., y Jara-Díaz, S. R. (2007). *Elasticidades de la Demanda del Transporte Público Urbano: Síntesis e Interrelaciones*. *Ingeniería de Transporte*, 13(1), 5-10.

Gwilliam, Kenneth M. (1995). *The value of time in economic evaluation of transport projects*, lessons from recent research in “Infrastructure Notes” No. OT-5, Transport Sector World Bank.

Handy, S., Cao, X., y Mokhtarian, P. L. (2005). *Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California*. UC Berkeley: University of California Transportation Center. <https://escholarship.org/uc/item/5b76c5kg>

Instituto Mexicano del Transporte. (2020). *Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020*. Torres Guillermo, Hernández Salvador, González Alejandro y Arroyo Antonio, NOTAS núm. 182, Enero-Febrero 2020, artículo 1, https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182#_ftnref4

INEGI. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

INEGI. (2020). *Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2020*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/envipe/2020/>

Islas Rivera, V. M., Moctezuma Navarro, E., Hernández García, S., Lelis Zaragoza, M., y Ruvalcaba Martínez, J. I. (2011). *Urbanización y motorización en México*. Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt362.pdf>

Lerman, S. R. (1976) *Location, Housing, Automobile Ownership, And Mode To Work: A Joint Choice Model*. Transportation Research Record, 610, 6-11.

Litman, T. A. (2021). *Understanding Transport Demands and Elasticities-How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/elasticities.pdf>

Manski, C. y D. McFadden. (1981). *Alternative Estimators and Sample Designs for Discrete Choice Analysis, Structural analysis of discrete data with econometric applications*, MIT Press.

Mincer, J. A. (1974). *Schooling, Experience and Earnings*, New York: National Bureau of Economic Research.

Monkkonen, P., Comandon, A., Montejano Escamilla, J. A., y Guerra, E. (2018). *Urban sprawl and the growing geographic scale of segregation in Mexico, 1990-2010*. Habitat International, 73, 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.12.003>

Moreno, Jorge O. (2020). *Movilidad y Transporte en el Área Metropolitana de Monterrey: Un Análisis de Demanda, Costos y Uso de Medios*. Centro de Investigaciones Económicas, UANL. Editorial: Pearson Academics. (Academic peer-reviewed book) ISBN: 978-607-32-5525-7, e-ISBN: 978-607-32-5528-8

Naciones Unidas. (2021). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2021*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>

Noroña-Salcedo, Darwin Raúl, & Vega-Falcón, Vladimir. (2022). *Fatiga laboral percibida en conductores de compañías de transporte de Orellana, Pichincha y Guayas*. *Revista Médica Electrónica*, 44(4), 652-667. Epub 31 de agosto de 2022. Recuperado el 31 de marzo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000400652&lng=es&tlng=es

Orro, A., y García, F. (2004). *Modelos logit mixto para la elección modal. Posibilidades y precauciones*. En: Memorias VI Congreso de Ingeniería del Transporte. Jornada Medidas de Estímulo a la Innovación Tecnológica de las Empresas. DTGTF-02/04. Fundación Empresa-Universidad Zaragoza, Zaragoza, España.

ONU Mujeres. (2019). *Acoso sexual y otras formas de violencia sexual en el transporte público: Área Metropolitana de Monterrey*. ONU Mujeres. <https://mexico.unwomen.org/sites/default/files/Field%20Office%20Mexico/Documentos/Publicaciones/2019/Diagnostico%20y%20Programa%20Ciudades%20Seg%20Monterrey-AMM.pdf>

Perdomo Botello, P. V. (2022). *Elaboración de una metodología de un análisis de género en el transporte de Bogotá: Factores que influyen en el uso de transporte público de las mujeres*. Tesis para obtener el grado de Maestría en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2140>

SEDATU, CONAPO, e INEGI. (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. SEDATU. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825006792.pdf

Train, K. (1980). *A Structured Logit Model of Auto Ownership and Mode Choice*. *The Review of Economic Studies*, 47(2), 357-370. <https://doi.org/10.2307/2296997>

Transconsult, S.A. de C.V. (2020a). *Documento ejecutivo. Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey*. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Nuevo León.

Transconsult, S.A. de C.V. (2020b). *Informe 5: Encuesta Origen-Destino. Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey*. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Nuevo León.

Transconsult, S.A. de C.V. (2020c). *Informe 16: Oferta de Modos de Transporte y Estado Actual de Cobertura. Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey*. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Nuevo León.

Transconsult, S.A. de C.V. (2020d). *Informe 19: Informe Técnico de Resultados de Transporte Privado. Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey*. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Nuevo León.

Villagra, G. A. (2016). *Patrones de movilidad y forma urbana del Área Metropolitana de Monterrey*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Economía con Especialidad en Economía Industrial, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Villarreal Peralta, E. M. (2018). *Endogeneidad de los rendimientos educativos en México*. *Perfiles latinoamericanos*, 26(51), 265-299.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-76532018000100265&lng=es&nrm=iso