

Movilidad urbana para el desarrollo sostenible

RESUMEN

Si bien la movilidad urbana excede las delimitaciones geográficas es importante tener registros lo que ocurre con las dinámicas en diferentes regiones independientemente de su magnitud, respecto de las distintas características en la configuración de las aglomeraciones y las especificaciones económicas.

Este documento proporciona evidencia sobre las relaciones entre las principales variables de fuentes de información descentralizadas y oficiales relevantes en el entendimiento, planificación y gestión de la movilidad de la Ciudad de Córdoba, Argentina, en línea a fomentar el desarrollo sostenible mejorando la calidad de vida de sus ciudadanos por ende su competitividad.

Del análisis descriptivo y estadístico se encontró que las variables de población, cobertura de transporte público, puntos de interés, red vial, proyectos de movilidad y necesidades básicas insatisfechas determinan la demanda de movilidad.

Palabras claves: Desarrollo Sostenible, Competitividad, Movilidad Urbana

INTRODUCCIÓN

La competitividad es un concepto presente en amplios campos de estudio, desde la economía de las naciones hasta las ciudades siendo la movilidad urbana un componente configurante del desarrollo sostenible.

La rápida urbanización de las ciudades latinoamericanas presentan enormes dificultades cuando la perspectiva de sostenibilidad, innovación y sinergia social estratégica no acompaña la planificación y la gestión de la ciudad. Hoy se puede ver en el crecimiento urbano disperso, el incremento de barrios vulnerables, el crecimiento acotado de la actividad productiva y económica, la precarización laboral, la burocracia estatal, la contaminación ambiental, el déficit de servicios básicos e infraestructura entre otros efectos.

Se está frente a un gran desafío de desarrollo urbano, donde la movilidad, definida como acceso a oportunidades, en forma conjunta a la innovación, en una era colaborativa, pueden ser herramientas que construyan ciudades más inclusivas, seguras y resilientes.

La Ciudad de Córdoba, capital de la provincia de Córdoba, Argentina, “La Docta”, reconocida así por contar con la primer Universidad Nacional del país, es un nodo importante a nivel nacional, regional y latinoamericano. Pese a los últimos avances en transporte público, tanto en servicios como infraestructura, la ciudad aún enfrenta grandes retos en materia de cobertura, calidad, multimodalidad, acceso a información y asequibilidad.

El concepto de movilidad como acceso a oportunidades abre juego para repensar cómo se articulan, complementan y fortalecen los diversos actores que la configuran. El rol político institucional ha llevado las riendas en los últimos años, trabajando cuestiones de infraestructura y servicios de transporte, estimulado por el avance tecnológico. La academia con un papel fundamental en el análisis e interpretación de las bases conceptuales, su aplicación contextual y evolución. El sector privado como proveedor de bienes y servicios, con un gran avance en el desarrollo de plataformas digitales evolucionando la manera de pensar y hacer los viajes.

Este proyecto de investigación pone en evidencia las relaciones entre las principales variables que aportan al entendimiento, planificación y gestión de la movilidad en vías de un desarrollo urbano sostenible. Las variables fueron construidas luego de un exhausto análisis, limpieza y sistematización de datos aportados por fuentes de información oficiales de organismos nacionales, provinciales y municipales, respecto a transporte, población, infraestructura vial y servicio de transporte y de datos de fuentes de información descentralizadas disponibles en las plataformas digitales Google Place, Moovit y Ualabee.

El aporte de las plataformas digitales de espíritu colaborativo e innovador, que valoran los excesos de capacidad que los teléfonos celulares y la conexión a internet ofrecen brindando conocimiento sobre la demanda de los usuarios, aún no está del todo desarrollado como

herramienta que puede contribuir a gestionar las ciudades de escala intermedia, como lo es la Ciudad de Córdoba, a pesar de contar con 1.446.201 habitantes (proyección a 2019), ser la segunda ciudad más grande de Argentina y un centro productivo, educativo e innovador.

Más allá de los casi 10 años de diferencia existentes en la recolección de datos entre las fuentes oficiales y las descentralizadas, gracias al análisis de las variables se pudo evidenciar que los datos aportados por las plataformas se corroboran y complementan con los oficiales en el aprendizaje del comportamiento de la movilidad de la ciudad.

Este documento presenta en primera instancia un análisis descriptivo de la demanda de movilidad en función de horarios, rango etario y tiempos de viaje y espera, para luego avanzar en un modelo estadístico y sus resultados. El análisis descriptivo respecto a la demanda de movilidad en función de los horarios entre los viajes de la encuesta origen destino y las solicitudes de viajes aportadas por Ualabee se puede apreciar una relación directa entre la planificación del viaje y la concreción del mismo. En tanto, en relación a la distribución de la demanda y el rango etario de los usuarios hay similitudes entre las fuentes. Por último la comparación entre tiempos de viaje y de espera, las plataformas Ualabee y Moovit difieren de la encuesta origen destino, lo cual es coherente frente a los efectos de la expansión urbana y los 10 años de diferencia entre los datos.

El modelo estadístico cuantificó la significatividad de cada variable. Como principal resultado se obtuvo que las variables de población, cobertura de transporte público, puntos de interés, red vial y necesidades básicas insatisfechas influyen en la demanda de movilidad, tanto para la concreción de los viajes como para las solicitudes en las plataformas. Dicha afirmación se sustenta en función de los modelos y el espacio temporal analizado. Frente a la complementariedad de las variables, se puede decir que es posible y hasta necesario que se las considere en la planificación y gestión de la movilidad urbana de la Ciudad de Córdoba.

El potencial de las plataformas descentralizadas está a la vista, aunque todavía, queda mucho por explorar respecto a sesgos y apertura de datos.

El presente documento complementa el estudio de la movilidad urbana para la Ciudad de Córdoba, contribuye con una investigación que sienta las bases para un entendimiento sistémico de la movilidad en un contexto de conversación social entre los diversos actores con el fin de lograr un desarrollo sostenible con impacto social, equilibrio ambiental y mejora de productividad en un mundo cada vez más digitalizado y dinámico.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Según Naciones Unidas, América Latina es el segundo continente más urbanizado luego de América del Norte con un ritmo tres veces superior. Es la región con mayor crecimiento de población urbana que pasó de una tasa de urbanización del 41% en 1950 a un 80% en 2015.

En tanto, diversos investigadores, Waters et al (2016), afirman que se está viviendo el Antropoceno, era geológica donde la Tierra está cambiando aceleradamente por la actividad humana. Con cambios positivos pero también negativos como el calentamiento global, fenómenos naturales, individualismo colectivo, poca empatía ciudadana y aumento de la pobreza urbana, como algunos de los grandes problemas y resultados de la época.

Dichos fenómenos, de crecimiento poblacional y actividades humanas que modifican la Tierra, con frecuencia suceden en las ciudades. El Reporte de Economía CAF (2017) ha comprobado que el crecimiento urbano acelerado incurre en costos de congestión vehicular, contaminación, informalidad, pobreza y desigualdades acotando las ventajas de la aglomeración. Expresa también, que las ciudades producen el 70% del PBI, son las principales consumidoras de recursos energéticos y emisoras de gases de efecto invernadero a pesar de solo ocupar el 2% del espacio, aunque al mismo tiempo, son centros de innovación y creatividad que pueden proporcionar las respuestas para hacer frente a los desafíos ambientales, sociales y económicos. Sassen (2003) plantea que desde comienzos de la década de los 90 las formas de habitar mutaron a raíz de procesos económicos transfronterizos, remarca la tendencia a la combinación de la centralidad y la dispersión urbana dada la desproporcionada concentración de valor y transacciones en una economía global creciente, conjunto al impacto de las tecnologías de la información en las economías urbanas.

Para hacer frente a esta situación se presentan diferentes concepciones y propuestas de planificación y gestión urbana; ciudades sostenibles, inteligentes, competitivas, prosperas, resilientes, ecosistémicas entre otras, son propuestas a diario. Dentro de la diversidad existe un objetivo común: mejorar la calidad de vida de las personas, con acciones fuertes como pensar, gestionar, combinar, atraer y retener desde diversos ejes y redes de actuación contemplando el presente como base de un futuro prometedor.

El Banco Mundial menciona a las *Ciudades Competitivas* con una teoría más del orden económica, como se puede ver en Kilroy et al (2015), el énfasis está en dotar a las ciudades con la capacidad de atraer y retener talento e inversión y así lograr mejores estándares de vida. Este concepto evolucionó hacia el Índice de Progreso Social que luego incorporó tres dimensiones; necesidades humanas básicas, fundamentos del bienestar y oportunidades.

En tanto Rueda (1995) trabaja sobre la teoría del *urbanismo ecosistémico*, donde afirma que los modelos urbanos que no sean sostenibles y del conocimiento a la vez, no tendrán futuro.

Desde un enfoque con visión a futuro, de consenso entre los estados miembros de la ONU tanto en implementación como en difusión y articulación con actores de la sociedad surge en 2015 el concepto de *Desarrollo Sostenible* como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030, promovido principalmente por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para llevar adelante cualquiera de estos modelos es necesario conocer el punto de partida, tener un diagnóstico que permita diseñar estrategias, gestionarlas, ejecutarlas y medir resultados. Para lo cual, la obtención de información ordenada y la identificación de una red de actores en conversación bajo objetivos comunes, se convierten en recursos clave e imprescindibles.

Porter (2008), sostiene que es necesario saber qué es lo que da resultado y porqué, para luego aplicarlo. La información desempeña un gran papel en el proceso de innovación y mejora, en referencia a la información de la que no disponen los competidores o que no buscan. A la presente afirmación, es posible agregarle como un elemento clave la interacción de las nuevas tecnologías que aportan algoritmos y desarrollos que evolucionan y se innovan día a día.

Es en parte, que en este contexto de constante cambio, de crecimiento urbano y nuevas formas de hacer y pensar un futuro más sostenible conjunto al avance de nuevas tecnologías que nacen las economías colaborativas. Se presentan en sociedad como un instrumento innovador que articula la demanda y la oferta entre sus usuarios miembros a través de la gestión de la información y sin intermediarios. Las plataformas descentralizadas de información, como ser Google Place, Moovit y Ualabee responden a este criterio, son fuentes de información continua de las necesidades de los usuarios, lo cual es de suma importancia para lograr competitividad por ejemplo en cuestiones de movilidad urbana.

Este flujo de información es relevado en ocasiones por el aporte protagónico de la opinión, ya que en la actualidad cualquier persona con acceso a internet puede visibilizar su punto de vista e interactuar con pares o con personas públicas. Michael Sandel (2013) menciona que hoy se necesita dialogar de manera pública sobre el valor y significado de ciertas prácticas sociales. Este fenómeno de las economías colaborativas conocido también como capitalismo de plataforma, denominado así por el autor Nick Srnicek mencionado por Amarilla (2019) sirven a la captación en forma de datos de la multiplicidad de procesos en las ciudades.

Las economías colaborativas, como bien lo dicen ponen sobre la mesa la capacidad de colaborar en algún aspecto, como puede ser compartiendo, información, bienes y o servicios, costos y beneficios. El hecho de compartir no es algo nuevo en el ser humano. Gansky (2011) resalta que el hombre ha compartido diferentes cosas a lo largo de la vida y hoy lo hace aún más, porque resulta más eficiente compartir determinados bienes y servicios que ser propietario. En su concepto de “*maya*” habla sobre un nuevo modelo, articulado con más

opciones, más herramientas, más información y donde los usuarios tienen más poder para tomar sus decisiones. Ya no es suficiente pensar solo tres actores: comprador, vendedor y propietario. Propone ir más allá y contemplar a su vez tres componentes; la capacidad de conectar, la adquisición de dispositivos móviles con GPS y que la gran mayoría de las cosas físicas de la ciudad están en un mapa. Comprender y conocer acerca de esto abre un nuevo universo con infinidad de oportunidades.

No obstante, compartir entre pares, optimizar el uso de un bien y confiar en el otro pone en evidencia la afirmación de Felber (2014), donde dice que la confianza es el mayor bien social y cultural que conocemos. En tanto Sölvell (2008) años atrás ya mencionaba la importancia de la confianza en los procesos de innovación dentro de los clusters, donde la interacción es continua entre las organizaciones, construyendo fuertes nexos, lenguaje especializado y capital social dentro de una región durante el intercambio y creación de un nuevo conocimiento.

Luego en línea a este pensamiento Chase (2015) desde su experiencia como usuaria y empresaria de plataformas colaborativas propone e invita a construir la economía de la abundancia, encontrar el exceso de capacidad y liberarlo, abrir activos, datos y mentes, abordar el cambio climático y la desigualdad de ingresos y crear el mundo en el que se quiere vivir.

Con un visión prospectiva, uno de los precursores de estos conceptos fue Michael Porter desde la década de los 90 y una de sus afirmaciones vertidas en su libro *On Competition* fue:

“Las palabras del día son fusión, alianza, asociaciones estratégicas, colaboración y mundialización supranacional” Porter (2008).

En relación con la importancia de los componentes y sus relaciones, el autor plantea la relevancia de las relaciones sobre aspectos quizás ya conocidos. Resalta seis puntos que influyen decisivamente en la competitividad, de un país, de una región o de una empresa y porque no de una ciudad. Enuncia en primer lugar las condiciones de los factores como el entorno y la innovación a su alrededor; las condiciones de la demanda refiriéndose al conocimiento sobre el usuario y sus necesidades; estrategias, estructuras y rivalidad en alusión a la posición que se tomará respecto a lo que ya existe y a la manera de agregarle valor; sectores afines y auxiliares; en referencia a la definición de con quienes es necesario articularse; otro punto es el factor gobierno, conocer y comprender el funcionamiento del modelo de gestión y por último el azar; considerando los eventos imprevistos. En función de cómo estos aspectos se relacionen serán los resultados de competitividad de la ciudad/región y el impulso hacia el desarrollo sostenible. Afirma también que la competitividad de una nación depende de la capacidad para innovar y mejorar. Las diferencias de una nación en valores, cultura, estructura económica, instituciones e historia contribuyen todas al éxito competitivo.

Durante los procesos de intercambio entre actores aparecen ciertas normas que hacen a la confianza. Ansotegui et al (2014) se refiere a que la ética que interesa es fundamentalmente la de las diversas profesiones que participan en las organizaciones, puede entenderse como una conversación social continua basada en razones sobre lo mejor, lo debido, lo bueno, lo correcto, lo permisible, lo incorrecto, lo malo, lo peor, lo prohibido, con vistas a tomar decisiones prácticas en conjunto o a reaccionar a las decisiones y acciones de otros.

Diversos enfoques de análisis desde la economía colaborativa, la planificación, la economía y la sociología urbana, valoran el conocimiento que aportan los datos generados por las plataformas colaborativas posicionándolas como fuentes de información descentralizada.

Este documento incorporara el análisis de la movilidad urbana como una variable del desarrollo sostenible en una ciudad de escala intermedia como lo es la Ciudad de Córdoba, Argentina.

Amar (2011) define a la movilidad urbana más allá del concepto de desplazamiento, como el simple acortamiento de distancias, sino que evoluciona este concepto desde una mirada más integral y compleja. Define a la movilidad como la capacidad para crear relaciones, oportunidades y sinergias en una ciudad. Las nuevas formas de movilidad asocian la tecnología, la inteligencia social, el urbanismo, los nuevos modelos económicos y la creación cultural. Tiene que ver con la innovación en la interacción de los usos, de los instrumentos y de los actores técnicos-económicos. Las soluciones de una nueva movilidad son sistémicas.

En línea con lo descripto, en el reporte de economía de CAF (2017) se relaciona la movilidad urbana de manera directa con el grado de desarrollo de una ciudad. Reluciendo dentro de ella el concepto de accesibilidad, como aquella capacidad para alcanzar las oportunidades que ofrece una ciudad a los hogares y las firmas que en ella se establecen. El nivel de desarrollo de las áreas urbanas condiciona la manera de desplazamiento de la población.

Cuando la ciudad crece y se expande por el territorio, la accesibilidad es condicionada principalmente por tres aspectos. En primer instancia por la regulación de uso del suelo que determina la localización de firmas y familias; por la oferta e infraestructura de transporte, que condiciona como se mueven las personas y las mercancías y por último, pero no menos importante, el mercado de la vivienda, que establece la calidad de las viviendas así como su disponibilidad y su precio. Es entonces que las firmas, priorizan la oportunidad de acceder a insumos, mano de obra calificada y más consumidores, en tanto, las familias analizan el acceso a empleos bien remunerados, el acceso a una vivienda de calidad y el disfrute de los servicios y amenidades urbanas para establecerse en la ciudad. Al aumentar las distancias y disminuir la densidad poblacional, los costos de brindar una movilidad de calidad, de las inversiones en logística e infraestructura aumentan considerablemente poniendo en riesgo su existencia.

Este documento invita a la conversación de diferentes actores aportando razones universales y valorando la que otros pueden dar. La gran tarea de articulación entre las políticas públicas nacionales y subnacionales, en un país federal como Argentina, refuerza la necesidad de generar consenso entre los diferentes niveles gubernamentales, los diversos actores del sector privado, la sociedad civil e indiscutiblemente el ámbito académico para crear una movilidad urbana competitiva que aporte al desarrollo sostenible.

METODOLOGÍA

El siguiente trabajo analiza los datos de la Ciudad de Córdoba a fin de poner en evidencia las relaciones entre las principales variables que aportan al entendimiento, planificación y gestión de la movilidad en vías de un desarrollo urbano sostenible mejorando la calidad de vida. Las variables fueron construidas luego de un exhausto análisis de datos de fuentes de información oficiales y descentralizadas.

Los datos obtenidos de fuentes oficiales fueron los siguientes: datos de población aportados por el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010; estructura vial, transporte público y proyectos de movilidad brindados por el portal de datos de la Provincia y la Municipalidad de Córdoba y los datos de la encuesta origen-destino realizada por el gobierno nacional bajo el proyecto de transporte urbano para áreas metropolitanas en 2009. Los datos obtenidos de fuentes descentralizadas mediante plataformas colaborativas fueron: relevamiento de los puntos de interés en la ciudad al año 2018 de Google Places; datos generales de movilidad del año 2019 de Moovit y datos generales y específicos de demanda insatisfecha en las consultas realizadas durante el año 2019 de Ualabee.

Mediante la aplicación de un modelo estadístico que combina ambas fuentes de información se conocerá la relación de las variables determinantes en la demanda de movilidad, previo a un análisis descriptivo de la demanda de movilidad en relación a horarios, rango etario, tiempos de espera y duración del viaje.

DEFINICIÓN DE VARIABLES Y DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo empírico propuesto es el análisis de regresión lineal para estimar las relaciones entre distintas variables. El punto de partida es el supuesto de la relación lineal entre la variable que se quiere explicar (dependiente) en este caso relacionada con la demanda de movilidad y las que se usarán para explicarla (independientes).

Las variables se construyeron en función de los datos de las dos fuentes de información; oficiales y descentralizadas. Todos los datos son muestras de cortes transversales. Si bien los datos no coinciden en el tiempo de recolección es a modo de propuesta metodológica más allá

de los resultados numéricos exactos, el objetivo es potenciar e incentivar la recolección transversal y constante de los mismos para poder aplicar este modelo con mayor rigurosidad. A través de la utilización de diferentes herramientas de análisis de datos en un sistema de información geográfico se calcularon las variables. A partir de la georreferenciación de las unidades de análisis, zona de transporte y barrios, conjunto a la superposición de la misma con los diferentes datos se procedió a su construcción. A fines prácticos se las clasificó de la siguiente manera, aclarando la fuente de información y año de referencia.

Datos de demanda:

1. *Cantidad de viajes originados por zonas de transporte*. PTUMA 2009.
2. *Porcentaje de insatisfacción en origen de la demanda en los barrios*. Ualabee 2019.

Población y usos:

3. *Cantidad de población por zonas de transporte*. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Variable calculada. Se superpuso la capa de zonas de transporte sobre la de radio censales y en función de la superficie de los radios censales abarcados se calculó.
4. *Cantidad de población por barrios*. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.
5. *Niveles de necesidades básicas insatisfechas por barrios*. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.
6. *Cantidad de puntos de interés por zonas de transporte*. Google Places 2018. Variable calculada. Se superpuso la capa de zonas de transporte sobre la de Google Places y en función de la superficie abarcada se procedió al conteo de los puntos de interés interceptados y contenidos.
7. *Cantidad de puntos de interés por barrios*. Google Places 2018. Variable calculada de igual forma que la anterior pero con la capa de barrios.

Estructura vial y transporte

8. *Longitud de la red vial por zonas de transporte*. Plan de Movilidad 2012. Variable calculada. Se superpuso la capa de zonas de transporte sobre la de red vial y en función de la red abarcada se calculó de longitud de las vías dentro de las zonas.
9. *Longitud de la red vial por barrios*. Plan de Movilidad 2012. Variable calculada de igual forma que la anterior pero con la capa de barrios.
10. *Longitud de la red vial en función de su jerarquización vial por zonas de transporte*. Plan de Movilidad 2012. Variable calculada. Se superpuso la capa de zonas de transporte sobre la de jerarquización de la red vial y en función de la red abarcada se calculó de longitud de las vías dentro de las zonas.

11. *Longitud del sistema de colectivos-trolebús por zonas de transporte.* Plan de Movilidad 2012. Variable calculada. Se superpuso la capa de zonas de transporte sobre la de sistema de colectivos-trolebús y en función de lo abarcado se calculó de longitud de las líneas de transporte público dentro de las zonas.
12. *Longitud del sistema de colectivos-trolebús por barrios.* Plan de Movilidad 2012. Variable calculada de igual forma que la anterior pero con la capa de barrios.
13. *Cobertura en superficie de los proyectos de ciclovías por zonas de transporte.* Plan de Movilidad 2012. Variable calculada. Previo a superponer las capas, se procedió a crear el área de influencia de a 300 m de cada lado, luego se superpuso con la capa de zonas de transporte y en función de lo abarcado se calculó el área en cada zonas.
14. *Cobertura en superficie de los proyectos de ciclovías por barrios.* Plan de Movilidad 2012. Variable calculada de igual forma que la anterior pero con la capa de barrios.
15. *Cobertura en superficie de los proyectos de SoloBus por zonas de transporte.* Plan de Movilidad 2012. Variable calculada. Previo a superponer las capas, se procedió a crear el área de influencia de a 300 m de cada lado, luego se superpuso con la capa de zonas de transporte y en función de lo abarcado se calculó el área en cada zonas.
16. *Cobertura en superficie de los proyectos de SoloBus por barrios.* Plan de Movilidad 2012. Variable calculada de igual forma que la anterior pero con la capa de barrios.

Mediante tres etapas se procederá el análisis. En la primera etapa como muestra la Ilustración 1 se utilizarán las variables de datos oficiales tanto en la dependiente como las independientes.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \varepsilon_i$$

γ_i : Cantidad de viajes originados por zonas de transporte. (1)
 X_{1i} : Cantidad de población por zonas de transporte. (3)
 X_{2i} : Longitud de la red vial por zonas de transporte. (8)
 X_{3i} : Longitud de la red vial en función de su jerarquización vial por zonas de transporte. (10)
 X_{4i} : Longitud del sistema de colectivos-trolebús por zonas de transporte. (11)
 β_i : Parámetros desconocidos.
 ε_i : Error aleatorio.

Ilustración 1: Regresión 1

Luego en una segunda regresión, se mantiene la misma variable dependiente pero con variables independientes de fuente de información descentralizada como se ve en la Ilustración 2 lo muestra.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \varepsilon_i$$

γ_i : Cantidad de viajes originados por zonas de transporte. (1)
 X_{1i} : Cantidad de puntos de interés por zonas de transporte. (6)
 β_i : Parámetros desconocidos.
 ε_i : Error aleatorio.

Ilustración 2: Regresión 2

En la segunda etapa se analizará la demanda insatisfecha de movilidad en función de las variables independientes oficiales, como la Ilustración 3 indica y luego con la variable descentralizada como se expresa en la Ilustración 4.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \varepsilon_i$$

Ilustración 3: Regresión 3

γ_i : Porcentaje de insatisfacción en origen de la demanda en los barrios. (2) (3)
 X_{1i} : Cantidad de población por barrio. (4)
 X_{2i} : Longitud de la red vial por barrio. (9)
 X_{3i} : Longitud del sistema de colectivos-trolebús por barrio. (12)
 β_i : parámetros desconocidos.
 ε_i : Error aleatorio.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \varepsilon_i$$

Ilustración 4: Regresión 4

γ_i : Porcentaje de insatisfacción en origen de la demanda en los barrios. (2) (4)
 X_{1i} : Cantidad de puntos de interés por barrios. (7)
 β_i : parámetros desconocidos.
 ε_i : Error aleatorio.

En la tercera etapa se evaluará la demanda en función de los proyectos de movilidad en la Ilustración 5 con variables oficiales y en la Ilustración 6 con variables descentralizadas.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$$

Ilustración 5: Regresión 5

γ_i : Cantidad de viajes originados por zonas de transporte. (1) (5)
 X_{1i} : Cobertura en superficie de los proyectos de ciclovías por zonas de transporte. (13)
 X_{2i} : Cobertura en superficie de los proyectos de SoloBus por zonas de transporte. (15)
 β_i : parámetros desconocidos.
 ε_i : Error aleatorio.

$$\gamma_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$$

Ilustración 6: Regresión 6

γ_i : Porcentaje de insatisfacción en origen. (2) (6)
 X_{1i} : Cobertura en superficie de los proyectos de ciclovías por barrios. (14)
 X_{2i} : Cobertura en superficie de los proyectos de SoloBus por barrios. (16)
 β_i : parámetros desconocidos.
 ε_i : Error aleatorio.

Previo a la selección final de las variables y la definición de los modelos aquí propuestos se exploró la colinealidad de una serie de posibles variables quedando únicamente las validadas.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO: COMBINACIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN OFICIAL Y DESCENTRALIZADA

En el siguiente apartado se presentará un análisis de la demanda en términos generales según horarios, rango etario, género, duración y tiempo de espera en función de los datos de la encuesta origen- destino PTUMA conjunto a los datos de Ualabee y en ocasiones donde se pueda incorporar los datos de Moovit se los expondrá.

Demanda según horario

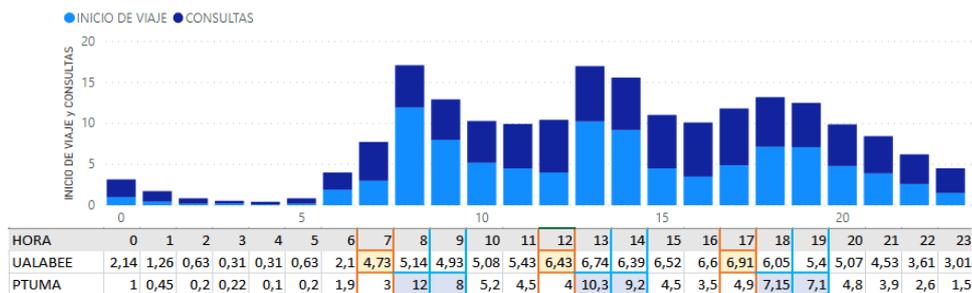


Ilustración 7: Demanda según horarios. Fuente: Elaboración propia en base a datos de PTUMA y Ualabee

Los datos de horarios de viajes de la encuesta origen- destino PTUMA y de las consultas realizadas por los usuarios de Ualabee tienen cierta similitud, Ilustración 7, solo se observa un desfase en las horas pico entre los viajes realizados y las consultas. Se aprecia una relación directa entre la planificación del viaje y la concreción del mismo. Entre las 8 h y 9 h de la mañana el porcentaje de viajes realizados es superior a los consultados, pero en la hora previa se invierte, son más los viajes consultados a las 7 h que los realizados.

Demanda según rango etario

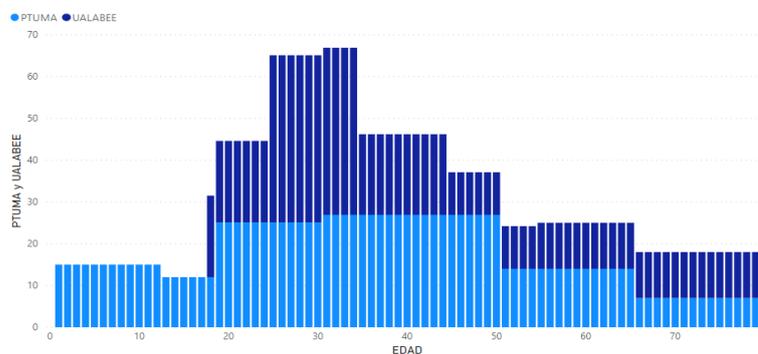


Ilustración 8: Demanda según rango etario. Fuente: Elaboración propia en base a datos de PTUMA y Ualabee

La distribución de los viajes realizados según la encuesta origen- destino PTUMA y las consultas de los usuarios de Ualabee en función de las edades es similar, Ilustración 8, a excepción de un pico entre los 25 y 34 años donde los viajes consultados superan a los realizados. Esto podría estar relacionado a que es la población que está en mayor contacto con las herramientas tecnológicas para dar respuestas a las demandas de la vida cotidiana.

Demanda según género

Los datos brindados por la encuesta origen- destino PTUMA y Ualabee según la distribución de la demanda en función del género se puede notar que no existen grandes diferencias. En ambas bases de datos las mujeres predominan superando el 50% pero no alcanzan el 60%.

Tiempo de espera y duración del viaje

Los datos de las plataformas Ualabee y Moovit hacen alusión a la demanda de viajes en transporte público, taxi, remis, en bicicleta y caminata a diferencia de los datos de PTUMA que incorpora todos los modos de transporte incluido el vehículo particular.

El tiempo de espera de Ualabee indica una demora de 23´ y Moovit 18,57´. En tanto la encuesta origen-destino PTUMA indica solo 5´. Aunque ambas últimas en sus informes aclaran que el tiempo de espera en la parada de colectivo es uno de los principales problemas del sistema de transporte de colectivos a pesar de lo poco representativo de los números, quizás Ualabee es el que más se acerque a la realidad.

En referencia al tiempo promedio de la demanda de movilidad, las plataformas son las que más se asimilan nuevamente, Ualabee indica 41´ y Moovit 36´ en tanto los datos de la encuesta origen-destino PTUMA marca 25´. Es importante destacar que hay 10 años aproximadamente entre los datos de las plataformas y los oficiales, y que estos últimos incluyen todos los modos de transporte, con lo cual puede estar allí la diferencia.

La información aquí expuesta mediante criterios de relevamiento de datos diversos, muestra que los patrones de comportamiento de la demanda de viajes en la ciudad están relacionados, a pesar de que entre los datos oficiales y el de las plataformas existan 10 años de diferencia. Esta relación se manifiesta en la similitud de la línea de demanda según horarios donde el desfase se justifica en función de la planificación del viaje, en la demanda según la edad donde es comprensible que los que más demanden en la plataforma sea la población más vinculada con la necesidad de viajar y con la tecnología, en cuanto a la distancia de los viajes, no es casual que entre plataformas los datos estén más próximos, esto podría estar explicado en el gran crecimiento urbano que se dio en los últimos años aportando a mayores distancias en los viajes y que ambas solo contemplan modos de transporte público.

ANÁLISIS DE REGRESIÓN MULTIVARIADO DE LA DEMANDA DE MOVILIDAD

Resultado: Etapa 1

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	73
Model	9.8514e+09	4	2.4628e+09	F(4, 68)	=	12.38
Residual	1.3526e+10	68	198907275	Prob > F	=	0.0000
Total	2.3377e+10	72	324681733	R-squared	=	0.4214
				Adj R-squared	=	0.3874
				Root MSE	=	14103

ORIGEN	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
POBLACIÓN	.8554443	.2332215	3.67	0.000	.390058 1.320831
RV	-.1401295	.051591	-2.72	0.008	-.2430777 -.0371813
JV	.2573756	.4670438	0.55	0.583	-.6745958 1.189347
APPTOTAL	.314712	.0674672	4.66	0.000	.1800833 .4493407
_cons	11577.74	4881.78	2.37	0.021	1836.299 21319.18

Ilustración 9: Regresión 1

La primera regresión detallada en la Ilustración 1, muestra en la Ilustración 9 que solo las variables 3, 8 y 13 son estadísticamente significativas en el modelo. La variables *Cantidad de población por zonas de transporte – POBLACIÓN*, (3), tiene un $P > |z|$ igual a 0,000 y su coeficientes es 0,855 esto quiere decir que por el incremento de un habitante se incrementa

0,85 viajes. La variable *Longitud de la red vial por zonas de transporte -RV (8)*, tiene un $P > |z|$ igual a 0,00 y un coeficiente de -0,14 lo que significa que por cada kilómetro que se aumente de estructura vial se reducirán 140 viajes. En tanto la variable *Longitud del sistema de colectivos-trolebús por zonas de transporte - APPTOTAL (11)*, tiene un $P > |z|$ igual a 0,000 y un coeficientes de 0,314 indica por cada km de longitud del sistema de colectivos-trolebús hay 314 viajes. El modelo explica el 43% de la variabilidad de las variables.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	73
Model	1.1568e+10	1	1.1568e+10	F(1, 71)	=	69.55
Residual	1.1809e+10	71	166323346	Prob > F	=	0.0000
Total	2.3377e+10	72	324681733	R-squared	=	0.4948
				Adj R-squared	=	0.4877
				Root MSE	=	12897

ORIGEN	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
GP	22.65651	2.716678	8.34	0.000	17.23961 28.07341
_cons	16064.28	2416.592	6.65	0.000	11245.73 20882.83

Ilustración 10: Regresión 2

La regresión 2 con la ecuación de la Ilustración 2, muestra mediante los resultados de la Ilustración 10 que la variable *Cantidad de puntos de interés por zonas de transporte- GP (6)* es significativa estadísticamente. Por cada punto de interés que se agregue la cantidad de viajes aumentará 22,65. El modelo representa el 49% de la varianza.

Resultado: Etapa 2

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	301
Model	4343.99067	4	1085.99767	F(4, 296)	=	14.95
Residual	21503.7502	296	72.6478047	Prob > F	=	0.0000
Total	25847.7409	300	86.1591362	R-squared	=	0.1681
				Adj R-squared	=	0.1568
				Root MSE	=	8.5234

ORIGEN	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
POBLACION	-.0006174	.0002379	-2.60	0.010	-.0010856 -.0001492
NBI	.0209805	.0069541	3.02	0.003	.0072948 .0346662
MLCALLE	.000088	.0000716	1.23	0.220	-.0000529 .0002289
APPML	-.0001573	.0000319	-4.93	0.000	-.00022 -.0000945
_cons	40.63087	.6776346	59.96	0.000	39.29728 41.96446

Ilustración 11: Regresión 3

En la regresión 3 con la ecuación de la Ilustración 3, se evaluó el *Porcentaje de insatisfacción en el origen de la demanda en los barrios (2)* como variable dependiente en función de las siguientes variables 4, 5, 9, 12. La Ilustración 11 muestra que *Cantidad de población por barrios- POBLACIÓN (4)*, *Niveles de necesidades básicas insatisfechas por barrios-NBI (5)* y *Longitud del sistema de colectivos-trolebús por barrios-APPML (12)* son variables estadísticamente significativas, aunque el modelo solo representa el 16% de la variabilidad. Por el incremento de cada habitante la insatisfacción de la demanda decrece 0,00061 esto quiere decir que al aumentar la población mejorará la satisfacción de la demanda, habrá mayor probabilidad de encontrar respuesta a la solicitud del viaje, en tanto por el incremento de un punto de NBI la insatisfacción de la demanda aumentará 0,0209 puntos porcentuales. Por cada

kilómetro que se agregue al recorrido de transporte público la insatisfacción disminuirá 0,15 puntos porcentuales.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	305
Model	3478.11554	1	3478.11554	F(1, 303)	=	46.94
Residual	22452.8877	303	74.1019397	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1341
				Adj R-squared	=	0.1313
Total	25931.0033	304	85.2993529	Root MSE	=	8.6082

ORIGEN	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
GP	-.0060924	.0008893	-6.85	0.000	-.0078423 - .0043425
_cons	40.33125	.5099316	79.09	0.000	39.32779 41.33471

Ilustración 12: Regresión 4

La regresión 4 con la ecuación de la Ilustración 4, muestra sus resultados en la Ilustración 12. La variable *Cantidad de puntos de interés por barrios -GP (7)* como independiente explica la insatisfacción de la demanda indicando que por cada punto de interés que se suma la demanda insatisfecha disminuye 0,006 puntos porcentuales. Este modelo al igual que el anterior tiene bajo porcentaje de variación de las variables independientes, representa solo el 13% de la variabilidad.

De todas las variables propuestas para el análisis, la única que no representa significatividad estadística fue la referida a la jerarquización de la red vial. En tanto todas las otras tuvieron representatividad en al menos uno de los modelos.

Del análisis anterior se puede concluir que población, cobertura de transporte público, puntos de interés, red vial y necesidades básicas insatisfechas son variables que influyen en la demanda de movilidad en función de los modelos propuestos y en el espacio temporal. Por lo cual y en consecuencia es necesario que se las contemple en la planificación y gestión de la movilidad y de las ciudades ya que no son excluyentes entre sí, al contrario, se complementan mutuamente.

Resultado: Etapa 3

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	73
Model	2.6727e+09	2	1.3364e+09	F(2, 70)	=	4.52
Residual	2.0704e+10	70	295776678	Prob > F	=	0.0143
				R-squared	=	0.1143
				Adj R-squared	=	0.0890
Total	2.3377e+10	72	324681733	Root MSE	=	17198

ORIGEN	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
SOLOBUS	130.7383	43.5926	3.00	0.004	43.79564 217.681
CV	-5.13793	16.33251	-0.31	0.754	-37.7121 27.43624
_cons	28899.13	3105.295	9.31	0.000	22705.81 35092.44

Ilustración 13: Regresión 5

La regresión de la Ilustración 5, muestra en la Ilustración 13, que la variable *Cobertura en superficie de los proyectos de SoloBus por zonas de transporte - SOLOBUS (15)* es estadísticamente significativa y el modelo representa el 11% de la variabilidad. Presenta un P>T 0,004 y un coeficiente de 130,73, lo cual indica la existencia de una relación lineal con la

demanda de viajes. Se puede decir que por cada hectárea de cobertura, lo cual equivale aproximadamente a 16,6 m de este tipo de carril, se incrementaría la calidad de 131 viajes en función de los beneficios que este carril selectivo brinda a la ciudad. A diferencia de la variable CV (13) donde su distribución en el territorio no presenta relación con los viajes allí demandados.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	305
Model	2622.60069	2	1311.30034	F(2, 302)	=	16.88
Residual	23466.2714	302	77.7028856	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1005
				Adj R-squared	=	0.0946
Total	26088.8721	304	85.8186583	Root MSE	=	8.8149

ORIGEN	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
SOLOBUS	-.0230581	.0068339	-3.37	0.001	-.0365062 - .0096099
CV	-.0471973	.0146521	-3.22	0.001	-.0760305 - .0183641
_cons	41.08181	.584877	70.24	0.000	39.93086 42.23276

Ilustración 14: Regresión 6

Al analizar la demanda insatisfecha de las solicitudes de viajes respecto a los proyectos de movilidad Ilustración 6, se puede ver en la Ilustración 14, que ambas variables son estadísticamente significativas aunque el modelo solo explica el 10% de la variación de las variables. A medida que aumenta la superficie cubierta por ellos disminuye la insatisfacción de la demanda. El estudio de ubicación en territorio de este tipo de proyecto en función del impacto sobre la demanda es fundamental para optimizar costos y calidad de vida.

En términos generales se puede ver que cuando las variables de población, infraestructura y servicios de transporte y proyectos de movilidad (SoloBus) aumentan en una unidad los viajes (demanda realizada) también lo hace, en tanto la demanda insatisfecha decrece. Red vial, ciclovías y necesidades básicas insatisfechas no siguen este comportamiento.

CONCLUSIONES

La investigación resalta un panorama claro de complejidad y variabilidad en torno a las ciudades, cada vez hay más población urbana con hábitos cambiantes que condiciona la movilidad en las ciudades. Las personas independientemente de la edad, sexo o nivel social necesitan desplazarse, para ir a trabajar, estudiar, hacer compras o bien por recreación y las ciudades deben brindar la posibilidad de hacerlo de la mejor manera posible. Para lograr una movilidad sostenible que mejore la calidad de vida de la población reduciendo la contaminación ambiental y que promueva la equidad social, es necesario indagar e innovar en función de las características, potencialidades y necesidades locales, analizar datos, diagnosticar y luego volver sobre lo realizada mediante mediciones e indicadores.

El principal resultado de esta investigación, luego de una serie de resultados empíricos, pone en evidencia que el análisis de las fuentes descentralizadas de información contribuyen al entendimiento de la demanda de la movilidad en la ciudad de Córdoba. Las fuentes como

Google Places, Moovit y Ualabee se complementan con las fuentes oficiales de la encuesta origen destino 2009, población, infraestructura vial, servicio de transporte y proyectos de movilidad, incorporando variables cualitativas de experiencia de usuarios a las variables cuantitativas tradicionales, aportando de este modo a la planificación y gestión urbana.

La investigación proporcionó una primera serie de conclusiones, acordes al espacio temporal y a los modelos estadísticos. A medida que las variables de población, recorrido de colectivo y trolebús, puntos de interés y SoloBus aumentan en una unidad, los viajes también lo hacen, en tanto la demanda insatisfecha en las solicitudes decrece. Red vial, ciclovías y necesidades básicas insatisfechas son variables que no siguen este comportamiento. Es importante el rol de la variable de población ya que impacta en la cantidad de viajes y en el grado de satisfacción de la demanda, a medida que aumenta la población también los viajes y disminuye la insatisfacción de las solicitudes. Esto se podría relacionar a que las zonas que más cobertura de transporte tienen son aquellas que más población poseen, por ende a medida que la población aumenta más factible es que aumente la cobertura de transporte público, por tal disminuye la insatisfacción. Las zonas con más población son a su vez más propensas a la generación de puntos de interés, dado que a mayor cantidad de persona mayor diversidad de necesidades a satisfacer existen, otro factor que colabora a incrementar el transporte público. Es importante no olvidar que los puntos de interés atraen viajes, las personas para ir a ellos necesariamente tienen que moverse.

En tanto la variable red vial indica que a medida que aumenta la longitud del sistema vial los viajes disminuyen. Por tal motivo una nueva extensión urbana mediante apertura de calles siguiendo el modelo urbano hasta el momento desarrollado en la ciudad, difícilmente cuente con población suficiente para motivar la cantidad de viajes que justifique el servicio de transporte público en la zona.

Este documento pone en evidencia el aporte de las plataformas descentralizadas a pesar de que el mecanismo de articulación con los gobiernos locales para la apertura y reducción de sesgos en los datos no esté definido, lo cual se presenta como un limitante para la aplicación de las fuentes de información descentralizadas como herramientas de gestión y planificación. Otro limitante es la escasa sistematización de los datos oficiales en los niveles gubernamentales.

Finalmente vale la pena resaltar que esta investigación podría incorporarse dentro de una política de usos del suelo y de desarrollo productivo, integrando la movilidad urbana y las variables aquí expuestas a fin de promover el desarrollo sostenible. Una política que sin ser restrictiva ni meramente formal comprenda, sistematice los datos, estudie y mida las dinámicas urbanas, con visión innovadora atenta a las oportunidades que brinda el mundo de los servicios, la tecnología, la información y las nuevas economías colaborativas. Una política con la

capacidad de interactuar en concordancia entre lo público, lo privado, el ámbito académico y los ciudadanos para así construir y gestionar una ciudad sostenible y competitiva.

Referencia bibliográfica

Amar, George (2011). Homo mobilis. La nueva era de la movilidad. La Crujía Ediciones.

Amarilla, Laura (2019). Capitalismo de plataformas. Universidad Nacional de las Artes.

Ansotegui, Carmen, et al. (2014). Ética de las finanzas. Editorial Desclee.

Chase, Robin (2015). Peers Inc.

Daude, Christian, et al., CAF (2017). Reporte de Economía y Desarrollo.

Felber, Christian (2014). La economía del bien común.

Gansky, Lisa (2011). La malla: el futuro de los negocios es compartir.

Kilroy, et al. (2015). Ciudades competitivas para empleos y crecimiento. Banco Mundial.

Porter, Michael (2008). On Competition. Harvard Business School Publishing.

Rueda, Salvador (1995). Ecología Urbana. Beta editorial.

Sandel, Michael (2013). Por qué no debemos confiar vida pública a los mercados. Tedex.

Sassen, Saskia (2003). Localizando ciudades en circuitos globales. Revista Eure.

Sölvell, Örjan (2008). Clusters – Equilibrando Fuerzas Evolutivas y Constructivas.

Waters, Colin, et al. (2016). El Antropoceno es funcional y estratigráficamente distinto del Holoceno.

Social Progress (2019). Índice del progreso social.

Jefatura de Gabinete de Ministros, Argentina (2017). Argentina 2030, Diagnóstico sobre ciudades y desarrollo urbano.

ONU. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. [en línea]. Disponible en: <https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat/>

Datos

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2012). Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010, censo del Bicentenario.

Secretaría de Transporte (2011). Encuesta origen- destino 2009: Movilidad en Córdoba.

Gobierno de Córdoba. Datos Abiertos [en línea]. Disponible en: <https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/data/datos-abiertos>

Gobierno de la Provincia de Córdoba. Datos Abiertos [en línea]. Disponible en: <https://datosestadistica.cba.gov.ar/>

Google Cloud, Maps, [en línea]. Disponible en: <https://cloud.google.com/maps-platform/pricing?hl=es-419>

Moovit, [en línea]. Disponible en: <https://company.moovit.com/es/>

Ualabee, Dirección URL: <https://ualabee.com/>