



*Análisis de los patrones de movilidad mediante la utilización de datos post
confinamiento para el hipercentro de la ciudad de Quito*

*Analysis of mobility patterns through the use of post confinement data for the business
district of the city of Quito*

*Análise dos padrões de mobilidade utilizando dados pós-confinamento para o
hipercentro da cidade de Quito*

Denny Javier Guanuche Larco ^I
deguanuchela@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7376-0105>

Ramón Alejandro Marín Céspedes ^{II}
ramarince@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3044-6305>

Correspondencia: deguanuchela@uide.edu.ec

***Recibido:** 30 de Septiembre de 2021 ***Aceptado:** 30 de Octubre de 2021 *** Publicado:** 26 de Noviembre de 2021

- I. Universidad Internacional del Ecuador, Docente Investigador, Coordinador Vinculación, Escuela Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Universidad Internacional del Ecuador, Estudiante egresado de la carrera de Ingeniería Automotriz, Tecnólogo en Autotrónica y Gerencia de servicio automotriz, Quito, Ecuador.

Resumen

El presente proyecto se relaciona con la movilidad en la ciudad de Quito se ha visto alterada drásticamente por la crisis de la COVID-19. La cuarentena y sus derivados como el confinamiento, el teletrabajo y las restricciones de movilidad han ejercido múltiples impactos en todos los ámbitos, como en la movilidad diaria. Este proyecto, se orienta en analizar los parámetros de movilidad mediante la recolección de datos para el hipercentro de la ciudad de Quito. La investigación se enfocó en la medición de la movilidad en el hipercentro de la ciudad de Quito, para ello, se utilizó el método cuantitativo. Los datos se recopilaron con un sistema GPS basado en Arduino para recolectar la información de velocidad, número de paradas y tiempo recorrido. La plataforma de datos se interconecta en un 100% recibiendo los datos del vehículo de pruebas, para el recorrido de 1,4 km, en las horas elegidas, los parámetros de movilidad son de 8' 18", con 15 paradas y velocidad máxima de 21,9 km/h. Conclusión: Los patrones de movilidad del hipercentro de Quito se han reducido en un 20,4% en la actualidad, en relación con el periodo anterior a la pandemia, pero los niveles de congestión en ciertos puntos son semejantes a periodos anteriores.

Palabras clave: Movilidad; COVID-19; hipercentro; vehículos.

Abstract

This project relates to mobility in the city of Quito, which has been drastically altered by the COVID-19 crisis. The quarantine and its derivatives such as confinement, teleworking and mobility restrictions have exerted multiple impacts in all areas, such as daily mobility. This project is oriented towards analysing mobility parameters through data collection for the hypercentre of the city of Quito. The research focused on the measurement of mobility in the hypercentre of the city of Quito, using the quantitative method. Data was collected using an Arduino-based GPS system to collect information on speed, number of stops and time travelled. The data platform is 100% interconnected, receiving the data from the test vehicle, for the 1.4 km route, at the chosen times, the mobility parameters are 8' 18", with 15 stops and a maximum speed of 21.9 km/h. Conclusion: Mobility patterns in Quito's hypercentre have been reduced by 20.4% today compared to the pre- pandemic period, but congestion levels at certain points are similar to previous periods.

Keywords: Mobility; COVID-19; hypercentre; vehicles.

Resumo

Este proyecto diz respeito à mobilidade na cidade de Quito, que foi drasticamente alterada pela crise da COVID-19. A quarentena e os seus derivados, tais como o confinamento, o teletrabalho e as restrições de mobilidade exerceram impactos múltiplos em todas as áreas, tais como a mobilidade diária. Este projecto está orientado para a análise de parâmetros de mobilidade através da recolha de dados para o hipercentro da cidade de Quito. A investigação centrou-se na medição da mobilidade no hipercentro da cidade de Quito, utilizando o método quantitativo. Os dados foram recolhidos utilizando um sistema GPS baseado em Arduino para recolher informações sobre velocidade, número de paragens e tempo percorrido. A plataforma de dados está 100% interligada, recebendo os dados do veículo de ensaio, para o percurso de 1,4 km, nos horários escolhidos, os parâmetros de mobilidade são 8' 18", com 15 paragens e uma velocidade máxima de 21,9 km/h. Conclusão: Os padrões de mobilidade no hipercentro de Quito foram hoje reduzidos em 20,4% em comparação com o período pré- pandémico, mas os níveis de congestionamento em certos pontos são semelhantes aos períodos anteriores.

Palavras-chave: Mobilidade; COVID-19; hipercentro; veículos.

Introducción

La movilidad ha variado por la pandemia del COVID 19 al generar un impacto importante sobre la salud, por ello, las ciudades y los habitantes deben implementar medidas urgentes, a corto y largo plazo (Cancino et al., 2020). Los sistemas de transporte han de garantizar respecto a las medidas de distancia física, indispensables para la movilidad y el uso del espacio público, como prioridad.

La movilidad se ha modificado drásticamente por la crisis de la COVID-19. La cuarentena y sus derivados como el confinamiento, el teletrabajo y las restricciones de movilidad han ejercido múltiples impactos en todos los ámbitos, como en la movilidad diaria *“el empleo de vehículos con un solo ocupante y de motocicletas se ha reducido en las ciudades, igual que, la contaminación atmosférica y el ruido”* (Suarez y Delgado, 2010). Como consecuencia de la pandemia, los niveles de contaminación atmosférica se redujeron en varias ciudades del mundo, generado por las medidas de confinamiento, del descenso en la actividad económica y de la baja de la movilidad (Hernández et al., 2020). Ahora, la fase post-COVID-19 ofrecerá grandes

oportunidades para que las ciudades mejoren sus vecindarios a través de la expansión de infraestructuras verdes y zonas peatonales (Obregón y Betanzo, 2015). Las autoridades y usuarios deberán sistematizar sus esfuerzos para aproximar los servicios esenciales, incluidos los suministros, la compra y la entrega, a sus clientes (Nasareno et al., 2020) (Castro et al., 2019).

Los cambios de movilidad en la ciudad de Quito, *“en los últimos seis años, han modificado la velocidad de los viajes de 19,9 km/h a 14,1 km/h, con datos anteriores a la pandemia COVID-19”* (Hernández, 2020). Acorde a las proyecciones del INEC (2020), el Distrito Metropolitano de Quito, para el año 2021 contará con 2781641 habitantes, convirtiéndose en el cantón más poblado del país, lo que provocará flujos de movilidad más conflictivos, por ello, la ciudad requiere de una mejor planificación para viajes globales de 460000, acorde a los destinos de los usuarios. Esta situación propuso el desarrollo del proyecto del Metro de Quito, dado que 61,3% de los quiteños ocupan el transporte público para movilizarse a distintas partes de la ciudad. Mientras que solo el 23% ocuparían transporte privado y el resto se moviliza mediante otras alternativas más amigables, tales como movilizarse en bicicleta las mismas motocicletas o monopatines eléctricos que gracias a la pandemia se dieron en alza (Secretaría de Movilidad, 2019).

En zonas específicas de la ciudad de Quito, las condiciones de tráfico se vuelven críticas, en el caso del hipercentro de Quito, *“delimitado por la Av. El Inca (al norte), la Av. 6 de Diciembre – 12 de Octubre – Gran Colombia (al este), la Calle Ambato (al sur) y la Av. América (al oeste)”* (Secretaría de Movilidad, 2019). En esta zona se producen los mayores desplazamientos, siendo un aspecto clave, de todos esos desplazamientos hacia el hipercentro, más de la mitad se originan dentro de la misma zona. Los embotellamiento y aglomeraciones en puntos de la zona eran comunes antes de la pandemia, en la actualidad se ha repetido este patrón.

Los sistemas de localización geográfica permiten recopilar diversa información vinculado a objetos o dispositivos, logrando un amplio abanico de aplicaciones, pasando de indicar la localización de una persona hasta el desarrollo de mapas específicos (Blanco, 2016) (Aaron et al., 2019). En el caso de vehículos, es posible, la medición de diversos parámetros tales el rastreo, velocidad, estableciéndose los tiempos en situación real, longitud, latitud, toda la información se implementa e integra en un software específico, para el tratamiento o manipulación de la información recolectada (Orozco et al., 2016) (Pedraza et al., 2012).

Este proyecto, se orienta en analizar los parámetros de movilidad mediante la recolección de datos para el hipercentro de la ciudad de Quito, basados en los efectos de la pandemia del Covid-19.

Metodología

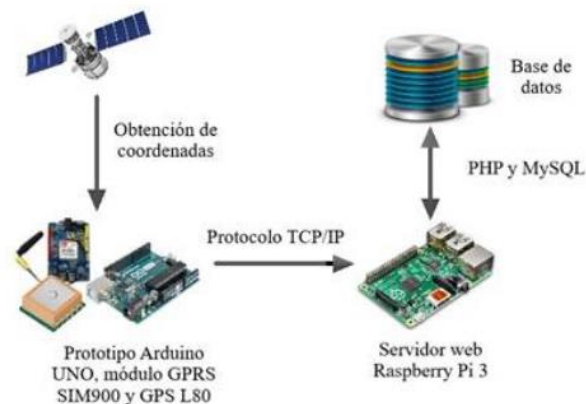
La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Quito, ubicada en una zona geográfica de elevación a 2800 metros sobre el nivel del mar. La investigación se enfocó en la medición de la movilidad en el hipercentro de la ciudad de Quito, para ello, se utilizó el método cuantitativo.

En general, los procesos de movilidad vehicular deben ser cuantificados acorde a los cambios establecidos en la época de pandemia con el uso de un equipo GPS en combinación con tecnología de redes móviles, con ello, se emplea para la recolección de datos de velocidad, tiempos de movimientos y paradas.

Recolección de información

Para localizar y almacenar todos los datos del posicionamiento geográfico del vehículo en tiempo real, lo que se procedió hacer es que se diseñó un sistema de geolocalización compuesto por dos elementos: el primero es un prototipo para el envío de coordenadas usando tecnología GPRS y a la vez un servidor web para la recepción y almacenamiento de la información recibida desde un GPS, como se muestra a continuación en la figura 1.

Figura N° 1: Proceso de transmisión de datos



Fuente: Marín (2021)

Zona de estudio

La necesidad de movilización que surge a partir del cumplimiento diario de labores por parte de los habitantes capitalinos ha intensificado la congestión vehicular en las calles e incrementado la demanda de transporte urbano dado en el hipercentro, dado que este sector de la ciudad alberga la mayoría de los servicios, comercios, administraciones, lugares de entretenimiento, entre otros. En la figura número 2, se muestra la zonificación del hipercentro de la ciudad de Quito.

Figura N° 2: Hipercentro de Quito

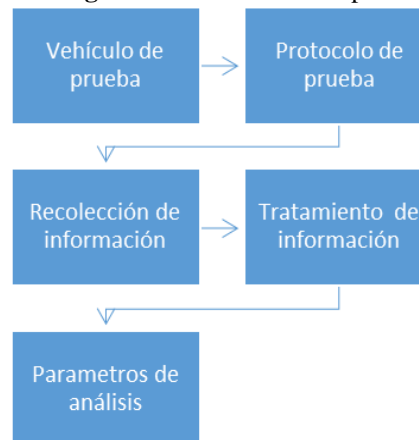


Fuente: Secretaría de Movilidad (2019)

Protocolo de pruebas

Los protocolos de prueba se basan en la Especificación AENOR EA 0050, que define la forma de establecer un sistema de gestión de conducción eficiente, además, se establece la relación con la norma ISO 50001. El proceso de prueba se muestra en la siguiente figura número 3.

Figura N° 3: Protocolo de prueba



Fuente: Marín (2021)

Resultados y discusión

Plataforma

Para la verificación de operación del sistema implantado, se procede a una verificación de la operación de la plataforma de datos. Los resultados se muestran en la tabla 1.

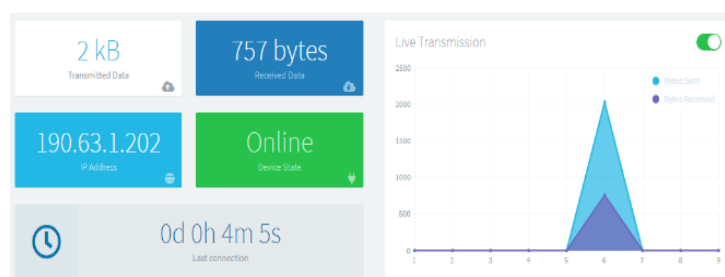
Cuadro N° 1: Operación de plataforma de datos

Indicador	%	Observaciones
Funcionamiento de ingreso al servidor	100	Funcionamiento apropiado
Conectividad	100	Funcionamiento sin interrupciones
Funcionamiento de interfase	100	Funcionamiento apropiado
Funcionamiento de almacenamiento	100	Funcionamiento apropiado, registra los datos enviados

Fuente: Marín, 2021

En la figura número 4, se muestra la conexión de los datos por medio de la plataforma.

Figura N° 4: Conexión con plataforma de datos



Fuente: Marín (2021)

Congestión de tráfico zona hipercentro Quito

Acorde a los datos recopilados por la aplicación Waze, para la zona del hipercentro de la ciudad de Quito, en la figura 5, se muestra la variación de congestión de tráfico, haciendo relación a marzo del 2020 hacia la presente fecha.

Figura N° 5: Congestión de tráfico para el hipercentro de Quito

Fuente: Marín (2021); Waze (2021)

Acorde a los datos obtenidos, en marzo del 2020, se produjo una reducción del 97,9% de la congestión de tráfico urbano, creciendo para mayo del 2020 en 7,8 %, alcanzado un máximo crecimiento para marzo del 2021 con un 76,45%. Para las fechas presentes los porcentajes de congestión son similares o cercanos a los periodos previos al confinamiento producido por el Covid-19.

Caso de estudio

Para evaluar las condiciones de congestión se elige un tramo de la zona del hipercentro de la ciudad de Quito, en la figura 6, se muestra el tramo elegido con una longitud de 1,4 km en la Avenida Amazonas, comprendido entre la Avenida República y la Avenida Naciones Unidas, corresponde a un tramo recto sin desniveles, cuya movilización con mínimo de tráfico corresponde a 2 minutos.

Figura N° 6: Tramo para medición de congestión



Fuente: Google Maps (2021)

Para el periodo de pruebas se eligen dos horarios en el periodo de 11:00 y 16: 00. En la tabla número 2, se puede observar las mediciones de los parámetros en los horarios y días elegidos. Acorde a un muestreo realizado en la vía se evidencia la mayor afluencia de tráfico en este horario, dado por la concurrencia al Centro Comercial ubicado en la vía y la salida de personas del trabajo en la zona.

Cuadro N° 2: Datos de movilidad en tramo elegido

Semana 1			
Hora	Tiempo	# Paradas	Velocidad Máxima [km/h]
11:00	7' 45"	14	21
16:00	9' 25"	18	18
Semana 2			
Hora	Tiempo	# Paradas	Velocidad Máxima [km/h]
11:00	7' 05"	12	25
16:00	9' 01"	18	18

Semana 3			
Hora	Tiempo	# Paradas	Velocidad Máxima [km/h]
11:00	6' 45"	10	31
16:00	8' 45"	17	18
Semana 4			
Hora	Tiempo	# Paradas	Velocidad Máxima [km/h]
11:00	8' 45"	16	22
16:00	8' 55"	16	22

Fuente: Marín (2021)

Los datos recopilados muestran un promedio de recorrido para 1,4 km de 8' 18", con 15 paradas y velocidad máxima de 21,9 km/h. La congestión post confinamiento se mantiene en rangos similares o apenas inferiores a los registrados antes de marzo del 2020.

Análisis de resultados

Los datos de movilidad reportados por el BID para los países de América del sur y el Caribe muestran que, entre el 1 de marzo y el 14 de abril de 2020, la congestión vehicular en las ciudades de la región se redujo en un promedio de 87%.

Los datos recopilados para el hipercentro de Quito muestran una reducción de tráfico del 97,9 % al inicio de la pandemia en el mes de marzo y para el mes de julio del 2021 muestra una reducción solamente del 21,4%, es decir, los niveles de congestión de Quito se han reducido en relación con el periodo anterior al inicio de la pandemia.

La zona del hipercentro de Quito, permite movilizaciones lentas en las horas pico de movilidad, en el tramo movilizado se alcanza un promedio de 21,9 km/h, producto de las largas filas de vehículos en una zona de doble carril donde no se respetan los carriles exclusivos para poder curvar y tomar otra calle conjunto de esto va que en esa parte de la ciudad existe una alta afluencia de transporte público.

Conclusiones

Los patrones de movilidad del hipercentro de Quito se han reducido en un 20,4% en la actualidad, en relación con el periodo anterior a la pandemia, pero los niveles de congestión en ciertos puntos son semejantes a periodos anteriores.

El sistema de posicionamiento global GPS en combinación a la plataforma Waze, facilita la obtención y almacenamiento de la información relacionada al movimiento del vehículo de prueba en el tramo elegido.

Para los periodos de hora pico de 11:00 y 16:00, los parámetros de movilidad son de 8' 18", con 15 paradas y velocidad máxima de 21,9 km/h, ello evidencia un alto grado de congestión para el periodo post confinamiento.

Referencias

1. Aarón, M. A., Gómez, C. A., Fontalvo, J., & Gómez, A. J. (2019). Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando Simulación. El Caso de Riohacha y Maicao. *Información tecnológica*, 30(1), 321-332.
2. Astudillo, M. O. (2010). *Tecnología del Automóvil*. Madrid: Paraninfo.
3. Blanco, J. (2016). Urbanización y movilidad: contradicciones bajo el modelo automóvil-intensivo. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 96-113.
4. Callejas, D. G. (2012). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. España: Paraninfo.
5. Cancino, S., De la Fuente, H., Victoriano, R., Astroza, S., Covarrubias, J., Durán, M., & Carrasco, J. A. (2020). Análisis de movilidad durante la pandemia de COVID-19 en las regiones del Biobío y Nuble utilizando datos de teléfonos móviles. *Revista Ingeniería de Sistemas*. Volumen XXXIV.
6. Castro, J. A., Sepúlveda, S. B., Medina, B., Guevara, D., & López, O. (2019). Sistema de Geolocalización de Vehículos a través de la red GSM/GPRS y tecnología Arduino. *Revista EIA*, 16(31), 145-157.
7. Hernández, D., Reyes, F., & Capitanachi, D. (2020). La calle post covid-19: prácticas emergentes y nuevas dinámicas urbanas. *TOPOFILIA, Revista Científica de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, (21), 82-97.

8. Nasareno, E., Macías, K., Gutiérrez, D., & Hernández, E. (2020). Caracterización de la movilidad vehicular y peatonal en la Universidad Técnica de Manabí. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721,5(2), 64-75.
9. Obregón, S., & Betanzo, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, sociedad y territorio*, 15(47), 61-98.
10. Orozco, O, Chavarro, D., & Calderón, J. (2014). Impacto de la velocidad y modelo de movilidad en una comunicación de datos de una red vehicular. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 8(15),| 52-70.
11. Pedraza, L. F., Hernández, C. A., & López, D. A. (2012). Control de tráfico vehicular usando ANFIS. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 20(1), 79-88.
12. Secretaría de Movilidad (2019). Informe de transporte y movilidad. Quito.
13. Suárez, M., & Delgado, J. (2010). Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México como evidencia de co-localización de población y empleos. *EURE (Santiago)*, 36(107), 67-91.