

Fecha de recepción: 06/10/2021

Fecha de aprobación: 15/11/2021

Impacto de las restricciones del tráfico vehicular en el número de contagios/fallecimientos por COVID-19: Caso de estudio Loja-Ecuador

Yasmany García-Ramírez¹, Soledad Segarra-Morales², Marlon Cobos Ramón³

Resumen

El COVID-19 ha llevado a muchas naciones a implementar restricciones de movilidad y distanciamiento social como medidas para evitar la propagación de la enfermedad. En Ecuador, ante la necesidad de reactivar la economía de forma paulatina se implementó la semaforización epidemiológica que permitió establecer restricciones por colores de rojo, amarillo a verde, en base al número de contagios, de hospitalizaciones y fallecimientos por COVID-19. En este escenario, el presente estudio tuvo por objetivo analizar el impacto de las restricciones de tráfico vehicular, los contagios y fallecimientos por el COVID-19 en cantones con color amarillo. Para ello, se utilizaron los datos de tránsito vehicular de cuatro vías ingreso a la ciudad de Loja y las estadísticas estatales de contagios y fallecimientos por COVID-19. El análisis se realizó durante los meses de junio a agosto del 2020. Como resultado, se encontró

una relación positiva entre el tránsito promedio semanal y el número de contagios y fallecimientos semanales, obteniendo tres ecuaciones predictivas. Esta investigación permite comprender el impacto positivo que las restricciones de movilidad tienen en el número de contagios y fallecimientos por COVID-19 en durante el proceso de alivio de las restricciones de movilidad y además permitirá predecir valores en esta o futuras pandemias en este cantón o en los cuales se tengan similares características.

Palabras clave: Planificación urbana, muerte, tráfico, vehículo.

Abstract

COVID-19 has prompted many nations to implement mobility restrictions and social distancing as measures to prevent the spread of the disease. In Ecuador, given the need to gradually reactivate the econ-

¹ Doctora en Ingeniería Civil. Docente en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-0250-5155>, ydgarcia1@utpl.edu.ec

² Máster en Geología aplicada a la obra civil. Docente en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-9657-4532>, mssegarra@utpl.edu.ec

³ Ingeniero Civil. Técnico Observatorio Seguridad Vial en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-7415-3347>, mssegarra@utpl.edu.ec

omy, epidemiological traffic lights were implemented, which allowed establishing restrictions by colors from red, yellow to green, based on the number of infections, hospitalizations and deaths from COVID-19. In this scenario, this study aimed to analyze the impact of vehicle traffic restrictions and infections and deaths from COVID-19 in cantons with yellow color. For this, the data of vehicular traffic from four roads entering the city of Loja and the state statistics of infections and deaths from COVID-19 were used. The analysis was carried out during the months of June to August 2020. As a result, a positive relationship was found between the average weekly traffic and the number of infections and weekly deaths, obtaining three predictive equations. This research allows us to understand the positive impact that mobility restrictions have on the number of infections and deaths from COVID-19 in the process of relieving mobility restrictions and will also allow predicting values in this or future pandemics in this canton or in which have similar characteristics.

Key words: Urban planning, Death, Traffic, Vehicles.

Introducción

Existen epidemias como el dengue, el ébola y el sarampión, que son brotes de enfermedades más limitadas que las pandemias, ya que se concentran en unos pocos países o regiones del mundo (Parr et al., 2020). En el año 2014 el Ébola presentó un incremento exponencial del número de casos, afectando a países del oeste de África, pero también se presentaron los primeros casos en España y Estados Unidos. El estudio de Poletto et. al (2014) evidenció la relación entre las restricciones de viajes internacionales y número de contagios en los países analizados. Con las pandemias, los desafíos surgen de la falta de conocimiento, experiencia y preparación (Parr et al., 2020) . El brote de la enfermedad coronavirus 2019 (COVID-19) fue declarado pandemia en marzo del 2020, por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Sohrabi et al., 2020). Al 1 de mayo de 2021, se habían notificado a la OMS más de 153 millones de casos confirmados de COVID-19 y 3,2 millones de muertes relacionadas (WHO, 2021). El enorme al-

cance y magnitud del brote de COVID-19 reflejan no solo una naturaleza altamente contagiosa, sino también una transmisión extremadamente eficiente (Zhang et al., 2020).

La pandemia ha obligado a los gobiernos a imponer medidas de restricción para reducir los contagios: el distanciamiento social combinado con restricciones de movilidad en el transporte (Aloi et al., 2020; Lee et al., 2020). En Brasil, Nicolelis et al. (2021), realizó un estudio para identificar tres factores principales que contribuyeron a la propagación del COVID-19, siendo el transporte terrestre uno de los focos principales de diseminación de esta enfermedad. A nivel mundial las actividades relacionadas con el tráfico se restringieron y solo permitieron el transporte para necesidades básicas y suministros médicos (Wu et al., 2021) .De acuerdo con estudios experimentales y de observación previos, las medidas de restricción fueron muy exitosas para romper la cadena de transmisión de COVID-19 y prevenir la infección de poblaciones vulnerables (Zhang et al., 2020).

En el Ecuador el primer caso por COVID-19 se reportó el 29 de febrero del 2020. El lunes 16 de marzo del 2020, se declara el estado de excepción en el Ecuador y desde el 18 de marzo al 5 de abril se suspenden vuelos nacionales, transporte interprovincial terrestre y los vehículos particulares circularon desde las 05h00 hasta las 21h00 de forma alternada, los vehículos cuya patente terminaba en número par los días martes, jueves y sábado; y los que terminaban en número impar los días lunes, miércoles, viernes y domingo (El Comercio, 2020). El Comité de Operaciones de Emergencia (COE) a partir del lunes 6 de abril restringió la movilización de los vehículos particulares un día a la semana, de acuerdo al último número de patente; y la restricción de movilización de personas y vehículos desde las 14h00 hasta las 05h00 (El Universo, 2020). Luego de varias semanas de restricciones el COE implementa el semáforo epidemiológico que permite categorizar a las ciudades en rojo, amarillo o verde respectivamente, para establecer las restricciones que deberán cumplir sus habitantes con la finalidad de lograr una transición efectiva del aislamiento al distanciamiento social, impulsando la economía de forma paulatina y segura (Lucio, 2020). El cambio de semáforo epidemiológico en cada localidad dependió de su municipio a través del COE cantonal.

A partir del 21 de mayo del 2020 en el cantón Loja, al sur del Ecuador se cambió de semáforo rojo a semáforo amarillo aliviando algunas restricciones de movilidad: los automotores particulares podían circular dos veces por semana de acuerdo al último dígito de la patente, excepto el domingo; el transporte urbano e interparroquial circuló con el 30% de su capacidad máxima y el

toque de queda era desde las 21H00 hasta las 5H00 (Díaz, 2020a). En el periodo de junio a agosto del 2020 la mayoría de cantones del país, incluido el cantón Loja, tenía el color amarillo (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020c), y en algunas ciudades se tuvo que rigidizar las medidas debido al incremento del número de contagios registrados (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020b). Como consecuencia de todas estas restricciones, existen modificaciones en los patrones de movilidad (Maps, 2020) que afectarán a la economía mundial (Mindarta et al., 2020) cambiando los escenarios de movilidad y transporte terrestre en el Ecuador y en cada uno de sus cantones.

Estos cambios y modificaciones en la movilidad también pueden relacionarse con el número de infectados o fallecidos por COVID-19. Por ejemplo: se encontró una relación positiva entre la reducción del tránsito vehicular y el número de nuevos casos en Corea del Sur (Lee et al., 2020); se encontró una relación positiva entre el número de pasajeros y el número de nuevos casos de COVID-19 en China (Zhao et al., 2020); como también la relación entre la reducción de vuelos domésticos influyendo positivamente en el número de casos internacionales en ese país (Lau et al., 2020). En Latinoamérica, se conoce de una relación estadística negativa entre el número de contagios o fallecimientos semanales por el coronavirus y el tránsito vehicular, cuyo estudio fue realizado en Ecuador (García-Ramírez et al., 2020). Esta relación es contraria a la tendencia encontrada en otros países, por lo que es necesario profundizar el tema en este país.

En este contexto el objeto de esta investigación es analizar la relación entre el

tránsito vehicular y el número de contagios y fallecimientos por COVID-19 en el Ecuador, específicamente en el cantón Loja que tiene 274 mil habitantes, ubicado al sur del país, durante los meses de junio hasta agosto del 2020, periodo en el cual se mantuvo el semáforo epidemiológico amarillo. Para el desarrollo de la investigación se trabajó con el tráfico promedio semanal en base a los aforos vehiculares de las 4 vías principales del cantón, las vías analizadas permiten ingresar y salir de la ciudad de Loja, capital del cantón Loja hacia las provincias del Azuay, Zamora Chinchipe y El Oro. El número de contagios y fallecimientos por COVID-19 se obtuvieron de fuentes y estadísticas oficiales emitidas por el COE cantonal y por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Para evidenciar el impacto entre las variables analizadas, se aplicó un análisis estadístico basado en regresión lineal que permitió generar ecuaciones predictivas con una relación positiva entre las dos variables.

El documento se encuentra organizado de la siguiente manera: 1. Introducción, 2. Materiales y métodos dentro del cual se hablará de la zona de estudio, el procedimiento necesario para recopilar la información de las variables analizadas, y finalmente el análisis estadístico, 3 Resultados y discusión en el que se presenta en análisis de los resultados estadísticos entre el tráfico vehicular en las vías analizadas y el número de contagios y fallecimientos por COVID-19, 4. Conclusiones en donde se presentan las principales conclusiones y finalmente 5. Referencias.

Material y método

Zona de estudio

La presente investigación se desarrolló en el cantón Loja, ubicada al sur de Ecuador.

Tiene una población de 274.000 habitantes (INEC, 2020) y un total de 50.000 vehículos matriculados (INEC, 2014). El cantón está conectado con el resto del país por cuatro vías principales: E35 (Loja-Saraguro), E50 (Loja-Catamayo), E50 (Loja-Zamora) y E682 (Loja-Malacatos). Las cuatro vías tienen dos carriles, un carril por cada sentido.

A partir del 21 de mayo del 2020, el COE nacional autorizó a la ciudad para cambiar de color de semáforo epidemiológico: de rojo a amarillo, con lo cual inició el alivio de las medidas restrictivas (Díaz, 2020b) Hasta el 1 de septiembre del 2020 (aún en semáforo amarillo), ante el número de contagios el COE nacional tomó medidas más severas en el cantón, debido al aumento de casos (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020b). La investigación se realizó en los 104 días que duró el semáforo amarillo en la zona de estudio, centrándose en los meses de junio, julio y agosto 2020.

Plan experimental

Para determinar el impacto de las restricciones en la movilidad, impuestas por las autoridades gubernamentales para evitar el número de contagios por el COVID-19, se trabajó con los datos de las dos variables principales: a) el tránsito promedio diario semanal, en base a los aforos vehiculares obtenidos del Observatorio de Seguridad Vial de la UTPL (Observatorio de Seguridad Vial UTPL, 2020) y b) el número de contagios y fallecimientos por COVID-19, basados en las estadísticas generadas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (Ministerio de Salud Pública, 2020b). Para establecer una relación estadística entre las variables descritas, se utilizó el programa Minitab 14.2 (State College, 2005).

Recolección de datos

Los datos necesarios para el análisis se obtuvieron de fuentes oficiales: a) la información relacionada con el tránsito vehicular se obtuvo de la página del Observatorio de Seguridad Vial de la UTPL (Observatorio de Seguridad Vial UTPL, 2020). El observatorio recolecta información en las cuatro vías con sistemas de conteo vehicular basado en el procesamiento de imágenes. El sistema recopila datos del tránsito de vehículos en tiempo real, y esta información es enviada a un servidor web mediante sistema GPRS para su posterior procesamiento y análisis. Cada estación de conteo posee una cámara para el reconocimiento de objetos, un computador para el análisis de la data, una batería alimentada mediante energía solar y un soporte metálico para el alojamiento del equipo de monitoreo.

Análisis de datos

Para relacionar las variables de tránsito y las estadísticas del sitio de análisis por el COVID-19, se realizó un procesamiento previo. En primer lugar, se tomó como referencia de análisis una semana (de lunes a domingo) como unidad representativa ya que en investigaciones similares se han realizado análisis diarios y cada 5 días (Kraemer et al., 2020). En una investigación anterior no encontró diferencia estadística al utilizar 5 días o 14 días (García-Ramírez et al., 2020), a pesar de que entre 5 y 14 días puede tardar en aparecer los síntomas del COVID-19 (OMS, 2020). Este periodo de una semana también fue utilizado por una investigación previa (Lee et al., 2020). Se calculó el tránsito promedio semanal en las cuatro vías en estudio, en base a los aforos vehiculares obtenidos. Por otro lado, en lo que se refiere al número de contagios y número de fallecimiento, se tomaron los da-

tos acumulados semanales para el análisis comparativo entre variables.

Resultados y discusión

Primero, se analizaron los datos obtenidos, haciendo una comparación del periodo junio, julio y agosto del año 2019 con los meses de junio, julio y agosto 2020 (con las restricciones correspondientes al semáforo en amarillo). En la figura 1 muestra una gráfica en la que se visualiza el tráfico promedio diario mensual en las cuatro vías analizadas en el periodo de estudio, en las cuatro vías existe un incremento en el volumen de tránsito y esto se debe a que existieron pequeñas variaciones en las restricciones como se detalla a continuación: a partir del 1 al 30 de junio del año 2020, los vehículos particulares podían circular hasta 3 días por semana y el toque de queda vigente se estableció desde las 21h00 hasta las 05h00; desde el 1 al 31 de julio del 2020, los vehículos podían circular hasta 3 días por semana y un domingo cada 2 semanas, el toque de queda se estableció desde las 23h00 hasta las 05h00, sin embargo desde el 23 de julio se regresó al horario 21h00 a 05h00; finalmente, desde el 1 al 31 de agosto se estableció que un vehículo podía circular hasta 3 veces por semana y 1 domingo cada 2 semanas, el toque de queda se estableció desde las 21h00 hasta las 05h00 de lunes a jueves y de viernes a domingo de 19h00 a 05h00, a excepción de los días 7, 8, 9 y 10 de agosto en los cuales un vehículo podía circular libremente y el toque de queda desde las 21h00 hasta las 05h00.

b) El número de contagios y fallecidos por COVID-19 se obtuvieron del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, (<https://www.salud.gob.ec/actualizacion-de-casos-de-coronavirus-en-ecuador/>), así como

de las estadísticas de contagios del cantón fueron obtenidas de los portales en línea (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020a) y del Municipio de Loja (Gobernación de Loja, 2020). Al fin del mes de agosto, se registraron 3641 casos acumulados confirmados y 109 fallecidos acumulados. Los valores acumulados en estos tres meses se pueden ver en la figura 2. Esta ciudad ha tenido aumentos sostenidos de contagios.

A pesar de existir un aumento en el volumen de tráfico en las vías analizadas y considerando el alivio en las restricciones impuestas por el COE cantonal, así como el inicio de la reactivación económica en los meses de junio, julio y agosto 2020, los resultados no alcanzan los valores referenciales registrados en el mismo periodo del año 2019. La disminución en el mes de junio varía entre el 35 al 56%, en el mes de julio del 33 al 47% y, en el mes de agosto entre 11 al 38% con respecto al año anterior. Estas variaciones de movilidad también se pueden ver en *Google Traffic* (Google, 2020). Esta reducción también puede traer beneficios positivos al medioambiente como mejorar la calidad del agua (Braga et al., 2020) o la reducción de la contaminación del aire (Mahato et al., 2020; Kondo & Urban, 2020; Sicard et al., 2020; Wang & Su, 2020), sin embargo, es necesario analizar costo beneficio en relación a los perjuicios económicos que representa.

Para comprender el comportamiento vehicular en base a las restricciones de movilidad en la figura 3 se analiza las restricciones de circulación vehicular mediante el diagrama boxplot para una restricción alta (circulación 3 veces a la semana), restricción media (circulación 4 veces a la semana) y sin restricción. Se evidencia que

Figura 1

Comparación entre tránsito medio diario mensual del año 2020 con respecto al año 2019 para los meses de junio, julio y agosto y las restricciones de movilidad

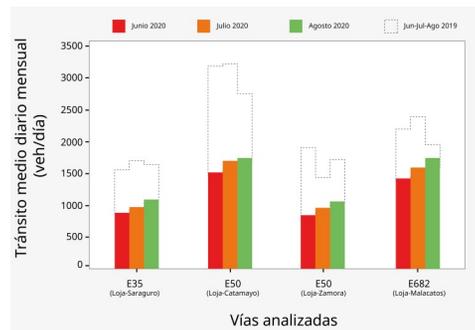


Figura 2

Número de contagios y fallecidos en la ciudad en estudio

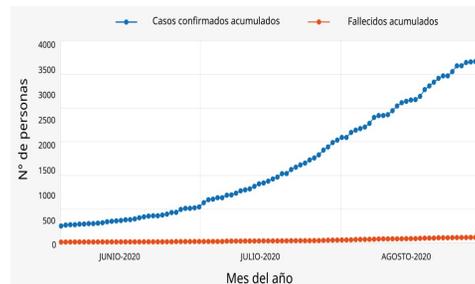
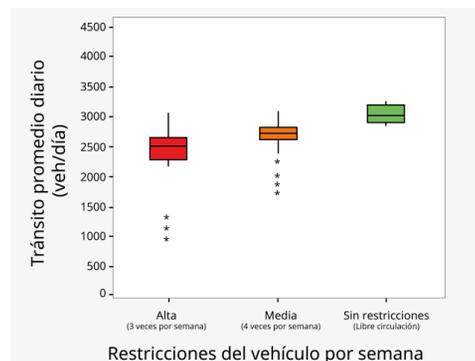


Figura 3

Boxplot de las restricciones de movilidad (circulación de vehículos por semana) para los meses de junio, julio, agosto del 2020



a medida que se alivian las restricciones se incrementa el volumen el tránsito promedio diario, esto es coherente con que esperaba el gobierno, después de todo la restricción vehicular se ha considerado como una medida efectiva para controlar la pandemia (Pan et al., 2020).

En la figura 4 se muestra en diagrama boxplot realizado con los datos de volumen de tráfico en lo que se refiere al toque de queda, existe poca variación en la condición media (23h00 a 05h00) y baja (21h00 a 05h00) ya que sólo hay dos horas de diferencia. Sin embargo, en el toque de queda más estricto (viernes a domingo de 19h00 a 05h00) se evidencia un incremento en el tránsito promedio diario, lo cual también es coherente con el incumplimiento de las medidas implementadas por el COE nacional por parte de la población.

Se realizó un análisis estadístico entre el tráfico promedio diario semanal de las 4 vías y el número de contagios y fallecimientos por COVID-19 durante los meses de junio, julio y agosto del 2020. En la figura 5 se puede observar una tendencia positiva entre ambas variables, lo cual es pertinente con la literatura desarrollada en China (Lau et al., 2020; Zhao et al., 2020) y Corea del Sur (Lee et al., 2020). Durante los meses de marzo, abril y mayo del 2020 se encontró una relación negativa en Ecuador relacionada con los contagios cuando se iniciaron las restricciones, mientras que los resultados generados en esta investigación se generaron durante el periodo de alivio en las restricciones de movilidad. El tránsito vehicular muestra claramente el comportamiento social de movilidad de las personas, por ello, se muestra una tendencia muy clara.

En base a los resultados obtenidos en la

Figura 4

Boxplot de las restricciones de movilidad (toque de queda) para los meses de junio, julio y agosto del 2020

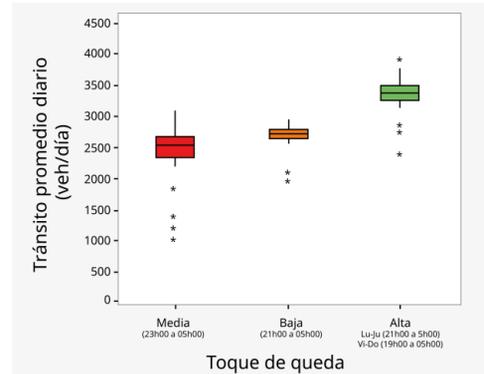


Figura 5

Tendencias de las estadísticas del número de contagiados (izq) y número de fallecidos (der) de la zona analizada

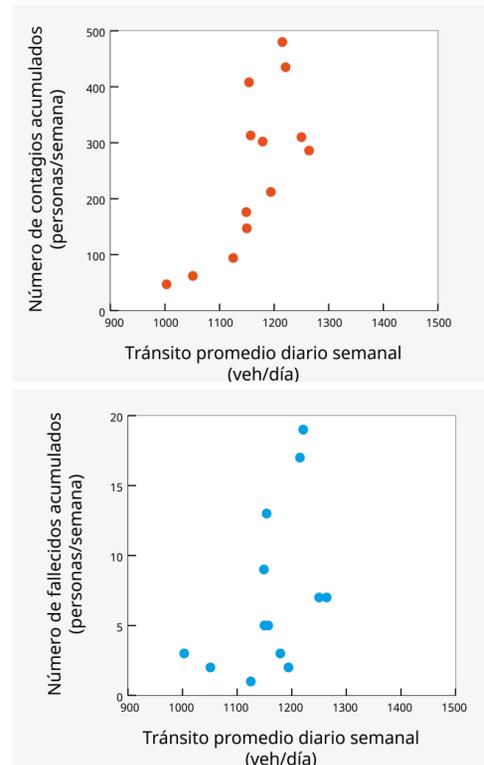


figura 5, se generaron dos ecuaciones que reflejan el impacto de la restricción de la movilidad con el número de contagios y fallecimientos por COVID-19, y una ecuación calibrada entre el número de contagios semanales y el número de fallecimientos, que, si bien es cierto, tiene poca relación con el tránsito, puede ser útil en otros contextos. Las ecuaciones están descritas en la Tabla 1.

Las ecuaciones fueron calibradas mediante el análisis de regresión lineal simple. Todas las ecuaciones el intercepto no tuvo significancia estadística al 95% de confiabilidad. Cabe mencionar que las ecuaciones pueden ser aplicadas en condiciones similares a las descritas en el presente estudio. La primera y la tercera ecuación presente un valor aceptable de R^2 . La segunda ecuación debe ser utilizada con mucha precaución dado su bajo valor de R^2 . Y es entendible que tenga ese valor, debido a que el número de fallecimientos depende también de otras variables, relacionadas con el sistema de salud local, acceso para atención médica, temor de la población, etc.

Las ecuaciones pueden ser sólo usadas cuando la ciudad o población haya iniciado el proceso de alivio de las medidas de restricción de la movilidad, ya que la relación entre el tránsito y los contagios/fallecimiento por el COVID-19 cuando se iniciaron las medidas, tuvieron una relación estadística negativa (García-Ramírez et al., 2020).

Las ecuaciones de la tabla 1 permitirán predecir el número de contagios y fallecimientos por el COVID-19 en sitios similares, por ejemplo: los cantones en amarillo o en donde haya iniciado el alivio de las restricciones, luego del aislamiento y distanciamiento social obligatorio. Además, pueden servir como referencia para futuras pandemias similares. Si el sitio en donde se pretende predecir no cuenta con datos de tránsito, basta con registrar datos durante 7 días en una de sus vías y obtendrán un resultado aproximado. Esto permitirá ajustar las medidas de alivio en base a la capacidad de hospitales y clínicas de la ciudad.

Tabla 1

Calibración de ecuaciones lineales simples entre el tránsito y el número de contagios y fallecimientos por COVID-19

Condición	$\beta_0 + \epsilon$ (valor t; valor p)	β_1 (valor t; valor p)	R^2
Número de contagios semanales (NCS)*	0	0,021 (7,09; 0,000)	0,53
Número de fallecimientos semanales (NFS)**	0	0,006 (4,66; 0,001)	0,21
Número de fallecimientos semanales (NFS)***	0	0,030 (8,76; 0,000)	0,66

Nota: *NCS = 0,021 TPDS; ** NFS=0,006 TPDS; *** NFS=0,030 NCS; TPDS = tránsito promedio diario semanal de todas las vías en estudio.

Conclusiones

La presente investigación tuvo por objetivo analizar el impacto del tránsito vehicular y en los contagios y fallecimientos por el COVID-19 en el cantón Loja, donde se realizó el estudio, pero puede ser replicable en otras localidades del Ecuador con condiciones similares de restricción de movilidad. El sitio de estudio fue el cantón Loja en donde luego de analizar las variables de tránsito y las estadísticas de la pandemia se presentan las siguientes conclusiones:

Se encontró una relación positiva entre el tránsito promedio semanal de vehículos y el número de contagios y con el número de fallecimientos por COVID-19. Con esta relación se calibraron dos ecuaciones predictivas de futuros contagios en base al tránsito semanal. Por otro lado, también se evidenció que el tránsito en ninguna de las vías, aún está lejos de volver a la normalidad, dado que todavía existen restricciones vehiculares y muchas instituciones (estatales, privadas, universidades, etc.) aún no tiene a todo su personal a tiempo completo.

Esta investigación tiene algunas limitaciones. El estudio se realizó en un cantón con semáforo epidemiológico en amarillo, no obstante, es una de las más representativas. También, se consideró las cuatro vías principales de ingreso a la ciudad, no obstante, es difícil que un cantón tenga control sobre todas las vías de ingreso y salida de vehículos, además, estas vías cuentan con el mayor número de vehículos que transitan en el cantón. Otra limitación está relacionada con las estadísticas de contagios y fallecimientos que puede tener problemas con credibilidad, pero, son las estadísticas oficiales y es el estado quien tiene el control sobre ellas.

A pesar de estas limitaciones, este estudio permite profundizar la relación entre el alivio de las restricciones de movilidad, a través del tránsito vehicular, y el número de contagios y fallecimientos por la pandemia. Se calibraron dos ecuaciones con altos valores de R^2 , las cuales puede servir para estimar los futuros contagios en este cantón o en poblaciones similares. Permite ver las fluctuaciones de tránsito y la obediencia de las reglas impuestas, lo cual puede servir para las entidades de control o de planificación del gobierno.

La presente investigación da lugar a futuras investigaciones en las que se pueden incluir más variables que no se han considerado, como la densidad de población, la edad de la población, condiciones de salud preexistentes, tratamiento proporcionado y acceso a instalaciones hospitalarias, sin embargo, queda demostrado que las restricciones de movilidad logran controlar el incremento de los contagios de COVID-19 y evitar la saturación de hospitales en la localidad.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) de la República del Ecuador y a la Universidad Técnica Particular de Loja por la ayuda otorgada para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Echániz, E., González, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., López-Parra, Á., Mazzei, V., Perrucci, L., Prieto-Quintana, D., Rodríguez, A., & Sañudo, R. (2020). Effects of

- the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain). *Sustainability*, 12(9), 3870. <https://doi.org/10.3390/su12093870>
- Braga, F., Scarpa, G. M., Brando, V. E., Manfè, G., & Zaggia, L. (2020, September 20). COVID-19 lockdown measures reveal human impact on water transparency in the Venice Lagoon. *Science of The Total Environment*, 736, 139612. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139612>
- Díaz, Y. (2020a, 18 de mayo). *En rueda de prensa se dio a conocer las disposiciones que rigen desde el 21 de mayo. Loja para todos.* <https://bit.ly/3kkbfTO>
- Díaz, Y. (2020b, 21 de mayo). *Loja pasó de semáforo rojo a amarillo. Loja para todos.* <https://bit.ly/3ohDR1e>
- El Comercio. (2020, 16 de marzo). Así será la restricción de movilidad durante el estado de excepción en Ecuador por el covid-19. *Diario El Comercio.* <https://bit.ly/30cZPDg>
- El Universo. (2020, 3 de abril). Desde este lunes 6 de abril así será la restricción vehicular más estricta en Ecuador. *El Universo.* <https://bit.ly/3qn1XdR>
- García-Ramírez, Y., Segarra-Morales, M., Zárate-Torres, B., y Cobos-Ramón, M. (2020). Relación entre las restricciones del tránsito vehicular y las tendencias del COVID-19: un caso de estudio ecuatoriano. *CienciAmérica*, 9(2), 176-189. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.308>
- Gobernación de Loja [@GoberLoja]. (2020, 31 de julio). #LojaSeReactivaSegura En agosto existen nuevas disposiciones del COE Nacional para la circulación de vehículos y motos particulares #NoBajesLaGuardia [Imagen adjunta] [Tweet]. Twitter. <https://bit.ly/3HU5W6Z>
- Google. (2020). *Informes de movilidad local sobre el COVID-19.* <https://bit.ly/3CNrejM>
- INEC. (2014). *Vehículos Matriculados – Serie Histórica 2008-2014.* <https://bit.ly/3mZt8sX>
- INEC. (2020). *Proyecciones poblacionales.* <https://bit.ly/3F491jk>
- Kondo, L., & Urban, R. C. (2020, August 15). COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. *Science of the Total Environment*, 730. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139087>
- Kraemer, M., Yang, C.-H., Gutierrez, B., Wu, C.-H., Klein, B., Pigott, D., Open Covid-19 Data Working Group., Plessis, L., Faria, N., Li, R., Hanage, W. P., Brownstein, J. S., Layan, M., Vespignani, A., Tian, H., Dye, C., Pybus, O. G., & Scarpino, S. V. (2020, May 1). The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science*, 368(6490), 493-497. <https://doi.org/10.1126/science.abb4218>
- Lau, H., Khosrawipour, V., Kocbach, P., Mikolajczyk, A., Schubert, J., Bania, J., & Khosrawipour, T. (2020, April). The positive impact of lockdown in Wuhan on containing the COVID-19 outbreak in China. *Journal of Travel Medicine*, 27(3), taaa037. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa037>

- [org/10.1093/jtm/taaa037](https://doi.org/10.1093/jtm/taaa037)
- Lee, H., Park, S. J., Lee, G. R., Kim, J. E., Lee, J. H., Jung, Y., & Nam, E. W. (2020, July 1). The relationship between trends in COVID-19 prevalence and traffic levels in South Korea. *International Journal of Infectious Diseases*, 96, 399-407. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.031>
- Lucio, M. (2020, 18 de junio). Semáforo pico y placa. *Seguros123*. <https://bit.ly/3od7OzJ>
- Mahato, S., Pal, S., & Ghosh, K. G. (2020, August 15). Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity Delhi, India. *Science of the Total Environment*, 730. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139086>
- Maps. (2020, 13 de enero). *Informes de tendencias de movilidad*. Recuperado el (PONER LA FECHA EN QUE SE HIZO LA CONSULTA), de <https://apple.co/3H6NJDJ>
- Mindarta, E. K., Sangadji, M., Chandra, A., Rumbiati, & Nguyen, P. T. (2020). Will coronavirus trigger global transportation recession? *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(8s), 999–1003. <https://bit.ly/3bZ0otY>
- Ministerio de Salud Pública. (s.f.). Coronavirus COVID 19. *Dirección de Vigilancia Epidemiológica*. <https://bit.ly/3H6OBIE>
- Nicolelis, M., Raimundo, R., Peixoto, P., & Andreazzi, C. (2021, June 21). The impact of super-spreader cities, highways, and intensive care availability in the early stages of the COVID-19 epidemic in Brazil. *Scientific Reports*, 11. Article 13001. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92263-3>
- Observatorio de Seguridad Vial UTPL. (2020). *Resumen de información de variables del tráfico vehicular*. <https://bit.ly/3DvGZMz>
- OMS. (2020). *Enfermedad por coronavirus (COVID-19)*. <https://bit.ly/2YzX-fxQ>
- Pan, X., Ojcius, D. M., Gao, T., Li, Z., Pan, C., & Pan, C. (2020, March). Lessons learned from the 2019-nCoV epidemic on prevention of future infectious diseases. *Microbes and Infection*, 22(2), 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2020.02.004>
- Parr, S., Wolshon, B., Renne, J., Murray-Tuite, P., & Kim, K. (2020, August). Traffic Impacts of the COVID-19 Pandemic: Statewide Analysis of Social Separation and Activity Restriction. *Natural Hazards Review*, 21(3). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000409](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000409)
- Poletto, C., Gomes, M.F., Pastore y Piontti, A., Rossi, L., Bioglio, L., Chao, D., Longini, M., Halloran, Y., Colizza, V., & Vespignani, A. (2014, October). Rapid communications Assessing the impact of travel restrictions on international spread of the 2014 West African Ebola epidemic. *Eurosurveillance*, 19(42), 1-6. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2014.19.42.20936>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020a, 29 de febrero). *Informes de Situación (SITREP) e Infografías – COVID 19 –. Inicio de*

- alerta: 29 de Febrero del 2020.* <https://bit.ly/3FGxbkA>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020b, 1 de septiembre). *Resoluciones COE Nacional 1 de septiembre 2020.* <https://bit.ly/3oaLg-zz>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020c, 10 de septiembre). *Semaforización cantonal y reapertura de playas.* <https://bit.ly/3obf-WAM>
- Sicard, P., De-Marco, A., Agathokleous, E., Feng, Z., Xu, X., Paoletti, E., Diéguez, J., & Calatayud, V. (2020, September 15). Amplified ozone pollution in cities during the COVID-19 lockdown. *Science of The Total Environment*, 735, 139542. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139542>
- Sohrabi, C., Alsafi, Z., O'Neill, N., Khan, M., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., & Agha, R. (2020, April). World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *International Journal of Surgery*, 76, 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.02.034>
- State College. (2005). *Minitab 14.2 Statistical Software* [Computer program] (version 14.2). Minitab.
- Wang, Q., & Su, M. (2020, August 1). A preliminary assessment of the impact of COVID-19 on environment – A case study of China. *Science of the Total Environment*, 728, 138915. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138915>
- WHO. (2021). World Health statistics 2021: A visual summary. *World Health Organization.* <https://bit.ly/3D3jJGj>
- Wu, C., Wang, H., Cai, W., He, H., Ni, A. & Peng, Z. (2021, May). Impact of the COVID-19 lockdown on roadside traffic-related air pollution in Shanghai, China. *Building and Environment*, 194, 107718. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107718>
- Zhang, R., Li, Y., Zhang, A. L., Wang, Y., & Molina, M. J. (2020, June 30). Identifying airborne transmission as the dominant route for the spread of COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(26), 14857-14863. <https://doi.org/10.1073/pnas.2009637117>
- Zhao, S., Zhuang, Z., Cao, P., Ran, J., Gao, D., Lou, Y., Yang, L., Cai, Y., Wang, W., He, D., & Wang, M. H. (2020). Quantifying the association between domestic travel and the exportation of novel coronavirus (2019-nCoV) cases from Wuhan, China in 2020: a correlational analysis. *Journal of travel medicine*, 27(2), taaa022. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa022>

Para referenciar este artículo utilice el siguiente formato:

García-Ramírez, Y., Segarra-Morales, S., y Cobos, M. (2022, enero/junio). Impacto de las restricciones del tráfico vehicular en el número de contagios/fallecimientos por COVID-19: Caso de estudio Loja-Ecuador. *Yachana Revista Científica*, 11(1), 43-54.