

COVID-19 Y TRANSPORTE PÚBLICO

Estado del arte sobre la influencia del transporte público en la propagación de la covid-19 en
ciudades capitales latinoamericanas.

María Paula Barragán Carrillo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director

Yerly Fabian Martínez Estupiñán

Ing. Civil – Ph.D (c)

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

Agradezco a mi familia por estar siempre y por darme la mejor educación posible, gracias a ellos soy lo que soy hoy. También a mi tutor Yerly, que gracias a su ayuda y conocimiento fue posible realizar este proyecto.

Agradecimientos

Gracias a mi familia por apoyarme en todas mis decisiones y proyectos, gracias a la vida por demostrarme lo justa y bella que puede ser.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. COVID-19 Y TRANSPORTE EN LATINOAMÉRICA	14
2.Proceso de Selección de Artículos	18
3.1 Búsqueda de información	18
3.2 Selección de artículos	21
4. Identificación de variables relacionadas a la transmisión del virus en el transporte público ...	23
4.1. Aspectos positivos y negativos del transporte público con relación a la COVID-19	24
4.1.1 Aspectos Positivos	27
4.1.2 Aspectos negativos.....	29
4.2 Variables y medidas.....	32
5. Conclusiones	33
6. Recomendaciones	35
Referencias Bibliográficas	36
Apéndices.....	41

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Artículos finalmente seleccionados para el estudio	25
---	----

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Tendencias en el uso de transporte en Buenos Aires, Argentina	15
Figura 2. Tendencias en el uso de transporte en Bogotá, Colombia.....	16
Figura 3. Tendencias en el uso de transporte en São Paulo, Brasil	16
Figura 4. Tendencias en el uso de transporte en Santiago de Chile, Chile.....	17
Figura 5. Documentos por año encontrados en la base de datos SCOPUS	19
Figura 6. Documentos por países encontrado en la base de datos SCOPUS.....	20
Figura 7. Documentos por países Latinoamericanos encontrados en la base de datos SCOPUS..	21
Figura 8. Red de palabras clave generada con el software Vosviewer.....	26
Figura 9. Búsqueda esquematizada.....	27

Lista de Apéndices

Apéndice A. Matriz de clasificación..... 41

Glosario

Aforo: Capacidad máxima de personas en un lugar.

Confinamiento: Acción de algo o alguien de encerrarse o permanecer en un lugar.

Contagio: Transmisión de una enfermedad por contacto con el agente patógeno que la causa.

COVID-19: Enfermedad contagiosa causada por el coronavirus

Gotículas: Pequeñas gotas de saliva emitidas al comer, estornudar o hablar.

Restricciones: Limitaciones que se producen sobre algo.

Transmisión: la definición inicia en minúscula

Resumen

Título: Estado del arte sobre la influencia del transporte público en la propagación de la COVID-19 en ciudades capitales Latinoamericanas

Autor: María Paula Barragán Carrillo

Palabras Clave: Transporte público, COVID-19, Transmisión, Latinoamérica.

Descripción: En este trabajo de investigación se realizó una revisión sistemática de la literatura donde se analizó la relación entre la transmisión de la COVID-19 y el uso del transporte público. La revisión de literatura se enfocó en las principales ciudades capitales de Latinoamérica, estableciendo tres ejes principales de estudio: El papel del gobierno en la pandemia, recomendaciones enfocadas al cuidado personal y estudios con objetivos que identificaran y analizaran los riesgos del contagio del COVID-19 por el uso del transporte público; considerando estos ejes fundamentales para definir si el uso del transporte público es o no seguro en épocas de pandemia. Los resultados de la búsqueda se distribuyeron en documentos que promueven el transporte público como un modo de transporte seguro ante la transmisión y contagio de la COVID-19, en dicho aspecto los estudios analizados, en su mayoría corresponden a investigaciones realizadas a partir de la llegada de la vacunación. Por otro lado, hubo un conjunto de documentos analizados que muestran las implicaciones del transporte público en los procesos de contagio y transmisión, dichos estudios corresponden a investigaciones realizadas en las primeras etapas de la pandemia donde no se tenía aún muy claro que medidas aplicar para mitigar el número de contagios en medios de transporte. Durante la pandemia, los gobiernos deben proporcionar información detallada sobre contagios en cada ciudad con el fin de facilitar a los ciudadanos la toma de decisiones al momento de escoger el modo de transporte, de esta manera se evitan aglomeraciones en el transporte público y se promueven el uso del transporte activo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Yerly Fabian Martinez Estupiñan. Ing Civil. Ph-D (c).

Abstract

Title: State of the art of the public transport's influence in Covid-19's spread in Latin capital cities.

Author(s): María Paula Barragán Carrillo

Key Words: Public transportation, COVID-19, Transmission, Latin America

Description: In this research work, a systematic review of the literature was conducted to analyze the relationship between the transmission of COVID-19 and the use of public transportation. The literature review focused on the main capital cities of Latin America, establishing three main axes of study: The role of the government in the pandemic, recommendations focused on personal care and studies with objectives that identify and analyze the risks of COVID-19 infection by the use of public transportation; considering these fundamental axes to define whether or not the use of public transportation is safe in times of pandemic. The results of the search were distributed in documents that promote public transportation as a safe mode of transportation against the transmission and contagion of COVID-19, in that aspect the analyzed studies, in their majority correspond to investigations carried out after the arrival of vaccination. On the other hand, there was a set of analyzed documents that show the implications of public transportation in the processes of contagion and transmission, these studies correspond to research conducted in the early stages of the pandemic where it was not yet very clear what measures to apply to mitigate the number of contagions in means of transportation. During the pandemic, governments should provide detailed information on contagion in each city in order to facilitate citizens' decision making when choosing their mode of transportation, thus avoiding crowding on public transportation and promoting the use of active transportation.

* Degree work

** Physicomechanical Engineering's Faculty. Civil Engineering School. Civil Engineering. Director: Yerly Fabián Martínez Estupiñán. Master of Civil Engineering.

Introducción

Desde la llegada del virus SARS-CoV-2 en diciembre de 2019 el mundo se ha visto envuelto en la incansable necesidad de retomar las actividades productivas y frenar la propagación de este. Inicialmente se planteó como método para controlar la pandemia el teletrabajo. Sin embargo, no todas las personas pueden trabajar desde el hogar, algunas deben salir de sus casas para poder generar ingresos, muchos de estos haciendo uso del transporte público, el cual se vio afectado en gran medida por las estrategias de control de pandemia que se adoptaron en la mayoría de los países del mundo especialmente en América Latina. Estrategias que incluyeron restricciones en el sector del transporte público, las cuales variaban desde el cierre total (como es el caso de República Dominicana) hasta la restricción en el aforo de los buses para reducir la ocupación (Colombia, Argentina, entre otros).(Pardo et al., 2021b) (Félix Mendoza et al., 2021) Independientemente de las restricciones, todas los países sufrieron reducciones en el uso del transporte público de aproximadamente 50% sobre la segunda mitad de marzo de 2020 y para inicios del 2022 era difícil encontrar sistemas de transporte público que hubieran recuperado en su totalidad los niveles de uso registrados antes del escenario pandémico.(Habib et al., 2021; Pardo et al., 2021a, 2021b; Vannoni et al., 2020)

Este proyecto de investigación tiene como objetivo identificar la relación existente entre el uso del transporte público y el aumento de contagios COVID-19. El mencionado análisis se realizó con base en una revisión de literatura de estudios desarrollados en diferentes ciudades capitales de América Latina, esto con el fin de establecer un alcance prudente para la investigación mientras que se estudiaban áreas donde el transporte público destaca como modo de movilidad de gran uso.

Este documento se organiza de la siguiente forma: En la sección 2 se presenta el impacto que tuvo el COVID-19 en el transporte público en Latinoamérica. En la sección 3 se expone la metodología de investigación utilizada en la revisión de la literatura. En la sección 4 se muestra el análisis de los resultados obtenidos según variables globales encontradas en la revisión de archivos. Y por último en la sección 5 se encuentran las conclusiones y sugerencias para futuras investigaciones

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Identificar, a partir de una revisión sistemática de la literatura los riesgos del contagio de la COVID-19 por el uso del transporte público.

1.2 Objetivos Específicos

Realizar una revisión sistemática en las bases de datos de la Universidad Industrial de Santander acerca de información sobre la influencia del uso transporte público en el contagio del virus COVID-19.

Clasificar los resultados de la revisión de la literatura identificando los aspectos positivos y negativos encontrados en ciudades capitales Latinoamericanas donde el tema sea objeto de estudio.

Identificar las principales variables de contagio y medidas de mitigación que influyen en la propagación del virus en el transporte público.

2. COVID-19 Y TRANSPORTE EN LATINOAMÉRICA

Como se mostró en la sección anterior las medidas de control de la pandemia en varios países latinoamericanos incluyeron restricciones al transporte que van desde el cierre total (como en República Dominicana) hasta restricciones parciales de ocupación (como Argentina, Colombia, entre otros)(Pardo et al., 2021b). Sin importar el tipo de restricción, todos los países tuvieron que disminuir más del 50% el uso del transporte público al inicio de la pandemia, para obtener un análisis en general del cambio de este comportamiento, debido a la rapidez del contagio del virus, Google (*Informes de Movilidad Local Sobre El COVID-19*, n.d.) hizo públicos informes en los cuales incluían datos referentes a los desplazamientos de los ciudadanos antes y luego del inicio de la pandemia, los datos presentados en los informes describían con un número positivo si el desplazamiento iba en aumento tomando como línea base (cero) un desplazamiento normal en dicho lugar y con número negativo si se presentaba alguna disminución del mismo. Lo anterior ayudó a las autoridades sanitarias a tomar decisiones fundamentales para combatir el COVID-19. Dichos informes publicados por Google están tomados desde 15 de marzo del 2020 hasta el 27 de junio del 2022, se encuentra organizados por zonas geográficas y clasificadas en diversas categorías de lugares como tiendas, supermercados y farmacias, parques, estaciones de transporte, lugares de trabajo y zonas residenciales, dicha información está configurada como archivo CSV, permitiendo tener una gran cantidad de datos de desplazamientos para cada lugar. (*Informes de Movilidad Local Sobre El COVID-19*, n.d.)

Adicionalmente, en la actualidad se puede obtener un informe diario, donde mediante graficas muestra las variaciones presentadas.

En la página se encuentra una nota donde advierte que toda la información estará disponible durante cierto periodo de tiempo, se sugiere tener en cuenta esto para futuras consultas. De acuerdo con lo anterior de hace necesario mostrar mediante gráficas el cambio en el uso de transporte público desde el inicio de la pandemia hasta la actualidad en algunas ciudades Latinoamericanas como lo son Buenos Aires, Bogotá, São Paulo y Santiago de Chile, en el Apéndice A se puede apreciar con mayor detalle para 11 ciudades de Latinoamérica.

Figura 1

Tendencias en el uso de transporte en Buenos Aires, Argentina

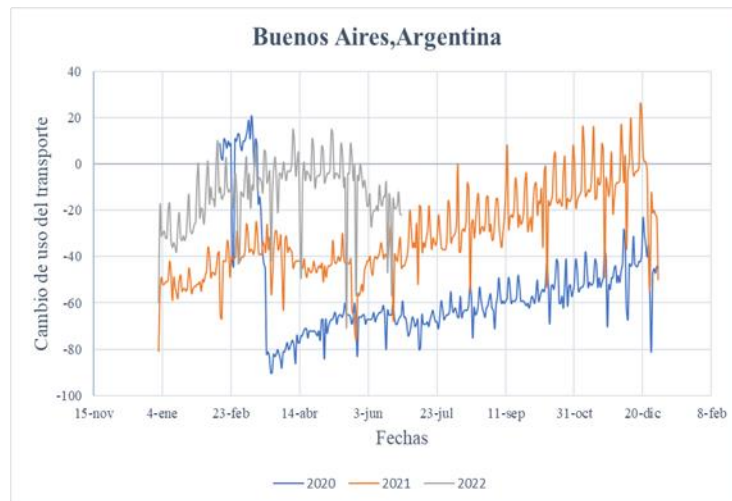


Figura 2

Tendencias en el uso de transporte en Bogotá, Colombia

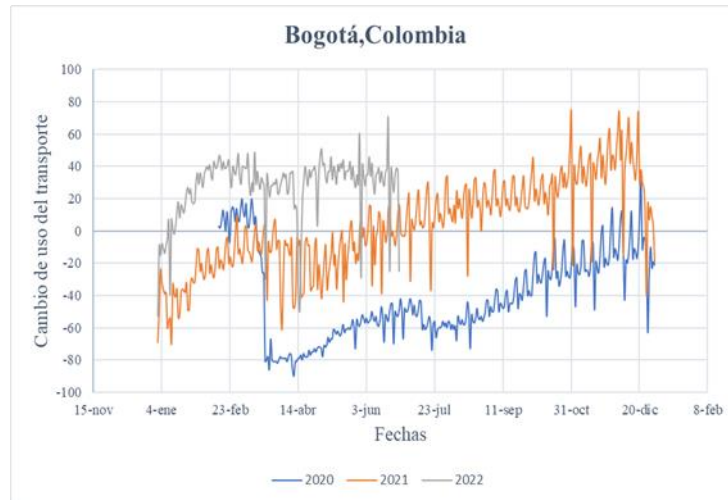


Figura 3

Tendencias en el uso de transporte en São Paulo, Brasil

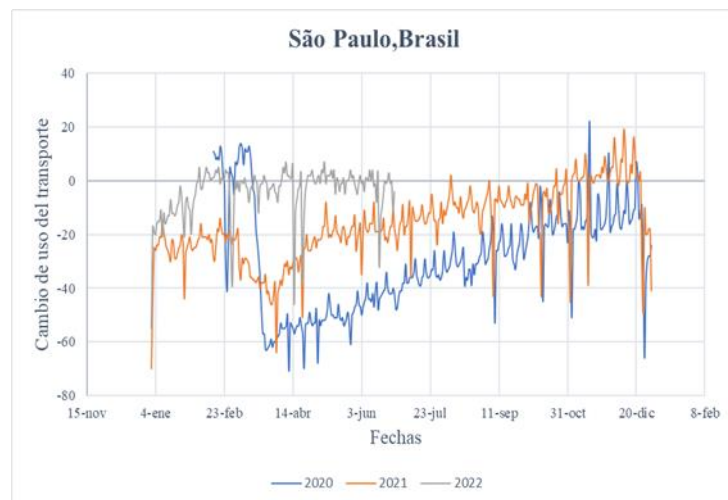
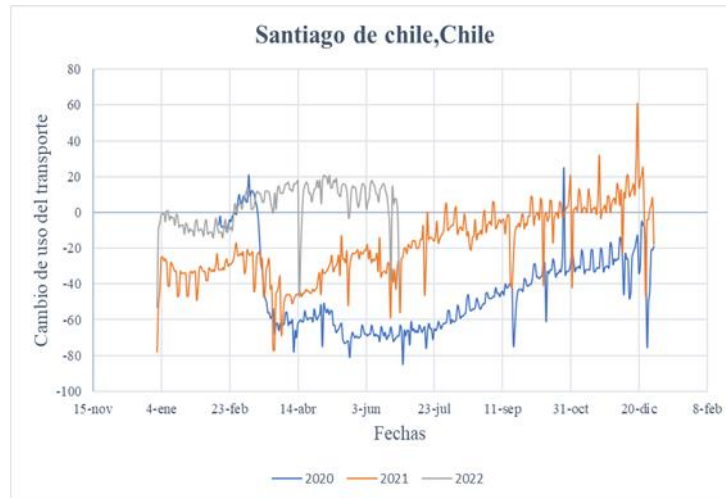


Figura 4

Tendencias en el uso de transporte en Santiago de Chile, Chile



De acuerdo con los datos presentados en las figuras anteriores y en el **Apendice A**, en el eje *x* se muestra el nivel 0 que representa el uso normal del transporte público, también conocido como nivel base. En el eje *y* expresado en porcentaje, todo lo que se encuentre por debajo del nivel base representa una disminución y lo contrario un aumento en el mismo.

Según lo anterior se evidencia un impacto considerable de la pandemia a inicios del año 2020 para cada uno de los países, donde la mayoría llegan a un nivel de (-80), asimismo se evidencia el aumento en los meses de junio-septiembre del 2020 y disminución en los primeros meses del 2021, pero aun así manteniéndose por debajo del nivel base (Zhao et al., 2022).

A mediados del 2021 se observó que para países como Bolivia, Ecuador, Colombia, Nicaragua y Uruguay se presentaba un incremento en el uso del transporte público, en comparación con el resto de los países donde el aumento se presentó a inicios del año 2022.

2. Proceso de Selección de Artículos

Para el presente estudio se escogió la metodología de revisión sistemática, la cual implica un resumen crítico de los resultados de los archivos disponibles sobre una pregunta concreta *¿Cuáles son los riesgos reales sobre el contagio de COVID-19 en el transporte público?* De acuerdo con lo anterior, se clasificaron los resultados del análisis de la información encontrada, identificando los avances investigativos del tema en estudio y determinando los principales métodos de prevención de contagio del virus en el entorno del transporte público

3.1 Búsqueda de información

Los repositorios institucionales que ofrece la Universidad Industrial de Santander contienen variedad de fuentes verídicas y confiables, por lo que fueron utilizadas para ejercer la búsqueda de información referente al tema de estudio. La base de datos escogida inicialmente fue SCOPUS (*Scopus - Document Search / Signed In*, n.d.) debido a que cuenta con acceso a múltiples revistas especializadas, después se complementó la búsqueda con ayuda de Google Scholar. El proceso de investigación partió de la definición de una ecuación de búsqueda general que fue introducida a la base de datos ya mencionada.

Para ejecutar el proceso anteriormente descrito se incluyeron términos relevantes en el tema que pudieran encontrarse en el título, en el resumen y dentro de las palabras claves de los artículos científicos. Palabras claves como “COVID-19” y “transporte público”. También se incluyeron una serie de operadores lógicos o conectores que permitieron dar sentido a la unión de las palabras claves en el sistema de búsqueda y de esa forma encontrar la información conveniente. Los operadores más utilizados en la presente investigación fueron: “AND”, que permitían la

intersección de términos y “OR” que hacía referencia a la unión de términos. La primera ecuación de búsqueda utilizada quedó definida de la siguiente manera:

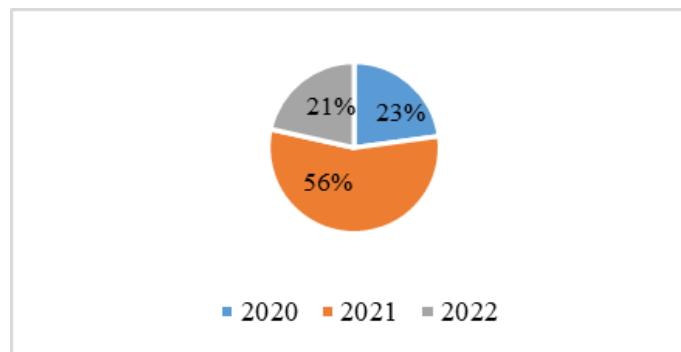
(TITLE-ABS-KEY (covid 19) AND TITLE-ABS-KEY (“public transport”) OR TITLE-ABS-KEY (mobility) AND TITLE-ABS-KEY (transmission))

La ecuación anterior fue ingresada a la base de datos SCOPUS arrojando un total de **809** documentos científicos. Como se muestra en la Figura 5 las investigaciones sobre el tema comenzaron principalmente en 2020, siendo la aparición del primer caso registrado del virus de la COVID-19 a finales del año 2019. De igual manera, el año de mayor investigación con respecto al tema ha sido 2021. Lo anterior soporta la novedad e importancia con la que se han venido desarrollando todos los temas científicos y del día a día alrededor del virus y su propagación.

Para el caso más específico de esta investigación:

Figura 5

Documentos por año encontrados en la base de datos SCOPUS



La búsqueda arrojó estudios e investigaciones que analizan los impactos en el uso del transporte público, teniendo en cuenta dos ventanas temporales. La primera cuando por la presencia del virus existían restricciones (totales o parciales) del uso del transporte público

asociados a la posibilidad de una alta probabilidad de contagio. La segunda ventana temporal corresponde a los estudios que mostraban la baja probabilidad de contagio en el transporte público después de un proceso de análisis de comportamiento del virus y avance en los procesos de vacunación.

El país con más artículos publicados corresponde a Estados Unidos con 256 publicaciones con corte hasta el (20/06/2022), seguido de China con 147. Mientras que el total de artículos de investigación en Latinoamérica apenas alcanza el 11,2% con un total de 91 artículos publicados encabezando la lista Brasil con un total de 43 artículos. Por otro lado, a mayo de 2022 Colombia solo contaba con 10 artículos específicos en el tema de transporte público y la COVID-19. En la Figura 6 se muestra el detalle por países y la Figura 7 por países Latinoamericanos.

Figura 6

Documentos por países encontrado en la base de datos SCOPUS

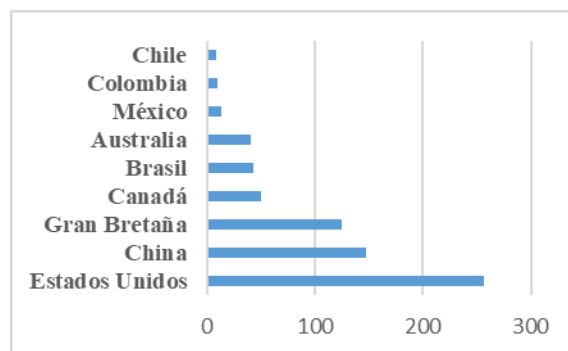
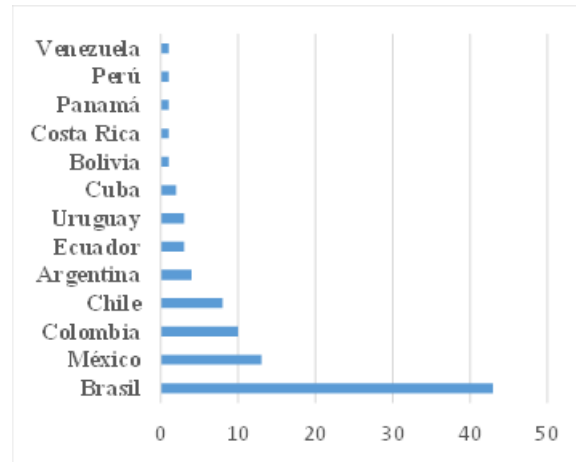


Figura 7

Documentos por países Latinoamericanos encontrados en a base de datos SCOPUS



Adicionalmente, como parte del trabajo bibliométrico el resultado de la búsqueda general fue importado al software VOSviewer (*VOSviewer - Visualizing Scientific Landscapes*, n.d.) como archivo CSV, para visualizar la red de palabras clave, tomando aquellas que tuvieran una coocurrencia mayor o igual a 50. En la Figura 8 se muestran cerca de 55 palabras, las cuales cumplen con el criterio mencionado anteriormente, que posteriormente serían utilizadas para ampliar la información disponible para el desarrollo del cuerpo de la investigación, términos como “DISEASE TRANSMISSION” e “INCIDENCE” fueron extraídos de dicho mapa y aportaron estudios de interés a la investigación.

3.2 Selección de artículos

Partiendo de la ecuación de búsqueda inicial (809 artículos), y con el fin de realizar un análisis bibliométrico mucho más detallado se aplicaron nuevos filtros a las palabras claves. Estos nuevos filtros mostraron que limitar los resultados de la búsqueda a los temas de “TRAFFIC AND TRANSPORT” Y “DISEASE TRANSMISSION” resultaban ser de gran importancia para

comenzar con la selección de documentos. de la nueva estrategia de búsqueda fue posible extraer 11 y 8 documentos respectivamente.

Posteriormente se hizo un análisis de las palabras claves de los textos encontrados en el paso anterior, y se complementó la ecuación de búsqueda con términos como "DISEASE TRANSMISSION" "PUBLIC POLICY", este paso permitió obtener 2 documentos adicionales, donde cada término aportó la mitad a la consecución de estos. También se hizo un filtrado por idiomas, limitando la búsqueda a textos en inglés y español y a ciudades latinoamericanas que representaran un factor común entre los documentos ya encontrados, estas fueron "BRASIL" y "COLOMBIA", términos que añadirían 2 documentos al conjunto de archivos encontrados.

Para ejecutar el análisis referencial se eligieron artículos que satisfacen las necesidades o características similares a las establecidas en el alcance y los objetivos del proyecto, los cuales pretenden a partir de una revisión sistemática de la literatura, identificar investigaciones cuyo foco principal era estimar la probabilidad de contagio del virus de la COVID-19 debido al uso del transporte público en Latinoamérica.

La información recopilada se consolidó en forma de tabla en el **Apendice 1**. Dicho apendice contiene información correspondiente a los títulos, autores, fecha y ciudad de publicación y enfoque, del cada artículo revisado. Adicional a esto el apendice también cuenta con información sobre los objetivos y conclusiones de cada investigación, los cuales permitieron agilizar el cumplimiento del alcance propuesto.

Finalmente, para determinar cuáles serían los artículos definitivos para analizar en este trabajo de investigación, se hizo una primera revisión de los siguientes componentes de cada

artículo: título, abstract o resumen y en algunos casos también fue necesario revisar las conclusiones.

Dentro de dicha revisión se tuvieron en cuenta estudios relacionados a la transmisión del virus en el contexto de la movilidad y la efectividad de las buenas prácticas de bioseguridad. También se excluyeron artículos con información redundante o irrelevante como los referentes a contagios en áreas diferentes a las del sector del transporte público o referentes a cambios en los modos de movilidad. En la Figura 9 se muestra un esquema del proceso de búsqueda y filtrado, la cual concluyó con un total de 23 artículos de investigación claves que corresponderán a los artículos a utilizar en el análisis del presente estudio.

4. Identificación de variables relacionadas a la transmisión del virus en el transporte público

El Apendice 2 muestra el análisis y la clasificación de los archivos revisados. Igualmente, mediante dicho análisis se identificaron 3 variables principales de importancia que se estudiaron en cada uno de los artículos y sirvieron para determinar el tipo de influencia que ejerció el uso del transporte público en la transmisión del virus. Es así como se hizo una clasificación de los archivos encontrados con cada estrategia de búsqueda, de la siguiente manera:

- A.** Archivos relacionados con estudios empíricos que investigaban la relación entre la movilidad y la transmisión del virus COVID-19.
- B.** Archivos relacionados a recomendaciones dadas tanto a usuarios como operarios de transporte público para prevenir el contagio del virus.
- C.** Archivos relacionados con el papel del gobierno frente a la gestión de las buenas prácticas del uso del transporte público en el marco de la COVID-19

La Tabla 1 presenta los artículos finalmente escogidos para el estudio y la variable de mayor incidencia identificada que posteriormente sirvió para la definición de conclusiones del presente estudio.

Donde la variable A hace referencia a artículos que estudian directamente un grupo de población y los cambios que trajo la pandemia de la COVID-19 a la cotidianidad. La variable B habla sobre las recomendaciones no farmacéuticas que ayudan a mitigar la transmisión del virus en espacios cerrados como pueden ser los buses de transporte público. Por último, la variable C hace referencia a estudios que investigan las intervenciones que serían necesarias por parte del gobierno para hacer del transporte público un entorno seguro en épocas de pandemia.

4.1. Aspectos positivos y negativos del transporte público con relación a la COVID-19

Para identificar los aspectos positivos y negativos que enmarcarían la probabilidad de contagio del virus en el entorno del transporte público, se hizo una última revisión general de los documentos escogidos para ejecutar el análisis investigativo. La revisión partió de identificar cuáles serían los documentos que soportan que el transporte público es un entorno seguro frente a los contagios COVID-19 y el caso contrario que haría referencia a los estudios que indican que existe una fuerte correlación entre la reapertura del transporte público y el aumento de contagios. Dentro de este último grupo destacan los documentos encontrados desde los inicios de la pandemia hasta la llegada de las primeras vacunas en el segundo semestre del 2020 los artículos posteriores a las fechas indicadas, en su mayoría, soportan el transporte público como una alternativa de movilidad segura frente al marco de la COVID-19

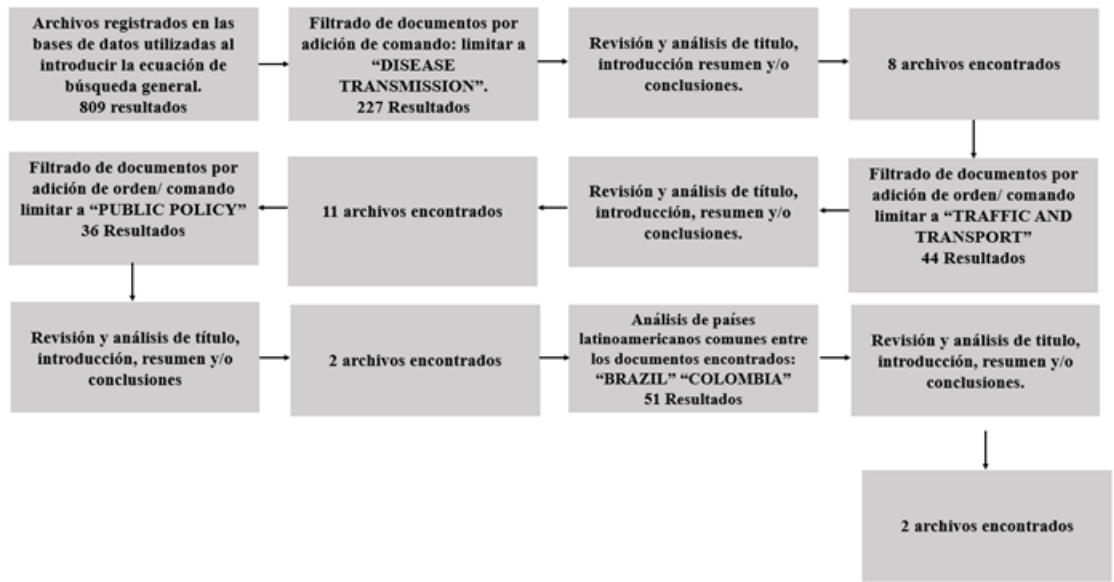
Tabla 1

Artículos finalmente seleccionados para el estudio

Nº	Nombre del artículo	Variable identificada	Publicación mes/año
1	Non-linear spatial linkage between COVID-19 pandemic and mobility in ten countries: A lesson for future wave	A	abr-2021
2	COVID-19 and public transport: an overview and recommendations applicable to Latin America	B	oct-2020
3	Reduction in mobility and COVID-19 transmission	A	dic-2021
4	Long but unreal lockdowns in Latin America	B	ago-2020
5	Impact of COVID-19 pandemic on mobility in ten countries and associated perceived risk for all transport modes	B	dic-2021
6	Using volunteered geographic information to assess mobility in the early phases of the COVID-19 pandemic: a cross-city time series analysis of 41 cities in 22 countries from March 2nd to 26th 2020	B	abr-2020
7	The global transmission of new coronavirus variants	C	jul-2021
8	COVID-19 and Public Transportation: Current Assessment, Prospects, and Research Needs	C	ago-2020
9	Transmission of respiratory viruses when using public ground transport: A rapid review to inform public health recommendations during the COVID-19 pandemic	B	jun-2020
10	Revisión rápida: probabilidad de contagio por infecciones respiratorias agudas en el transporte público y medidas para mitigarlo	A	may-2020
11	Políticas de reorganización del transporte público en el área metropolitana de Lima durante la pandemia del covid-19	C	oct-2020
12	Estimación de la probabilidad de contagio de COVID-19 por aerosoles en ambientes cerrados: Aplicaciones a casos en la ciudad de la paz, Bolivia.	A	nov-2020
13	Movilidad laboral urbana y Covid-19: los casos de tres zonas metropolitanas de México	A	ene-2021
14	Estimation of crowding factors for public transport during the COVID-19 pandemic in Santiago, Chile	A	mar-2022
15	Human mobility behavior in COVID-19: A systematic literature review and bibliometric analysis	A	abr-2021
16	Impact of mobility restrictions on the dynamics of transmission of COVID-19 in Colombian cities	A	sep-2021
17	Insight into the Impact of COVID-19 on Australian Transportation Sector: An Economic and Community-Based Perspective	A	ene-2022
18	Analysis of spatial correlation between public transportation system users and covid-19 cases: A case study in Recife (PE)	A	feb-2021
19	Behavior of Traffic Congestion and Public Transport in Eight Large Cities in Latin America during the COVID-19 Pandemic	A	may-2022
20	COVID-19 Outbreak in Colombia: An Analysis of Its Impacts on Transport Systems	A	ago-2020
21	COVID-19, activity and mobility patterns in Bogotá. Are we ready for a '15-minute city'?	A	abr-2021
22	Public Transport COVID-19-Safe: New Barriers and Policies to Implement Effective Countermeasures under User's Safety Perspective	B	mar-2022
23	Revisión de las metodologías que se han utilizado para evaluar la relación del coronavirus, el transporte público y su efecto en el uso de la bicicleta	A	may-2021

Figura 9

Búsqueda esquematizada



4.1.1 Aspectos Positivos

Los resultados de las investigaciones revisadas y que planteaban el distanciamiento físico como medida de precaución y de disminución de los contagios, concluyen que esta medida se encuentra asociada a la disminución de los niveles de contagio de COVID-19 (Mora et al., 2021). En ese sentido, la bicicleta se posicionaba como una alternativa factible para permitir un transporte más seguro durante la pandemia del COVID-19 en distintas ciudades del mundo (*Spatiotemporal Analysis of Share Bike Usage during the COVID-19 Pandemic: A Case Study of Beijing*, n.d.) . La bicicleta es un transporte individual, donde es relativamente sencillo respetar las distancias de seguridad recomendadas -entre 1,5 y 2 metros- para reducir los riesgos de contagio, y por su muy bajo costo una alternativa para las poblaciones socioeconómicamente más vulnerables (*En*

Tiempos de COVID-19, El Uso de La Bicicleta Es Un Imperativo Para Mantenernos Sanos y Saludables - OPS/OMS / Organización Panamericana de La Salud, n.d.)(Luis et al., 2021)

Teniendo en cuenta lo anterior, desde mediados de marzo del 2020 se implementaron ciclovías temporales para descongestionar el sistema de transporte Transmilenio (parecido al Metrobús en la Ciudad de México) en Bogotá, Colombia. Para la extensión de caminos para peatones, se utilizaron materiales básicos como maceteros y pintura colorida para crear un poco más de espacio en las calles para los peatones. (López-Olmedo et al., 2020)(Guzman et al., 2021)

La implicancia futura para el transporte público es que en recorridos cortos la movilidad activa puede ofrecerse como alternativa, reduciendo su uso. El problema para lograr el uso masivo de bicicletas es que las calles y avenidas de las ciudades no están preparadas para mantener circulaciones seguras de autos y bicis, particularmente por el diferencial de velocidades entre ambos, hecho que provoca múltiples incidentes viales algunos con consecuencias fatales para el usuario de la bici, que junto al peatón son los sujetos más vulnerables que se mueven en el entorno público (Velázquez, 2020).

Por otra parte, las autoridades encargadas de planeación debían considerar las intervenciones que garantizaran el cumplimiento de este escenario aprovechando las condiciones irrepetibles que presenta un cambio obligado de los patrones de movilidad por la pandemia que se podían traducir en hábitos de movilidad más sostenibles y menos dependiente de los modos motorizados (Yanet Cortés-Alvarez & Pedraza-Medina, n.d.).

4.1.2 Aspectos negativos

Los principales aspectos negativos que se encontraron con relación al uso del transporte público y el contagio del virus fue la poca preparación de las ciudades frente a un escenario pandémico, los aspectos relacionados directamente a la transmisión del virus (ej. contacto con superficies comunes, inhalación de aerosoles) y, en algunos casos los ineficientes planes de gestión del gobierno para aplacar las curvas de contagios.

Restricciones de uso y capacidad. En ese sentido, las restricciones fueron elementos importantes para el control de pandemias, durante la pandemia del COVID-19 se implementaron diferentes restricciones como: en Buenos aires, Argentina donde se restringió el uso de transporte público para aquellas personas consideradas “trabajadores esenciales” y tipos de viajes habilitados (Velázquez, 2020); Por otro lado, en Guadalajara, México se aplicó que la operación del transporte público se suspendería a partir de las 20:59 horas, reiniciando a las 05:30 horas del día siguiente. Después de las 20:59 horas únicamente se permitía la circulación de unidades para bajar a los pasajeros, terminar su recorrido y arribar a su zona de pernocta (Mora et al., 2021). Por otra parte, en marzo de 2020 el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú dispuso que las empresas de transporte público debían limitar a 50 % la flota de vehículos de dicha modalidad de transporte autorizados a circular. La cuarentena decretada por el gobierno peruano supuso la paralización de la mayoría de las actividades socioeconómicas y educativas y, por tanto, una disminución drástica de la demanda de viajes en transporte público (93 % durante marzo y abril de 2020) (Gámez, 2020). De acuerdo con evidencia publicada recientemente se sugiere que la transmisión del SARS-CoV-19 disminuye cuando estas son aplicadas junto con la cooperación pública. (Idrovo, 2020)(Nouvellet et al., 2021)

Protocolos de higiene al interior de buses. En relación con los estándares aplicados de higiene y limpieza, se encontró que el virus COVID-19 permanecía con capacidad de contagio entre algunas pocas horas a días en diferentes tipos de superficies que incluían plástico y acero inoxidable, por lo que el contacto con una superficie contaminada suponía un riesgo alto de transmisión del virus, requiriendo de limpieza frecuente de superficies de alto contacto en vehículos y estaciones de transporte público como medida preventiva recomendada. (Vel & Singh, 2020).

Subsidios gubernamentales. El mayor problema que se ha tenido que enfrentar debido a la disminución de la demanda y la consiguiente presión financiera en el transporte público era la posibilidad de quiebra de los proveedores de transporte público, si no eran rescatados por parte del estado. Algunos países tenían los medios para apoyar el transporte público, otros países podían no tenerlos. En los países en desarrollo y de bajos ingresos, el transporte público generalmente no está regulado o está mal regulado, sin estándares adecuados de seguridad o higiene y sin subsidios públicos, donde los ingresos del conductor dependen directamente de la cantidad de pasajeros transportados diariamente (Tirachini, 2020)

Por lo anterior, el gobierno jugó un papel importante frente a la contención del virus, un ejemplo son las políticas de subsidios adoptadas en Lima. Perú documentó que las políticas de subsidios privilegiaron a empresas de transporte semiformales frente las más reguladas, aunque las últimas contaban con mejores condiciones para cumplir con los protocolos sanitarios, además, la falta de subsidio para dichos modos de transporte generó implicaciones negativas para la contención de la pandemia (Poole Fuller, 2021). Las condiciones financieras de dichos sistemas y

de las personas que brindan este tipo de servicio de transporte público dependían en gran medida de la duración final de la crisis de COVID-19 (Tirachini, 2020).

Ventilación. Pardo, et al (2020) en su estudio realizado en la Universidad de Antioquia aplicado a diferentes modos de transporte utilizados en Colombia mostraron la importancia de la ventilación en los buses tomando como ejemplo el Metro de Medellín, dicho sistema no cuenta con aire acondicionado y el aire que ingresa tiene un tiempo de renovación de aproximadamente tres minutos y 30 segundos, es decir, 16.5 veces por hora y el 90% de los viajes no excede los 25 minutos, con lo que se estima que la capacidad del bus puede ser incrementada sustancialmente sin incrementar los riesgos de contagio, siendo los resultados muy similares a los recopilados ejecutando el mismo estudio en vehículos particulares (Pardo et al., 2021b),(Paternina-Caicedo et al., 2022)

Hay diversas opiniones con respecto a la ventilación en el transporte público que surge de la incertidumbre sobre la transmisión de SARS-CoV2 por aerosoles o gotículas, debido a que las últimas tienden a precipitarse rápidamente al suelo, por lo que deben evitarse flujos de ventilación horizontal que faciliten su dispersión, por el contrario, los aerosoles tienden a permanecer suspendidos en el aire por más tiempo, siendo necesarios flujos de ventilación para alejarlos de las áreas de mayor aforo de personas. Para cualquiera de los dos casos el sistema de ventilación más eficiente sería aquel que aleje de manera acelerada las partículas de nariz, boca y ojos de las personas, es decir, un sistema de flujo vertical en el que el aire salga del techo y sea recobrado por ventilas en el suelo (o viceversa). (López Olmedo et al., 2021; Zhen et al., 2020)

Otro caso de estudio fue el realizado por Velarde, et al (2020), aplicado en la Paz, Bolivia dicho país cuenta con el minibús como medio de transporte masivo y en el cual se realizaron

estudios para los cuatro casos presentados en la Tabla 2. Se consideraron 12 pasajeros en todos los casos, pero sólo una persona infectada en los dos primeros casos, mientras que en los dos siguientes se consideran 6 personas infectadas. Para los cuatro casos se varió la apertura de las ventanas, siendo que estas permanecieran cerradas (tasa de ventilación de 0.5 hora^{-1}), parcialmente abiertas (tasa de ventilación de 6.5 hora^{-1}) o completamente abiertas (tasa de ventilación de 20 hora^{-1}). En el Caso 1 se obtuvo una probabilidad de contagio del orden del 45% con las ventanas cerradas. En el caso 2 se incrementó la tasa de ventilación mientras que se mantuvieron los demás parámetros iguales con lo que la probabilidad de infección se redujo a aproximadamente 19%. En el Caso 3, las ventanas se mantienen cerradas y en el Caso 4, las ventanas están abiertas. La probabilidad de infección en el caso 3 es 97% y en el caso 4 se reduce a 39%. Menos de la mitad que en el Caso 3. (Universitario, 2020)(Corazza & Musso, 2021)(Muley et al., 2021)

4.2 Variables y medidas.

Para comprender la forma de contagio del COVID-19 en el transporte público, se estudiaron las principales variables identificadas en los artículos escogidos, dentro de los cuales se encontraron:

- La existencia de múltiples superficies comunes al tacto
- El confinamiento al que se someten los usuarios del transporte
- Falta de responsabilidad social de los usuarios
- Tiempos de traslado altos.

Al mismo tiempo se estudiaron las medidas de mitigación que impedirían el contagio de virus en los espacios relacionados a la actividad del transporte público.

- Reducciones pequeñas a la movilidad podrían controlar la epidemia de igual manera que las medidas de distanciamiento social.
- Fortalecer la vacunación
- Uso obligatorio de tapabocas evitar comer y hablar en espacios cerrados
- Continuar con las medidas de higiene personales.
- Subsidiar a las empresas de transporte
- Uso obligatorio de tapabocas Evitar comer y hablar en espacios cerrados
- Continuar con las medidas de higiene personales.
- Subsidiar a las empresas de transporte.

Ventilación adecuada (4-6 intercambios por hora).(Velarde et al., 2020)(Velázquez, 2020)

5. Conclusiones

Considerando que el tema principal surgió hace solo dos años, se pensaría que no hay muchas publicaciones al respecto, pero al momento de aplicar la ecuación de búsqueda en la base de datos de la Universidad Industrial de Santander, específicamente en *Scopus* se logró apreciar que había una gran cantidad de artículos que se centraban en entender la influencia que tuvo la pandemia en la sociedad tanto en el transporte público como para otros ámbitos. De esta manera se encontró que la mayoría de las investigaciones se aplicaban para países con gran influencia a nivel mundial, así que fue un reto encontrar aquellos artículos que se centraran en países latinoamericanos. Por lo anterior el presente artículo es relevante para analizar el efecto que causó la COVID-19 en ciudades latinoamericanas.

En cuanto a la clasificación planteada para los artículos encontrados, permitió identificar cuales artículos serían fundamentales en cada sección del presente artículo, teniendo en cuenta que dicha clasificación surgió a partir de la primera búsqueda realizada. Posterior a esto la generación de los filtros facilitó la comprensión de los mecanismos y medidas tomadas por los diferentes entes gubernamentales para las ciudades latinoamericanas.

En la mayoría de los estudios analizados se encontró que fue de gran dificultad obtener información detallada para realizar un seguimiento de la afectación de la COVID-19 en el transporte público, así que se sugiere que por parte de los gobiernos se pueda compartir dicha información y que sea de dominio público, para que así la población tenga conocimiento claro de la situación y esto les ayude en la toma de decisiones ya sea, para realizar un cambio en el uso del modo de transporte o para seguir su comportamiento habitual.

Debido a las modificaciones que produjo la pandemia como fue la disminución de la capacidad del transporte público y el aumento de la inseguridad provocada por el contagio del virus COVID-19, la población prefería realizar sus viajes de diferentes modos, de manera que se logrará disminuir el contacto con terceros, estos viajes los realizaban en bicicletas, mono patines, caminatas, o transportes privados, considerando que estos les brindaban mayor sensación de seguridad en comparación con el uso del transporte público.

Dado que hubo un incremento en el uso de transportes alternos al transporte público, esto motivó a los gobiernos a generar, adecuar y estimular su uso con una mejor infraestructura, demostrando que se puede optar por modos más sustentables. Esto demostró que es posible implementar de forma eficiente y rápida infraestructuras que permitan la convivencia de otros

modos y que se empiecen a dejar a un lado las excusas de que implementar proyectos sustentables requieren de una gran inversión o año y años de planificación.

6. Recomendaciones

El presente artículo va dirigido a las autoridades locales de tránsito y transporte de cada ciudad, a nivel nacional al ministerio de transporte, a los entes gestores de los sistemas integrados de transporte masivo, a los entes gestores de los sistemas estratégicos de transporte público y a todos los encargados de otorgar, coordinar y regular el transporte público. También va dirigido a los entes gubernamentales de salud pública y asimismo se deja abierto a la investigación de un enfoque multidisciplinario. Finalmente va dirigido a la comunidad, hace un llamado a la información sobre todas las restricciones y los peligros que permitan tomar decisiones individuales que no repercutan en consecuencias colectivas.

Referencias Bibliográficas

- Corazza, M. V., & Musso, A. (2021). Urban transport policies in the time of pandemic, and after: An ARDUOUS research agenda. *Transport Policy*, 103, 31–44. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.010>
- En tiempos de COVID-19, el uso de la bicicleta es un imperativo para mantenernos sanos y saludables - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud.* (n.d.). Retrieved May 25, 2022, from <https://www.paho.org/es/noticias/18-5-2020-tiempos-covid-19-uso-bicicleta-es-imperativo-para-mantenernos-sanos-saludables>
- Félix Mendoza, Á. G., Zepeda Arce, A., & Villafuerte Holguín, J. S. (2021). Turismo en tiempo de pandemias. covid-19 en Latinoamérica. *Turismo y Sociedad*, 29, 129–155. <https://doi.org/10.18601/01207555.n29.06>
- Gámez, S. (2020). *Adaptar un nuevo modelo de transporte urbano en América Latina para afrontar la pandemia.* <https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/adaptar-un-nuevo-modelo-de-transporte-urbano-en-america-latina-para-afrontar-la>
- Guzman, L. A., Arellana, J., Oviedo, D., & Moncada Aristizábal, C. A. (2021). COVID-19, activity and mobility patterns in Bogotá. Are we ready for a ‘15-minute city’? *Travel Behaviour and Society*, 24, 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.04.008>
- Habib, Y., Xia, E., Hashmi, S. H., & Fareed, Z. (2021). Non-linear spatial linkage between COVID-19 pandemic and mobility in ten countries: A lesson for future wave. *Journal of Infection and Public Health*, 14(10), 1411–1426. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.08.008>
- Idrovo, A. J. (2020). Long but unreal lockdowns in latin america. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 1–2.

Informes de Movilidad Local sobre el COVID-19. (n.d.). Retrieved June 30, 2022, from <https://www.google.com/covid19/mobility/>

López Olmedo, N., Stern, D., Pérez Ferrer, C., González Morales, R., Canto Osorio, F., & Barrientos Gutiérrez, T. (2021). Revisión rápida: probabilidad de contagio por infecciones respiratorias agudas en el transporte público colectivo. *Salud Publica de Mexico*, 63(2 MarAbr), 225–231. <https://doi.org/10.21149/12027>

López-Olmedo, N., Stern, D., Pérez-Ferrer, C., González-Morales, R., Canto-Osorio, F., & Barrientos-Gutiérrez, T. (2020). Revisión rápida: probabilidad de contagio por infecciones respiratorias agudas en el transporte público y medidas para mitigarlo. *Salud Pública de México*, 1. <https://doi.org/10.21149/11601>

Luis, A., Ramírez, S., David, F., Torres, S., & Bogotá, D. C. (2021). *Revisión de las metodologías que se han utilizado para evaluar la relación del coronavirus, el transporte público y su efecto en el uso de la bicicleta*.

Mora, J. A. S., Becerril, J. G. G., Zepeda, R. A., & Forero, E. A. S. (2021). Movilidad laboral urbana y covid-19: Los casos de tres zonas metropolitanas de México. *Papeles de Poblacion*, 27(107), 219–236. <https://doi.org/10.22185/24487147.2021.107.09>

Muley, D., Ghanim, M. S., Mohammad, A., & Kharbeche, M. (2021). Quantifying the impact of COVID–19 preventive measures on traffic in the State of Qatar. *Transport Policy*, 103, 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.018>

Nouvellet, P., Bhatia, S., Cori, A., Ainslie, K. E. C., Baguelin, M., Bhatt, S., Boonyasiri, A., Brazeau, N. F., Cattarino, L., Cooper, L. V., Coupland, H., Cucunuba, Z. M., Cuomo-Dannenburg, G., Dighe, A., Djaafara, B. A., Dorigatti, I., Eales, O. D., van Elsland, S. L.,

- Nascimento, F. F., ... Donnelly, C. A. (2021). Reduction in mobility and COVID-19 transmission. *Nature Communications*, *12*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21358-2>
- Pardo, C. F., Zapata-Bedoya, S., Ramirez-Varela, A., Ramirez-Corrales, D., Espinosa-Oviedo, J. J., Hidalgo, D., Rojas, N., González-Uribe, C., García, J. D., & Cucunubá, Z. M. (2021a). COVID-19 and public transport: An overview and recommendations applicable to Latin America. *Infectio*, *25*(3), 182–188. <https://doi.org/10.22354/IN.V25I3.944>
- Pardo, C. F., Zapata-Bedoya, S., Ramirez-Varela, A., Ramirez-Corrales, D., Espinosa-Oviedo, J. J., Hidalgo, D., Rojas, N., González-Uribe, C., García, J. D., & Cucunubá, Z. M. (2021b). COVID-19 and public transport: An overview and recommendations applicable to Latin America. In *Infectio* (Vol. 25, Issue 3, pp. 182–188). Asociacion Colombiana de Infectologia. <https://doi.org/10.22354/IN.V25I3.944>
- Paternina-Caicedo, A., Alvis-Guzmán, N., Dueñas, C., Narvaez, J., Smith, A. D., & de la Hoz-Restrepo, F. (2022). Impact of mobility restrictions on the dynamics of transmission of COVID-19 in Colombian cities. *International Health*, *14*(3), 332–335. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihab064>
- Poole Fuller, E. (2021). Políticas de reorganización del transporte público en el área metropolitana de Lima durante la pandemia del covid-19. *Estado & Comunes, Revista de Políticas y Problemas Públicos*, *2*(13), 17–37. https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v2.n13.2021.224
- Scopus - Document search / Signed in. (n.d.). Retrieved July 30, 2022, from <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/search/form.uri?display=basic#basic>

Spatiotemporal Analysis of Share Bike Usage during the COVID-19 Pandemic: a Case Study of Beijing. (n.d.). Retrieved May 25, 2022, from https://www.researchgate.net/publication/340963930_Spatiotemporal_Analysis_of_Share_Bike_Usage_during_the_COVID-19_Pandemic_a_Case_Study_of_Beijing

Tirachini, A. (2020). The Journal of Public Transportation is published by the Center for Urban Transportation Research at the University of South Florida Journal of Public Transportation | scholarcommons. *Journal of Public Transportation*, 22(1), 1–21. <https://doi.org/10.5038/2375-091.22.1.1>

Universitario, C. (2020). Estimation of the Probability of Contagion of Covid-19 By Aerosols in Closed. *Revista Boliviana de Fisica*, 22–30.

Vannoni, M., McKee, M., Semenza, J. C., Bonell, C., & Stuckler, D. (2020). Using volunteered geographic information to assess mobility in the early phases of the COVID-19 pandemic: A cross-city time series analysis of 41 cities in 22 countries from March 2nd to 26th 2020. In *Globalization and Health* (Vol. 16, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00598-9>

Vel, A., & Singh, D. Z. (2020). *Movilidad cotidiana en pandemia. Prácticas y percepciones del transporte público en Buenos Aires*. 130–151.

Velarde, F., Rub´, R., Mamani-Paco, R., & Andrade-Flores, M. (2020). *ESTIMATION OF THE PROBABILITY OF CONTAGION OF COVID-19 BY AEROSOLS IN CLOSED ENVIRONMENTS: APPLICATIONS TO CASES IN THE CITY OF LA PAZ, BOLIVIA*. 37, 22–30. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmi>

Velázquez, M. S. Z. (2020). *Movilidad cotidiana en pandemia Prácticas y percepciones del transporte público en Buenos Aires.*

VOSviewer - *Visualizing scientific landscapes.* (n.d.). Retrieved July 30, 2022, from <https://www.vosviewer.com/>

Yanet Cortés-Alvarez, N., & Pedraza-Medina, R. (n.d.). *Effects of the perinatal undernutrition in rat's maternal behavior: A brain plasticity model View project Late emerging effects of physical exercise and enrichment environment on neuronal architecture and cognitive processes in adults with early undernutrition View project.* <https://www.researchgate.net/publication/353646426>

Zhao, Y., Huang, J., Zhang, L., Chen, S., Gao, J., & Jiao, H. (2022). The global transmission of new coronavirus variants. *Environmental Research*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112240>

Zhen, J., Chan, C., Schoonees, A., Apatu, E., Thabane, L., & Young, T. (2020). Transmission of respiratory viruses when using public ground transport: A rapid review to inform public health recommendations during the COVID-19 pandemic. In *South African Medical Journal* (Vol. 110, Issue 6, pp. 478–483). South African Medical Association. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.2020.v110i6.1475>

Apéndices

Apéndice A. Matriz de clasificación.