

# Factores y recomendaciones para disminuir el riesgo en transporte público

Agosto 18 de 2020

*¿Cómo se puede aumentar la capacidad / ocupación en el transporte público, manteniendo un control que evite la propagación de contagios?*

Este trabajo se puede utilizar bajo la licencia Creative Commons "Atribución-CompartirIgual 3.0 No portada (CC BY-SA 3.0)" descrita acá: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es>  
Los créditos para atribución deben ser como aparecen al final de este documento.

## Antecedentes

Desde el Grupo Colaborativo de Modelamiento de COVID y Movilidad en Colombia (véase autores, afiliaciones y logos abajo) hablaremos sobre factores clave del transporte público para seguir retomando la normalidad de operación. El propósito central ha sido investigar cómo aumentar la capacidad operativa del transporte público en Colombia manteniendo un control de infección adecuado.

Frente a la crisis, una de las opciones que se discuten es si se deben cerrar o no los servicios de transporte público organizado. La recomendación general es que esto es inconveniente. El transporte público puede ser un sitio de contagio, pero la evidencia no es concluyente sobre la efectividad de suspender los sistemas de transporte público como medida de prevención de la pandemia (Musselwhite, Avineri & Susilo, 2020).



El transporte público organizado ofrece oportunidad de conectar los viajes de trabajadores esenciales y, con gestión adecuada como se discute más adelante, no es un lugar en donde sea más frecuente la ocurrencia de eventos de super-contagio. La alternativa al transporte público organizado son servicios informales, donde es muy complejo verificar el cumplimiento de condiciones adecuadas y seguras para viajar.

Estas recomendaciones consolidan varios aspectos de operación del transporte público y promueven acciones concretas sobre cómo avanzar en dar indicaciones a los demás. El documento está basado en la revisión de estudios y hallazgos específicos de sistemas masivos de transporte en [Japón](#), [Francia](#), [Austria](#), [China \(Ningbo y Hunan\)](#), [Singapur](#) e investigaciones detalladas en cinco tipos vehiculares de transporte en Colombia, así como una [editorial académica](#), una [revisión detallada en un meta-estudio](#), [un estudio específico en trenes](#) de alta velocidad y [uno adicional de buses inter-urbanos de alta velocidad](#). Además, en Julio 15 de 2020 un estudio con datos de 149 países publicado en la [Revista Británica de Medicina \(BMJ\)](#) concluyó que “el cierre de sistemas de transporte público no estaba asociado a ninguna reducción adicional de incidencia de Covid-19” cuando se cumplen otras condiciones de aislamiento como cierre de colegios, trabajos y cuarentena/aislamiento preventivo obligatorio. También se revisaron artículos académicos presentando la situación del transporte ante el Covid-19 como [este](#) publicado en el Journal of Transport & Health. El final de este documento tiene varias referencias adicionales.

Definir cómo operará el transporte público para evitar la propagación de Covid-19 es fundamental para la adecuada mitigación y manejo del riesgo. La alta densidad y mezcla de personas que caracterizan los sistemas de transporte público masivo, fundamentales para el funcionamiento de la mayoría de las ciudades, podrían hacer de estos sistemas lugares de propagación del virus si no se toman medidas adecuadas. Algunas alternativas como bicitaxismo, mototaxismo o transporte público informal pueden implicar riesgos de transmisión mayores pues es menos probable que aquellos sigan protocolos estrictos de seguridad. Así mismo, la motorización individual masiva como respuesta a la pandemia puede resultar en graves consecuencias en salud pública y uso de recursos hospitalarios por la degradación en calidad del aire, sedentarismo y siniestralidad que esta implica, además de los efectos sobre congestión, estrés y productividad.

## **Aclaración sobre conductores**

Es importante aclarar que estas recomendaciones son relacionadas con los usuarios del sistema, pues **los conductores están expuestos en mayor medida** al riesgo por contagio (por mayor duración de exposición y cercanía con muchas más personas) y deben seguir protocolos de bioseguridad estrictos, y los operadores y gestores de sistemas tener las mayores precauciones para reducir su riesgo.

# Factores clave de reducción de riesgo en transporte público

Según la literatura revisada y las modelaciones de ventilación de vehículos hechas por la Universidad Nacional (Antioquia), es posible reducir el riesgo de contagio en un vehículo de transporte público teniendo en cuenta **cinco factores**:

- 1. Comportamiento de usuarios:** en silencio, con mascarilla y protección ocular bien puesta siempre. El silencio es importante pues 4 minutos de diálogo son equivalentes a 30 segs de estornudo.
- 2. Tipo de sistema de ventilación (natural, AC),** y características de renovación del aire (se reduce la probabilidad de contagio cuando hay renovación de aire frecuente).
- 3. Cercanía entre contactos:** procurar distanciamiento entre personas dependiendo de la ventilación y la duración del viaje (entre peor ventilación y mayor duración, mayor distancia).
- 4. Duración del viaje** (los viajes cortos generan menor exposición, a partir de 15 minutos existe un mayor riesgo).
- 5. Aseo frecuente de superficies** (según las normas ya establecidas por diferentes entes de gobierno y recomendaciones de este grupo).

De manera más amplia, es importante tener claridad sobre el número estimado de infectados (no solamente de detectados), lo que se relaciona directamente con la probabilidad de que un infectado aborde un vehículo y por consiguiente mayor probabilidad de contagio de los demás. El número se calcula como la probabilidad de que una persona cualquiera de ese lugar o zona aborde ese bus, multiplicada por la probabilidad de que una persona cualquiera esté infectada.

## El vehículo de transporte público con menor riesgo es uno donde:

- Quienes lo usan viajan en silencio y siempre con protección ocular y mascarilla adecuada y bien puesta, y estas protecciones se usan durante todo el recorrido y no se quitan para acciones como comer o contestar el celular.
- El vehículo tiene buena ventilación: su aire se renueva 100% en un minuto o menos <sup>1</sup>.
- Los pasajeros ingresan y salen de las estaciones y de los vehículos de manera ordenada, respetando el distanciamiento.

*1. Con respecto a las ventanas abiertas, los vehículos que no tienen ventilación forzada tienen unos tiempos de retención de aire prolongados a pesar de las claraboyas. No obstante, la aerodinámica no tiene un patrón preferente de circulación y aunque se da movimiento de aire al interior la renovación no es tan alta. El 100% supera los 20 minutos.*

- Las personas tienen un distanciamiento adecuado para el nivel de ventilación y la duración del viaje (se asume en general un metro entre personas, pero puede ser menor si las condiciones de ventilación son buenas y si todos usan elementos de protección)
- Los viajes son cortos (menos de 15 minutos)
- Se han aseado con frecuencia las superficies (en lo posible después de cada trayecto).
- Los pasajeros al entrar y salir de las estaciones se lavan las manos y limpian el celular.

**El vehículo de transporte público donde hay que restringir el acceso o tomar medidas de mayor precaución (como menos ocupación y mayor seguimiento) es uno donde:**

- Sus pasajeros viajan hablando / gritando / cantando / comiendo y/o sin usar mascarilla ni protección ocular.
- La ventilación es pobre, o únicamente aire acondicionado con baja renovación (o de aire recirculante).
- No hay distanciamiento adecuado entre pasajeros (las personas están a menos de un metro de distancia entre sí a la vez que la ventilación es precaria y/o no usan elementos de protección).
- Se realizan viajes más largos (p ej transporte intermunicipal de larga distancia).
- No se han aseado las superficies con frecuencia.

## Casos ejemplo

Con base en la literatura consultada y modelaciones y pruebas en vehículos hechas por la Universidad Nacional (Antioquia), se puede afirmar lo siguiente sobre cinco casos ejemplo que se organizan del menor al mayor riesgo:

**Metro de Medellín:** no tiene aire acondicionado y el aire se renueva con una constante de tiempo de 3 minutos y 30 segundos y renueva como mínimo 16,5 veces el aire cada hora y los viajes tienen una duración promedio de 15 minutos y el 90% no supera los 25 minutos. En ejercicios de simulación se estimó que se podría aumentar su capacidad sustancialmente. Las pruebas en vehículo dieron resultados similares.

**Buses de Bogotá (articulados, SITP Zonal y Alimentadores):** La ventilación de un bus padrón de Bogotá con ventanas abiertas no tendría que generar un problema mayor de riesgo de contagio pues su tasa de renovación del aire es de 4 veces cada hora se renueva cada 15 minutos y 45 segundos (de acuerdo con la norma NTC 4901-3 ítem 5.11.4). Algunos vehículos tienen sistema

más eficiente que renueva cerca de 6 veces en una hora (cada 10 minutos y 15 segundos se renueva el 100%) según las pruebas realizadas en el vehículo. Los viajes son generalmente entre 20 y 40 minutos, en ocasiones más largos que una hora.

**Tranvía a nivel de Medellín:** con aire acondicionado y recircula el 66%, renueva 33% (constante de tiempo por determinar). Viajes de duración promedio de 10 minutos.

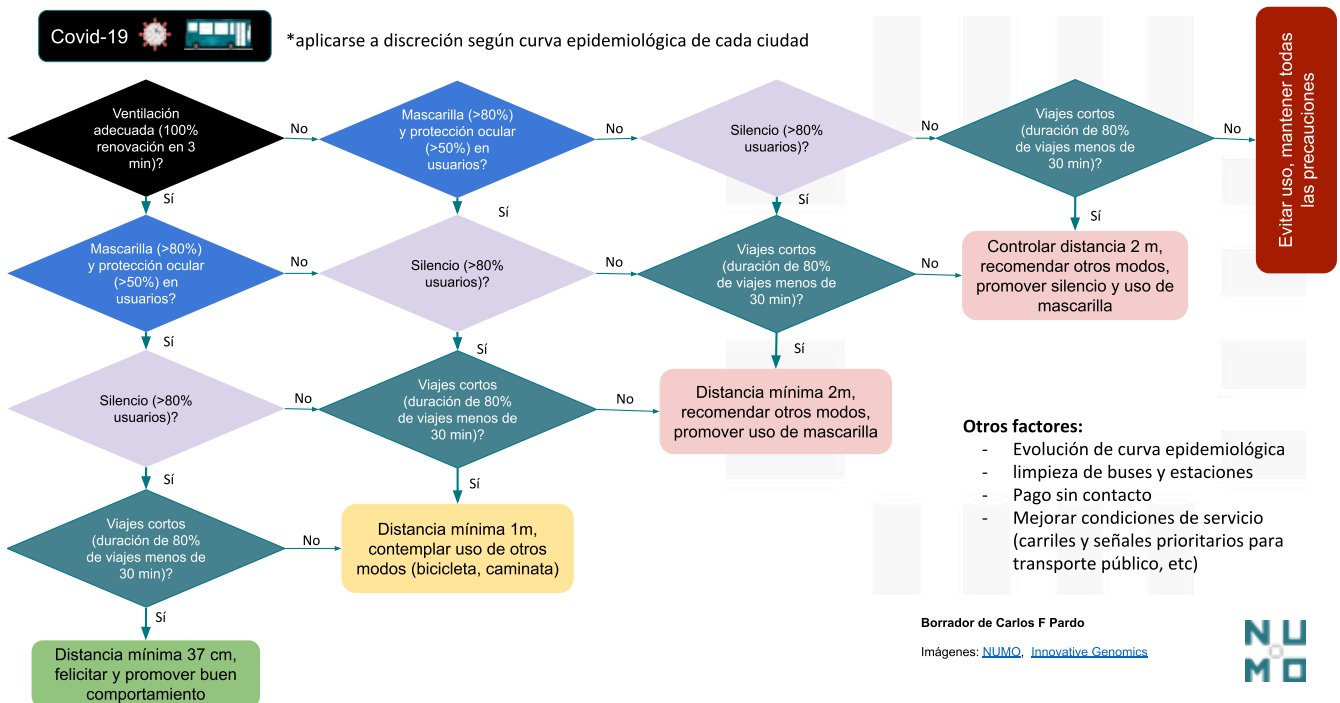
**Busetas:** A pesar de tener claraboyas, tienen un tiempo de renovación de cerca de 20 minutos o 3 veces en una hora. Sus viajes son relativamente cortos (20 minutos). Es crucial utilizar mecanismos auxiliares de circulación y renovación de aire podrían ayudar a aumentar la ocupación.

**Bus intermunicipal en climas calientes:** con aire acondicionado (la Norma NTC asociada a estos vehículos es insuficiente y solo recomienda renovación del 20% del aire) y ventanas más pequeñas, larga duración de viaje y contacto cercano: tiene el mayor riesgo de contagio, además de su posibilidad de “transportar el virus” entre municipios.

## Árbol de decisión

Con base en lo descrito arriba, [NUMO](#) ha desarrollado un árbol de decisión para guiar la toma de decisiones en diferentes situaciones y en términos de las acciones que se deben tomar según los factores descritos aquí. Abajo está una imagen del árbol de decisión, que está disponible en alta resolución [aquí](#).

### Un árbol de decisión (v6) para actuar en transporte público ante Covid-19



## Recomendación sobre la estimación de ocupación

El Gobierno Nacional ha determinado medidas de bioseguridad para el transporte público (Resolución 677 de 24 de abril de 2020) estableciendo que en los sistemas de transporte del país se mantenga una separación de por lo menos un metro entre los pasajeros. Esta separación resultaba de una equivalencia, según estimaciones de espacio al interior de distintos tipos de vehículos, a 35% de ocupación, valor que fue comunicado inicialmente y se ha usado como referencia.

A partir de lo descrito en este documento, este grupo recomienda que **ya no se utilice este valor** como referencia para determinar la ocupación en vehículos y estaciones de transporte público, sino que se enfatice en seguir las recomendaciones entregadas arriba. Es difícil entregar una estimación numérica que sea útil para todos los sistemas del país y distintos tipos de vehículos, pues hay muchos factores que intervienen, **y es más importante estar atento al conjunto de indicaciones entregadas arriba que un solo número de ocupación.**

El metro de distancia es una medida estándar con la aplicación básica de mecanismos de prevención como el uso de la mascarilla., Sin embargo el presente documento evidencia que con la aplicación de las medidas adicionales es posible reducir la distancia entre usuarios. Vale la pena indicar que con anterioridad no se habían aplicado estudios técnicos de esta naturaleza para medir el impacto del contagio según la cercanía entre personas y haciendo uso de elementos de protección adicionales, sumado a nuevos protocolos de operación del transporte para la recirculación del aire. Con base en esto se recomienda estimar una distancia menor de 1 metro según tipología de vehículos, condiciones de ventilación e información a usuarios..

## Indicaciones preliminares de ocupación

Abajo se presenta una tabla con indicaciones preliminares de ocupación cuyo borrador fue preparado por la Universidad Nacional (Antioquia) y luego ajustada con juicio experto de miembros del grupo. Los colores corresponden a los cuatro niveles de afectación según lo indicado [por MinSalud](#), y las celdas muestran el porcentaje de ocupación según el número de usuarios actuales dividido por el número de usuarios históricos promedio de 2019. Se sugiere que, dentro de la medida de lo posible, esto sea una recomendación por zonas, rutas o líneas.

Este grupo recomienda que, sin descuidar las medidas para evitar las posibles aglomeraciones y respetar la distancia física en el transporte público masivo, **se comience a dar mayor importancia y divulgación a los factores de cuidado personal, ventilación y desinfección aquí descritos.**

## Porcentajes de utilización sugeridos en cada sistema (por ruta o zona)

(las celdas indican % en términos de número de usuarios actuales dividido por el número de usuarios históricos promedio de 2019)

Tipología de vehículo / Nivel de afectación MinSalud	Rojo (Afectación alta)	Naranja (Afectación moderada)	Amarillo (Afectación baja)	Verde (No COVID)
Trenes y tranvías	40%	55%	70%	85%
Buses articulados	40%	50%	60%	70%
Buses padrones (no articulados)	40%	50%	60%	70%
Cables	25%	37%	50%	63%
Bus convencional	40%	45%	50%	55%
Buseta	40%	45%	50%	55%

*Este grupo recomienda que, sin descuidar las medidas para evitar las posibles aglomeraciones y respetar la distancia física en el transporte público masivo, se comience a dar mayor importancia y divulgación a los factores de cuidado personal, ventilación y desinfección aquí descritos.*

## Otras medidas

Como complemento al transporte público y la mejora de su servicio, es importante recordar que las medidas de escalonamiento de horarios, teletrabajo y fomento de los modos no motorizados deben ser algo permanente, aun cuando sea superada la emergencia sanitaria. Esta puede ser la oportunidad para hacer más competitivo el transporte público a futuro, ya que una menor ocupación en periodos pico, y mayores frecuencias en los periodos valle, hacen al sistema más atractivo a usuarios de los modos particulares como el automóvil y la motocicleta.

Este grupo recomienda que NO se cierren servicios de transporte público como medida de prevención frente al contagio.

No obstante lo anterior, se recomienda también tener cuidados especiales con testeo periódico y seguimiento de síntomas especialmente para los conductores del sistema, quienes por su riesgo de contagio más alto debido a su movilidad y ocupación pueden sufrir más contagios comparados con la población de usuarios y en general.

## Créditos y autores

### Grupo Colaborativo Modelamiento Colombia COVID19 - Movilidad

#### Autores de este documento según institución:

Andrea Ramirez Varela, Catalina González Uribe (Universidad de los Andes)

Juan David García, Nestor Rojas (Universidad Nacional de Colombia - Bogotá)

Jairo José Espinosa Oviedo, Daniel Ramírez Corrales (Universidad Nacional de Colombia - Medellín)

Silvana Zapata Bedoya (Gobernación de Antioquia - DAP)

Carlos F. Pardo (NUMO Alliance)

Zulma Cucunubá, Imperial College London.

Dario Hidalgo (Investigador en Transporte Sostenible y Seguridad Vial)

Diagramación: Andrés Burbano, Alejandro Calderón - LADD - (Universidad de los Andes)

**Agradecimientos por datos entregados para análisis:** Transmilenio SA. y Metro de Medellín



## Referencias relevantes

Musselwhite, C., Avineri, E., & Susilo, Y. (2020). Editorial JTH 16 -The Coronavirus Disease COVID-19 and implications for transport and health. Journal of transport & health, 16, 100853. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100853>

Revisión sistemática en journal académico [paper](#)

### Artículos y Columnas en Colombia

[Artículo de El Espectador](#) con recomendaciones anteriores de este grupo: <https://www.elespectador.com/noticias/salud/consejos-para-usar-el-transporte-publico-en-medio-de-la-pandemia/>

Segundo artículo de El Espectador con recomendaciones anteriores de este grupo: <https://www.elespectador.com/noticias/salud/como-cuidarse-del-covid-19-en-el-transporte-publico/>

Artículo en El Tiempo con recomendaciones anteriores: <https://www.eltiempo.com/bogota/coronavirus-en-bogota-como-evitar-contagios-en-el-transporte-publico-516848>

Publicación en página web de Universidad de los Andes: <https://uniandes.edu.co/es/noticias/ingenieria/covid19-como-reducir-riesgos-de-contagio>



Darío Hidalgo resume hallazgos y pregunta si es relevante el 35%: <https://www.eltiempo.com/opinion/columnistas/dario-hidalgo/riesgo-de-infeccion-y-transporte-publico-es-35-adecuado-dario-hidalgo-505036>

Carlos F Pardo presenta evidencia internacional (listada aquí) y plantea el debate: <https://lasillavacia.com/silla-llena/red-cachaca/los-nuevos-hallazgos-del-covid-19-transporte-publico-76429>

**Alejandro Tirachini: ¿Qué tal si dejamos de repetir que el transporte público es riesgoso? (resume varios hallazgos)**

<https://medium.com/@alejandro.tirachini/y-si-dejamos-de-repetir-que-el-transporte-p%C3%BAblico-es-riesgoso-7f05615c0eec>

**Artículo New York Times**

<https://www.nytimes.com/2020/08/02/nyregion/nyc-subway-coronavirus-safety.html>

El artículo reitera argumentos que ya hemos incorporado en las presentaciones y documentos

Incertidumbre persiste, pero transporte público podría ser más seguro que el espacio abierto y menos seguro que espacios cerrados (incluyendo hogares), reitera uso de elementos de protección y no hablar, usa las fuentes internacionales que el grupo colaborativo ha referenciado y un estudio de varias agencias de Estados Unidos realizado por MTA de Nueva York.

**Artículo de Scientific American**

<https://www.scientificamerican.com/article/there-is-little-evidence-that-mass-transit-poses-a-risk-of-coronavirus-outbreaks/>

Hay poca evidencia que el transporte masivo genere un alto riesgo de súper-contagio. Resume evidencia de Asia, Europa y refuerza las recomendaciones sobre uso de tapabocas como medida esencial, así como desinfección de superficies.

**TUMI initiative (hilo con links a varios casos, todos citados abajo)**

<https://twitter.com/TUMInitiative/status/1266662574453673985?s=20>

**Estudio 149 países, British Medical Journal (Julio 15 de 2020)**

“Physical distancing interventions and incidence of coronavirus disease 2019: natural experiment in 149 countries”

BMJ 2020; 370 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m2743> (Published 15 July 2020)

Concluyó que “el cierre de sistemas de transporte público no estaba asociado a ninguna reducción adicional de incidencia de Covid-19” (implica que existían cuatro medidas de distanciamiento más\*)

**Editorial Journal of Transport and Health: evidencia no soporta la efectividad de suspender el transporte público como medida de prevención, cualquiera sea la relevancia del transporte público para el riesgo individual, hay mayor amenaza en la exposición en el hogar**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7174824/>

Although it was found that the use of crowded public transport vehicles can be associated with the acquisition of infectious diseases, it can be argued that these findings do not support the effectiveness of suspending mass urban transport systems as a pandemic countermeasure aimed at reducing or slowing population spread because, whatever the relevance of public transport is to individual-level risk, household exposure most likely poses a greater threat (Williams et al., 2010; Cooley et al., 2011).

**The Conversation: sugerencias para Limitar Contagio de Varios Países**

<https://theconversation.com/to-limit-coronavirus-risks-on-public-transport-heres-what-we-can-learn-from-efforts-overseas-133764>

Public transport in our cities is highly vulnerable to disease outbreaks such as the global coronavirus (COVID-19) pandemic. However, public transport is the lifeblood of our cities, so it's desirable to keep services running as long as possible. Australia can learn from what has been done overseas, especially in China, where concrete strategies to reduce the spread of the virus on public transport helped eventually to contain the disease.

**Janette Sadk-Khan y Seth Solomonow, The Atlantic, Miedo al Transporte Público se Adelantó a la Evidencia**

[https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2020/06/fear-transit-bad-cities/612979/?utm\\_source=feed](https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2020/06/fear-transit-bad-cities/612979/?utm_source=feed)

Fear of Public Transit Got Ahead of the Evidence

Many have blamed subways and buses for coronavirus outbreaks, but a growing body of research suggests otherwise.

Janette Sadik-Khan, Seth Solomonow

**Francia (ninguna evidencia de contagio en trenes, metros o aviones)**

<https://www.leparisien.fr/societe/coronavirus-pourquoi-aucun-cluster-n-a-ete-detecte-dans-les-transports-05-06-2020-8330415.php>

(Of 150 detected French coronavirus “clusters” (at least three people sickened) outside of homes and

nursing homes from May 9 to June 3, none of them occurred on trains, metros, or airplanes. Mask wearing has been mandatory since May 11)

### **Japón (transporte masivo no se vincula con contagio)**

<https://www.sciencemag.org/news/2020/05/japan-ends-its-covid-19-state-emergency>  
(Reassuringly, they did not trace any clusters to Japan's notoriously packed commuter trains. Oshitani says riders are usually alone and not talking to other passengers. And lately, they are all wearing masks. "An infected individual can infect others in such an environment, but it must be rare," he says. He says Japan would have seen large outbreaks traced to trains if airborne transmission of the virus was possible)

### **Austria (ninguna evidencia de contagio en transporte público)**

<https://www.ages.at/service/service-presse/presse-meldungen/epidemiologische-abklaerung-am-beispiel-covid-19/>

(Out of 297 local clusters, none was related to public transport)

### **Singapur (reuniones e interacciones sociales evidencian mayor riesgo)**

[https://www.linkedin.com/posts/shreya-gadepalli-9a48591b\\_lawrence-wong-co-chair-of-singapore-ministerial-activity-6675929081944543232-lxFg](https://www.linkedin.com/posts/shreya-gadepalli-9a48591b_lawrence-wong-co-chair-of-singapore-ministerial-activity-6675929081944543232-lxFg)

"Lawrence Wong co-chair of Singapore Ministerial Covid19 Task Force: 'We have evidence that the risk of spreading the virus in gatherings and social interactions is much higher than in public transport where people wear masks, don't talk and travel in disinfected vehicles for a short time'"

### **Nueva York**

<https://www.nydailynews.com/opinion/ny-oped-our-covid-response-could-worsen-unrest-20200608-af5nwbg66nawffu77kkvurhq6q-story.html>

Análisis de Sam Schwartz. "A survey in early May of 1,300 patients admitted into NYC hospitals for the virus in early May showed just 4% had used transit. Transit just doesn't show up as a comorbidity "condition."

### **Radiografía de tres brotes: así se contagiaron y así podemos evitarlo**

Distintos estudios en Japón y otros países muestran que los medios de transporte no son lugares en los que se produzcan grandes contagios si los usuarios mantienen las normas de higiene y protección, sobre todo el uso de mascarillas, que evitan la expulsión de partículas contagiosas al ambiente, como sucedió en el caso de la paciente 0 del autocar. Además, se sugiere establecer medidas de protección específicas para los conductores del transporte, mejorar la ventilación y aumentar la regularidad de autocares y trenes para reducir en lo posible las aglomeraciones.

[https://elpais.com/ciencia/2020-06-06/radiografia-de-tres-brotes-asi-se-contagiaron-y-asi-podemos-evitarlo.html?ssm=TW\\_AM\\_CM](https://elpais.com/ciencia/2020-06-06/radiografia-de-tres-brotes-asi-se-contagiaron-y-asi-podemos-evitarlo.html?ssm=TW_AM_CM)

**Recomendaciones del Reino Unido (Grupo de Ambiental y de Modelación del Grupo Científico Asesor de Emergencias: Duración de la exposición y ventilación tienen mucha importancia)**

<https://www.gov.uk/government/publications/emg-transmission-and-control-of-sars-cov-2-on-public-transport-18-may-2020>

EMG: Transmission and Control of SARS-CoV-2 on Public Transport, 18 May 2020

Paper prepared by the Environmental and Modelling group (EMG) for the Scientific Advisory Group for Emergencies (SAGE).

19, As risk of transmission is associated with the duration of exposure, improved ventilation is most likely to be of greatest benefit to those who spend the most time on-board vehicle including transport workers and long distance passengers.

20. There is high confidence that increasing ventilation rates in poorly ventilated vehicles will mitigate against transmission through aerosols. There is some evidence that ventilation flow patterns also have an effect, but this is not as strong as the evidence for ventilation rate.

21. While there are not explicit guidelines for what constitutes good ventilation in public transport vehicles, it would be reasonable to assume that the guidance for buildings holds, which recommends 8-10 l/s/person of fresh air, avoiding recirculation of air. In general, most public transport vehicles have high air change rates because they are designed for high occupancy.