

Artículo de investigación

Cómo citar: S. Meneses y M. Gómez, "Caracterización de emisión de ruido asociado al tráfico de camiones en la calle 13 de Bogotá. Periodos pre, durante y post pandemia". *Inventum*, vol. 18. n.º 34, pp. 35-47, enero - junio 2023 doi: 10.26620/uniminuto.inventum.18.34.2023.35-47

Editorial: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.

ISSN: 1909-2520
eISSN: 2590-8219

Fecha de recibido: 01 de febrero de 2023
Fecha de aprobado: 01 de marzo de 2023
Fecha de publicación: 15 de marzo de 2023

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existen intereses en competencia.

Caracterización de emisión de ruido asociado al tráfico de camiones en la calle 13 de Bogotá. Periodos pre, durante y post pandemia

Characterization of noise emission associated with truck traffic on Calle 13 in Bogotá. Pre, during and post pandemic periods

Caracterização da emissão de ruído associada ao tráfego de caminhões na Calle 13 em Bogotá. Períodos pré, durante e pós pandemia

Resumen:

El corrido de la calle 13 es una zona donde la movilización de vehículos de carga es del 80% del flujo vehicular, dada la facilidad de acceso a zonas industriales o comerciales, lo que implica que los niveles de ruido allí presentes sean importantes. Por ello es relevante definir los días, horas, nivel del fenómeno en jornada día y noche, y verificar el cumplimiento de los estándares máximos permitidos por la resolución 627 de 2006, con el objetivo de identificar la magnitud de la emisión de ruido del eje vial. Para ello se caracterizó el ruido emitido por este eje vial en el tramo de Fontibón y la calle 50 de Bogotá. La caracterización se realizó durante 3 periodos, la pre pandemia (2019), pandemia (2020) y el periodo post pandemia (2021). Los resultados invitan a revisar las políticas públicas de gestión de ruido emitido con base en su caracterización en territorio.

Palabras clave: Ruido ambiental, caracterización, emisión, magnitud, vehículos de carga.

Abstract:

The run of 13th Street is an area where the mobilization of cargo vehicles is 80% of the vehicular flow, given the ease of access to industrial or commercial areas, which implies that the noise levels present there are important. Therefore, it is relevant to define the days, hours, level of the phenomenon in day and night, and to verify compliance with the maximum standards allowed by Resolution 627 of 2006, in order to identify the magnitude of the noise emission of the road axis. For this purpose, the noise emitted by this road in the section of Fontibón and

S. Meneses

Universidad Libre, Bogotá, Colombia
email: sonial.menesesv@unilibre.edu.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0251-8308>

M. Gómez

Universidad Libre, Bogotá, Colombia
email: miltong-gomez@unilibre.edu.co
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7188-6377>



50th Street in Bogotá was characterized. The characterization was carried out during 3 periods, the pre-pandemic (2019), pandemic (2020) and post-pandemic period (2021). The results invite to review the public policies for the management of noise emitted based on its characterization in the territory.

Keywords: Environmental noise, characterization, emission, magnitude, cargo vehicles.

Resumo:

O corredor da Rua 13 é uma área onde a movimentação de veículos de carga representa 80% do fluxo veicular, dada a facilidade de acesso a áreas industriais ou comerciais, o que implica que os níveis de ruído ali presentes são importantes. Assim, é relevante definir os dias, horários e níveis do fenômeno durante o dia e a noite, e verificar o cumprimento dos padrões máximos permitidos pela Resolução 627 de 2006, de forma a identificar a magnitude das emissões sonoras do eixo viário. Para tal, caracterizou-se o ruído emitido por esta estrada no trecho de Fontibón e Calle 50 em Bogotá. A caracterização foi realizada durante 3 períodos, pré-pandémico (2019), pandémico (2020) e pós-pandémico (2021). Os resultados convidam a rever as políticas públicas para a gestão do ruído emitido com base na sua caracterização no território.

Palavras-chave: Ruído ambiente, caracterização, emissão, magnitude, veículos de mercadorias.



I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano de las ciudades como Bogotá ha generado un incremento en la demanda de bienes y servicios para sus habitantes. En este contexto, la distribución urbana de mercancías es vital para atender estas necesidades, donde el transporte de carga en los principales ejes viales de la ciudad se ve incrementado. La cercanía de los centros de cargue y descargue se vuelve crítica para cumplir con aspectos como costos, tiempos de entrega, entre otros.

El eje vial donde se ubican importantes centros logísticos de almacenamiento en Bogotá es la calle 13, y para la distribución urbana de mercancías [1], ya que circulan al año cerca de 17000 camiones y representa el 25% de la carga que se transporta en la ciudad. Este eje vial tiene una longitud de 15 Km con intersección en la carrera 25, 30 y 50, con avenidas 68, Boyacá, Avenida ciudad de Cali y la Avenida Longitudinal Occidente (ALO). Es el principal corredor que conectan a Bogotá con otros municipios de la región, y es eje fundamental para la productividad, el crecimiento empresarial y el desarrollo de la capital.

Esta dinámica ha generado en esta vía alta congestión [2], que deriva las problemáticas asociadas a problemas de aumento de tiempos de viaje, sobre costos y afectaciones al entorno como son los problemas de calidad del aire, y ruido entre los más significativos expresados por la empresas y residentes de la zona de influencia de este eje vial [3].

En el estudio titulado “El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en desarrollo” [4] se presentan los impactos de diverso tipo y en especial los impactos ambientales de la exposición a ruido por tráfico afectando la calidad de vida de las personas expuestas, la salud, la fauna y efectos económicos.

Con respecto al impacto en la salud, en el estudio de Ruido ambiental en “Europa 2020” [5], concluye que la exposición crónica a ruido ambiental tiene efectos en la salud como trastornos del sueño, trastornos auditivos, trastornos psicológicos y de comportamiento, y afectaciones cardiovasculares a los expuestos. Sus cálculos presentan una afectación por este fenómeno de 22 millones de personas en Europa, así como 48 mil nuevos casos de cardio patía isquémica al año [6]. Sumado a lo anterior, en

un estudio realizado en la ciudad de Toronto se concluyó que la exposición prolongada al ruido del tráfico rodado se asoció con una mayor incidencia de diabetes mellitus e hipertensión en Toronto [7], por lo tanto, este riesgo se considera un problema de salud pública a abordar.

A nivel nacional, la Universidad de los Andes en estudio de caracterización de los niveles de contaminación por ruido en Bogotá [8], llega a la conclusión que el ruido en los ejes viales de estudiados (carrera 7, avenida circunvalar y carrera 30) presentan un alto incumplimiento de los estándares máximos establecidos en la norma y se presenta contaminación auditiva y dis-confort.

La Universidad Nacional de Colombia realizó una investigación sobre el ruido vehicular en la zona de Chapinero en Bogotá [9], se demostró la existencia de una problemática severa de emisión de ruido vehicular derivado del transporte público y taxis en la zona de estudio. Debido a la falta de autoridad en el control en la zona para cumplir con la norma sobre emisión de ruido.

En el estudio realizado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) en el Municipio de Facatativá [10], se concluyó que hay mayor incidencia del riesgo de ruido en la población expuesta a ruido vehicular de carga tanto en horario diurno y nocturno, mostrando en el mapa estratégico de ruido MER el incumplimiento de los estándares máximos permitidos para las actividades económicas realizadas en las zonas de estudio. Para el análisis en ciudades aledañas a Bogotá, se encuentra el estudio realizado en el centro de la ciudad de Tunja por la Universidad UPTC [11] muestra que el nivel de presión sonora (decibels) de ruido tiene relación con el tipo de flujo vehicular presente y muestra una relación frente a la contaminación auditiva, a pesar de presentarse múltiples fuentes, las fuentes móviles de vehículos de carga y transporte son los que más aportan a la contaminación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establece la necesidad de una caracterización de los niveles de ruido con el objeto de identificar las principales fuentes emisoras en la zona, demostrar gráficamente y mediante datos sólidos el impacto que puede llegar a tener este fenómeno en la vida de las personas que por allí transcurren [12]. Además del análisis de nuevas estrategias para la mitigación de estos efectos.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

1. Método

El estudio realizado es exploratorio, por que a pesar de estar definido técnicamente el fenómeno de ruido, su medición presenta complejidad e incertidumbre, por lo tanto, se buscó comprender el fenómeno de emisión de ruido del principal eje vial de movilidad de carga. Con respecto a la línea de tiempo, es un estudio longitudinal, debido a que la medición de ruido debe hacerse cumpliendo un protocolo preciso que garantice la calidad de los datos y con equipos adecuados. Por ello, la investigación se llevó a cabo utilizando una base de datos proporcionada por la secretaria de ambiente de Bogotá, la cual contiene mediciones de los años 2019 (Pre - pandemia), 2020 (Pandemia), 2021 (Post - pandemia), junto con una metodología combinada de consultas y análisis de estudios preliminares públicos realizados en la zona de Fontibón dando cumplimiento a lo establecido en la resolución 0627 del Ministerio de Ambiente del 2010 [13] y sus modificaciones a la fecha del proyecto.

Los estudios realizados con los datos que proporcionó el ministerio de ambiente se llevaron a cabo con base en estudios de muestreo, procesamiento y análisis de datos de ruido ambiental, para lo cual se manejaron diagnósticos del comportamiento anormal de los niveles de ruido alcanzados.

Las emisiones generadas por el ruido ambiental [14] deben ser corregidas mediante la suma logarítmica de sus mediciones, posterior a esto es posible conocer los niveles reales del ruido generado para la creación de mapas de ruido que permitan visualizar la realidad en lo que concierne al ruido ambiental.

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) \cdot \left(10^{\frac{L_N}{10}} + 10^{\frac{L_O}{10}} + 10^{\frac{L_S}{10}} + 10^{\frac{L_E}{10}} + 10^{\frac{L_V}{10}} \right) \right)$$

Ecuación 1. Nivel de ruido equivalente de la medición. Donde [13]:

L_{Aeq} Nivel equivalente resultante de la medición.

L_N Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientado en sentido Norte.

L_O Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientado en sentido Oeste.

L_S Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientado en sentido Sur.

L_E Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientado en sentido Este.

L_V Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientado en sentido Vertical.

Se aclara que la aplicación de la fórmula anteriormente descrita se da con base en los datos públicos recibidos sin ningún interés diferente al de la caracterización de los niveles de ruido emitidos en el corrido de la calle 13, específicamente en el tramo que contiene a Fontibón. Por otro lado, se aclara que, aunque se cuentan con más de 12000 datos, no todos están completos, por ende, se realizó un trabajo de completitud con base en el comportamiento histórico de los mismos mediante una imputación de datos faltantes con base en el comportamiento histórico para el día y hora de medición de ruido dentro de los datos disponibles.

A. Restricciones de tránsito de camiones

Es importante indicar que, para la caracterización de los niveles de ruido presentados, se tuvo en cuenta las restricciones de circulación de vehículos de carga [2], ya sean alimentos, medicinas, etc. Este factor explica el flujo ininterrumpido de tránsito en este eje vial de este tipo de vehículos, como una de las características de los niveles de ruido presentados en los periodos pre pandemia, pandemia y post pandemia; como se ve en la figura 1, existen tramos que no tienen ninguna restricción horaria para su circulación, entre estos un gran tramo de la calle 13 cerca del sector de Fontibón.

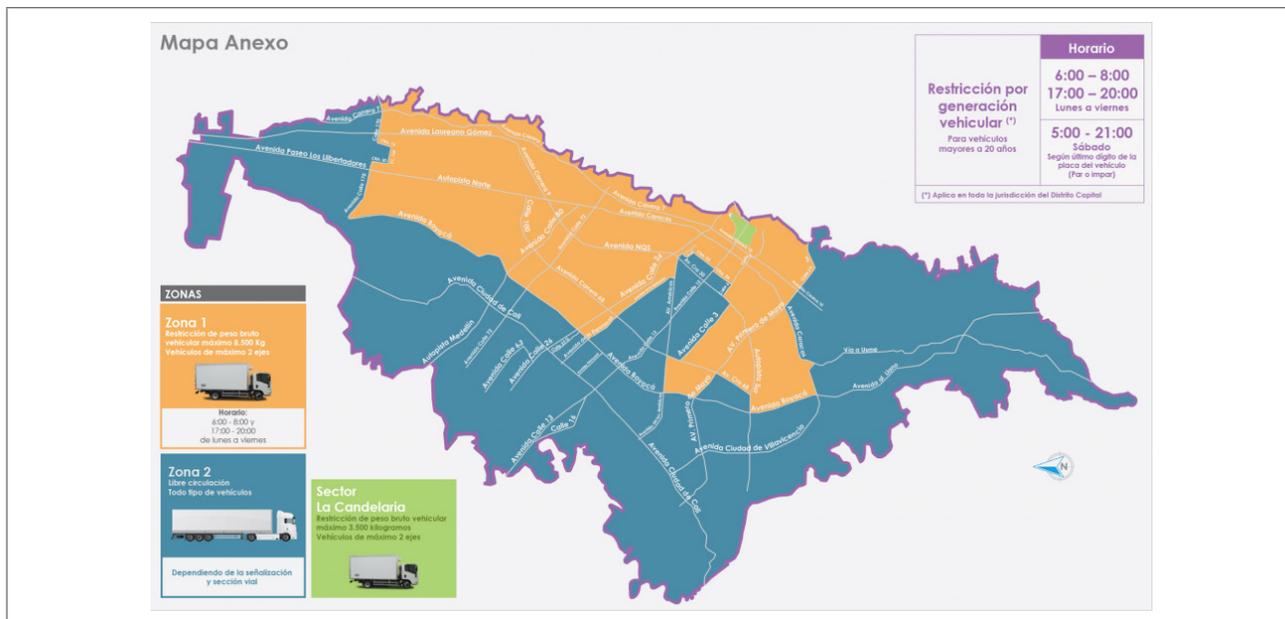


Figura 1. Guía de trámites y servicios de Bogotá. Zonas y horarios de cargue y descargue de mercancías 2022 [15]
Fuente: <https://bogota.gov.co/servicios/guia-de-tramites-y-servicios/informacion-de-la-restriccion-la-circulacion-de-vehiculos-de-carga-sdm-37129>

2. Resultados y análisis

El ruido es un sonido molesto que puede llegar a afectar a muchas personas, la OMS considera que a partir de los 50 dB(A) se presenta una comunicación deseable, al sobrepasar estos niveles llega a ser molesto y perjudicial el descanso y la comunicación [15]. El ser humano puede soportar niveles altos de presión sonora por bajos periodos de tiempo, pero si estos se llegan a prolongar, es muy probable que esta sufra una pérdida temporal de su audición o incluso permanente.

Los resultados permitieron identificar nivel promedio de presión sonora en dB para cada uno de los periodos

evaluados y su caracterización por día de la semana, hora del día y jornada.

Basados en la resolución 627 del 2006 [13] por la cual se establece la norma nacional de los niveles de ruido y ruido ambiental, la zona geográfica seleccionada para el estudio corresponde al sector B. Tranquilidad y ruido moderado, dado que allí se evidencia un sector residencial y con bastantes zonas comerciales, por lo cual se establecen los estándares máximos permisibles [16] de niveles de ruido ambiental en dB (A) de 65 dB en el día y 51 dB en las noches.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanitarios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		

Tabla 1. Estándares máximo permisibles de rido ambiental expresados en decibeles (db).

Fuente: [13].

2.1. Caracterización de los niveles de ruido

2.1.1. Periodo pre pandemia (2019)

Los niveles de presión sonora antes de la pandemia eran muy variables, de las cosas que más se le pueden atribuir a estos cambios, están las horas pico entre semana y el enrutamiento de vehículos de carga pesada en horas de poca congestión vehicular. No obstante, teniendo en cuenta que el nivel máximo permisible establecido en la norma corresponde a 65 dB (A) en zona.

Uno de los efectos que se aprecian en el periodo de la pre pandemia es la gran prevalencia de los niveles de ruido los días martes a viernes, en donde los niveles de presión sonora son mayores en las horas pico, aunque en pocas ocasiones se supera el límite establecido de 65dB, lo cual se presenta detallado por hora y día de la semana en la figura 2. Donde se contabilizaron las mediciones y se promediaron por día y por hora del día, para poder realizar la interpretación del cumplimiento de los estándares máximos permisibles.

Promedio de Leq emisión		Día								
Años	Hora	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Prom General	
2019	12 a. m.	59,63	58,08	58,33	61,74	59,76	60,35	60,76	59,94	
	1 a. m.	58,73	57,62	58,43	60,37	58,20	59,12	59,39	58,84	
	2 a. m.	57,99	57,30	58,66	60,05	59,14	59,34	59,86	58,97	
	3 a. m.	58,24	59,71	62,30	60,03	58,43	59,25	59,81	59,51	
	4 a. m.	59,48	61,25	62,80	60,84	60,29	60,58	61,14	60,79	
	5 a. m.	61,72	62,14	63,12	64,04	62,48	62,28	62,26	62,55	
	6 a. m.	61,84	62,26	62,71	64,35	63,25	63,12	62,45	62,90	
	7 a. m.	63,26	63,52	63,18	63,88	63,46	62,90	62,52	63,25	
	8 a. m.	61,79	63,14	62,84	64,93	63,86	62,98	62,64	63,21	
	9 a. m.	61,59	61,47	61,77	65,14	63,25	63,10	61,99	62,73	
	10 a. m.	61,35	62,28	62,74	63,86	64,18	62,64	61,64	62,80	
	11 a. m.	61,26	62,70	64,42	64,44	63,76	62,68	62,49	63,11	
	12 p. m.	61,05	62,74	63,42	64,42	62,45	63,48	62,90	62,89	
1 p. m.	62,25	62,58	63,21	63,73	62,88	62,49	62,76	62,82		
2 p. m.	61,55	63,29	63,07	63,89	62,82	63,75	63,55	63,14		
3 p. m.	61,49	62,65	64,08	64,83	64,57	63,88	62,32	63,47		
4 p. m.	62,33	62,60	63,39	65,11	64,16	63,54	62,07	63,39		
5 p. m.	61,44	63,57	64,61	64,94	63,83	63,71	62,32	63,48		
6 p. m.	60,26	63,81	63,58	65,00	63,11	64,18	61,71	63,13		
7 p. m.	60,12	62,60	62,48	64,46	62,91	64,45	61,70	62,81		
8 p. m.	60,61	61,65	62,86	63,14	63,36	63,18	62,38	62,54		
9 p. m.	61,10	61,18	64,73	63,69	63,08	63,88	62,24	62,88		
10 p. m.	60,42	60,69	64,24	63,51	62,26	63,11	60,98	62,19		
11 p. m.	58,30	61,20	64,37	62,68	62,11	63,80	60,82	61,92		
Total 2019		60,72	61,67	62,68	63,45	62,38	62,60	61,74	62,20	

Figura 2. Figura de Semáforo de número de mediciones de ruido por día de la semana y hora de la medición, frente al cumplimiento del estándar permitido en dB. Periodo Pre pandemia -2019.

Fuente: Elaboración propia. [18]

2.1.1.1. Caracterización General y por zona horaria

El comportamiento en niveles generales se comporta de manera fluctuante, como se visualiza en la carta de control de la figura 3, se evidencian picos altos que sobrepasan por poco los 65 dB máximos permitidos en el día, no obstante, es un comportamiento normal que puede variar por situaciones ajenas al estudio, con esto se hace referencia a agentes externos emisores de ruido como días lluviosos, marchas de grandes poblaciones, y más.

Los datos analizados muestran mediciones bajas de emisión de ruido en la Calle 13 en el mes de marzo del 2020, que coincide con el inicio del periodo de aislamiento establecido para atender la pandemia por Covid 19, pero sigue presentando valores de 58 dB producto del tránsito de vehículos de carga que no parraron su circulación en este periodo.

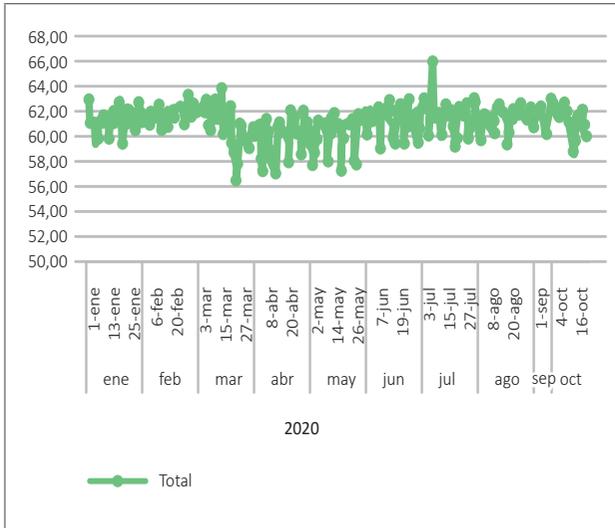


Figura 3. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A).

Fuente: Elaboración propia. [18]

A. Carta de control pre pandemia (Día)

Entrando en detalle, para el periodo de la pre pandemia, en el día, se tiene un estándar Máximo permisible de 65 dB (A), para lo cual, se evidencia que en 4 ocasiones se superan estos niveles, que como se mencionaba anteriormente, son comportamientos normales que pueden presentarse por una actividad diferente a las rutinarias.

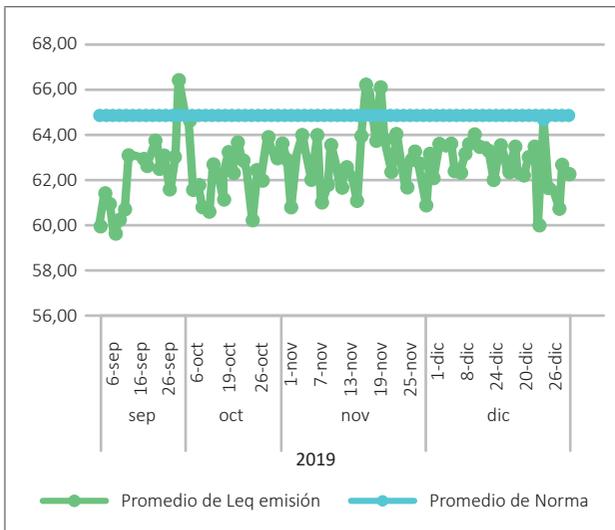


Figura 4. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A). Pre pandemia día.

Fuente: Elaboración propia. [18]

Como se observa en el figura 4, el comportamiento de los datos de ruido es variable, pero esta por debajo del limite máximo permisible. La variación se asocia al día

de la medición, pues este comportamiento se mantiene entre los 60 y 65 dB. Hay que tener en cuenta que el criterio horario que se establece va de acuerdo con la resolución 627 de 2006, en donde se considera como zona diurna a las mediciones entre las 6 de la mañana y las 6 de la tarde.

B. Carta de control pre pandemia (Noche)

Durante la noche, como se expresa en la figura 5, se presentan niveles entre los 58 y 63 dB, siendo que la norma indica que estos deben darse por debajo de los 50 dB.

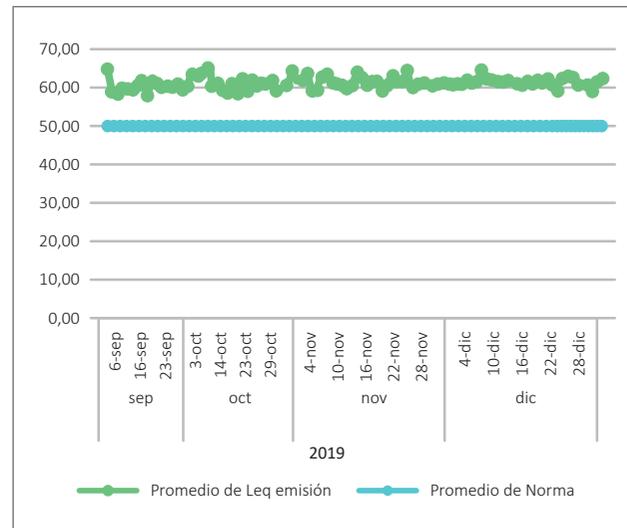


Figura 5. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A). Pre pandemia noche.

Fuente: Elaboración propia. [18]

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta la franja horaria de tránsito de los vehículos de carga pesada, se evidencia que no existe una restricción de circulación en ningún momento para la zona estudiada (Tramo de la calle 13, sector Fontibón (ver figura 1), y que la logística de ultima milla [17] de las compañías de alimentos no para en la noche, se deduce que el principal emisor son los vehículos de carga pesada que transitan en esta franja horaria.

2.1.2. Periodo pandemia (2020)

En el periodo de la pandemia, se analizaron los datos y se agregaron en un mapa de calor, como lo muestra la figura 6. En este periodo el tránsito de peatones fue totalmente restringido dada la situación sanitaria que se vivió, no obstante, algo que no se detuvo en ningún momento fue el tema del transporte de alimentos, los cuales se trasladaban en mayor medida entre los lunes a sábados.

Promedio de Leq emision	Dia								
	Años	Hora	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
2020	12 a. m.	57,33	57,74	58,14	59,03	59,64	57,85	59,42	58,46
	1 a. m.	56,18	56,38	57,36	57,57	57,92	56,82	57,95	57,21
	2 a. m.	55,81	56,78	60,49	57,69	57,85	57,49	57,06	57,60
	3 a. m.	56,48	57,93	59,95	58,78	59,06	59,40	58,52	58,59
	4 a. m.	58,28	60,88	62,20	61,89	61,70	61,12	61,53	61,10
	5 a. m.	60,33	62,32	62,90	62,94	62,79	62,45	62,11	62,27
	6 a. m.	60,74	62,56	63,32	62,75	62,39	62,79	63,22	62,54
	7 a. m.	62,25	62,68	63,32	62,81	62,43	63,06	63,69	62,88
	8 a. m.	61,63	62,26	63,66	63,00	62,54	62,95	63,14	62,75
	9 a. m.	60,81	62,03	62,63	63,51	62,14	62,30	62,47	62,28
	10 a. m.	60,97	62,80	62,75	61,75	62,58	61,94	62,14	62,12
	11 a. m.	61,40	62,61	63,38	62,96	62,88	62,55	63,11	62,70
	12 p. m.	59,96	61,99	63,42	63,18	62,79	62,51	63,02	62,40
1 p. m.	60,26	62,19	62,63	62,96	62,93	62,89	62,82	62,39	
2 p. m.	60,70	62,25	64,22	62,83	62,39	62,66	63,54	62,64	
3 p. m.	60,80	62,86	63,78	63,89	62,72	63,29	62,55	62,84	
4 p. m.	60,28	63,18	62,95	62,97	63,16	62,68	63,12	62,62	
5 p. m.	60,27	61,83	62,88	62,98	62,76	62,45	62,84	62,28	
6 p. m.	59,84	61,68	62,62	63,10	62,42	61,87	61,64	61,89	
7 p. m.	60,16	61,40	62,43	62,00	61,73	61,69	61,13	61,50	
8 p. m.	59,80	61,15	61,70	61,91	61,31	61,33	61,02	61,17	
9 p. m.	59,78	60,41	61,52	61,41	62,03	61,60	60,20	60,99	
10 p. m.	59,46	59,99	60,64	61,84	59,91	61,03	59,40	60,34	
11 p. m.	59,21	59,49	60,24	61,48	59,91	61,65	59,57	60,23	
Total 2020		59,69	61,03	62,00	61,86	61,55	61,52	61,40	61,30

Figura 6. Semáforo de cumplimiento de los niveles máximos permisibles dB. Periodo pandemia (2020).
Fuente: Elaboración propia. [18]

El mapa de calor indica la recurrencia los miércoles en los horarios de 5 am hasta las 7 pm, no obstante, los martes, viernes y jueves respectivamente también presentan una alta influencia respecto a los niveles de ruido presentados en la zona. Cabe resaltar que en muy pocos casos se superan los niveles máximos permitidos por la norma.

2.1.2.1. Caracterización General y por zona horaria

El periodo de la pandemia para el año 2020, los niveles de ruido emitidos para el eje vial presentaron un compor-

tamiento particular, dado que para este periodo a partir de marzo se presentó un periodo de cuarentena, donde evidentemente los niveles de ruido debieron bajar dado que no había público por las calles.

En el mes de junio nuevamente se permitió salir a las calles con ciertas restricciones, sin embargo, esto incrementa el estándar de los niveles de ruido presentados allí.

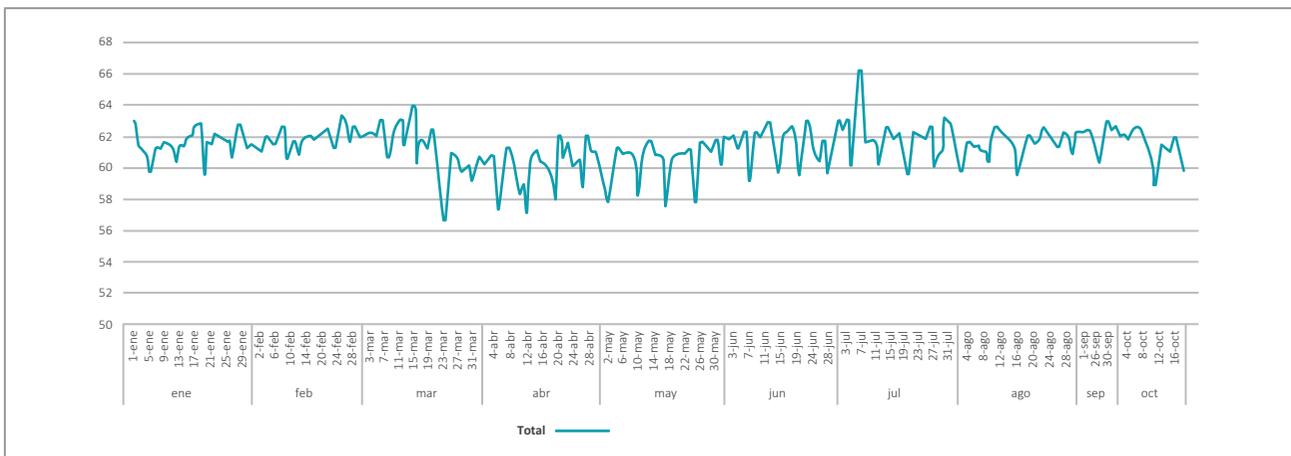


Figura 7. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A).
Fuente: Elaboración propia. [18]

A pesar de la cuarentena, como lo evidencia la figura 7, desde abril del año 2020, el nivel de emisión de ruido medido en la calle 13 se incrementó a los niveles presentados en enero y febrero. Se puede deducir de ello que la disminución del impacto ambiental por aislamiento de pandemia en la Calle 13 fue específica en marzo únicamente.

A. Carta de control pandemia (Día)

Durante la pandemia hubo una gran cantidad de restricciones en general que evitaban de sobremanera la generación de altos niveles de presión sonora. Entre ellos la cuarentena, como lo muestra la figura 8, periodo en donde toda la población se vio obligada a permanecer en su hogar hasta nuevo aviso.

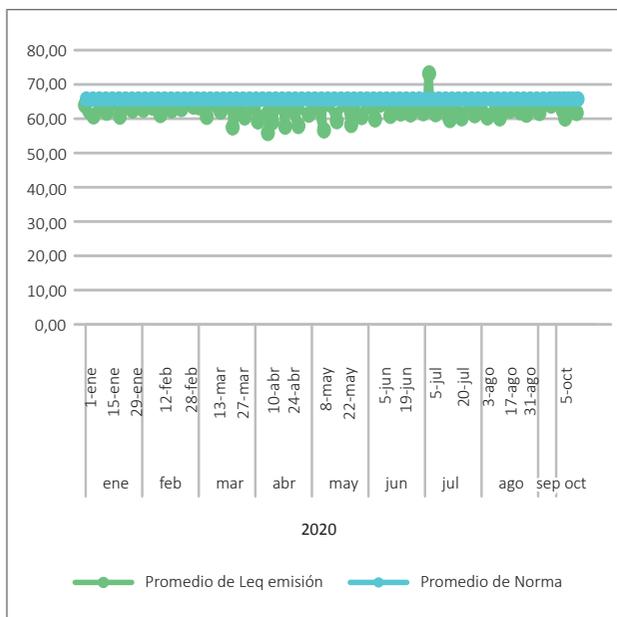


Figura 8. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A). Pandemia día.

Fuente: Elaboración propia. [18]

Solo en el ciclo de mediciones de día en estas fechas se observa un cumplimiento de los estándares máximos permisibles de ruido en el eje vial de la Calle 13.

B. Carta de control pandemia (Noche)

En contraste con las mediciones de Ruido del día, para las mediciones de ruido ambiental presentadas en la noche, (Ver figura 9) los niveles de ruido permanecen por encima de los 50dB

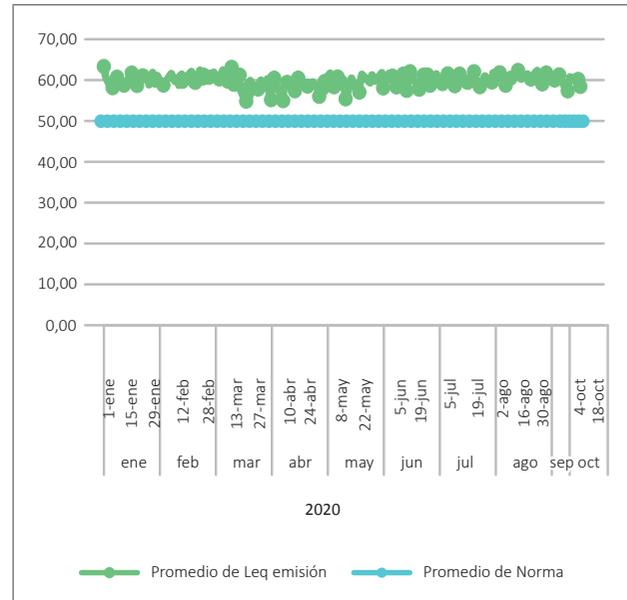


Figura 9. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A). Pandemia noche.

Fuente: Elaboración propia. [18]

Esta situación presenta una exposición a riesgo de ruido para la población que vive en los alrededores del eje vial de la calle 13 y que explica los datos los indicadores de salud ambiental asociadas a exposición a ruido de la Base datos de Salud Data de Bogotá [18].

2.1.3. Periodo post pandemia (2021)

Con el mapa de calor de este año, que presenta la figura 10, donde se observa que los niveles máximos de ruido emitidos en este eje vial se generaron dentro de la franja horaria de 6 am a 7 pm.

Promedio de Leq emisión Años	Día								Prom General
	Hora	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	
2021	12 a. m.	56,14	55,79	57,24	57,89	57,33	57,10	59,78	57,34
	1 a. m.	55,22	54,67	55,88	57,00	56,65	57,51	57,17	56,31
	2 a. m.	53,95	55,29	58,03	56,86	57,24	56,79	57,11	56,49
	3 a. m.	54,95	57,08	60,62	58,42	59,10	58,87	58,86	58,31
	4 a. m.	56,69	59,76	59,96	60,54	59,75	61,00	59,92	59,68
	5 a. m.	58,99	61,05	61,00	61,33	61,07	60,99	60,77	60,75
	6 a. m.	60,29	60,91	61,59	61,22	61,15	62,62	61,08	61,28
	7 a. m.	60,52	62,81	63,52	62,95	61,73	62,19	62,83	62,37
	8 a. m.	60,82	61,85	62,63	62,53	62,13	62,28	63,54	62,26
	9 a. m.	59,99	60,89	61,81	62,43	61,94	62,75	62,83	61,82
	10 a. m.	61,44	60,97	62,41	62,66	61,82	64,07	62,17	62,23
	11 a. m.	59,95	61,50	63,36	62,82	63,60	63,32	62,94	62,52
	12 p. m.	60,23	62,39	63,78	62,32	62,35	63,46	62,91	62,50
	1 p. m.	61,15	62,34	63,70	62,17	62,26	63,88	61,96	62,50
	2 p. m.	60,43	63,19	63,29	62,46	62,58	63,97	63,02	62,71
	3 p. m.	60,79	61,77	63,02	61,74	61,86	62,42	61,12	61,82
	4 p. m.	59,41	61,71	61,42	62,85	62,58	61,95	61,63	61,67
	5 p. m.	60,31	62,01	63,30	61,79	62,26	61,79	61,19	61,81
	6 p. m.	59,98	60,96	61,92	61,52	61,75	62,24	60,84	61,33
	7 p. m.	59,78	60,24	62,57	60,13	61,36	60,67	59,80	60,67
	8 p. m.	58,92	59,13	59,83	59,79	60,10	59,96	59,16	59,57
	9 p. m.	58,83	59,12	60,12	58,90	60,14	59,01	59,02	59,31
	10 p. m.	58,52	60,15	59,94	60,25	59,46	59,66	58,55	59,51
	11 p. m.	56,93	58,23	59,43	59,81	59,33	59,90	57,55	58,77
Total 2021		58,93	60,14	61,22	60,88	60,83	61,20	60,64	60,56

Figura 10. Semáforo de cumplimiento de los niveles máximos permisibles dB. Periodo pandemia (2021).

Fuente: Elaboración propia. [18]

2.1.3.1. Caracterización general y por zona horaria

El periodo establecido en el año 2021 se considera como la post pandemia, debido a la reactivación de la economía y el levantamiento definitivo de varias restricciones que aquejaban a la sociedad durante la pandemia. El comportamiento de la emisión de ruido en este periodo lo muestra la figura 11 a continuación.

La exposición a ruido ambiental emitida por el eje vial de la Calle 13, se mantuvo constante durante este periodo y no presentó fluctuaciones o comportamiento atípicos.

A. Carta de control pos pandemia (Día)

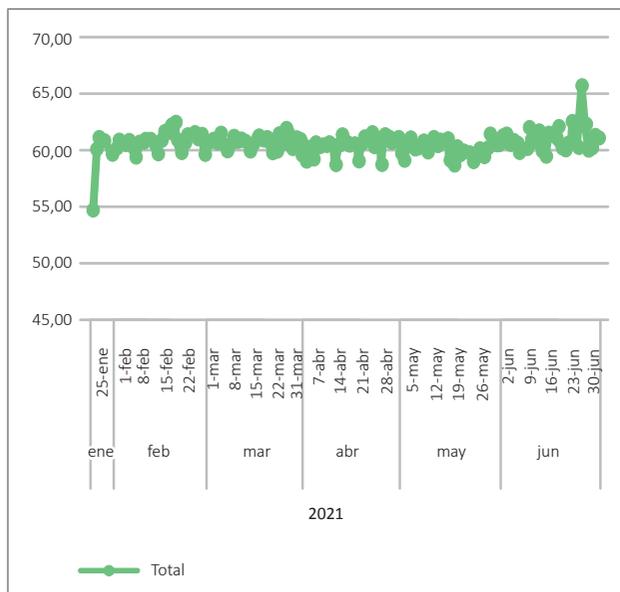


Figura 11. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A) año 2021.

Fuente: Elaboración propia. [18]

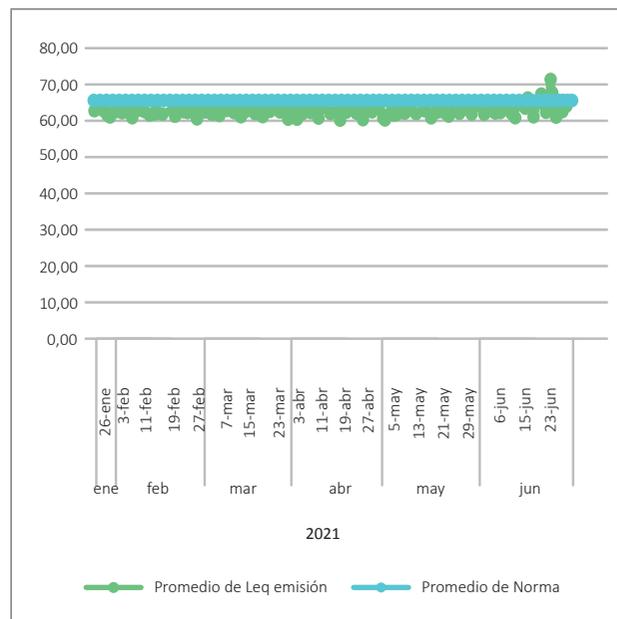


Figura 12. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A). Post pandemia día. Año 2021.

Fuente: Elaboración propia. [18]

Los niveles de presión sonora en comparación con los anteriores periodos no presentan mucha diferencia, lo que permite diferir que la distribución urbana de mercancías es el principal foco emisor de la zona estudiada, donde se aprecia que el 97.3% del promedio general de los datos cumple con la norma 627 del 2006.

Con base en la figura 12 se concluye que el periodo de post- pandemia, año 2021, en la jornada de mediciones de ruido de día se esta por debajo de nivel máximo de ruido permisible. Pero muy cerca del limite, lo cual hace que la población cercana, aunque no está en riesgo si está expuesta ruido ambiental alto.

B. Carta de control post pandemia (Noche)

Para el horario nocturno, aún se evidencia que el 100% de los datos sobrepasan la norma de 50dB, a lo cual se le atribuye como foco emisor a la distribución urbana de mercancías, ya que esta no presenta horarios restrictivos que impidan el tránsito de carga pesada en las horas de la noche.

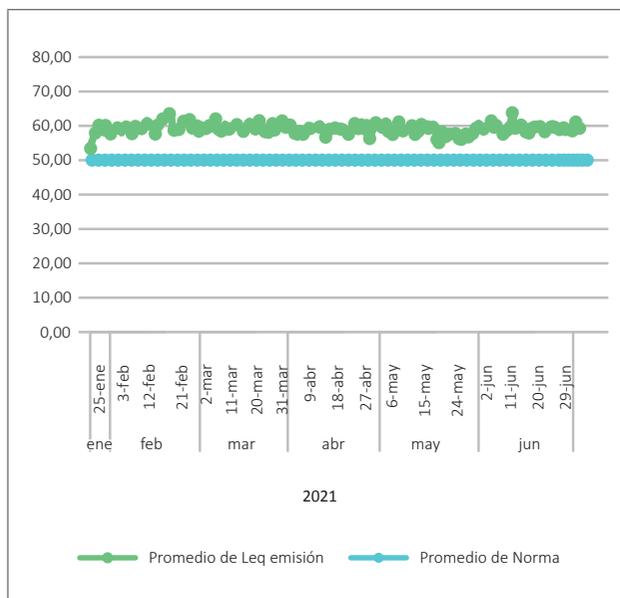


Figura 13. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A). Post pandemia Noche. Año 2021.

Fuente: Elaboración propia. [18]

La carta de control de la figura 13, concluye que en la noche se sigue exponiendo a la población a niveles de ruido por encima del valor de ruido máximo permisible para la zona, lo cual lo convierte en un riesgo de salud pública por un aspecto ambiental como lo es el ruido emitido por la calle 13.

2.2. Exposición a ruido ambiental en Bogotá prevalencia de alteración del sueño.

En [19] se indica que, en una encuesta realizada a 3400 personas, el 22,95% presentan alteración a la salud debido al ruido presentado en Bogotá, de los cuales el 57% de este valor es representado por la localidad de Fontibón. El instrumento utilizado permite evaluar el índice de calidad del sueño de Pittsburgh.

Por tanto, como lo muestra la figura 14, es válido afirmar que la distribución urbana de mercancías es uno de los aportantes a la emisión crítico de ruido en la zona de la calle 13 en Fontibón, teniendo en cuenta que es la entrada directa de centros principales de distribución ubicados en Madrid, Funza, Mosquera, etc.

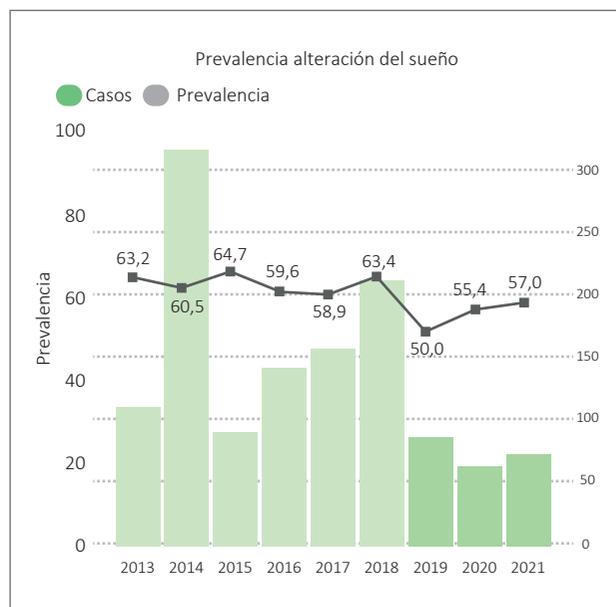


Figura 14. Prevalencia alteración al sueño.

Fuente: Elaboración propia. [19].

III. CONCLUSIONES

Evidentemente en los periodos de la pre pandemia y post pandemia es donde se encuentran los picos más elevados en cuanto a la violación de los estándares máximos permitidos por la norma, por esto es válido afirmar que el tránsito de personas por esta zona comercial puede ser un factor clave que altere los niveles de presión sonora emitidos allí.

En cuanto a la afectación a la salud, se considera que para personas residentes en esta zona a largo plazo este tema podrá influir drásticamente en su nivel de escucha,

ya que mantener niveles altos de presión sonora durante un rango muy prolongado puede generar sordera, estrés e incluso ansiedad, que en otras palabras se concluye como pérdida de sueño.

Por otro lado, para el periodo de la pandemia, los niveles de presión sonora son bastante constantes y a la par, en relación con los vehículos de carga pesada y de transporte de alimentos, se infiere con que no tuvieron ningún tipo de restricción de movilidad en este periodo. Es por esto que si se considera que los niveles de ruido presentados en la zona, aunque no sobrepasan el estándar de la norma, si son considerablemente altos, se deben al transporte de alimentos y a que en esta zona se encuentra una vía principal dentro de las rutas de abastecimiento de estos vehículos.

Finalmente se considera como un factor determinante el hecho de que los vehículos de carga de alimentos no tienen un horario de restricción de movilidad, lo que evidentemente afecta las mediciones en el horario nocturno, donde el límite es de 55dB, No obstante, en todos los periodos se evidencia un comportamiento entre los 60 y 66 dB para los horarios nocturnos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Andi, Universidad de la Sabana, Corporación Calle 13, «Corredor logístico calle 13: hallazgos y recomendaciones,» Andi, Bogotá, 2021.
- [2] Secretaria de Movilidad, dirección de estudios sectoriales y de servicios, «Observatorio de Movilidad Bogotá D.C./2017,» Secretaria de Movilidad Bogotá, Bogotá, 2018.
- [3] S. P. Contreras Cruz, M. A. Navarro Lorza y O. P. Rendón Arenas, «Análisis vial de vehículos de carga pesada en el corredor de la calle 13 en Bogotá D.C. En el periodo 2018 - 2020,» Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2020.
- [4] A. Ramírez González y E. A. Domínguez, «El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo,» *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 35, n° 137, pp. 509-530, 2011.
- [5] E. E. Agency, «Environmental noise in Europe, 2020,» *European Environment Agency*, vol. 1, n° 1, pp. 15-99, 2020.
- [6] Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, «Fronteras 2022: Ruido, llamas y desequilibrios - Nuevos temas de interés ambiental,» Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, 2022.
- [7] S. Shin, L. Bai, T. H. Oiamo, R. T. Burnett y S. Weichenthal, «Association Between Road Traffic Noise and Incidence of Diabetes Mellitus and Hypertension in Toronto, Canada: A Population-Based Cohort Study,» *Journal of the American Heart Association*, vol. 9, n° 6, pp. 1-22, 9 3 2020.
- [8] J. Pacheco, J. F. Franco y E. Behrentz, «Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto,» *Revista de ingeniería. Universidad de los Andes*, vol. 0, n° 30, pp. 72-80, 2009.
- [9] A. Ramírez González y E. A. Domínguez Calle, «Contaminación acústica de origen vehicular en la localidad de Chapinero. Bogotá,» *Gestión y Ambiente*, vol. 18, n° 1, pp. 17-28, enero 2015.
- [10] Car - Consorcio Proinark, «Estudio de Ruido Municipio de Facatativá,» Corporación Autónoma Regional CAR, Bogotá, 2009.
- [11] J. R. Quintero González, «Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia,» *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, vol. 1, n° 36, pp. 311-343, mayo 2012.
- [12] N. Rojas, «El aire de Bogotá,» *El Tiempo*, p. 23, 23 Diciembre 2005.
- [13] Resolución 650 "Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire", «Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.ins.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%200650%20DE%202010.pdf>. [Último acceso: 15 3 2023].
- [14] ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7 ed., vol. 1, Cincinnati, Ohio: ACGIH, 2020, pp. 1-47.
- [15] World Health Organization & International Programme on Chemical Safety, «Environmental health criteria 155. Biomarkers and risk assessment: concepts and principles,» World Health Organization, Genova, 1993.



- [16] K. Ashley, «Manual of Analytical Methods 5th Edition and Harmonization of Occupational Exposure Monitoring,» *HHS Public Access*, vol. 1, n° 1, pp. 1-21, enero 2015.
- [17] Secretaria de Movilidad de Bogotá, «cuales_son_las_areas_y_horarios_de_restriccion_de_circulacion_de_vehiculos_de_carga,» SMB, 15 03 2023. [En línea]. Available: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/preguntas_frecuentes/cuales_son_las_areas_y_horarios_de_restriccion_de_circulacion_de_vehiculos_de_0. [Último acceso: 15 3 2023].
- [18] Secretaria de Salud de Bogotá, «Exposición a ruido ambiental en Bogotá,» Secretaria de Salud de Bogotá, 30 12 2020. [En línea]. Available: <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/datos-de-salud/salud-ambiental/exposicion-ruido/>. [Último acceso: 5 12 2022].
- [19] Secretaria de Salud, «Ficha Técnica del Indicador Prevalencia de alteración en la salud por exposición a ruido en población adulta y adolescente.,» Secretaria de Salud, Bogotá, 2022.