

Artículo original

RUIDO Y TRÁFICO VEHICULAR EN LAS PRINCIPALES VÍAS DE LA CIUDAD DE TACNA DURANTE LA PANDEMIA COVID – 19

NOISE AND VEHICULAR TRAFFIC ON THE MAIN ROADS OF TACNA CITY DURING THE COVID 19 PANDEMIC

WILLIAMS SERGIO ALMANZA QUISPE²

 <https://orcid.org/0000-0003-0812-7834>

RICHARD SABINO LAZO RAMOS²

 <https://orcid.org/0000-0002-7878-7486>

ANGGELA GRACIELA NAVARRO BARRIO DE MENDOZA³

 <https://orcid.org/0000-0001-6227-3010>

DARIELA MAYLING ORÉ RAMOS⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-4381-5395>

PIERINA FABIOLLA ARIAS MENÉNDEZ⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-6855-3766>

MARÍA LAURA SANTANA FLOR⁶

 <https://orcid.org/0000-0002-6855-3766>

Recibido: 26/04/2022

Aceptado: 18/05/2022

Publicado: 05/06/2022

¹ Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú

² Administrador Técnico Forestal y de Fauna Silvestre de la ATFFS Moquegua Tacna, SERFOR. Tacna, Perú

^{3,4} Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Privada de Tacna, Perú

⁵ Área de salud y seguridad en el trabajo, Viettel Perú SAC, Perú

⁶ Área de seguridad salud ocupacional y medio ambiente, Consorcio PROMUVI II, Tacna, Perú

E-mail: ¹sergio_almanza_q@hotmail.com, ²oalsomar@gmail.com, ³anggelanavarro@gmail.com, ⁴darielaore@gmail.com, ⁵pierinao10294@gmail.com, ⁶marialauras48@gmail.com

Resumen

El tráfico vehicular aumentó en gran parte del mundo en los últimos tiempos y todo indica que seguirá agravándose, constituyendo un peligro para la calidad de vida urbana. Los fuertes impactos negativos, tanto inmediatos como de largo plazo, exigen esfuerzos multidisciplinarios para mantenerla bajo control mediante el diseño de políticas y medidas apropiadas. Por ello se analizó el ruido generado en las principales vías de la ciudad de Tacna, con la finalidad de conocer si bajo restricciones de movilización debido a la situación sanitaria generada por la COVID-19 que implementó el gobierno, se reducían los niveles de presión por la disminución del tráfico vehicular. Para este propósito, se estableció por conveniencia 67 puntos de muestreo en el horario diurno y 30 puntos para el horario nocturno en diferentes vías de la ciudad de Tacna. Se empleó un sonómetro integrador Tipo I, certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), que mide el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq). Los valores resultantes se contrastaron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para ruido (D.S. N.º 085-2003-PCM). No se encontró correlación significativa entre el ruido con el tráfico vehicular y el tipo de zona en el horario diurno; únicamente se encontró una correlación entre el ruido y el tipo de zona (Rho de Spearman = 0,447 y p-valor= 0,013). Se concluye que los niveles de ruido en tiempos de pandemia permanecieron en niveles similares a los periodos sin pandemia, por lo que las restricciones vehiculares impuestas por el gobierno no influyeron en la disminución del ruido a niveles adecuados, por el contrario, superaron lo establecido por la normativa en la mayoría de zonas.

Palabras clave: Ruido; contaminación sonora; estándar de calidad ambiental.

Abstract

Vehicular traffic has increased in much of the world in recent times, and everything indicates that it will continue to worsen, constituting a danger to the quality of urban life. The strong negative impacts, both immediate and long-term, require multidisciplinary efforts to keep it under control through the design of appropriate policies and measures. For this reason, the noise generated in the main roads of the city of Tacna was analyzed in order to know if under movement restrictions due to the health situation generated by COVID-19 that the government implemented, the pressure levels were reduced by the decrease in vehicular traffic. For this purpose, 67 sampling points during daytime hours, and 30 points for nighttime hours were established by convenience on different roads in the city of Tacna. A Type I integrating sound level meter was used, certified by the National Quality Institute (INACAL), which measures the equivalent continuous sound level (LAeq). The resulting values were contrasted with the Environmental Quality Standards (ECA) for noise (D.S. No. 085 -2003-PCM). No significant correlation was found between noise with vehicular traffic and the type of area during daytime hours, only a correlation was found between noise and type of area (Spearman's Rho = -0.447 and p-value= 0.013). It is concluded that noise levels in times of pandemic remained at levels similar to periods without the pandemic, so the vehicular restrictions imposed by the government did not influence on the reduction of noise to adequate levels; on the contrary, they exceeded what was established by the regulations in most areas.

Keywords: Noise; noise pollution; environmental quality standard.

1. Introducción

El crecimiento de la población mundial en los últimos años ha causado un incremento de las actividades que se desarrollan en los núcleos urbanos, ocasionando diferentes contaminaciones. Una de la más importante es la contaminación sonora que es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante que incide de forma negativa en su calidad de vida.

La contaminación sonora es en muchos casos causada por el tráfico vehicular que es un sistema complejo donde intervienen entes biológicos y no biológicos (infraestructura y sistemas de control). Su complejidad está relacionada esencialmente a su tamaño. En esa dirección el tráfico vehicular estriba en la teoría de las tres fases del tráfico que fue desarrollada por Boris Kerner entre 1996 y 2002. En ella se presenta un enfoque para el fenómeno del colapso del tráfico, entendiéndose como colapso a la repentina degradación de la libre circulación y el tráfico que resulta en las autopistas congestionadas de las ciudades. Kerner describe tres fases dividiendo en dos fases distintas el tráfico congestionado, flujo sincronizado (FS), flujo libre (FL) y congestionamiento ampliado móvil (CAM) (Teoría del tráfico Vehicular, 2014).

Comúnmente, en vías con alto tráfico vehicular se asume que es la causante del ruido percibido, este contaminante es causante de muchas enfermedades, por ello se considera que las secuelas del ruido son tan devastadoras para el ser humano y tan variadas y numerosas las fuentes que lo generan, que se trata de promover la conciencia sobre los perjuicios que ocasiona el contaminante invisible cuando alcanza un nivel superior a 70 dB, límite establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Gobierno de México, 2017).

Por otro lado, en el 2020 se cambió la manera de vivir por causa de la COVID-19 poniendo a la población en confinamiento en la mayoría de países que adoptaron esta medida como prevención a la propagación del virus, a consecuencia de ello los estudios arrojaron cambios significativos en la contaminación acústica en temporada de confinamiento por la disminución tráfico vehicular, actividades industriales, etc. En la ciudad de Tacna, no fue la excepción, de forma similar se impuso restricciones sobre la circulación vehicular y peatonal en las primeras fases de la pandemia y posteriormente se fue eliminando de forma gradual; no obstante, existía la posibilidad de que el ruido en condiciones de restricciones impuestas pudiese ser menor: por ello las necesidades de su evaluación. En ese sentido, la ciudad de Tacna se caracteriza por tener calles y avenidas con mucha actividad comercial en las zonas de tratamiento especial, comercial y residencial, presentaban gran flujo vehicular en condiciones normales que podrían estar afectando la salud de las personas especialmente en horas punta. Por lo tanto, el estudio se enfocó en medir el ruido en referencia a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en condiciones restrictivas para la circulación de vehículos en la ciudad de Tacna.

2. Objetivo

Evaluar el nivel de presión sonora ocasionado por el vehicular en las principales vías de Tacna durante la pandemia COVID - 19 y representarlos de forma gráfica según las zonas definidas como residencial, protección especial y comercial en horarios diurno y nocturno.

3. Metodología

Para la medición de la presión sonora se empleó el procedimiento del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (R.M. 227-2013-MINAM, 2013), además se empleó de referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido y los lineamientos sobre ECAS para ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM).

Monitoreo de la presión sonora y tráfico Vehicular

Para la medición del ruido, se establecieron los puntos de monitoreo, determinándose como áreas críticas las vías que presentan mayor tráfico vehicular, estableciendo 67 puntos para el horario diurno (7:01h a 22:00 h) y 30 puntos para el horario nocturno (22:01h a 7:00 h). Estos puntos se clasificaron en tres zonas; de protección especial, residencial y comercial, tal como se puede observar en la tabla 1 y 2, así como en la figura 1.

La medición de la presión sonora se realizó con un sonómetro integrador Tipo I, certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). El parámetro obtenido fue el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq). El sonómetro se ubicó en una zona distante de la producción del sonido, así como de áreas reverberantes (objetos, paredes, techo, suelo, etc.). El operario se ubicó a una distancia que evita el bloqueo en la medición. Se registraron los eventos que producían algún tipo de ruido.

La calibración para fase de campo se efectuó antes y después de cada medición, si los sonómetros eran utilizados más de 12 horas, estos se calibraban en campo de 1 a 2 veces por día, sin suprimir la calibración en laboratorio. Los calibradores cumplían con los requerimientos del IEC 60942.

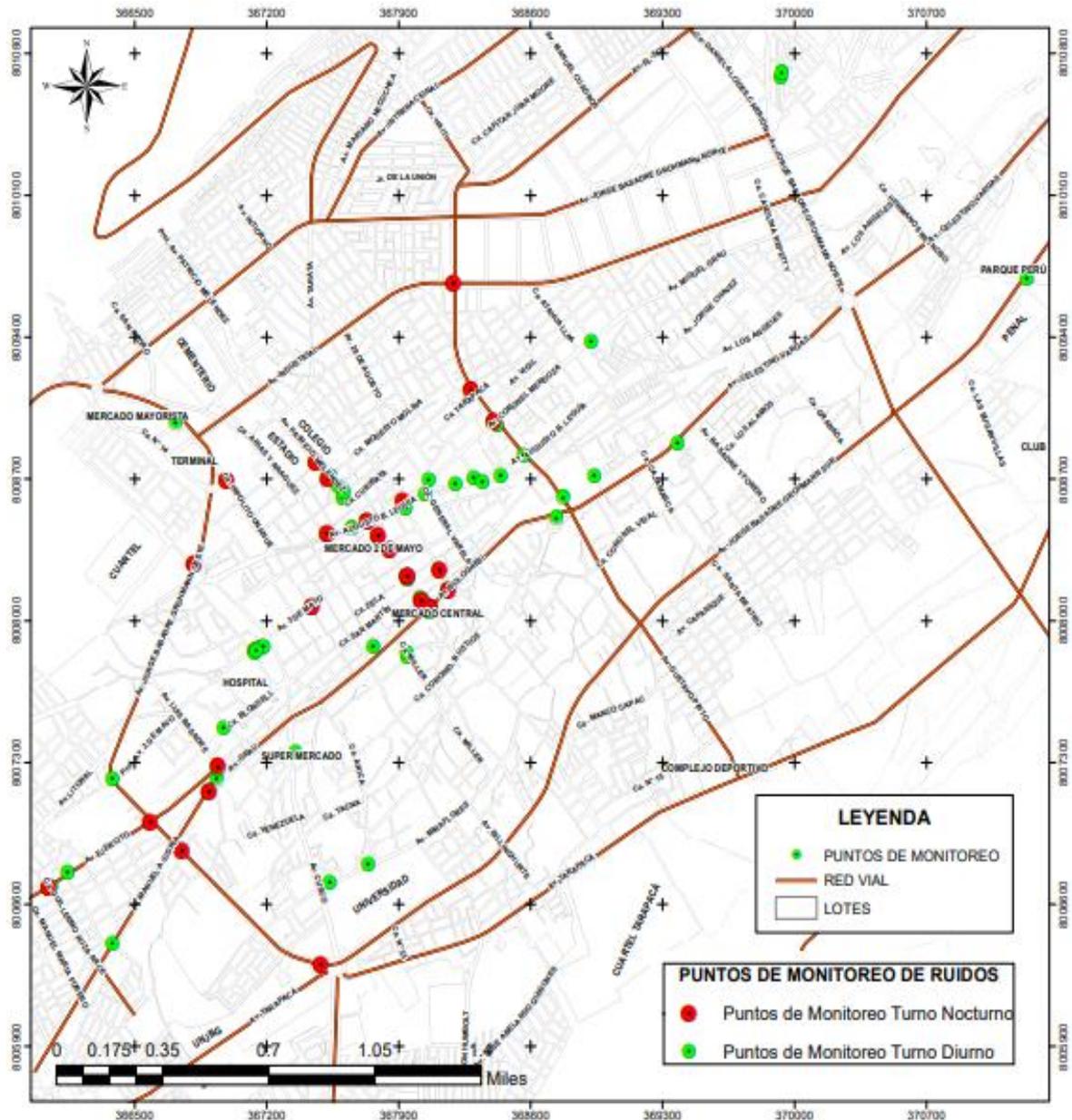
Elaboración del Mapa Acústico

El procedimiento consiste en la toma de un número de muestras sonoras en un tiempo prolongado, con la utilización de retículas de diferentes tamaños durante el muestreo de sonido. Para la confección de mapas, se consideró la metodología de rejilla o cuadrícula, que consiste en fraccionar el área de estudio poniendo una cuadrícula o rejilla a una distancia establecida y luego a proceder con la medida en sus intersecciones. Los espacios utilizados regularmente con esta metodología fluctúan desde los 50 a 300 metros en relación a las medidas del área geográfica de estudio.

La metodología de tráfico o vías realiza una clasificación de vías de tránsito para tomar muestras de sonido en diferentes puntos de muestreos, considerando los tipos de vías de una misma clasificación que generan niveles de ruido similares. Además, la metodología de la toma de muestras en relación a los usos del suelo incorpora la planificación territorial, por ejemplo, el uso residencial, comercial, industrial, etc.

Figura 1

Mapa de ubicación de puntos de muestreo



4. Resultados

Los niveles de presión sonora medidos en las zonas de evaluación se muestran en la tabla 1 y tabla 2. Tal como se aprecia, el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) excede en la mayoría de casos en función de las zonas identificadas. Según el ECA, para ruido normado por DS. N.º 085-2003-PCM para zona de Protección Especial es 50 Db, para el horario diurno y nocturno 40 Db. Estos valores se ven superados ampliamente. Respecto a la Zona Residencial, la normativa indica 60 dB para el diurno y 50 dB, estas también fueron superadas, no obstante, en el caso de la Zona Comercial en horario diurno es similar al indicado en la normativa (70 dB),

pero para el horario nocturno excede este valor. Al respecto, el ECA indica que no deben excederse los valores establecidos con la finalidad de proteger la salud humana

Tabla 1

Niveles de ruido de los puntos de muestreo según zonas horario diurno (7:01h a 22:00 h)

| Zona | Puntos de muestreo (N) | Ruido (LAeqT) (Media ± DM) | Tráfico vehicular (Media ± DM) |
|---------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Protección especial | 15 | 68,99 ± 3,63 | 9,49 ± 5,65 |
| Comercial | 24 | 70,00 ± 8,84 | 12,5 ± 7,311 |
| Residencial | 28 | 69,55 ± 7,94 | 20,80 ± 5,47 |

Nota. ECA ruido DS N° 085-2003-PCM, diurno para zona de Protección Especial: 50 dB, Zona Residencial: 60 dB, Zona comercial: 70 dB

Tabla 2

Niveles de ruido de los puntos de muestreo según zona horario nocturno (10:01pm a 7:00 am)

| Zona | Puntos de muestreo (N) | Ruido (LAeqT) (Media ± SD) | Trafico vehicular (Media ± SD) |
|---------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Protección especial | 5 | 73,70 ± 6,84 | 16,67 ± 2,89 |
| Comercial | 19 | 67,38 ± 7,04 | 7,00 ± 2,35 |
| Residencial | 6 | 68,81 ± 10,92 | 15,50 ± 7,92 |

Nota. ECA ruido DS N° 085-2003-PCM, nocturno para Zona de Protección Especial: 40 dB, Zona Residencial: 50 dB, Zona comercial: 60 dB. SD = desviación estándar.

Respecto a la correlación de las variables medidas para el horario nocturno, se observa en la tabla 3 que el ruido presenta un índice de correlación con el tipo de zona de -0,447 de Rho de Spearman y con un p- valor de 0,013, indicando que el ruido aumenta a medida que la zona es residencial. Otra correlación importante es la que presenta el tráfico vehicular con el nivel de congestión, con un Rho de Spearman 0,639 y un p- valor de 0,00, que indica que, al aumentar el tráfico vehicular, el nivel de congestión también aumentará.

Tabla 3

Correlaciones entre variables de estudio en horario nocturno (N=30)

| Parámetro | | Ruido (LaeqT) | Tráfico vehicular (vehículos/min) | Nivel de congestión ^a | Tipo de Zona ^b |
|------------------------|----------------------|---------------------|---|-------------------------------------|------------------------------|
| Ruido | Valor de correlación | 1 | 0,026 ^c | 0,243 ^d | -0,447 ^e |
| | P-valor | | 0,890 | 0,196 | 0,013 |
| Tráfico vehicular | Valor de correlación | 0,026 ^a | 1 | 0,639 ^b | 0,083 ^b |
| | P-valor | 0,890 | | 0,000 | 0,661 |
| Nivel de congestión | Valor de correlación | 243 ^b | 0,639 ^b | 1 | 5,674 ^c |
| | P-valor | 0,196 | 0,000 | | 0,225 |
| Zona | Valor de correlación | -0,447 ^b | 0,083 ^b | 5,674 ^c | 1 |
| | P-valor | 0,013 | 0,661 | 0,225 | |

Nota. a = el nivel de congestión se categorizó a partir del tráfico vehicular en niveles: bajo(1-8), medio(9 - 16) y alto (17 - 24) según la metodología usada por Gardilicic et al. (2014). b = tipo de zona; Residencial, protección especial y comercial. SD = desviación estándar. c= C. Pearson, d = R. Spearman, e = Chicuadrado.

En el horario diurno, se observa en la tabla 3 que no existe correlación del ruido con el tráfico vehicular, el nivel de congestión ni con el tipo de zona. No obstante, sí existe una correlación alta y significativa del tráfico vehicular con el nivel de congestión (p-valor = 0,000) y el tipo de zona (p-valor = 0,000); de forma similar entre nivel de congestión y tipo de Zona (p-valor = 0,003)

Tabla 4

Correlaciones entre variables de estudio en horario diurno (N=67)

| Parámetro | | Ruido (LaeqT) | Tráfico vehicular (vehículos/min) | Nivel de congestión ^a | Tipo de Zona ^b |
|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Ruido | Valor de correlación | 1 | -0,009 ^c | 0,087 ^d | -0,132 ^e |
| | P-valor | | 0,942 | 0,486 | 0,289 |
| Tráfico vehicular | Valor de correlación | -0,009 ^a | 1 | 0,799 ^b | 0,611 ^b |
| | P-valor | 0,942 | | 0,000 | 0,000 |
| Nivel de congestión | Valor de correlación | 0,087 ^b | 0,799 ^b | 1 | 16,42 ^c |
| | P-valor | 0,486 | 0,000 | | 0,003 |
| Zona | Valor de correlación | -0,132 ^b | 611 ^b | 16,42 ^c | 1 |
| | P-valor | 0,289 | 0,000 | 0,003 | |

Nota. a = el nivel de congestión se categorizó a partir del tráfico vehicular en niveles: bajo(1-8), medio(9 - 16) y alto (17 - 24) según la metodología usada por Gardilicic et al. (2014). b = tipo de zona; Residencial, protección especial y comercial. c= C. Pearson, d = R. Spearman, e= Chicuadrado.

Para la elaboración de mapas, se tomaron como data las mediciones directas de presión sonora y se comparó con los ECA. Los mapas acústicos que valoran la calidad ambiental de los niveles de presión sonora en las principales arterias del distrito de Tacna se muestra en la figura 2 y 3.

Figura 2

Niveles de presión sonora en el horario diurno

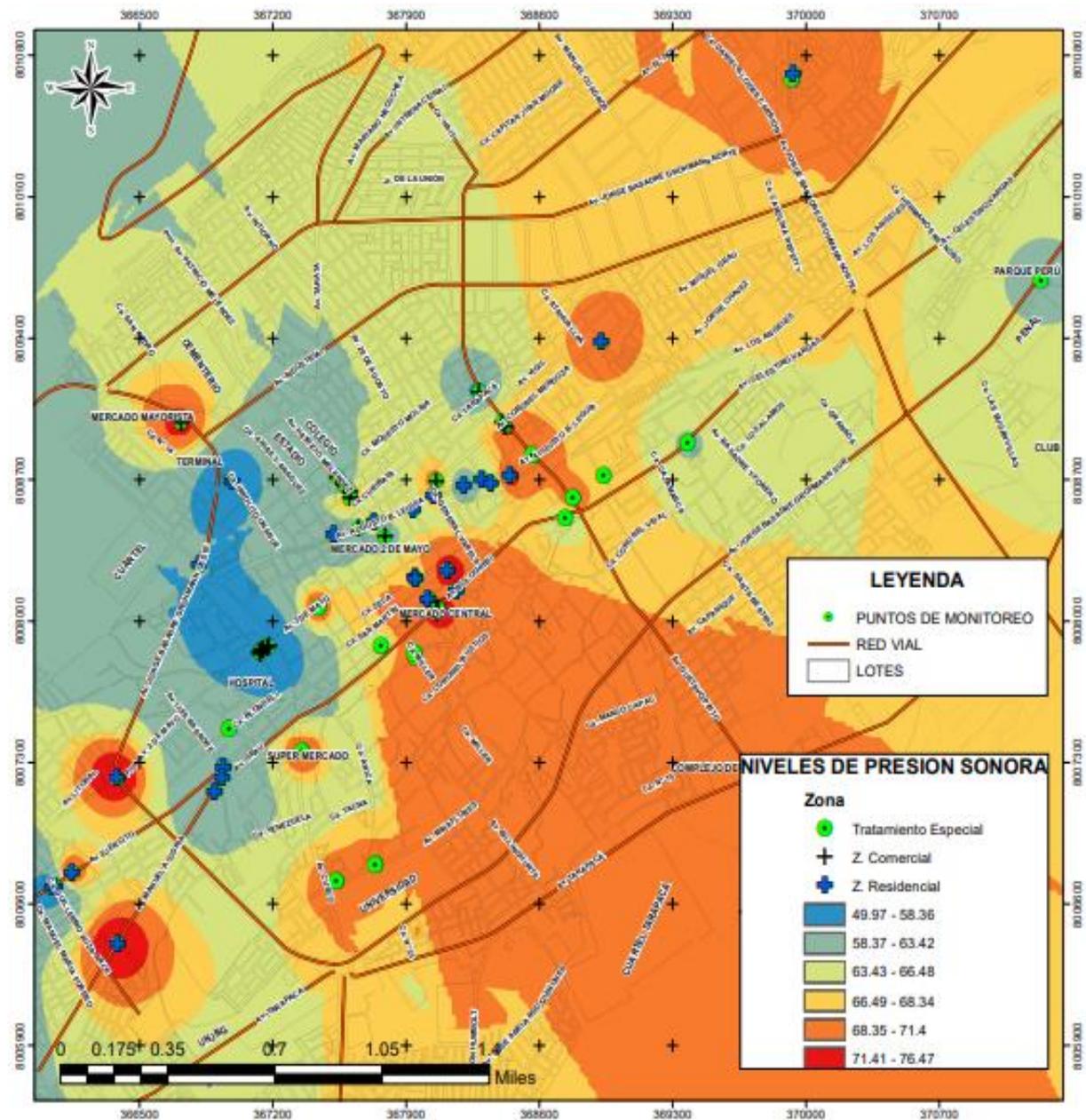
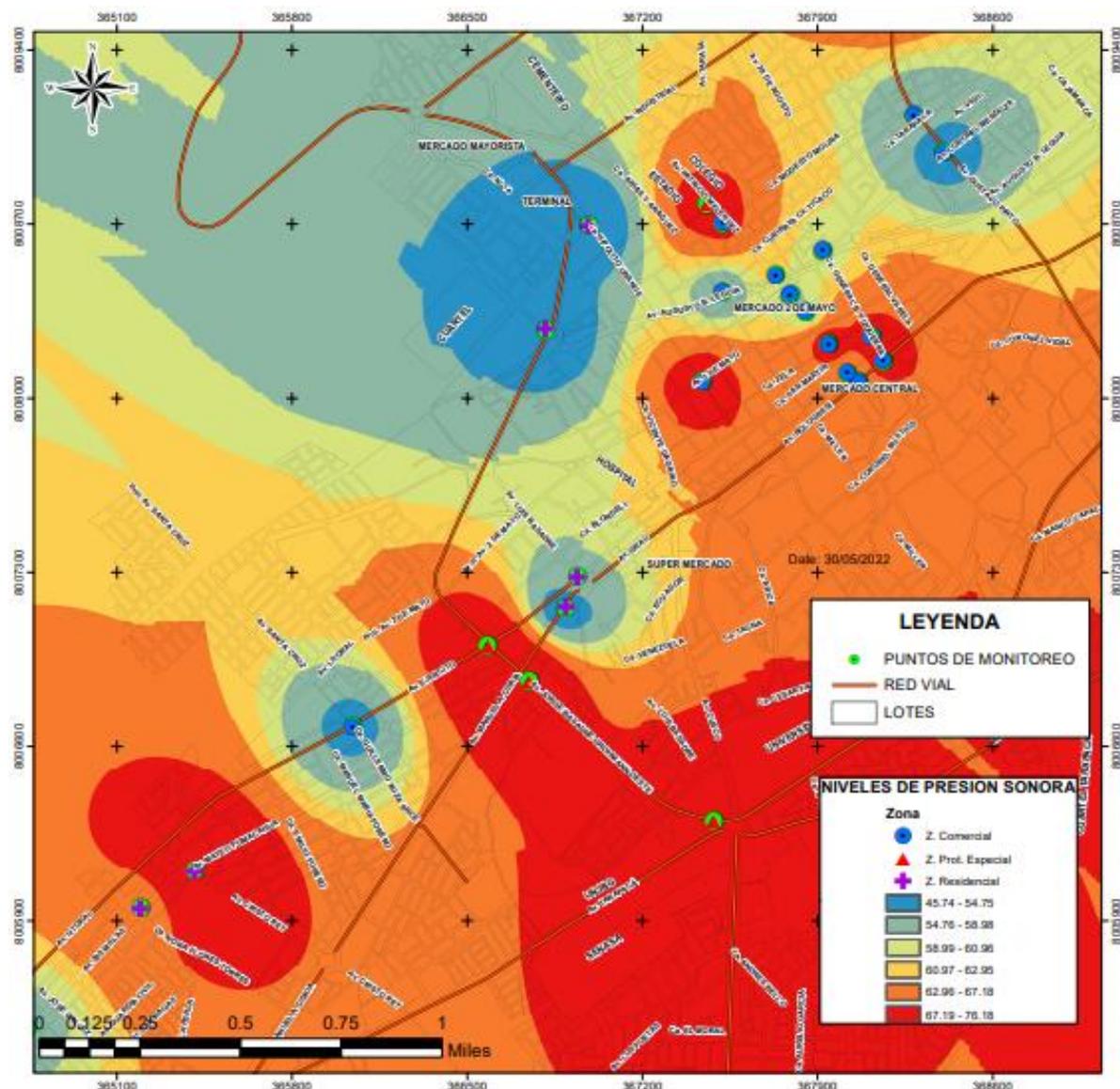


Figura 3

Niveles de presión sonora en el horario nocturno



5. Discusión

El nivel de presión sonora asociado al tráfico vehicular en las principales vías la ciudad de Tacna, en situación de pandemia por el SARS COV-2 superan los ECA de ruido (D.S. N.º 085-2003-PCM), esto significa que los valores de presión sonora se convierten en ruido, incluso superando lo dispuesto por la OMS, según Berglund et al. (1999) para zonas habitaciones de 55 dB para el día y zonas de protección especial de 55 para escuelas y centros escolares, al respecto, algunos estudios reportan que el ruido es una problemática constante en centros urbanos superando los estándares establecidos en las normativas y esta se debe al tráfico vehicular (Zamorano et al., 2020).

Las mediciones indican que en los 15 puntos de monitoreo en la zona de protección

especial del horario diurno superan los ECA con un rango de $68,99 \pm 3,63$ dB, rebasando al ECA para la zona de protección especial (50 dB), dichos valores coinciden con el estudio realizado por Yagua (2016), quien determinó que en ocho puntos de monitoreo, los niveles de presión sonora en las zonas de protección especial superaban lo regulado por los ECA.

En horario diurno para la zona residencial, se encontró un rango de $69,55 \pm 7,94$ dB, dichos valores rebasan al ECA (60 dB). Al respecto, Yagua (2016) comprobó que en las zonas residenciales específicamente las zonas de estudio, los niveles de presión sonora superaban los 60 dB establecidos, tal como se puede apreciar, los valores encontrados en situación de pandemia son similares a los reportados antes de la pandemia o en situación normal sin restricciones, esta realidad no parece reflejar lo ocurrido con algunos contaminantes ambientales que se redujeron en situación de pandemia.

Por el contrario, en la zona comercial y en horario diurno, se encontró que el nivel de presión sonora era similar a los ECA (70 dB), con un rango $70,00 \pm 8,84$ Db. En esta zona, 11 de los 24 puntos de monitoreo superaba lo establecido por la normativa; al respecto, en la investigación de Limache (2011), se determinó que para el horario diurno, el promedio de los niveles de presión sonora era de 70 dB, que afectaría negativamente a la población. Algo similar fue reportado por Zamorano et al (2019), quienes encontraron que los niveles de ruido alto afectan negativamente a la población, dichos estudios son similares a los valores encontrados en el presente estudio, por estas consideraciones se evidencia que no hubo cambios respecto a los valores de ruido antes de la pandemia.

Por otro lado, en la zona de protección especial del horario nocturno, se encontró valores que superaban los ECA (40 dB), puesto que en cinco puntos de monitoreo, se registró $73,70 \pm 6,84$ dB, rebasando altamente los valores máximos contemplados para zonas de protección especial, tal como se puede apreciar en las tabla 1 y 2, en ambos horarios se rebasaba lo establecido en la normativa.

Al hacer el monitoreo en la zona comercial en el horario nocturno, se encontró una presión sonora de $67,38 \pm 7,04$ dB, por cuanto en 11 de los 19 puntos de monitoreo superaban los ECA (60 dB), con un rango de 59,9 dB y 72,8 dB, rebasando los valores establecidos en la normativa.

En la Figura 1, se puede apreciar que en el horario diurno los niveles de presión sonora en la zona de tratamiento especial eran elevados, excediendo los ECA. En el horario nocturno, se observa en la Figura 3 que había diferentes zonas con los niveles de presión sonora que excedían los límites establecidos.

Así mismo, la presión sonora en la zona tratamiento especial, excedían en su totalidad los ECA, mientras que en la zona comercial se distingue que en el Óvalo Grau y en la Avenida Coronel Mendoza registraban los valores más altos, siendo 78 dB que superan altamente. Por otro lado, en la zona residencial se observa que la avenida Ejército con avenida Pumacahua y avenida 200 millas con Nora son puntos de muestreo donde se encontraron valores que exceden los estándares, siendo la avenida Pumacahua la vía con mayor contaminación sonora con 76 dB.

Es importante destacar lo que ocurre en el horario nocturno, específicamente en la zona de tratamiento especial donde los valores exceden notablemente en todos los puntos de monitoreo. Así mismo, en la zona residencial se aprecia que en la avenida Manuel Odria y avenida Leguía presentan los valores más altos, con un estándar menor de 50 Db; así como se

encontró en la avenida Pumacahua la menor contaminación sonora. Por otro lado en la zona comercial y en particular en la avenida Hipólito Unanue, los valores de presión sonora resultaron ser los más altos con 72 dB.

El análisis de congestión vehicular realizada según la metodología de Gardilic et al. (2014) indica que en horario diurno la zona de Protección Especial se categorizó en un nivel bajo (40 %), algo similar ocurrió en la Zona Comercial siendo en mayor porcentaje bajo (58,3%), de manera contraria aconteció en la zona residencial donde el tráfico se categorizó como alto (50 %). Por otro lado, en el horario Nocturno, en la zona de protección especial el nivel de tráfico fue medio (60 %), mientras que en la zona comercial fue alto (47,4 %), algo similar ocurrió en la zona residencial donde también fue alto (83,3 %), en estudios similares efectuados por Pari et al. (2019) en una zona comercial de la ciudad de Tacna, reportaron niveles altos de congestión altos tanto para el horario diurno y nocturno, las diferencias podrían explicarse por el hecho que en el tiempo de restricción debido a la pandemia, muchos comercios permanecieron cerrados, ocasionando menor afluencia de público que se refleja en el tráfico vehicular.

Aunque, no se halló correlación de ruido con las variables, salvo con el tipo de zona en el horario nocturno; la explicación se debería a las características físicas de la zona y las variables ambientales que existen en la ciudad, tales como la dirección de los vientos y la temperatura. Otra explicación podría ser el hecho de haberse captado la presión sonora generada por otras fuentes distintas al tráfico vehicular por tratarse de vías principalmente de uso comercial, por lo que existe también tráfico de personas, esta postura es compartida por Quintero (2012) quien indica que los altos niveles de presión sonora no era consecuencia inmediata de los altos flujos vehiculares, sino se debía a cierto tipo de transporte específico.

Respecto al tráfico vehicular, es notoria su disminución en el horario nocturno como es de suponerse, no obstante, en la zona de protección especial aumenta y este incremento se justificaría por el hecho que en esas zonas existe actividad relacionada a negocios, discotecas y otros que atraen mayor tráfico vehicular.

Como es de suponerse, el tráfico vehicular en el horario nocturno sí se encuentra correlacionado al nivel de congestión, es decir, el tráfico es la principal causa de los niveles de congestión tanto vial como peatonal, lo que es coincidente con las posturas teóricas, tal como afirma Quintero (2013) quien indica que el ruido es una condición humana inherente al crecimiento de las áreas urbanas.

6. Conclusiones

El ruido ambiental analizado en las principales vías de la ciudad de Tacna resulta ser un contaminante, que supera en la mayoría de casos los valores establecido en los ECA, tanto para zona comercial, residencial y de protección especial en los dos turnos, excepto en la zona comercial en el horario diurno que es semejante a lo contemplado en la normativa.

No existe correlación entre el ruido y nivel de congestión o tráfico vehicular en el horario diurno, mientras que en el horario nocturno se encontró únicamente una correlación entre el ruido y el tipo de zona.

Finalmente, se puede concluir que los niveles de ruido en tiempos de pandemia

permanecieron en niveles similares a los periodos sin pandemia, por lo que las restricciones vehiculares impuestas por el gobierno no influyeron en la disminución del ruido a niveles adecuados; por el contrario, superaban en la mayoría de zonas lo establecido por la normativa.

Por último, es pertinente que se amplíe los puntos de muestreo en las zonas de estudio, tanto en horario nocturno y diurno para tener más evidencias que ayuden a comprender mejor el fenómeno. También es importante que en futuros estudios se involucren otras variables como ruido de fondo o proveniente de otras fuentes, así como las características físicas de los puntos de muestreo.

7. Referencias Bibliográficas

- Berglund, Birgitta, Lindvall, Thomas, Schwela, Dietrich H y Organización Mundial de la Salud. Equipo de Salud Ocupacional y Ambiental. (1999) *Directrices para el ruido de la comunidad*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
- Gardilic, M., Daza, J., Caballero, G., & Romero, E. (2014). Análisis de la problemática del tráfico y vialidad del centro histórico de la Ciudad de Sucre. *Ciencias Económicas, Administrativas y Financieras, Manuales*, 145-174. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:C0eMCb5RSjJ:https://www.usfx.bo/nueva/Dicyt/Handbooks/Ciencias%2520Economicas,%2520Administrativas%2520y%2520Financieras_1/Ciencias%2520Economicas_Handbook_Vol%2520I/PAPERS_23/articulo_6.pdf+&cd=11&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe
- Gobierno de México. (2017, 11 junio). Es Día Mundial de la Descontaminación Acústica. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/ssshh-es-dia-mundial-de-la-descontaminacion-acustica?idiom=es>
- González, J. R. Q. (2012). Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (36), 311-343. Colombia. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>
- Limache, M. (2011). Diagnóstico de la contaminación sonora emitida por el tráfico vehicular que permita proponer medidas correctivas al sistema de gestión ambiental en el distrito de Tacna, 2010. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/645>
- Pinto, A. G. P., Arrieta, V. M., & Coque, H. O. (2019). Nivel de congestión del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna–2019. *Ciencia y Desarrollo*, (25), 32-40. <http://www.revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/861>
- Quintero González, J. R. (2013). El ruido del tráfico vehicular y sus efectos en el entorno urbano y la salud humana. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/7797>
- Teoría del tráfico Vehicular (2014). *Teoría del tráfico vehicular*. Conocimientoweb.net. <https://conocimientosweb.net/portal/article2733.html#:~:text=La%20Teor%C3%ADa%20de%20las%20tres,resultante%20en%20las%20autopistas%20congestionadas.>
- Yagua, W. (2016). Evaluación de la contaminación acústica en el centro histórico de Tacna

mediante la elaboración de mapas de ruido - 2016. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1915>

Zamorano González, B., Velázquez Narváez, Y., Peña Cárdenas, F., Ruiz Ramos, L., Monreal Aranda, Ó., Parra Sierra, V., & Vargas Martínez, J. I. (2019). Exposición al ruido por tráfico vehicular y su impacto sobre la calidad del sueño y el rendimiento en habitantes de zonas urbanas. *Estudios demográficos y urbanos*, 34(3), 601-629.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102019000300601

Zamorano-González, B., Peña-Cárdenas, F., Velázquez-Narváez, Y., Vargas-Martínez, J. I., & Parra-Sierra, V. (2019). Contaminación por ruido y el tráfico vehicular en la frontera de México. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 7(19), 27-35.
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67506>