

Ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas-Amazonas-Perú, 2018

Noise produced by vehicular transit in the historic center of Chachapoyas-Amazonas-Perú, 2018

Edwin Adolfo Díaz Ortiz¹

RESUMEN

En el presente estudio se han evaluado los niveles de presión sonora o ruido ambiental en el centro histórico de la ciudad de Chachapoyas en el departamento Amazonas (Perú), empleando sonómetros digitales tipo 2. Se identificaron seis estaciones de control del ruido, cinco en zonas residenciales y una en zona comercial, durante un periodo total de tres meses, luego del cual se determinó que hay contaminación sonora en el centro histórico y cuya expresión gráfica se presenta a través de mapas de ruido ambiental, elaborado con interpolación espacial con IDW (Inverse Distance Weighting). Los resultados revelan que existe contaminación sonora con valores que superan los 60 dBA y 70 dBA comercial y residencial respectivamente. Asimismo, el análisis estadístico elaborado con el software Statistix 8, entre otros aspectos señala que la zona con mayor contaminación acústica es la zona del mercado Modelo con valor promedio de 71.692 dBA y la zona con menor contaminación acústica es la zona de la plazuela Belén con un valor medio de 66.869 dBA, estos valores están influenciados por el tipo de tránsito vehicular; es decir vehículos livianos y vehículos pesados.

Palabras clave: ruido ambiental, tránsito vehicular, centro histórico.

ABSTRACT

In the present study, I evaluated the sound pressure levels or ambient noise in the historic center of the Chachapoyas city in the department Amazonas (Peru), using digital sound meters six stations type 2. Noise control were identified five residential areas and commercial area, for a total period of three months, after which it was determined that there is noise pollution in the historic center and whose graphic expression is presented through ambient maps noise, made with spatial interpolation with IDW (Inverse Distance Weighting). The results reveal that there is noise pollution with values exceeding 60 dBA and 70 dBA respectively commercial and residential. In addition, statistical analysis prepared with Statistix 8 software, inter alia states that the area with the highest noise pollution is the market area model with average value of 71,692 dBA and the area with less noise pollution is the area of Bethlehem square with a mean value of 66 869 dBA, these values are influenced by the type of vehicular traffic; that is to say vehicles and heavy vehicles.

Keywords: environmental noise, vehicular transit, historic center.

¹Ingeniero Civil. Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental. Doctorando en Ciencias e Ingeniería. Profesor Asociado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. E-Mail: edwin.diaz@untrm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

Según (Guzmán & Barceló, 2006) y (Quintero, 2013) el ruido es causante de molestias permanentes y afecta notoriamente las condiciones de salubridad ambiental por la contaminación acústica que produce; así mismo determinan que la fuente principal son los tipos de vehículos, aunado al trazado y estado de las vías y a su circulación, resultando indeseable para ejecutar las actividades diarias de los pobladores. El parque automotor en Chachapoyas supera los 3000 vehículos, con mayor circulación en el centro histórico por las actividades comerciales, salud y educación y más aún sus principales vías se encuentran en mal estado y no había información de los niveles de ruido.

Por ello la presente investigación evaluó el nivel de ruido, debido al tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas, durante un periodo de tres meses en seis estaciones con el empleo de sonómetros tipo 2, elaborando el mapa de ruido y determinado la variabilidad del ruido a lo largo del tiempo en las diferentes estaciones, semanas, días y periodos de medición, determinándose la existencia de contaminación sonora. Situación similar a estudios llevados a cabo en la Habana en Cuba, que también afronta el incesante incremento del flujo vehicular, donde se realizó la modelación y estimación del nivel sonoro del tráfico con cuyos datos elaboraron el mapa de ruido, destacando la contaminación acústica en las principales vías de la ciudad, con valores mayores a sus límites normativos (Guzmán & Barceló, 2006).

Quintero (2013), investigó el ruido en Tunja (Colombia), sosteniendo mediante análisis de correlación de Pearson y análisis de varianza Anova, que el nivel de ruido no guarda relación directa con la magnitud de los flujos de tráfico; sino que los niveles de ruido responden a los volúmenes por tipos específicos de vehículos. En Talca país de Chile, el estudio revela que la contaminación acústica en el centro de la ciudad genera daño irreparable en la vida y salud de las personas con consecuencias crónicas como pérdida de audición, cefaleas, irritabilidad, y náuseas, siendo atribuido a una alta congestión vehicular, peatonal y comercial en las calles del centro de la ciudad (Bello, 2009).

Santos (2007), en Lima determinó que el ruido afectaba al 46,15% de los entrevistados y que la fuente, más molestas que la genera es la de los vehículos. En el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú se detectó que la fuente principal de los niveles de ruido superiores a los límites proviene de los vehículos que transitan la Av. Universitaria y Riva Agüero y que la facultad más afectada con el

impacto acústico es el centro preuniversitario CEPREUPC que alcanza valores de 80 dBA (Baca & Seminario, 2012). Ciudades como Trujillo, también son afectadas por el ruido, según mediciones efectuadas los años 2010, 2011 y 2013 con valores superiores a 78 dBA superando a lo establecido en la Ordenanza Municipal N° 008-2007-MPT (SEGAT-Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, 2010; MINAM & OEFA, 2011 y SEGAT - Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, 2013).

En el ámbito local, en el campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas según Salas y Barboza (2016), los niveles de ruido ambiental son mayores a los establecidos en los ECA atribuyendo como causas principales a las actividades de construcción, uso de maquinaria pesada y tráfico vehicular y que las zonas más ruidosas son los dos ingresos y propone un mapa de ruido como instrumento de gestión y planificación para las autoridades universitarias.

II. MATERIAL Y MÉTODO

Objeto del estudio

Se estudió es el ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas, Amazonas, Perú, en el periodo comprendido entre junio y agosto de 2018.

Diseño de investigación

Correspondió a una investigación explicativa que se orientó a determinar la influencia del tránsito vehicular en la generación de ruido, aplicando una metodología longitudinal y correlacional; asimismo (Hernández, Fernández, & Baptista, 1997).

Población, muestra y muestreo

La población fue constituida por el ruido que produjo el tránsito vehicular en el área circunscrita al centro histórico de Chachapoyas. Las muestras fueron las lecturas del ruido, según horario, días, semanas y meses en las seis estaciones de monitoreo. El muestreo fue no probabilístico discrecional y a juicio del investigador, tomando lecturas del ruido en los horarios y las zonas de mayor concentración de tránsito vehicular, servicios como mercado, comercio e instituciones educativas.

Métodos

Inductivo que permitió el recojo ordenado de datos y el análisis de situaciones particulares del ruido en cada una de las estaciones generalizándose para el universo. El método cuantitativo permitió el recojo de datos de ruido mediante el uso de instrumentos así

como el manejo detallado de estos datos. El método analítico, permitió que el ruido en el centro histórico se pueda estudiar en cada una de las estaciones estableciendo las relaciones de causa efecto y naturaleza entre ellos.

Técnicas

La observación y toma directa de los sonidos o ruidos en el periodo de la investigación.

Instrumentos

Matrices con filas: horarios de medición y columnas: tipo de vehículos: livianos y pesados.

Procedimientos

Área de estudio

Fue el centro histórico de la ciudad Chachapoyas (6° 13' 54" S y 77° 52' 08" O) en el distrito y provincia Chachapoyas y departamento Amazonas, con altitud de 2360 m.s.n.m., delimitado por los jirones Puno, Triunfo, Hermosura y la Av. Libertad, con un área de 25.27 Hás. En su interior se realiza la mayor intensidad del tránsito vehicular, actividad comercial, salud y educación de la ciudad.

Ubicación de puntos de medición de ruido y tránsito vehicular

Los puntos han sido georeferenciados con el sistema de coordenadas WGS 84 y la zona UTM18 Sur, mediante el uso de un equipo receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global), con un margen de error de ± 3 m, marca Garmin, modelo Monterra, en las estaciones P1: Esquina del Mercado Modelo (0182074E; 9310710N), P2: Esquina del ILC (0181977E; 9310422N), P3: Esquina del BN (0182263E; 9310621N), P4: Esquina cevichería Puma Urco (0182276E; 9310432N), P5: ½ cuadra del terminal Móvil Tours (0182658E; 9310734N) y P6: Plazuela Belén (0182518E; 9310442N); según se detalla la Figura 1.



Fig. 1. Ubicación del área de estudio

Periodo de medición de ruido y tránsito vehicular

Se inició el 4 de junio de 2018 y concluyó el 24 de agosto de 2018, se midieron los días lunes, miércoles y viernes, en tres horarios cada día, con periodos de una hora: 6:30 – 7:30; 12:30 – 13:30 y de 17:30 – 18:30. En cada punto de monitoreo se midió ruido y conteo de vehículos durante 12 días, equivalente a 4 semanas.

El registro del ruido en dB, con ponderación A, en modo Slow, se ha efectuado en periodos de 2 segundos empleando dos sonómetros digitales clase 2, Sper Scientific 8500013, con escala de 30 a 130 dB, memoria interna para 31000 datos, temperatura de operación -10°C a 60°C y humedad de operación entre 10% y 75%, contraviento para micrófono. Se puede leer directamente los valores máximo y mínimo en dB del periodo de medición y también con el empleo del software SE390, que grafica el ruido medido en el periodo. En concordancia al protocolo de mediciones el equipo se instaló a 1.50m sobre el nivel de la calzada, previamente calibrado.



El registro de la cantidad de vehículos en los periodos indicados se efectuó por observación y mediante conteo manual, diferenciándolos por tipo de vehículo, para su posterior discriminación en vehículos ligeros y pesados.

Determinación del nivel acústico equivalente (Leq)

Con fines comparativos con la normatividad vigente (D.S. N° 085-2003-PCM) los estándares nacionales de calidad ambiental se expresan en niveles sonoros continuos equivalentes, que corresponde a los niveles en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un periodo de tiempo T, que en el caso de la presente investigación es de una hora. Para el cálculo se empleó la siguiente expresión: $Leq = 10 \log[(\sum 10^{Li/10})/T]$ dBA.

Análisis de datos

La comparación de los valores del ruido en cada punto medido, se determinó mediante un análisis de varianza (OneWay AOV), a partir del cual se evidenció diferencias significativas en las seis estaciones de medición de ruido evaluados sobre los valores en dBA de los niveles sonoros continuos equivalentes (LAeqT); por lo que se aplicó el análisis de comparación múltiple de Tukey para la comparación de las medias y establecer las diferencias entre estaciones de medición, produciéndose el mayor ruido en P1 (71.692 dBA) y el menor ruido en P6 (66.869 dBA).

La prueba de correlación de rangos de Spearman, respecto al ruido (LAeqT) y su influencia por el tipo de vehículos livianos (VL) y vehículos pesados (VP), señala la alta significancia para el ruido los tipos de vehículos y la relación lineal moderada directa para la cantidad de VL y relación baja directa para la cantidad de VP.

Construcción del mapa de ruido

Con los resultados medios, máximos y mínimos obtenidos para cada punto de medición, se elaboró el mapa de ruido ambiental para el centro histórico de Chachapoyas, con el uso del software SIG ArcGIS, su extensión Geostatistical Analyst Tools e interpolación IDW para representar espacialmente los valores de cada punto de medición.

III. RESULTADOS

Los niveles de ruido ambiental y la cantidad de vehículos, en las seis estaciones de monitoreo durante el periodo de la investigación se muestran en la Tabla 1 y en la Tabla 2, en la que se evidencia predominio de vehículos livianos sobre los vehículos pesados y que en la estación P1 se presentan los mayores valores promedio del ruido y en la estación P6 se presentan los menores valores promedio del ruido en LAeqT (dBA).

Tabla 1. Niveles de ruido y flujo vehicular

Punto de medición	P1: Esquina Av. Libertad y Jr. Ortiz Arrieta			P2: Esquina Jr. Triunfo/Jr. Chincha Alta			P3: Esquina Jr. Ayacucho y Jr. 2 de Mayo		
	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.
Horario									
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	71.7	5	399	69.6	4	302	68.3	5	333
12:30 p.m. - 13:30 p.m.	71.8	7	711	69.9	4	303	68.0	5	335
17:30 p.m. - 18:30 p.m.	71.7	5	656	70.0	4	292	67.6	5	331

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Niveles de ruido y flujo vehicular

Punto de medición	P4: Esquina Jr. Triunfo y Jr. 2 de Mayo			P5: Esquina Av. Libertad y Jr. Hermosura			P6: Esquina Jr. Triunfo y Jr. Tres Esquinas		
	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.
Horario									
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	68.3	6	460	70.6	15	788	66.8	12	361
12:30 p.m. - 13:30 p.m.	68.4	6	459	70.6	15	798	66.9	12	367
17:30 p.m. - 18:30 p.m.	68.3	5	443	70.6	15	789	66.9	12	361

En la Tabla 3, se muestra que la estación con mayor ruido medio es la P1 (71.692 dBA) y la de menor ruido medio es la P6 (66.869 dBA).

Tabla 3. Comparación múltiple de Tukey

Estación	Valor medio (dBA)	Grupos homogéneos
P1: Esquina Av. Libertad y Jr. Ortiz Arrieta	71.692	A
P5: Esquina Av. Libertad y Jr. Hermosura	70.536	AB
P2: Esquina Jr. Triunfo/Jr. Chincha Alta	69.917	B
P4: Esquina Jr. Triunfo y Jr. 2 de Mayo	68.217	C
P3: Esquina Jr. Ayacucho y Jr. 2 de Mayo	67.819	CD
P6: Esquina Jr. Triunfo y Jr. Tres Esquinas	66.869	D

La Fig. 2 muestra que los valores medios, máximos y mínimos de los ruidos, en las seis estaciones de monitoreo superan los valores normativos de 70 (zona comercial, caso de P1) y de 60 (resto de estaciones).

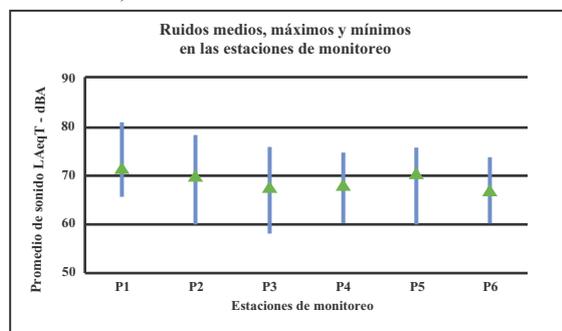


Fig. 2. Ruidos medio, máximo y mínimo.

Además hay influencia en el ruido por los tipos de vehículos ($p < 0.01$), aunque una relación moderada con vehículos livianos (VL: 0.5613) y baja con vehículos pesados (VP: 0.3378).

Se observa que el horario más ruidoso es el comprendido entre las 17:30 hrs a 18:30 hrs, con 70.164 dBA, según el análisis de comparación múltiple de Tukey que se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Comparación múltiple de Tukey para los horarios de medición

Medición	Valor medio (dBA)	Grupos homogéneos
17:30 hrs – 18:30 hrs	70.164	A
12:30 hrs – 13:30 hrs	69.975	A
06:30 – 07:30 hrs	67.386	B

Las figura 3: Mapa de ruido ambiental o mapa acústico, muestra la distribución del ruido ambiental en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas.

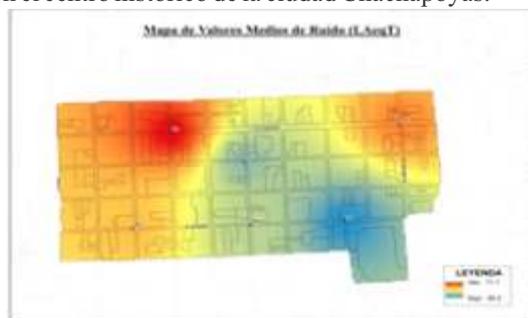


Fig. 3. Distribución del ruido en el centro histórico

IV. DISCUSIÓN

Los ruidos medidos en las seis estaciones del centro histórico, evidencian contaminación acústica y está asociada al tránsito vehicular, especialmente de

vehículos livianos, situación contemplada por la FHWA, 2004; Austroads, 2005 & FTA, 2006, citado por (Quispe, 2016), que reconocen que la contaminación acústica, se manifiesta mayormente en los sistemas urbanos y la causa principal recae en el transporte vehicular.

El análisis de Spearman señala la alta influencia de los tipos de vehículos con el ruido ($p < 0.01$), esto se corrobora con la investigación de Quintero (2013), que demostró que en Tunja (Colombia) los niveles de ruido responden al tránsito por tipo específico de vehículo.

Por otro lado, la zona más ruidosa y la que presentó el valor medio máximo de ruido es la del mercado Modelo (zona comercial), situación que guarda relación con la investigación de Bello (2009), que demostró que Talca (Chile) zona de desarrollo comercial, incrementó su contaminación acústica por encima de valores normativos por su alta congestión vehicular.

El ruido en el centro histórico supera los estándares de calidad ambiental para el ruido, resultados similares a los reportados por Zanardi, Maglioli y otros (2012), en la localidad de Caseros (Argentina), que empleó medición directa y mapeo de los niveles sonoros, encontrando valores mayores a los recomendados por la OMS, mayor riesgo de afectación de la salud e influencia directa en la calidad de vida de las personas.

Los tres horarios del día, que corresponden al horario diurno, son ruidosos siendo mayor de 17:30 hrs a 18:30 hrs, seguido de 12:30 hrs a 13:30 hrs y de 6:30 hrs a 7:30 hrs con valores de ruido con diferencias no significativos con tendencia a la baja, situación similar a la encontrada en Trujillo (Perú), en los años 2010 y 2013, donde los niveles de ruido superaban los límites máximos permisibles para zona comercial en horario diurno y producían el incremento de las molestias a nivel grave (SEGAT-Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, 2010) y (SEGAT - Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, 2013).

El mapa de ruido permite identificar las zonas de mayor y menor ruido, por los colores que definen los niveles de ruido a los que están sometidas las diferentes zonas del centro histórico de Chachapoyas. Similarmente Guzmán & Barceló (2006), elaboraron mapas acústicos para La Habana (Cuba), destacando la contaminación acústica en las principales vías de la ciudad. Esta metodología también fue usada por Zanardi et. al (2012), en la zona céntrica de Caseros (Argentina) y pudo determinar los niveles de

contaminación acústica; así también Salas & Barboza (2016), en sus estudio de ruido en el campus universitario de la Untrm, definieron las zonas de mayor y menor ruido.

V. CONCLUSIONES

Los niveles de presión sonora por el tránsito vehicular, en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas, son mayores a los estándares de calidad ambiental por ruido del D.S. N° 085-2003-PCM. La mayor contaminación sonora está en P1 (Mercado Modelo, 71.692dBA) y la menor en la P6 (plazuela Belén, 66.869 dBA). Los valores mínimos de ruido, en las seis estaciones de monitoreo, son mayores al valor normativo de 70 dBA (zona comercial, caso de P1) y de 60 dBA (resto de estaciones).

El análisis estadístico del ruido demostró diferencia significativa en las seis estaciones de medición de ruido, determinando cuatro grupos homogéneos con tendencia a la baja: P1 (71.692 dBA), P5 (70.536 dBA), P2 (69.917 dBA), P4 (68.217 dBA), P3 (67.819 dBA) y P6 (66.869 dBA). También, los tipos de vehículos influyen en el ruido ($p < 0.01$), aunque con relación moderada para el caso de vehículos livianos y baja con respecto a los vehículos pesados. El análisis con Tukey, señala que el horario más ruidoso es de las 17:30 hrs a 18:30 hrs, con 70.164 dBA.

El flujo vehicular liviano (VL) y pesado (VP) es mayor en la estación P5 (media cuadra de Móvil Tours con valor medio de 798 VL y 15 VP entre las 12:30 hrs a 13:30 hrs) y es menor en P2 (esquina ILC, con valor medio de 292 VL y 4 VP entre las 17:30 hrs a 18:30 hrs). Así también la estación P1 (Mercado Modelo), tiene flujo importante de vehículos de 711 VL y 7 VP entre las 12:30 hrs a 13:30 hrs.

El mapa de ruido ambiental del centro histórico de Chachapoyas, permite identificar las zonas con mayor y menor contaminación acústica.

VI. RECOMENDACIONES

Las conclusiones de la investigación deben ser de conocimiento de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas y a la CAR Amazonas, como insumo para la planificación y gestión del tránsito vehicular en la ciudad.

La Untrm conjuntamente con la municipalidad provincial, dirección regional de salud, dirección regional de transportes, entre otras, deben realizar campañas de sensibilización a conductores y a la población respecto a los efectos del ruido.

La Untrm debe propiciar que se ejecuten estudios de

ruido en otros ámbitos de la región en los que las fuentes de ruido generan malestar en las personas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baca, W., & Seminario, S. (2012). Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Bello, W. (2009). Evaluación de los niveles de contaminación acústica del centro de la ciudad de Talca. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 1-10.
- Guzmán, R., & Barceló, C. (2006). Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de La Habana, 2006. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, Vol. 46, Núm. 2, Agosto, 2008, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, 1-13.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Quintero, J. (2013). Niveles de ruido vehicular en la Avenida Suárez en la ciudad de Tunja, Colombia. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Quispe, L. (2016). Evaluación del ruido producido por el parque automotor en el centro histórico de la ciudad de Trujillo, Junio Noviembre, 2016. Trujillo.
- Salas, R., & Barboza, E. (2016). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. INDES, 88-96. SEGAT - Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo. (2013). Monitoreo de ruido ambiental realizado en la ciudad de Trujillo. Trujillo.
- SEGAT-Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo. (2010). Evaluación ambiental de ruidos molestos en el Centro Histórico de la ciudad de Trujillo. Trujillo.
- Zanardi, E., Magliolo, L., & Urquiza, N. (2012). Los niveles sonoros en el ámbito urbano y sus consecuencias negativas sobre la calidad de vida de la población. Ruido urbano en el centro de Caseros.