

Relationship between urban noise and vehicular traffic in the city of Guayaquil

Milton G. Andrade, MSc. Ingeniería Ambiental,¹, Marcial S. Calero, PhD-MSc. Ingeniería Hidráulica²,
Vera Barriga, Mgs. Gerencia y Liderazgo Educativa¹, Byron R. Córdova. Arquitecto³

¹Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción,
andrade.laborde@gmail.com, vbarrigaa@ulvr.edu.ec,

² Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería Industria y Construcción.
mcaleroa@ulvr.edu.ec,

³Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador, arq.rene_cordova@yahoo.com

Abstract– Urban noise generated by vehicular traffic was studied through the collection of noise and traffic information in ten points within the city of Guayaquil, distributed in residential, commercial, hospital, educational and industrial areas. More than 18,000 noise data were processed and then analyzed statistically to find strong correlations.

Keywords- urban noise, traffic volume, mathematical model, urban area, acoustic

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.2>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

Relaciones entre el ruido urbano y el tráfico vehicular en la ciudad de Guayaquil

Milton G. Andrade, MSc. Ingeniería Ambiental,¹ Marcial S. Calero, PhD-MSc. Ingeniería Hidráulica², Vera Barriga, Mgs. Gerencia y Liderazgo Educativo¹, Byron R. Córdova. Arquitecto³

¹Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, andrade.laborde@gmail.com, vbarrigaa@ulvr.edu.ec,

² Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería Industria y Construcción. mcaleroa@ulvr.edu.ec,

³Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador, arq.rene_cordova@yahoo.com

Abstract

The urban noise generated by vehicular traffic emphasizing the high flow was studied through the collection of noise and vehicular traffic information at ten points within the city of Guayaquil, distributed in five residential, commercial, hospital, educational and industrial areas. More than 18,000 noise data processed statistically with R were analyzed and analyzed to find noise-traffic correlations in an integral and by zones. Due to presenting a similar functional behavior / registers, for integrated residential and commercial zones, the NRE model was defined = $0.2418 \times Vm + 79.94$, proposing to sample in other sectors of the city to generalize / validate / redefine the equation . The model evidences behavior among vehicular noise-traffic for Guayaquil, contributing to sustainable territorial-acoustic development.

Keyword: urban noise, traffic volume, mathematical model, urban area, acoustic

Resumen

El ruido urbano generado por tráfico vehicular enfatizando el flujo alto fue estudiado a través del levantamiento de información de ruido y aforo vehicular en diez puntos dentro de la ciudad de Guayaquil, distribuidos en cinco zonas del tipo residencial, comercial, hospitalaria, educativa e industrial. Se procesaron más de 18.000 datos de ruido procesados estadísticamente con R y analizados para encontrar correlaciones ruido-tráfico de forma integral y por zonas. Por presentar un comportamiento/registros regular similar funcional, para las zonas integradas tipo residencial y comercial se definió el modelo $NRE = 0,2418 \times Vm + 79,94$, proponiéndose muestrear en otros sectores de la ciudad e incorporar otras variables para generalizar/validar/redefinir la ecuación. El modelo evidencia comportamiento entre el ruido-tráfico vehicular para Guayaquil, aportando al desarrollo territorial-acústico sostenible.

Palabras clave: Ruido urbano, volumen de tráfico, modelo matemático, área urbana, acústica

1 INTRODUCCIÓN

El ruido está considerado como un contaminante acústico o sonoro con diversos impactos ambientales en el

entorno físico y socio-económico donde se manifieste. A nivel de investigación, el tema de contaminación por ruido se está estudiando para distintos factores como daños auditivos, enfermedades relativas al corazón, desórdenes psicológicos [1], así como, relacionando el efecto urbano del ruido con el impacto ambiental [2], económico [3], desvalorización de la propiedad [4], entre otras.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta afectaciones a la salud por el efecto de ruido, sean estas perturbaciones [5], descoordinación auditiva [6], desorden al dormir [7], entre los más citados.

A nivel de ciudades de la región, se está optando por levantar la información de ruido ambiental para crear mapas o modelos temáticos de ruidos como paso inicial para definir políticas de ordenamiento urbano, tal es el caso de Bogotá, Colombia determinándose la relación directa entre los niveles de ruido ambiente y el tráfico vehicular [8]; Medellín, Colombia se realizó el levantamiento a nivel de ciudad de los niveles de ruido para crear mapas acústicos, en donde se identificaron valores por arriba de los 70 dB(A) para zonas urbanas [9]; en la ciudad de Belem, Brasil, se utilizó la identificación de la realidad acústica ambiental con la ayuda de mapas geo-referenciados como fase de apoyo a las posteriores que incluirán la modelación matemática para predecir el ruido ambiente dentro de la próxima década y los planes de gestión municipales contra el ruido [10].

La ciudad de Guayaquil, Ecuador, al igual que otras grandes ciudades, afronta el desafío de responder con satisfacción a las necesidades que sus habitantes le presentan según el progreso y las tendencias urbanas. Por su parte, la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción (FIIC) de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (ULVR), promovió una investigación para responder y aportar desde el ámbito de su competencia con criterios de ciencia, técnicos urbanísticos para analizar el ruido urbano generado en ciertos sectores de la ciudad.

Al relacionar la intensidad de ruido con la percepción de molestia hacia las personas, los estudios relacionan una perturbación del 20% al 25% de la población en Europa [11], y se han elaborado curvas de perturbación hacia las personas en donde se pretende estimar el grado de perturbación en función de la intensidad del ruido en diferentes ciudades [11] [12] [13] [14].

Con el mismo enfoque, se evidencian investigaciones para el ruido en Guayaquil con mediciones puntuales en distintas zonas de la ciudad, observándose niveles de ruido elevados [15], estas investigaciones no relacionan el ruido con la calidad urbana, ordenamiento territorial urbano ni con el tráfico vehicular.

El ruido generado por el tránsito vehicular puede alcanzar niveles mayores de 90 dB en vías urbanas de tránsito vehicular alto y niveles entre 80 y 90 dB vías urbanas con tránsito vehicular medio [16].

En la ciudad de Tunja, Colombia se determinó los niveles de ruido y volumen vehicular en corredores viales para encontrar correlaciones importantes entre estas dos variables; sin embargo, el autor concluye que los niveles de ruido no son consecuencia del aumento del flujo vehicular, sino consecuencia de volúmenes específicos del tránsito [17].

La contaminación sonora representa una problemática general de centros urbanos en desarrollo como la ciudad de Guayaquil, caracterizado por falta de un ordenamiento territorial-ambiental-acústico con visión prospectiva para el flujo vehicular.

La investigación aborda el estudio del ruido urbano relacionado con el tráfico vehicular en la ciudad de Guayaquil, enfatizando el flujo vehicular alto o crítico.

En el Ecuador, el número de vehículos matriculados tuvo un crecimiento anual del 9,8%, según la estadísticas de transporte terrestre generadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC, con 1'925.368 vehículos matriculados en el año 2015, correspondiendo a la provincia del Guayas el 18,8% del total de vehículos matriculados [18].

El estudio, con información levantada del ruido ambiental-vehicular en diferentes sectores de Guayaquil urbano, propone encontrar una función o tendencia gráfica-analítica representativa entre las zonas de tipo residencial, comercial, hospitalaria, educativa e industrial, así como, obtener una relación matemática entre el ruido urbano y el tráfico vehicular.

El análisis tendencial del ruido por zonas de uso del suelo y el modelo ruido urbano-tráfico vehicular son componentes del comportamiento acústico territorial que requiere los Gobiernos Locales y Regionales para planificar y desarrollar políticas y lograr un desarrollo sostenible y calidad de vida aceptable.

2 METODOLOGÍA

El desarrollo del estudio se fundamentó en tres etapas estructuradas e interrelacionadas para alcanzar los objetivos y productos de la investigación. Las etapas fueron: Preparación, levantamiento de información, y análisis de información. Las actividades macro intervinientes fueron.

Etapas de preparación. Son las actividades necesarias que dieron el sustento técnico, teórico y operativo del proyecto de investigación. En esta etapa se determinaron campos de estudio, referencias bibliográficas, contratación

de personal, equipos e instrumentos, capacitaciones al personal, pruebas y ensayos previos a la toma de datos.

Etapas de levantamiento de información. Se contemplan exclusivamente las actividades de toma de datos de primera mano. Las actividades realizadas fueron las campañas de monitoreo de ruido usando sonómetros con registradores de datos que pueden almacenar información diaria por 6 días a la semana, por dos semanas al mes las mismas que se replicarán dos veces más en meses distintos para obtener una mejor tendencia de datos. Al mismo tiempo de la campaña de monitoreo de ruido se realizaron campañas de aforo vehicular, en donde se contaron vehículos en un lapso determinado y categorizados por buses, carros livianos y taxis, carros pesados y motos, estas categorizaciones ayudaron a discriminar las fuentes de generación de ruido.

Etapas de proceso y análisis de la información. El análisis se lo realizó mediante hojas electrónicas que el equipo de investigación elaboró; así mismo, para facilitar el procesamiento y gráficos estadísticos se usaron programas de código abierto como el R [19].

2.1 ETAPA DE PREPARACIÓN

Las actividades se relacionaron con tres componentes. El primero relacionado con la sectorización por zonas prototipos críticos de acuerdo a los usos de suelo y el tráfico vehicular para el territorio urbano de la ciudad.

El segundo componente fue el manejo de la variable tiempo de monitoreo, que se seleccionó respecto a períodos de flujo alto vehicular o crítico, debido a que los lapsos de flujo vehicular bajo genera relativa información de ruido.

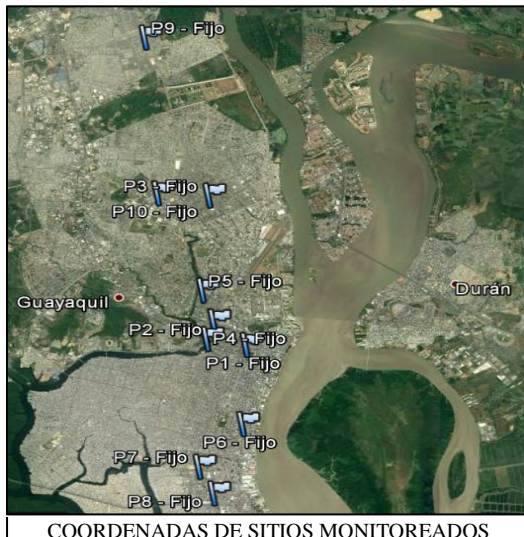
El último componente estuvo relacionado con los equipos e instrumentos utilizados seleccionados de acuerdo a la normativa de la Legislación Ambiental ecuatoriana

2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

La recolección de datos se realizó durante campañas de monitoreo de ruido y de tráfico entre los meses de Enero y Junio de 2016. Para el monitoreo de ruido se utilizaron 4 Sonómetros, modelo Center 390 con registrador para 31.000 datos de lectura, rango de medición de 30 – 130 dB, pesos de frecuencia A y C, con precisión de ± 1.4 dB y el programa de lectura de datos SE-190 [20], trípodes, navegadores tipo GPS Garmin Xtrech. Para el monitoreo de tráfico se procedió a levantar el tráfico mediante el instrumento de conteo manual separando por vehículos livianos, vehículos pesados y motos.

La ubicación de los puntos donde se realizaron los levantamientos de información se muestran en la Figura 1, las coordenadas están en obtenidas en el sistema WGS84. En los puntos 1 y 2 se midió el ruido con los sonómetros por tres días en cada punto entre las 08h00 y 10h30, con intervalos de 5 segundos. En los puntos 7, 8, 9 y 10 se midió el ruido por un día en cada punto entre las 13h00 y 15h30, con intervalos de 5 segundos. La selección del período de tráfico alto se sustenta en el objetivo del estudio y por los aforos que se realizaron en dos sitios respecto a un horario

de monitoreo de 04h:00-22h:00. El aforo vehicular se lo midió con intervalos de 30 minutos en los mismos lugares, días y horas que los hechos en los monitoreo de ruido, el conteo vehicular fue manual.



Ubicación	Punto	Coord. Este (m)	Coord. Norte (m)
Parque Centenario	1	623.748	9.757.784
Universidad de Guayaquil	2	622.799	9.758.634
Mi Comisariato, Alborada	3	622.661	9.763.194
Colegio Vicente Rocafuerte	4	622.595	9.758.001
Hospital Clínica Kennedy	5	622.466	9.759.762
Barrio Centenario	6	623.641	9.754.923
Hospital del Seguro- IESS	7	622.357	9.753.383
Universidad Agraria	8	622.781	9.752.414
Ciudadela Las Orquídeas	9	620.789	9.768.917
Sector pareja-atrás de City Mall	10	621.152	9.763.273

FIG. 1. Ubicación de puntos de monitoreo – Guayaquil, Ecuador
FUENTE: Imagen satelital tomada de Google Earth

Las campañas se planificaron para poder levantar información del mismo punto en diferentes días. Las campañas realizadas se muestran en la Tabla I (Anexo I).

2.3 PROCESO DE LA INFORMACIÓN

Los datos recolectados por los sonómetros fueron descargados al computador a través del programa SE-190. Se descargaron más de 18.000 lecturas de ruido, que fueron agrupadas por intervalos de media hora, para poder analizarlos junto a los datos del aforo vehicular.

Por cada intervalo se obtuvo el promedio de intensidad de ruido de acuerdo a lo normado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador –MAE [2].

Los datos de aforo vehicular se contabilizaron y para efectos de un primer análisis realizado en este documento, se tomó el conteo total como el volumen total de vehículos que transitaron por el punto de medición en un tiempo dado, considerando al tráfico como un volumen heterogéneo compuesto por vehículos livianos, pesados y motos.

La codificación para las zonas monitoreadas en relación con los usos de suelo normados para Guayaquil es:

- ZR: Zona Residencial

- ZC: Zona Comercial
- ZE: Zona Educativa
- ZH: Zona Hospital
- ZI: Zona Industrial

La Tabla II (Anexo II), presenta los resultados de los niveles de ruido y aforo vehicular registrados durante las campañas de monitoreo desarrolladas.

Los datos fueron procesados utilizando una hoja electrónica configurada para obtener la información estadística respectiva. También se utilizó el programa de código abierto R para analizar correlaciones y elaborar los gráficos estadísticos.

Las correlaciones permitieron validar la línea base, así como, estimar tendencias de comportamiento de funciones y modelos que relacionen el ruido promedio y el volumen total de tráfico, tanto de forma integrada como por zonas.

3 RESULTADOS

La información levantada se evaluó para estimar su nivel de confianza, determinándose para el ruido los estadísticos descritos en la tabla III

TABLA III
ESTADÍSTICOS POR ZONA DE ANALISIS

Zona	Media (dB)	Desviación estándar	C.V.	Datos válidos	Datos no válidos
ZC	87.14922	2.8264939	3	29	1
ZE	86.43645	0.9874271	1	5	0
ZH	85.81864	0.8885274	1	5	0
ZI	81.45233	1.0692601	1	5	0
ZR	79.32331	5.6093447	7	35	0

De manera semejante se analizó la información para el tráfico vehicular, determinando que la variación para los registros fluctúan entre 1.2% al 27% y desviación estándar entre 22 y 156.

Los aforos adicionales realizados para 2 sitios durante 18 horas continuas correspondientes a ZR y ZC, determinó que en el período de flujo alto levantado, la intensidad vehicular excede entre el 20%-70% del flujo vehicular bajo que responde al período de 15h:30’.

Al elaborar el histograma de frecuencia con los niveles de ruido registrados, se determina la prevalencia de ocurrencia del nivel de 80 dBA en cada zona de estudio, según se ve en la Figura 2.

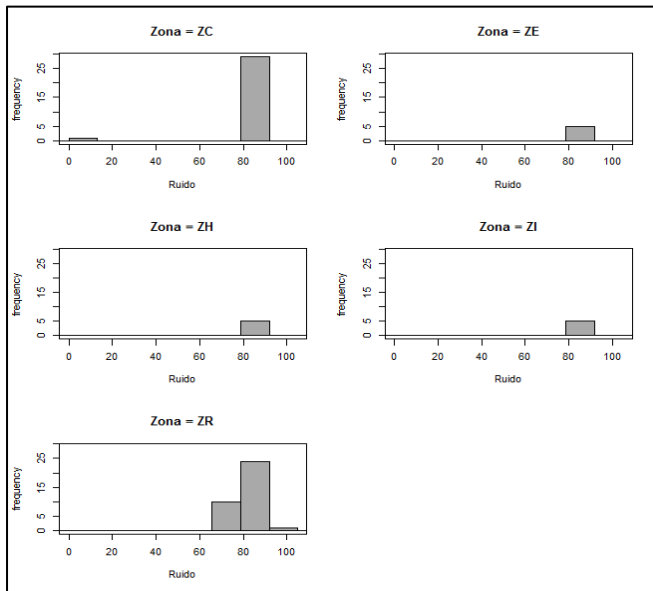


FIG. 2. Histograma de ruido (dB) por zona de estudio

El diagrama de cajas para el aforo vehicular agrupado por zonas muestra una distribución similar de vehículos por zonas, salvo en la zona educativa, en donde el cuartil 2 sobrepasa los 100 vehículos por minuto, según se muestra en la Figura 3.

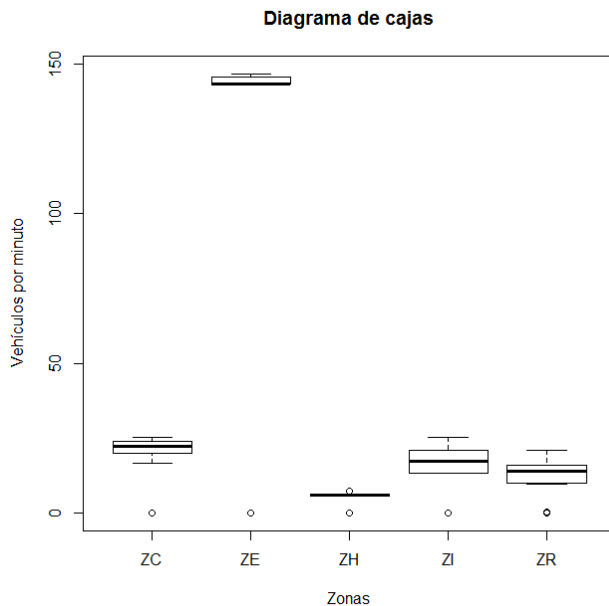


FIG. 3. Distribución de vehículos por minuto agrupados por zona

Al querer elaborar un modelo matemático optimizado referente a la generación de ruido promedio en función del número de vehículos por minuto para zonas con volumen del rango entre 10-15 vehículos/minuto, se obtiene la ecuación (1). La Figura 4 muestra la relación entre el ruido promedio en ZR y ZC con el aforo vehicular por minuto.

$$NRE = 0,2418 \times Vm + 79,943 \quad (1)$$

$$R = 26\%$$

Donde,
NRE, Nivel de Ruido Esperado en dB(A)
Vm, Valor de vehículos por minuto

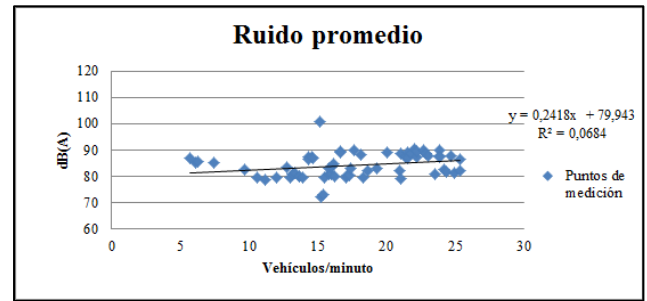


FIG. 4. Variación del ruido (dB) en función del tráfico por minuto

Al analizar por punto o zonas de monitoreo, se obtienen distribuciones semejantes a los mostrados en la figura anterior. Los puntos P1 y P2 por tener mayor cantidad de datos registrados muestran un comportamiento funcional o tendencia específica, no así los demás puntos que muestran datos sin tendencia posiblemente producto de la relativa información, según se muestra en la Figura 5.

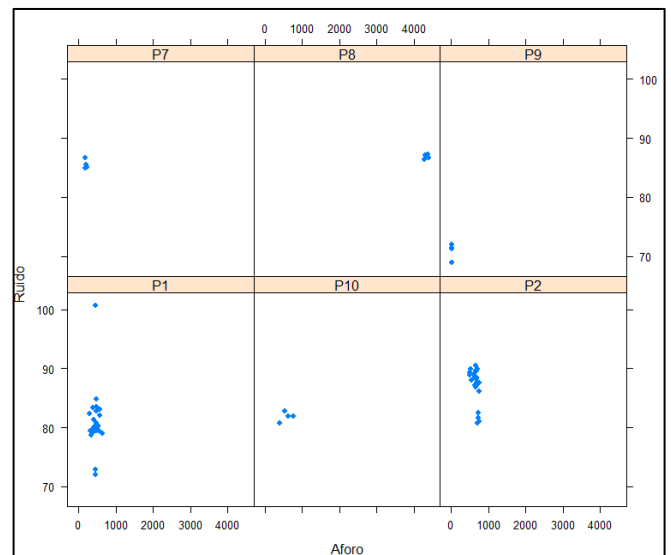


FIG. 5. Variación del ruido (dB) por punto/zona de monitoreo

4 DISCUSIÓN

La registros de ruido sin dato atípicos tienen una variación entre 1%-3.5% mientras, para el tráfico vehicular es del 1%-27%, determinando la validez de la información levantada. Además, los estadísticos para ruido de ZR y ZC observan la relación esperada con el tráfico vehicular.

Los registros levantados en esta primera fase de la investigación, se sustentan en el proceso de ocurrencia de flujo vehicular alto o crítico, debido a que la característica espacial-temporal de la vía, para flujo vehicular bajo la intensidad sonora no se generaliza como ruido.

Los histogramas estiman la frecuencia de ocurrencia para el ruido por zona en 80 dB con variaciones de excedencia respecto al indicador de aceptabilidad sonora

de 13%-31%, validando el proyecto de relacionar el ruido como factor de tendencia entre zonas y el modelo ruido vs tráfico vehicular.

La banda del ruido medio para Guayaquil está limitada por ZR y ZC, mientras que la intensidad del ruido para ZE y ZH se aproxima a la banda superior. Estos comportamientos son característicos para servicios comunitarios ubicados en el centro urbano en desarrollo como Guayaquil y responden a ordenamiento territorial-ambiental con conflictos.

El modelo (1) esperado para Guayaquil relaciona de forma integrada ZR y ZC para las variables ruido-tráfico vehicular presentando una débil correlación, evidenciando que no existe relación representativa entre las variables, lo cual es un comportamiento semejante a la experiencia realizada en Tunja, Colombia.

Correlacionando y analizando la relación entre ruido y tráfico vehicular por zonas, las tendencias de confiabilidad de los modelos varían entre el 9%-64%, evidenciando la necesidad de incrementar la muestra para ZH, ZE y ZI; así como, integrar otras variables como, tipo de geometría de vía, función de la vía, levantar la línea de flujo del ruido monitoreado y discretizar el tipo de tráfico, son variables que potenciará definir un modelo lineal o no lineal múltiple para normalizar y validar el modelo (1).

Analizando la información de ruido-tráfico por zonas, los modelos gráficos para los sectores ZR y ZC, señalan un comportamiento tendencial semejante, mientras que para las zonas ZE, ZH, y ZI, no puede establecerse esta tendencia debido a la limitada información levantada.

5 CONCLUSIONES

Los niveles de correlación de los registros de ruido y tráfico vehicular validan la información levantada, caracterizando su comportamiento para Guayaquil urbano.

Se levantó información inicial sobre la tendencia del ruido generado por tráfico vehicular en distintos puntos de la ciudad, siendo ZR y ZC, los que definen la banda de ruido medio para la ciudad.

Las zonas ZR y ZC por características ruido-tráfico vehicular tienen comportamiento/registros continuo funcional semejantes, sin embargo, para las zonas ZE, ZH y ZI debe incrementarse la muestra a fin de definir el comportamiento/tendencia funcional.

Del histograma por zonas, el ruido de 80 dBA tiene la frecuencia de mayor ocurrencia determinando, que las zonas estudiadas tienen nivel sonoro de ruido.

El modelo matemático integrado ZR y ZC para ruido-tráfico vehicular se generó en función de las zonas de tipo comercial y residencial para un volumen entre 10 y 15 vehículos por minuto, y debe calibrarse con posteriores monitoreo de ruido urbano que complementen la información levantada en la primera fase del proyecto de investigación de la ULVR.

El modelo (1) estima que no existe correlación entre el flujo vehicular y el ruido monitoreado, tal como sucedió con la experiencia realizada en Tunja, Colombia. Sin embargo,

al estudiar la tendencia del ruido en cada zona de estudio, se resalta lo lineal de la relación, deduciéndose que se requiere incluir variables adicionales como, tipo de geometría de la vía, levantar la línea de flujo del ruido monitoreado y discretización del tráfico, para potenciar la normalización, validación, redefinición del modelo o desarrollar una expresión lineal o no-lineal pero múltiple de mejor ajuste.

6 RECOMENDACIONES

Determinar niveles de ruido y flujo vehicular en más zonas de la ciudad permitirá una mejor adaptación, definición o redefinición del modelo matemático presentado; así como, consolidar el comportamiento de las funciones por zonas de uso del suelo.

Integrar al análisis otras variables como tipo de geometría de la vía y discretizar el tipo de tráfico para consolidar un modelo integrado o por zonas representativa del escenario ruido-tráfico vehicular.

Referencias

- 1] OMS, «Guidelines for community noise,» 1999.
 - 2] MAE, «Texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente - TULSMA,» 2003.
 - 3] P. Bolund y S. Hunhammar, «Ecosystem services in urban areas,» *Ecological Economics*, pp. 293-301, 1999.
 - 4] J. H. Rich y O. A. Nielsen, «Assessment of traffic noise impacts,» *International Journal of Environmental*, vol. 61, n° 1, pp. 19-29, 2004.
 - 5] H. Miedema y C. Oudshoorn, «Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance,» *EU's Future Noise Policy, WG2-Dose/Effect*, vol. 20, 2002.
 - 6] R. C. Lewis, R. R. Gershon y R. L. Neitzel, «Estimation of permanent noise-induced hearing loss in an urban setting,» *Environmental science & technology*, vol. 47, n° 12, p. 6393, 2013.
 - 7] K. I. Hume, M. Brink y M. Basner, «Effects of environmental noise on sleep,» *Noise and Health*, vol. 14, n° 61, p. 297, 2012.
 - 8] A. Ramírez, E. A. Domínguez y I. Borrero, «El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles,» *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, vol. 35, n° 135, pp. 143-156, 2011.
 - 9] D. L. Yepes, M. Gómez, L. Sánchez y A. C. Jaramillo, «Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano - Caso Medellín,» *Dyna*, n° 158, pp. 29-40, 2009.
 - 10] E. L. Moraes, F. Simón y L. H. Guimaraes, «Mapa de predicción de ruido ambiente en Belén - Brasil,» de *X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no ambiente construido*, Natal, 2009.
- H. M. Miedema y C. G. Oudshoorn, «Annoyance

11] from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals,» *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, n° 4, pp. 409-416, Abril 2001.

S. Fidell, D. S. Barber y T. J. Schultz, «Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise,» *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 89, n° 1, pp. 221-233, 1991.

J. Lambert y M. Vallet, «Study related to the preparation of a communication on a future EC noise policy: final report.,» LEN, 1994.

T. J. Schultz, «Synthesis of social surveys on noise annoyance,» *The journal of the acoustical society of America*, vol. 64, n° 2, pp. 377-405, 1978.

J. P. Jara, «Medición y evaluación de la polución sonora (ruido) en la ciudad de Guayaquil,» Guayaquil, 1998.

B. Garzón, E. Soldati, L. Paterlini y N. Cerasuolo, «Puntos de ruido en San Miguel de Tucumán, investigación, evaluación y recomendaciones,» de *I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*, La Plata, Argentina, 2016.

J. R. González, «Niveles de ruido vehicular en la Avenida Suárez en la ciudad de Tunja, Colombia,» *L'esprit Ingénieux*, vol. 4, n° 1, pp. 64-73, 2015.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, «Ecuador en cifras,» 19 Febrero 2008. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>. [Último acceso: 10 Diciembre 2016].

W. N. Venables y D. M. Smith, «An Introduction to R,» R Core Team, 2017.

Center Technology Corp., *Sound Level Meter - 20] Instruction Manual*.

Reconocimiento

La información presentada corresponde al proyecto IC-ULVR-14-36 denominado “Modelamiento matemático del ruido ambiente, incidencia y propuestas de mejoramiento de la calidad urbana de Guayaquil” de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

ANEXO I

TABLA I
FECHAS DE MONITOREOS

Código	Fecha
S1C1D1	28-marzo-2016
S2C1D1	28-marzo-2016
S1C1D2	29-marzo-2016
S2C1D2	29-marzo-2016
S1C1D3	30-marzo-2016
S2C1D3	30-marzo-2016

S1C2D1	25-mayo-2016
S2C2D1	25-mayo-2016
S1C2D2	26-mayo-2016
S2C2D2	26-mayo-2016
S1C2D3	30-mayo-2016
S2C2D3	30-mayo-2016
S1C4D1	20-junio-2016
S2C4D2	21-junio-2016
S2C4D3	22-junio-2016
S1C4D4	23-junio-2016

ANEXO II

TABLA II
DATOS DE RUIDO Y AFORO VEHICULAR

Muestra	Zona	Punto	Periodo	Ruido	Aforo
1	ZR	P1	800	82,33	289
2	ZR	P1	830	79.43	318
3	ZR	P1	900	79.56	512
4	ZR	P1	930	79.99	409
5	ZR	P1	1000	80.23	513
6	ZR	P1	800	79.64	359
7	ZR	P1	830	79.27	416
8	ZR	P1	900	79.77	410
9	ZR	P1	930	79.67	389
10	ZR	P1	1000	79.75	486
11	ZR	P1	800	81.37	400
12	ZR	P1	830	80.25	519
13	ZR	P1	900	79.50	464
14	ZR	P1	930	79.02	630
15	ZR	P1	1000	79.46	549
16	ZR	P1	800	80.80	479
17	ZR	P1	830	82.83	475
18	ZR	P1	900	83.56	480
19	ZR	P1	930	80.56	474
20	ZR	P1	1000	78.65	0
21	ZR	P1	800	100.68	454
22	ZR	P1	830	84.87	485
23	ZR	P1	900	83.06	579
24	ZR	P1	930	83.40	381
25	ZR	P1	1000	83.83	0
26	ZR	P1	800	78.74	336
27	ZR	P1	830	72.07	456
28	ZR	P1	900	72.86	461
29	ZR	P1	930	82.02	559
30	ZR	P1	1000	74.27	0

Muestra	Zona	Punto	Periodo	Ruido	Aforo
31	ZC	P2	800		675
32	ZC	P2	830	88.82	645
33	ZC	P2	900	89.01	602
34	ZC	P2	930	88.50	632
35	ZC	P2	1000	88.38	653
36	ZC	P2	800	88.44	685
37	ZC	P2	830	89.98	715
38	ZC	P2	900	90.46	660
39	ZC	P2	930	89.57	665
40	ZC	P2	1000	89.69	680
41	ZC	P2	800	87.66	690
42	ZC	P2	830	87.16	640
43	ZC	P2	900	87.24	665
44	ZC	P2	930	88.37	687
45	ZC	P2	1000	86.89	646
46	ZC	P2	800	87.58	715
47	ZC	P2	830	86.20	760
48	ZC	P2	900	87.33	715
49	ZC	P2	930	87.52	740
50	ZC	P2	1000	86.96	0
51	ZC	P2	800	80.76	705
52	ZC	P2	830	81.09	747
53	ZC	P2	900	81.63	730
54	ZC	P2	930	82.48	725
55	ZC	P2	1000	81.54	0
56	ZC	P2	800	89.92	530
57	ZC	P2	830	89.32	500
58	ZC	P2	900	88.03	545
59	ZC	P2	930	88.86	500
60	ZC	P2	1000	87.94	0
61	ZE	P8	1300	87.10	4300
62	ZE	P8	1330	86.33	4295
63	ZE	P8	1400	86.63	4400
64	ZE	P8	1430	87.31	4370
65	ZE	P8	1500	84.81	0
66	ZR	P9	1300	68.90	5
67	ZR	P9	1330	71.45	5
68	ZR	P9	1400	71.20	7
69	ZR	P9	1430	71.95	4
70	ZR	P9	1500	71.40	0
71	ZH	P7	1300	86.66	171

Muestra	Zona	Punto	Periodo	Ruido	Aforo
72	ZH	P7	1330	85.09	222
73	ZH	P7	1400	85.49	188
74	ZH	P7	1430	84.98	182
75	ZH	P7	1500	86.87	0
76	ZI	P10	1300	82.73	522
77	ZI	P10	1330	81.87	628
78	ZI	P10	1400	81.91	761
79	ZI	P10	1430	80.72	394
80	ZI	P10	1500	80.03	0