



MADRID  
**inter.noise 2019**  
June 16 - 19

NOISE CONTROL FOR A BETTER ENVIRONMENT

## **VALIDATION OF AN ACOUSTIC MODEL FOR FOUR PROTOTYPE SECTORS OF THE CITY OF GUAYAQUIL**

<sup>1</sup>Calero Proaño Laura de Jesús. <sup>2</sup>Calero Amores Marcial Sebastián <sup>3</sup>Vélez Aspiazú Eva  
<sup>4</sup>Pazmiño Franco Carlos

<sup>1-2-3-4</sup>Universidad de Guayaquil. <sup>2</sup>Universidad laica Vicente Rocafuerte  
Universidad de Guayaquil, dirección: Cda. Universitaria Salvador Allende Malecón del Salado  
entre Av. Delta y Av. Kennedy. Guayaquil, Ecuador Teléfono +59342294740 ext. 120.  
[laura.calerop@ug.edu.ec](mailto:laura.calerop@ug.edu.ec) y Universidad Laica Vicente Rocafuerte, dirección: Av. de las  
Américas. Guayaquil, Ecuador. Teléfono: +59342596500. [mcaleroa@ulvr.edu.ec](mailto:mcaleroa@ulvr.edu.ec)  
05.03 Architectural & Urban Sound Planning

### **Palabras Claves**

Modelización. Validación. Ruido urbano por tráfico vehicular.

### **ABSTRACT**

A fundamental component for assessing citizen welfare is the acoustic intensity. The modeling of vehicular traffic related to the sound intensity for socioeconomic sectors in a city like Guayaquil, is limited to critical prototype sectors of relative territorial surface, which is due to costs and conflicts of territorial distribution of mobility. In the first stage of this investigation, models were estimated for four prototype sectors of Guayaquil, which in order to extend them territorially were validated to apply them to a larger urban context. The research addressed the validation of these models in similar sectors of Guayaquil, for which, through teams, citizen perception and interviews with key actors in the community, around 5,000 records were collected. For the four selected sectors, parameters of vehicular traffic and urban sound intensity were determined, which were evaluated with the results of the first stage investigated. Statistical and probabilistic methods were used to analyze the four variables that generated the models, the variables traffic, acoustic intensity, citizen perception by survey and interview and the vehicle density model with environmental acoustic intensity were correlated. The correlations determined indicators that validated the models with levels of acceptability that varied between 78% to 99%, as well as evidence that the two sites are statistically relevant to the same population. The variables were evaluated with several methodologies, determining that the models are potentially applicable to large sectors of Guayaquil, as well as, estimating indicators for planning and territorial planning.

### **RESUMEN**

Un componente fundamental para evaluar el bienestar ciudadano lo constituye la intensidad acústica. La modelización del tráfico vehicular relacionado con la intensidad sonora para sectores socioeconómicos en una urbe como Guayaquil, se limita a sectores prototipos

críticos de relativa superficie territorial, lo cual se debe a costos y conflictos de distribución territorial de movilidad. En la primera etapa de esta investigación, se estimaron modelos para cuatro sectores prototipos de Guayaquil, los cuales a fin de extenderlos territorialmente fueron validados para aplicarlos a un contexto urbano mayor. La investigación abordó validar estos modelos en sectores semejantes de Guayaquil, para lo cual, mediante equipos, percepción ciudadana y entrevista a actores claves de la comunidad se levantaron alrededor de 5000 registros. Para los cuatro sectores seleccionados, se determinaron parámetros de tráfico vehicular e intensidad sonora urbana, que se evaluaron con los resultados de la primera etapa investigada. Mediante métodos estadístico y probabilístico se analizaron las cuatro variables que generaron los modelos, se correlacionaron las variables tráfico, intensidad acústica, percepción ciudadana por encuesta y entrevista y el modelo densidad vehicular con intensidad acústica ambiental. Las correlaciones determinaron indicadores que validaron los modelos con niveles de aceptabilidad que variaron entre el 78% a 99%, así como, evidencia que los dos sitios son estadísticamente pertinentes a una misma población. Las variables fueron evaluadas con varias metodologías, determinando que los modelos son potencialmente aplicables a amplios sectores de Guayaquil, así como, estimar indicadores para el ordenamiento y planificación territorial.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La calidad de vida acústica representa para la ciudad Guayaquil-Ecuador una problemática que se ha incrementando como producto del desarrollo de movilidad por tráfico vehicular y que se evidencia por indicadores acústico de bienestar ciudadano estimados en trabajos como los de Calero, M. Calero, L (2018). Como menciona Jacyna et al. (2012), el sistema de transporte agudiza básicamente dos problemas ambientales como la emisión de compuestos dañinos de gases y efectos vibro acústicos, principalmente el ruido.

El conflicto preocupa al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Guayaquil, debido a que el incremento anual del parque automotor urbano es alrededor del 9% (El Comercio 2017). Siendo Guayaquil, el cantón con mayor población a nivel del país (INEC 2018) y el principal territorio económico del Ecuador, constantemente implementa alternativas en la movilidad que crea conflictos e impacta en la calidad acústica de la urbe.

La investigación se fundamenta en los resultados y modelos que se determinaron con el artículo denominado: El ruido ambiental urbano como indicador de calidad de vida acústica en cuatro sectores prototipos de la ciudad de Guayaquil presentado en el XI Congreso Iberoamericano de Acústica (Calero, L. Calero, M.). Así mismo, el trabajo es parte de la investigación FCI-2017 Fondo Competitivo de Investigación de la Universidad de Guayaquil y ejecutado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

El GAD de Guayaquil demanda para ordenar y planificar el territorio de indicadores acústicos idóneos, confiables y validados territorialmente en calidad y cantidad, lo cual determinó que la investigación en esta etapa abordará la validación de los modelos estimados en la primera etapa de la investigación. Cumplir con el objetivo general, permitió ampliar la validez de los modelos en otros territorios de la ciudad y contextualizados como escenarios espaciales semejantes y situados en el entorno urbano de Guayaquil. Así mismo, la investigación

incluyó indicadores que son producto de entrevistas que sustentaron la validez de los modelos analizados.

Extender la aplicación de los modelos permitirá caracterizar el ámbito acústico y planear la ciudad evidenciando la problemática para formular y evaluar las medidas a adoptarse para superar el problema con base en un desarrollo sostenible como lo señala la Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES), 2017.

La tabla 1 describe el contexto territorial seleccionado críticamente para la primera y segunda etapa de la investigación. Debe señalarse que los parámetros de tráfico vehicular alto e intensidad media sonora en el escenario temporal responden a condiciones analíticas semejantes a la implementada en la primera etapa.

Tabla 1. Prototipos seleccionados para las dos etapas investigadas

Código de identificación	Tipo de uso de suelo	Denominación del sector	
		Etapa 1	*Etapa 2
SC	Comercial	Bolivariana	Parque Guayaquil
SI	Industrial	Mapasingue	Avda. Carlos Julio Arosemena
SS	Salud	Hospital del Niño	Hospital IESS
SR	Residencial	Kennedy	Garzota

\*Etapa actual investigada

El gráfico 1 describe los sectores objeto de la investigación.

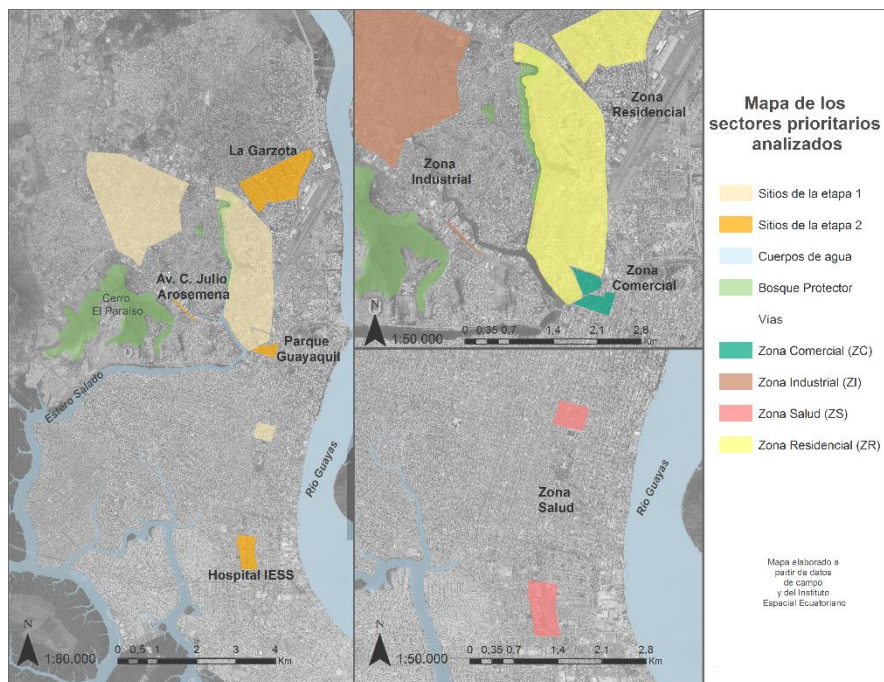


Figura 1. Sitios prototipos críticos seleccionados  
Fuente: Elaboración propia

Se levantaron más de 5000 nuevos registros y se implementó la entrevista (García, M. 2017) como instrumento y proceso metodológico para fortalecer, consolidar y validar la investigación y los modelos evaluados

La Constitución de la República señala el derecho de los ecuatorianos al Buen Vivir, aunque, se han realizado algunas investigaciones que evidencian conflictos por el ruido automotor que afecta social y económicamente al ciudadano y las actividades que realiza. Sin embargo, como lo describe Ibarra & Gutiérrez (2017) y León & Vela (2016), a pesar que el conflicto existe, la legislación no se aplica adecuadamente, lo cual valida y justifica la investigación al validar modelos aplicables a otros sectores urbanos en desarrollo de la ciudad.

## **2. MÉTODO Y EQUIPO**

### **Método**

Guayaquil es una ciudad de 345 Km<sup>2</sup> con relativa planificación en relación con la calidad sonora producto del tráfico vehicular, por tanto, cualquier modelo de calidad acústica que se obtenga debe ser validado en el geo territorio. Esta situación se agrava debido a que actualmente en la ciudad se han definido nuevos ejes para el transporte público y el tráfico vehicular liviano.

En el contexto descrito y el objetivo de la investigación, el proceso metodológico fue seleccionar sitios prototipos con características de tráfico y uso de suelo semejantes al utilizado en la primera etapa y en los cuales se levantó una línea base tanto de tráfico vehicular como de intensidad sonora medida y percibida por el ciudadano, así mismo, se aplicó la entrevista como medio de percepción personalizado a actores claves de los sectores.

Los resultados se evaluaron con métodos estadístico y probabilístico con los modelos estimados en la primera etapa, determinando indicadores adimensional y dimensional que validan los modelos obtenidos en la investigación anterior y aplicable a los cuatro sectores adicionales y seleccionados para esta etapa investigada.

La investigación tiene enfoque cuantitativo, cualitativo, experimental y analítico. La zona de estudio del proyecto se extendió a cuatro sectores de la ciudad de Guayaquil. La metodología relacionó sonido ambiental urbano, tráfico vehicular alto, uso de suelo y calidad ambiental sonora, los cuales se evaluaron con los modelos existentes para validar y extender la aplicación a otros territorios. El proceso metodológico abordó cuatro componentes.

### **Línea Base**

La línea base se formó con la selección de zonas territoriales prototipos y caracterizadas por flujo vehicular alto y los registros de intensidad sonora tanto, por medición del sonido como, por la aplicación de encuestas y los resultados de las entrevistas. Las zonas prototipos para la validación fueron sitios diferentes a la primera etapa, pero, técnicamente semejantes y se determinaron de los mapas disponibles en la Municipalidad de Guayaquil y considerando el uso de suelo y con tráfico vehicular alto.

Los cuatro sectores críticos seleccionados se describen en la tabla 1 y figura 1 que fueron implantadas mediante sistemas Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los registros para la línea base, se obtuvieron de la medición de la presión sonora basado en la normativa y metodología señalada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). La medición está relacionada con tipo, ubicación, condición ambiental del sonómetro, así como, las escalas tiempo-espacio para tomar y procesar la información. El registro del tráfico vehicular se fundamentó en el proceso metodológico normado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte del Ecuador (MOPT). La información para análisis de percepción se determinó mediante una encuesta validada y aplicada al usuario-ciudadano que abordó 10 preguntas y direccionados por ejes temáticos relacionados con: ruido, salud, psicología y disponibilidad al pago, así mismo, la información levantada por la entrevista a actores claves de los sectores se sustentó en los ejes temáticos definidos en la encuesta.

Los registros levantados se validaron estadísticamente utilizando el modelo:

$$\Delta_j = \frac{\sigma_j}{\sqrt{J}} \quad (1)$$

Siendo:  $\Delta_j$ : dato a corregirse

$\sigma_j =$  desviación estándar

J= registro

Además, a los registros o mediciones mediante equipo, la línea base incluyó los resultados por percepción ciudadana por la aplicación de instrumentos como encuestas y entrevista.

### **Proceso**

Utilizando el sistema GIS e información proveniente del uso del Dron de la Facultad, se desarrollaron mapas que ubicaron los sectores prototipos objeto del estudio. Los registros de intensidad sonora, tráfico vehicular alto y percepción ciudadana se validaron y procesaron utilizando programas para Regresión, de código abierto tipo R y sistema GIS.

La dimensión espacial de análisis fueron los cuatro sectores críticos seleccionados SC, SI, SS y SR, mientras la escala tiempo fue para la frecuencia de 2 horas.

Fundamentado en el objetivo de la investigación, el procesamiento de la línea base se realizó semejante a la primera etapa de la investigación, en este contexto, el estudio de la dimensión de percepción sonora, se fundamentaron en histogramas de frecuencia que cuantificaron la sensación del ciudadano al ruido, así mismo, aplicando correlaciones se desarrollaron modelos gráficos y analíticos por sectores con alta confiabilidad que relacionaron flujo vehicular alto, ruido y uso de suelo. Además, fundamentado en que el umbral al dolor representa la intensidad sonora más crítica para el ciudadano, (Ramírez, A. Domínguez, E. 2011 y Mortoglia, R. 2013) y basado en las normativas ambientales (MAE, 2016) y para transporte (MOPT 2016) se relacionaron la intensidad sonora medida, percepción ciudadana al ruido, tráfico vehicular alto, ruido neto, umbral al ruido para determinar indicadores de ruido urbano para los sectores seleccionados.

### **Proceso para validación de los modelos**

El proceso para validar los modelos y extender territorialmente su validez, se realizó en base de la estadística y probabilidad (Devone, J. 2016) y utilizando programas de código abierto como el tipo R y el GIS. El modelo de Kolmogorov-Smirnov determinó que los registros responden a la distribución normal. Aplicando el método de comparación de Medias, así como, la aproximación de las medias y la desviación estándar se obtuvieron los indicadores que validaron los modelos.

Los métodos y modelos (Walpole, R. 2010 principalmente utilizados fueron:

- Comparación de Medias. Prueba con distribución normal:

$$u = \frac{|\mu - \bar{x}|}{\sigma/\sqrt{n}} \quad (2)$$

Siendo:  $u$  la probabilidad de obtener un valor  
 $\mu$ , la media de la población  
 $\bar{x}$ , la media de la muestra  
 $n$ , el tamaño de la muestra  
 $\sigma/\sqrt{n}$ , desviación estándar de la media

En base de los parámetros relacionados entre las dos muestras que corresponden a las dos etapas investigadas, es válido considerar el porcentaje de aproximación como un indicador del nivel de correlación entre los resultados de las dos investigaciones (Calero, M. 2017), en este contexto la aceptación o validez de los modelos se condiciona a que los indicadores excedan el 75%. Las ecuaciones para estimar los indicadores son:

Aproximación de la media

$$I_{media} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2} (100) \quad (3)$$

Siendo:  $\bar{x}_1 < \bar{x}_2$ ,  
 $I_{media}$ , indicador de aproximación de las medias en %  
 $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ , media de las muestras

$$I_{desv.estand.} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} (100) \quad (4)$$

Siendo:  $\sigma_1 < \sigma_2$ ,  
 $I_{media}$ , indicador de aproximación de las medias en %  
 $\sigma_1, \sigma_2$ , desviación estándar de las muestras

### Equipo

Los equipos utilizados son sonómetros y GPS y seleccionados de acuerdo a las normativas del MAE y el MTOP del Ecuador. Los sonómetros con rango de medición entre 5 y 130 dB y precisión de  $\pm 1.4$  dB. Los GPS tienen error de precisión  $< 2$  metros, tipo digital. Así mismo, se utilizaron medidores de distancia tipo laser y reloj digital de precisión.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### Resultados

En base a la metodología desarrollada y para los sitios seleccionados, las figura 2 a 5 describen los modelos gráficos obtenidos para la segunda etapa. Estos modelos representan los resultados que serán evaluados con los modelos obtenidos en la primera etapa y determinaron la validez de la investigación para ocho sectores en la ciudad de Guayaquil.

La figura 2 describe un prototipo de histograma de intensidad sonora registrado de acuerdo al espacio temporal seleccionado. La figura 3, es el resultado del tráfico vehicular por los sitios analizados y determinado por la densidad vehicular, describiéndolo por un histograma prototipo y que servirá para la comparación con los modelos que son objeto de validación.

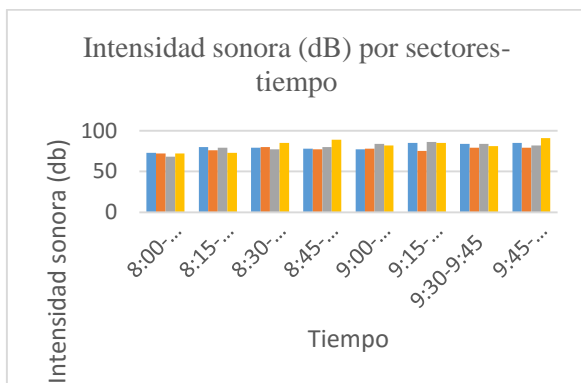


Figura 2. Intensidad sonora registrada en un período prototipo por sector

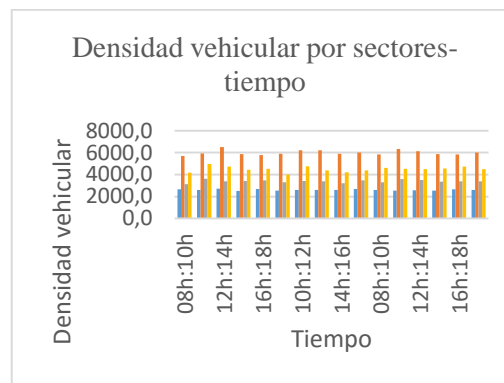


Figura 3. Densidad vehicular por sector aforada para un prototipo de período

Otro parámetro utilizado para la validación de los modelos investigados es la percepción ciudadana, la cual se analizó por los resultados de las encuestas y las entrevistas que se realizaron a actores claves de la comunidad y por sector.

Las entrevistas evidenciaron los siguientes factores relacionados con el ruido.

La contaminación acústica es un problema ambiental de prioridad, y asociado a este la contaminación atmosférica.

Las principales vertientes que ocasionan ruido en los sectores estudiados son las vías de alto nivel vehicular. En estos sectores se puede visualizar la Av. 25 de Julio, la Vía a Daule o Av. Guillermo Pareja Rolando, que recogen una densidad vehicular aproximadamente de 4.000 vehículos. Pese al ruido continuo, durante las horas pico, entre las 07h00-09h00 y 18h00-20h00, se agudizan los problemas acústicos debido a las actividades escolares y laborales.

La fuente de ruido viene dada principalmente por el alto nivel de tráfico vehicular. Así, las bocinas en Guayaquil se consideran importantes para los transportistas, en vista de la poca educación vial, lo que genera un ruido puntual que molesta a sus habitantes. Otra fuente que ocasiona el ruido, es la circulación inapropiada por el cambio de las líneas de transporte público, que llega incluso alterar la tranquilidad en las viviendas y oficinas.

Con respecto a las afectaciones en la salud, los entrevistados conocen que existen algunos efectos, sin embargo, a ciencia cierta desconocen cuáles serían. De hecho, consideran que los vendedores ambulantes, quienes están continuamente sobre las vías, son los más expuestos al ruido y otros mencionan que la ciudad ha transformado a los habitantes en muy urbanitas, y ha ocasionado una adaptación al sistema. Así mismo, de las encuestas se desprende que la mayoría piensa que existen pocos efectos en la salud. Tal como menciona Cassina et al. (2017), no se han definido completamente los efectos sobre la exposición constante a niveles bajos de ruido, siendo un tema que la comunidad científica aún se encuentra investigando.

Los análisis cualitativos de la entrevista se contrastaron con la percepción de los ciudadanos recogida mediante las encuestas, determinando un alto grado de correlación en los temas ambientales generados por el ruido urbano ambiental. La figura 4 describe cuantitativamente y por sector los resultados de las encuestas y que está en concordancia con las opiniones vertidas en la entrevista.

La relación entre la densidad vehicular y la intensidad sonora por sector se detalla gráficamente en la figura 5, el cual permitirá analizar entre las dos etapas investigadas el comportamiento de las dos variables y evaluar su correlación entre las investigaciones realizadas y definir la validación de los modelos objetos de análisis.

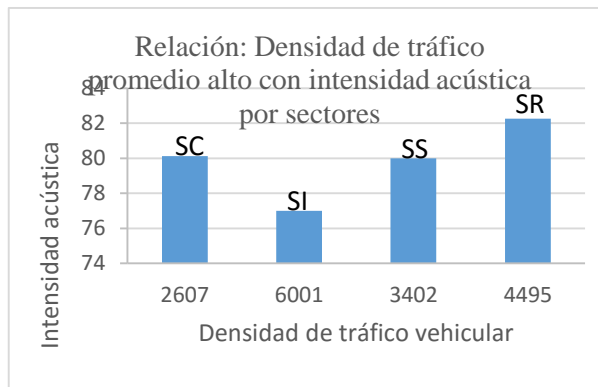
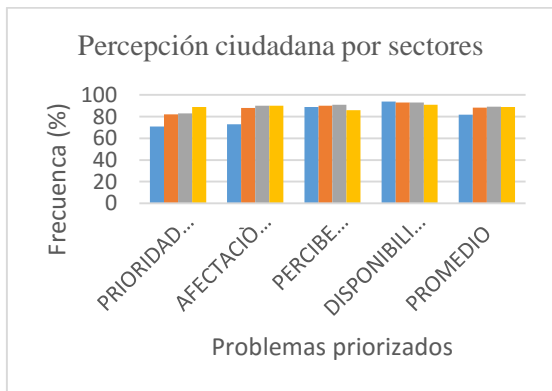


Figura 4. Percepción ciudadana por sector      Figura 5. Relaciona entre densidad vehicular alta con intensidad sonora por sector

La figura 6 y las tablas 2 a 4, responden a los resultados de relacionar los modelos estimados en las etapas uno y dos de la investigación y, permite evaluar y evidenciar cuantitativamente los indicadores para validan la aplicación de los modelos para otras zonas de la ciudad. Los indicadores por sectores estimados, están relacionados con cuatro parámetros, la intensidad sonora medida, la densidad vehicular de tráfico alto, la percepción ciudadana y la relación existente entre la densidad vehicular y la intensidad sonora

La figura 6 describe la relación tendencial existente entre la densidad vehicular y la intensidad sonora para las dos etapas investigadas.

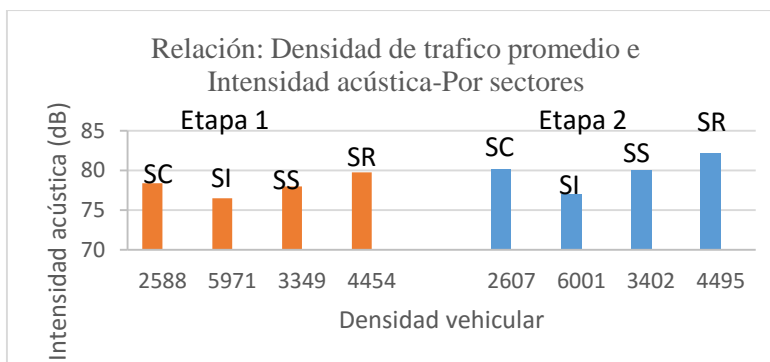


Figura 6. Relación por sector entre densidad con tráfico alto con intensidad sonora



La tabla 2, describe los resultados aplicando el método de comparación entre las medias y estimados en las dos etapas de la investigación, los indicadores determinados se fundamentan en aplicar la ecuación 2 con los registros levantados en las investigaciones realizadas. Los indicadores se evaluaron considerando el 5% de validez para la hipótesis nula y su correspondencia con las poblaciones analizadas.

Tabla 2. *Indicadores de calibración o validación. Método de comparación de medias*

Método de Comparación de Medias					
Parámetro de evaluación comparativa	Indicador cuantitativo por sector %				Indicador cualitativo de aceptabilidad (>5% -aceptable)
	Sector Comercial SC	Sector Industrial SI	Sector Salud SS	Sector Residencial SR	
Intensidad acústica	18	32	18	19	Aceptable
Densidad vehicular	8	30	5,3	19	Aceptable
Percepción ciudadana	41	37	7	16	Aceptable

Las tablas 3 y 4, representan los indicadores de aproximación obtenidos por las medias y la desviación estándar entre los registros de las dos etapas objeto de los estudios. Estos indicadores se estiman aplicando las ecuaciones 3 y 4 y validan los modelos determinados en la etapa 1. Los indicadores de validación para tener un nivel de aceptación deben exceder el 75% de los parámetros pertinentes.

Tabla3. *Indicadores de calibración o validación. Método de aproximación por relación de los promedios*

Método de aproximación por las Medias de los dos sitios					
Parámetro de evaluación comparativa	Indicador cuantitativo por sector %				Indicador cualitativo de aceptabilidad (>75% -aceptable)
	Sector Comercial SC	Sector Industrial SI	Sector Salud SS	Sector Residencial SR	
Intensidad acústica	98	99	98	84	Aceptable
Densidad vehicular	99	99	98	99	Aceptable
Percepción ciudadana	99	99	99	99	Aceptable

Tabla4. *Indicadores de calibración o validación. Método de aproximación por relación de la desviación estándar*

Método de aproximación por desviación estándar de los dos sitios					
Parámetro de evaluación comparativa	Indicador cuantitativo por sector %				Indicador cualitativo de aceptabilidad (>75% -aceptable)
	Sector Comercial SC	Sector Industrial SI	Sector Salud SS	Sector Residencial SR	
Intensidad acústica	78	84	93	84	Aceptable
Densidad vehicular	86	97	95	99	Aceptable
Percepción ciudadana	83	87	96	97	Aceptable

## **Discusión**

La calibración y validación de los modelos determinados en la primera etapa, se sustentaron en estimar cuatro indicadores que generaron estos modelos. Los indicadores de aproximación, cuantitativamente exceden los rangos estadísticos y probabilísticos normados para validar investigaciones de modelos objeto de estudio mientras, la comparación de medias determinó la homogenización poblacional. Estos indicadores, determinan el cumplimiento de los objetivos y fines de la investigación.

Los resultados descritos en las figuras 2 a 5 están relacionados con las variables de intensidad sonora, densidad vehicular de tráfico alto, percepción ciudadana y modelización de la relación densidad vehicular de tráfico alto con intensidad sonora. Estos modelos, evidencian que existe diferencia en los sectores analizados en esta investigación con los resultados obtenidos en la primera etapa, pero, de acuerdo a lo señalado en las tablas 2 a 4 los valores no exceden el 20% de distorsión y generalmente situándose en intervalos de aceptabilidad del 84% al 99%. Además, los valores y gráficos estimados indican un comportamiento tendencial aceptable para los ocho sectores y fueron los fundamentos que validaron los modelos puesto a prueba.

Las tablas 2 a 4 y la figura 6, evidencian estadística y probabilística la evaluación de los productos para las dos etapas investigadas. La tabla 2 evidencia por comparación de las medias que los registros responden a una misma población en el nivel mayor al 95%, lo cual determina la validez y aplicación de los modelos de ruido-tráfico para los ocho sectores analizados y potencialmente aplicables a geo territorios de la ciudad con características tráfico-acústica-social-económico-uso de suelo semejantes.

Las tablas 3 y 4, validan por sectores la modelización mediante el método de aproximación de las medias y desviación estándar. El método permite determinar que las aproximaciones de aceptabilidad entre las variables para las dos etapas varían entre el 78% al 99%, con una tendencia mayoritaria a valores superiores al 84%. La máxima distorsión es del 22% para un solo sector, evidenciando la validez de los modelos analizados y determinó que el nivel de aceptabilidad excede a los límites de rechazo para los modelos fijado en el 25% por distorsión.

La figura 6 evidencia la relación por sectores existente entre el tráfico vehicular alto con la intensidad sonora, determinando que, el comportamiento tendencial para las dos etapas es semejante y que no existe condiciones para rechazar los modelos objeto de la investigación. Los productos y análisis de las evaluaciones para las cuatro variables que generaron los modelos tráfico-intensidad sonora, determinan indicadores con un nivel de aceptabilidad que varía entre 78% a 99% y permiten concluir que los modelos bajo estudio son válidos y de alta confiabilidad para su aplicación en contextos semejantes para la ciudad de Guayaquil.

## **4. CONCLUSIÓN**

Los modelos generados en la primera etapa de la investigación se calibraron y validaron estadística y probabilística con un nivel de aceptabilidad que excede al 78% y que la población se caracteriza por ser homogénea en los sectores investigados.

La línea base se formó con más de 5000 registros medidos y validados mediante métodos científicos que generan un nivel alto de confiabilidad en los productos estimados.

Se implementaron y aplicaron varias metodologías como comparación de medias y aproximaciones paramétricas que responden a altos niveles de confiabilidad y garantizan las evaluaciones realizadas y los productos obtenidos. La estrategia permitió determinar que no existen distorsiones significativas entre los modelos aplicados.

La evaluación de los modelos, se realizó para cada sector seleccionado como crítico y de acuerdo al uso de suelo, determinando indicadores que parcialmente e integrados demostraron la validez de los modelos objeto de la investigación.

La validación de los modelos, permite extender su aplicabilidad territorial en la ciudad con un alto nivel de confiabilidad y, será fundamental para la planificación territorial y manejo del conflicto actual relacionado con el bienestar acústico de la ciudad.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Calero Proaño, L. de J., Calero Amores, M. S., Pazmiño Franco, C., & Vélez Aspiazu, E. (2018). El ruido ambiental urbano como indicador de calidad de vida acústica en cuatro sectores prototipos de la ciudad de Guayaquil. En *Publicación Oficial del XI Congreso Iberoamericano de Acústica* (p. 1582).

Calero, M. S., Calero, L. de J., & Andrade, M. (2017). Indicador Ambiental- Acústico en la calidad de vida urbana de Guayaquil. *Yachana*.

Devore, J. L. (2016). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. (A. V. Orozco, Ed.) (9<sup>na</sup> edición). México D.F. extraído de [https://issuu.com/cengagelatam/docs/probabilidad\\_y\\_estadistica\\_para\\_ing](https://issuu.com/cengagelatam/docs/probabilidad_y_estadistica_para_ing)

Fredianelli, L., Chiari, C., Menichini, I., Cassina, L., & Licitra, G. (2017). Audio-Visual Preferences and Tranquillity Ratings in Urban Areas. *Environments*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.3390/environments5010001>

González Río, M. J. (1997). *Metodología de la investigación social técnicas de recolección de datos*. Amalgama (1a ed., Vol. 15). Alicante: Aguaclara.

Ibarra Toapanta, A. G. & Gutiérrez Proenza, J., (2017). *La contaminación acústica en los alrededores del Hospital Gineco-Obstétrico Isidro Ayora y su incidencia en los derechos del Buen Vivir en el Distrito Metropolitano de Quito, año 2016*. Universidad Central del Ecuador. Extraído de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12917>

Instituto Nacional de estadística y Censo. Ecuador. (2018). Estadísticas. Extraído de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

Jacyna, M., Wasiak, M., Lewczuk, K., & Karoń, G. (2017). Noise and environmental pollution from transport: Decisive problems in developing ecologically efficient

transport systems. *Journal of Vibroengineering*, 19(7), 5639–5655.  
<https://doi.org/10.21595/jve.2017.19371>

Martoglio, R. (2013). La contaminación sonora puede afectar la salud auditiva. *La Voz*.  
Extraído de <https://www.lavoz.com.ar/salud/la-contaminacion-sonora-puede-afectar-la-salud-auditiva>

Ministerio de Obras Públicas. (2016). Obras públicas.

Ministerio del Ambiente. Nivel máximo de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles y niveles. (C. de Estudios y Publicaciones, Ed.) (2017). Quito.

Ortiz Salinas, E. (2018). Un enemigo nada silencioso. *Diario El Comercio*.

Ramírez González, A., & Domínguez Calle, E. A. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 509–530. Extraído de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000400009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009)

Romero, D. (n.d.). El parque automotor aumenta y complica más la movilidad. Extraído de <https://www.elcomercio.com/actualidad/aumento-parque-automotor-quito-movilidad.html>

Valles, M. S. (2002). *Cuadernos Metodológicos 32 Entrevistas Cualitativas*. (C. de I. Sociológicas, Ed.) (2002nd ed.). Madrid España. Extraído de <https://es.scribd.com/doc/110836930/Entrevistas-Cualitativas-Miguel-Valles>

León Carrera, W. E. & Vela Lombeida, D. O., (2016). *La Falta de Control de los Niveles Sonoros Ambientales por parte del Municipio vulnera los Derechos Constitucionales de los ciudadanos para disfrutar de un ambiente libre de ruido en la ciudad de Quito año 2015-2016*. Universidad Central del Ecuador. Extraído de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8130>

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Keying, Y. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9a ed.). México: Pearson.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, 1–148.