

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3110>

## **Determinación de la influencia de la contaminación acústica generada por el flujo vehicular, en la valoración económica de viviendas en el distrito de Arequipa, 2018**

Determination of the influence of noise pollution generated by traffic flow on the economic valuation of housing in the district of Arequipa, 2018

**Treyzy Fransheska Loza Osorio**

treyzy1803@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0004-5108-7983>  
Universidad del Altiplano  
Puno – Perú

**Digmar Arturo Loza Alcalde**

digmarloza@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0001-5748-614X>  
Universidad del Altiplano  
Puno – Perú

**Yoana Alexandra Portugal Cano**

yoanaportugal@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-0071-7661>  
Universidad del Altiplano  
Puno – Perú

Artículo recibido: 23 de noviembre del 2024. Aceptado para publicación: 07 de diciembre de 2024.  
Conflictos de interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**


La presente investigación busca determinar la influencia de la contaminación acústica en la valoración económica de viviendas en el distrito de Arequipa generada por el flujo vehicular, el cual, El desarrollo de la investigación se realizó a través de un estudio empírico con 72 mediciones de ruido en diferentes puntos del distrito, mismas que fueron comparadas con los ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental) establecidos para ruido, dando como resultado que el 33.3% (24 mediciones) no superan los ECA; mientras que el 66.6% (48 mediciones) superan los ECA. Como resultado se obtuvo que el modelo econométrico de la función de precios hedónicos utilizados en el estudio es adecuado para medir la capacidad explicativa del modelo en su conjunto, donde el coeficiente de determinación  $R^2$  dio un valor de 0,95. Se muestra que el ruido se convierte en una externalidad negativa en el valor comercial de las viviendas, puesto que a medida que se encuentran expuestos a altos niveles de ruido, su precio disminuye; es decir, su valor comercial se deprecia en un 0,96% por el incremento de 1 decibel (dB). Esta investigación se realizó con el fin de que sirva como instrumento para aplicar políticas de control, gestión y mitigación de la contaminación acústica por parte de la Municipalidad Provincial de Arequipa.

*Palabras clave:* contaminación acústica, precios hedónicos, externalidad

## Abstract

The present research seeks to determine the influence of noise pollution on the economic valuation of homes in the district of Arequipa generated by the vehicular flow, which, The development of the research was carried out through an empirical study with 72 noise measurements in different points of the district, which were compared with the ECA (National Environmental Quality Standards) established for noise, resulting in 33.3% (24 measurements) not exceeding the ECA; while 66.6% (48 measurements) exceed the RCTs. As a result, it was obtained that the econometric model of the hedonic price function used in the study is adequate to measure the explanatory capacity of the model as a whole, where the coefficient of determination  $R^2$  gave a value of 0.95. It is shown that noise becomes a negative externality in the commercial value of homes, since as they are exposed to high levels of noise, their price decreases; That is, its commercial value depreciates by 0.96% for an increase of 1 decibel (dB). This research was carried out in order to serve as an instrument to apply control, management and mitigation policies for noise pollution by the Provincial Municipality of Arequipa.

*Keywords:* noise pollution, hedonic prices, externality

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Loza Osorio, T. F., Loza Alcalde, D. A., & Portugal Cano, Y. A. (2024). Determinación de la influencia de la contaminación acústica generada por el flujo vehicular, en la valoración económica de viviendas en el distrito de Arequipa, 2018. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (6), 1604 – 1625. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3110>

## INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica generada por el tráfico vehicular es un fenómeno creciente en entornos urbanos, con impactos significativos en la calidad de vida y la salud pública debido a la exposición crónica a niveles elevados de ruido; la investigación de esta influencia es crucial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación que no solo protejan la salud humana, sino también preserven la integridad ambiental y promuevan la cohesión social en áreas urbanas afectadas (Gutiérrez et al, 2020).

Los sonidos no deseados (Ruidos) ocasionan molestia a los que la perciben, la contaminación sonora, constituye un problema ambiental para la humanidad por los efectos dañinos a la salud que ocasionan, los riesgos a los que estamos expuestos por estos sonidos de alta intensidad son alarmantes y debemos de resolver, esta elevada energía resulta perniciosa en el ambiente. La liberación de energía física de manera repentina y sin control, como ejemplo el ruido de una explosión o un ruido elevado pero controlado en las condiciones en el trabajo durante largo tiempo de exposición (Amable, 2017 p.1).

La contaminación acústica generada por el flujo vehicular es un problema significativo en varias partes del mundo; en Estados Unidos, aproximadamente el 40% de la población se ve afectada, especialmente en ciudades como Nueva York, Los Ángeles y Chicago. En España, el 35% de los habitantes sufre las consecuencias del ruido vehicular, con Madrid, Barcelona y Valencia siendo las áreas más impactadas. En India, el problema es aún más grave, afectando al 50% de la población en metrópolis como Nueva Delhi, Mumbai y Bangalore. Por otro lado, en Brasil, un 45% de los ciudadanos, especialmente en São Paulo, Río de Janeiro y Brasilia, experimentan niveles significativos de contaminación acústica debido al tráfico vehicular (Riccomini, 2024).

El ruido referido y estimado como la variación de la presión generada en el aire, variaciones percibidas mediante el sistema auditivo y que causan estímulos que generan impulsos en el cerebro, cuyo tiempo de exposición y tipo de ruido tienen la capacidad de generar efectos contraproducentes a la salud; la distancia entre la fuente de emisión y la recepción tiene relación directa, de mantener una prudente distancia entre el agente emisor de ruido su percepción esto no sería significativo; sonidos o ruidos altos o perturbadores que ocasionan molestias, daños o interrupción de las actividades o conductas normales se le conoce como contaminación sonora (Fernández, 2023).

El distrito de Arequipa presenta problemas de contaminación sonora, originado principalmente por el parque automotor; este tipo de contaminación no solo ocasiona problemas en el bienestar de la población, también ha afectado las actividades económicas. Para la formulación de políticas ambientales se requiere de medidas monetarias que permitan identificar beneficios y costos derivados del aumento en la calidad o el deterioro de un bien no mercadeable; atributos ambientales tales como es el caso del ruido, se puede considerar como recursos que tienen valor ya que en realidad representan un flujo de bienes y servicios con posibilidades de generar beneficios y costos; así, la contaminación acústica genera costos impuestos a toda la sociedad.

La creciente preocupación por la contaminación acústica y su impacto en el bienestar social enfrenta la dificultad de medir su efecto económico debido a la falta de un mercado específico. El método de precios hedónicos, planteado por Rosen (1974), sugiere que los individuos valoran un bien por sus atributos, como el nivel de ruido o la cercanía a parques. La vivienda, con sus diversas características ambientales, actúa como un bien compuesto cuyo precio refleja estos atributos no mercadeables; este estudio es el primero en analizar la influencia de la contaminación acústica en el valor económico de las viviendas en Arequipa, utilizando el monitoreo de ruido en decibelios (dB). Los resultados pueden ser útiles para estudios de análisis costo-beneficio en gestión ambiental y políticas urbanas.

Arequipa ha experimentado un crecimiento radial, concentrando la mayoría de las actividades urbanas en el centro, lo que ha llevado a una sobreutilización del espacio central para los desplazamientos urbanos y a una alta congestión en cuatro principales avenidas que convergen en el centro de la ciudad: la Av. Mariscal Castilla, que recibe el flujo del Cono Este; la Av. Alcides Carrión, que maneja el tráfico del sector Sureste; la Av. Parra, principal vía de entrada y salida del sector Sur; y la Av. Ejército, sobrecargada debido al crecimiento urbano del Cono Norte. Estas avenidas soportan el 35% del tráfico automotor y, al llegar al centro, no cuentan con infraestructuras viales adecuadas para manejar el alto volumen de tráfico, lo que provoca congestión en la periferia del centro, según la Municipalidad Provincial de Arequipa (2015). En la ciudad de Arequipa el incremento del parque automotor ocasionó el aumento de contaminación sonora en cerca del 20%, por este hecho la población presenta males como estrés, dolores de estómago y oído (hipoacusia), así como problemas cardíacos. Se sabe que el 60% de ruidos molestos en la ciudad es provocado por vehículos (transporte público, privado y carga), el restante es causado por locales de venta de música, discotecas, entre otros y según estudio realizado por el Ministerio de Salud, el 6% de personas que trabajan en centros comerciales tiene problemas de sordera, causada por los elevados ruidos en zonas comerciales. Entre estas se encuentran las Avenidas Ejército (distritos de Cayma y Yanahuara), Avelino Cáceres (distrito de José Luis Bustamante y Rivero), Goyeneche y Paucarpata, además del Centro Histórico. Además, en las zonas se registran entre 90 y más de 100 decibeles (dB) de ruidos cuando lo normal fluctúa entre 60 y 70 dB y a pesar a la existencia de una norma municipal, que sanciona los ruidos molestos, los transportistas no obedecen dichas disposiciones (MPA, 2015). De acuerdo a las investigaciones realizadas de denuncias por contaminación en Arequipa, el 41% corresponde a ruidos; 24% por humos, gases y agua 14% domésticos 12%; y otros 9% (HBA Noticias, 2015). Estos últimos como el PM10 (Material Particulado), el cual triplica el límite permitido, llegando a los 178 ug/m<sup>3</sup>, es el contaminante más presente en la atmósfera, proveniente de los tubos de escape de los vehículos.

Ante estos hechos se formula la pregunta general: ¿Cuánta es la influencia de la contaminación acústica generada por el flujo vehicular, en la valoración económica de viviendas en el distrito de Arequipa, 2018?

Problemas específicos: ¿En cuánto superan los niveles de ruido emitidos en el distrito de Arequipa, según los ECA – Ruido establecidos? - ¿Cuánto es el nivel de relación que existe entre los niveles de ruido emitidos y el flujo vehicular en el distrito de Arequipa? - ¿En qué medida la contaminación acústica se convierte en una externalidad negativa en la valoración económica de viviendas en el distrito de Arequipa?

Esta investigación se justifica de manera práctica, ya que puede orientar políticas públicas para mitigar el ruido y mejorar la planificación urbana y la valoración inmobiliaria; teórica, porque aporta al conocimiento sobre cómo los factores ambientales afectan el mercado inmobiliario y la calidad de vida; metodológica, ya que propone técnicas y enfoques para evaluar y cuantificar el impacto del ruido en el valor de las propiedades; y social, dado que busca mejorar el bienestar de los residentes al destacar la importancia de un entorno acústicamente saludable y promover medidas que reduzcan la contaminación sonora en áreas urbanas.

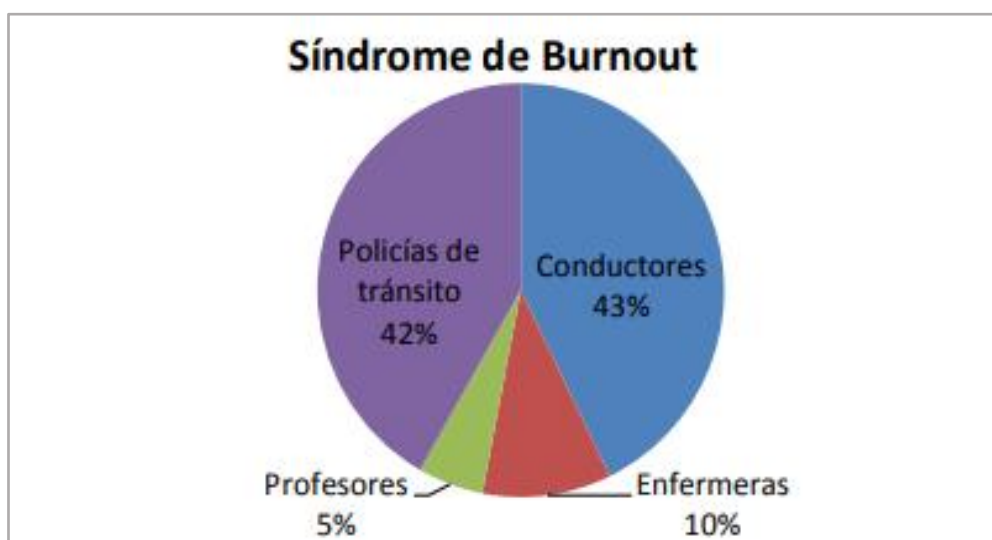
**Objetivo general:** Determinar la influencia de la contaminación acústica, generada por el flujo vehicular y su incidencia en el valor económico de las viviendas en el distrito de Arequipa, 2018.

Objetivos específicos Evaluar los niveles de ruido emitidos en el distrito de Arequipa, comparándolos con los ECA – Ruido establecidos. Evaluar la relación que existe entre los niveles de ruido emitidos y el flujo vehicular en el distrito. Evaluar si la contaminación acústica, genera una externalidad negativa en el valor económico de las viviendas en el distrito de Arequipa, 2018 Se plantea que los efectos del ruido sobre los seres humanos y el desarrollo de sus actividades,

regularmente se vinculan con la afectación sobre la sensibilidad auditiva (Bluhm, Nording y Berglin, 2004), influenciando el desarrollo de aspectos como la concentración, el reposo y la comunicación, especialmente en espacios como domicilios y viviendas. En el año 2013, se realizó un estudio a un grupo de conductores en la ciudad de Arequipa, que presentan niveles de síndrome de Burnout<sup>1</sup> que puede padecer cualquier persona que esté siendo sometida a exposición prolongada a estresores laborales (Savio, 2008). Los resultados señalaron altos porcentajes de conductores y policías de tránsito afectados por este síndrome, causado por 3 factores: técnico, humano y ambiental, en este último los psicólogos analizaron los efectos del medio ambiente en la conducta del chofer. Donde uno de los factores principales desencadenantes del estrés es el ruido (Arias, W. Jiménez, N., 2012). Considerando que, hasta cierto punto, comparten algunas similitudes, ya que ambos grupos de trabajadores se desenvuelven en ambientes de tráfico vehicular expuestos a altos niveles de ruido, como se muestra en el gráfico 1.

### Gráfico 1

Resultado de porcentaje en trabajadores afectados por el Síndrome de Burnout



### Método de precios hedónicos

El modelo teórico de precios hedónicos fue desarrollado por Griliches (1971) y Rosen (1974), este se ubica dentro de los métodos de valoración indirecta. El modelo identifica que muchos bienes son multiatributos, es decir, que satisfacen muchas necesidades al mismo tiempo. Los precios hedónicos intentan descubrir todos los atributos del bien que explican su precio, para determinar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos; expresan que los bienes pueden ser descritos como conjuntos de atributos o características que no son explícitamente tratadas en los mercados.

Sin embargo, los precios implícitos de esos atributos pueden ser revelados a través de las regresiones hedónicas, que se puede expresar de la siguiente forma:

$$Ph = fh(Sh, Nh, Xh)$$

Ph= Precio del bien (vivienda)

Sh = Vector de características estructurales

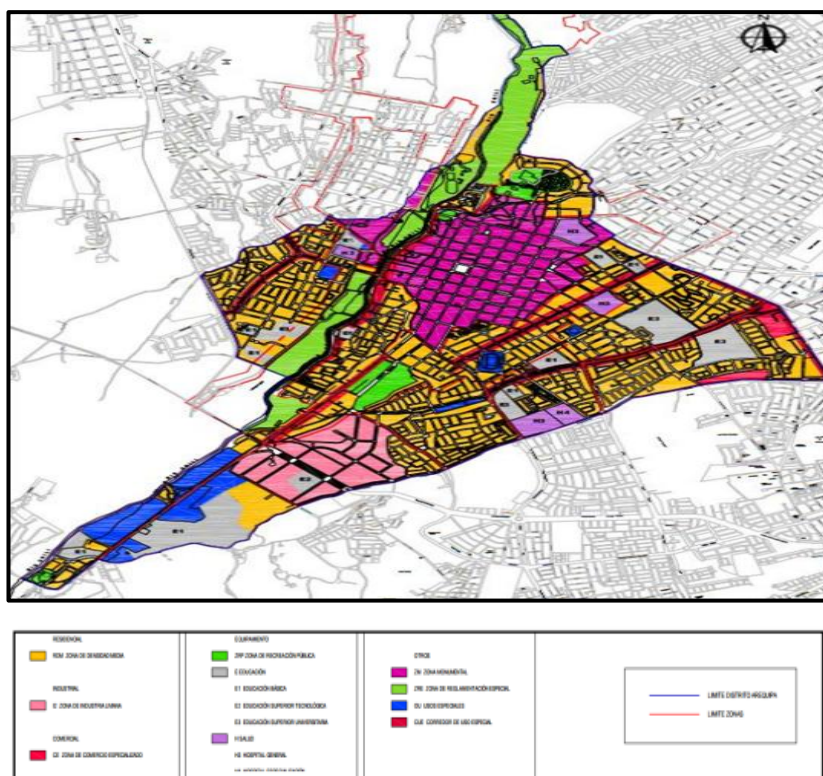
Nh = Vector de características socioeconómicas que definen el entorno

Xh = Vector que define características ambientales del entorno

El Plan director de Arequipa Metropolitana 2016-2025 establece Zonas de Reglamentación Especial (ZRE), que incluyen el Centro Histórico, reconocido por la UNESCO, y pueblos tradicionales como Yanahuara, Cayma, y otros. Los usos compatibles son cultura, turismo controlado, recreación pasiva, culto, administración local y residencia en armonía con las características urbanas y arquitectónicas (MPA, 2014). Las edificaciones deben seguir el Plan de Gestión del Centro Histórico y la normativa del INC. El distrito de Arequipa tiene áreas destacadas para comercio y viviendas, según la Figura 1.

**Figura 1**

*Mapa de uso del suelo en el distrito de Arequipa, 2018*



**Fuente:** MPA (2018).

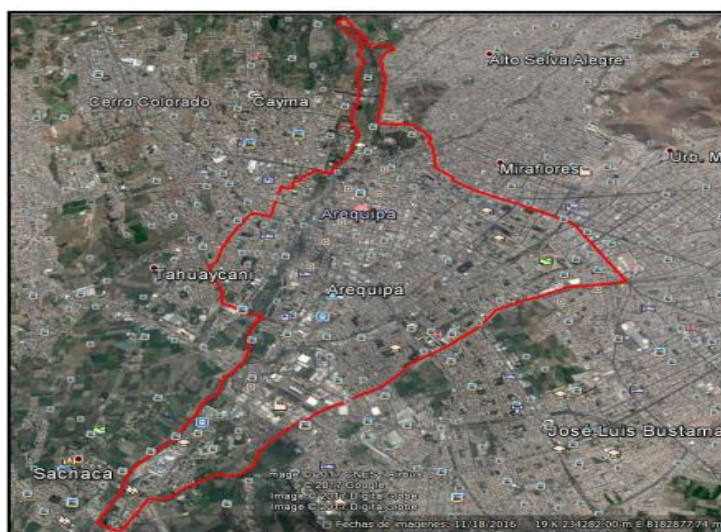
### METODOLOGÍA

**Delimitación de la investigación:** El distrito de Arequipa es uno de los 29 distritos que conforman la Provincia de Arequipa, bajo la administración del Gobierno regional de Arequipa en el Perú. Delimita: - Norte: Distritos de Yanahuara y Alto Selva Alegre - Este: Distritos de Miraflores y Mariano Melgar - Sur: Distritos de José Luis Bustamante y Rivero y Jacobo Hunter - Oeste: Distrito de Sachaca

Tiene una población de 54,095 habitantes al año 2015, según el INEI, en 12,8 kilómetros cuadrados. Se encuentra totalmente inmerso dentro de la ciudad de Arequipa por lo que se considera como su capital el centro histórico de la ciudad de Arequipa. Ver figura 2.

**Figura 2**

*Vista satelital del distrito de Arequipa*



**Fuente:** Google Earth, 2016.

La investigación fue de tipo básica con un enfoque cuantitativo y de diseño no experimental-transversal, Descriptivo. Para esta investigación la población fue comprendida por Para la valoración económica del ruido, se tomará en cuenta todas aquellas viviendas ubicadas en zonas residenciales, según el mapa de uso de suelo del distrito de Arequipa la selección fue bajo el criterio de inclusión y exclusión; el tamaño de la muestra es de 139 viviendas, las mediciones de ruido en los distintos puntos de la zona de estudio se obtuvieron con el sonómetro integrador de la Municipalidad Provincial de Arequipa, el cual está debidamente calibrado por INDECOPI y tiene las siguientes características: Marca CIRRUS, Modelo CR:831C, Resolución de 0,1 dB, Clase I, Micrófono UK0 224 y Serie de Micrófono 20045185

Para la evaluación de los niveles de ruido emitidos en el distrito, se realizó un análisis y comparación de las mediciones con los ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental) para ruido; los resultados se mostraron con gráficas mediante el programa Microsoft Excel. Para el segundo objetivo, el análisis de la relación entre el flujo vehicular y el nivel de ruido emitido se efectuó mediante un análisis estadístico de regresión lineal del coeficiente de correlación con Microsoft Excel, permitiendo determinar el grado y nivel de relación entre ambas variables. Para el tercer objetivo, la determinación de la influencia de la contaminación acústica en el valor económico de las viviendas se realizó mediante la observación de indicadores estadísticos a través de las pruebas t estadístico para la significación individual, F estadístico para la significación conjunta del modelo y  $R^2$  para el nivel de significancia de los resultados. Los datos de las mediciones de ruido, características estructurales (área de terreno, área construida), características del entorno (cercanía a parques), características ambientales (niveles de ruido) y valor comercial del predio se introdujeron en el modelo econométrico de la función de precios hedónicos, y los resultados de la estimación del modelo se obtuvieron con el software estadístico STATA.

Para la validez con el objetivo de garantizar la confiabilidad del instrumento empleado para la recolección de datos, se llevó a cabo un proceso de validación con la participación de 10 profesionales expertos en el campo de la carrera profesional de ingeniería ambiental, específicamente para la variable nivel de estrés. Además, se utilizó la calculadora de V-Aiken para evaluar los criterios de

claridad, coherencia y relevancia del instrumento, obteniendo un puntaje promedio que indica una fuerte consistencia con los ítems evaluados.

Para la validez con el objetivo de garantizar la confiabilidad del instrumento empleado para la recolección de datos, se llevó a cabo un proceso de validación con la participación de 10 profesionales expertos en el campo de la carrera profesional de ingeniería ambiental, específicamente para la variable nivel de estrés. Además, se utilizó la calculadora de V-Aiken para evaluar los criterios de claridad, coherencia y relevancia del instrumento, obteniendo un puntaje promedio que indica una fuerte consistencia con los ítems evaluados.

Para la confiabilidad Se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, esta métrica varía entre 0 y 1: un coeficiente de 0 indica una confiabilidad inexistente, mientras que un valor de 1 señala una confiabilidad perfecta, la calidad de vida obtuvo Coeficiente 0.870 de Alpha de Cronbach.

### **Técnicas de procesamiento de información**

De acuerdo con lo anterior, se estimó el siguiente modelo econométrico:

$$\text{PRECIO } (\theta) = \alpha_0 + \beta_1 \text{AREATERR}(\lambda) + \beta_2 \text{AREACONST}(\lambda) + \beta_3 \text{DISTPARQUE}(\lambda) + \beta_4 \text{RUIDO}(\lambda) + \varepsilon.$$

Donde la variable dependiente, PRECIO ( $\theta$ ), representa el valor comercial de la vivienda en dólares americanos (\$).

Las variables independientes son:  $\alpha_0$ , que representa la constante;  $\beta_1 \text{AREATERR}(\lambda)$ , que representa el área del terreno de la vivienda en metros cuadrados ( $\text{m}^2$ );  $\beta_2 \text{AREACONST}(\lambda)$ , que representa el área construida de la vivienda en metros cuadrados ( $\text{m}^2$ );  $\beta_3 \text{DISTPARQUE}(\lambda)$ , una variable dummy que toma el valor de 1 si el predio está ubicado al frente de un parque y 0 si está alejado de un parque; y  $\beta_4 \text{RUIDO}(\lambda)$ , que representa el nivel de presión sonora medido en decibeles (dB). Finalmente,  $\varepsilon$  representa el margen de error aleatorio.

Además, esta investigación se adhiere estrictamente a las directrices de trabajo establecidas por la universidad, asegurando la transparencia en las referencias y citas utilizadas en este proyecto. Se asegura que el consentimiento de los estudiantes fue obtenido de manera respetuosa y voluntaria, sin influir en sus respuestas o la información proporcionada. Se declara de manera enfática que los resultados de la investigación no han sido manipulados, falsificados o plagiados en ningún momento. subrayando su confiabilidad para futuros propósitos académicos.

Autonomía: Mediante la capacidad, los participantes podrán decidir de participar no del estudio después de conocer el contenido. Beneficencia: Se busca hacer el bien sin provocar daños o alguna alteración que se vean afectados, respetando las decisiones de las personas. No maleficencia: Con este principio se busca no causar o hacer daño, al contrario, crear un ambiente de bienestar y hacer lo posible de que se sientan bien los participantes del estudio a realizar. Justicia: Con este principio se busca dar un trato igualitario sin discriminar a los participantes del estudio, respetando su cultura y creencias.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

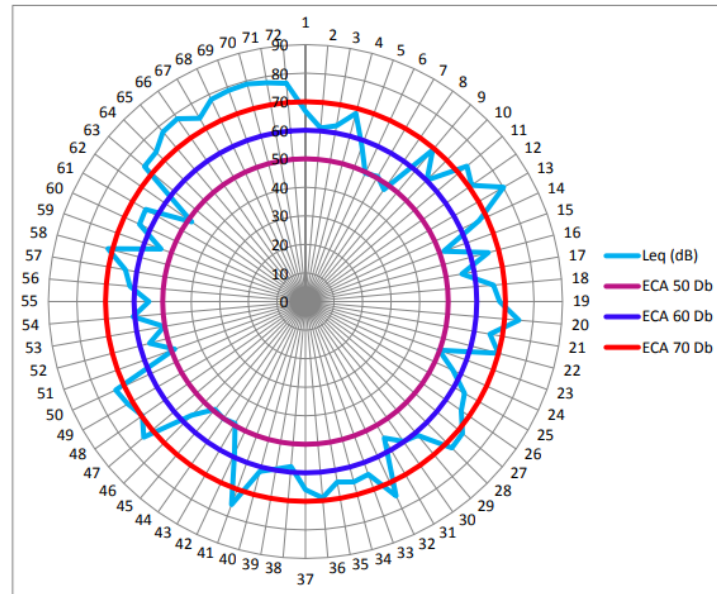
### **Evaluación de los niveles de ruido emitido en el distrito de Arequipa**

En el Anexo 8, se muestran los resultados de las mediciones de los diferentes puntos tomados en cuenta para la presente investigación, donde se señala la hora de medición, dirección de cada punto, zona a la que pertenece, el intervalo de tiempo de la medición, su valor mínimo, valor equivalente, valor

máximo, con sus respectivas coordenadas UTM. Se puede apreciar las mediciones de ruido de los 72 puntos, donde los primeros 62 puntos corresponden a zonas de alta densidad (residenciales) del distrito y los últimos 10 puntos corresponden a zonas más críticas del distrito (centro histórico), todas estas tomadas en el horario diurno respectivamente, como se muestra en el gráfico 2 a continuación.

### Gráfico 2

Valor del Leq promedio obtenido vs el nivel permitido según las zonas de aplicación de las 72 mediciones



De los datos anteriores podemos apreciar los diferentes niveles de ruido emitidos en el distrito, se observa lo siguiente:

Se compararon los valores con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, según el reglamento D.S. N°085-2003 considerando los valores de Zona de Protección Especial, Zona Residencial, Zona Comercial, que de acuerdo con el horario debe ser menor de 50, 60 y 70 respectivamente.

El rango de los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo de los 10 puntos en el centro histórico del distrito, oscilan desde 74 dB en la Calle Ayacucho con San Pedro y el más alto 78.9 dB en la Avenida Independencia con Paucarpata.

El rango de los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo de los siguientes 62 puntos en el distrito de Arequipa oscila desde 47.9 en la Calle Felisa Moscoso, Umacollo a 80.1 decibelios (dB) en la Calle Toribio Pacheco con Av. Andrés Martínez, Vallecito.

EL mayor nivel de presión sonora en todas las zonas se da en el intervalo de 10:00 a.m. a 14:00 p.m.

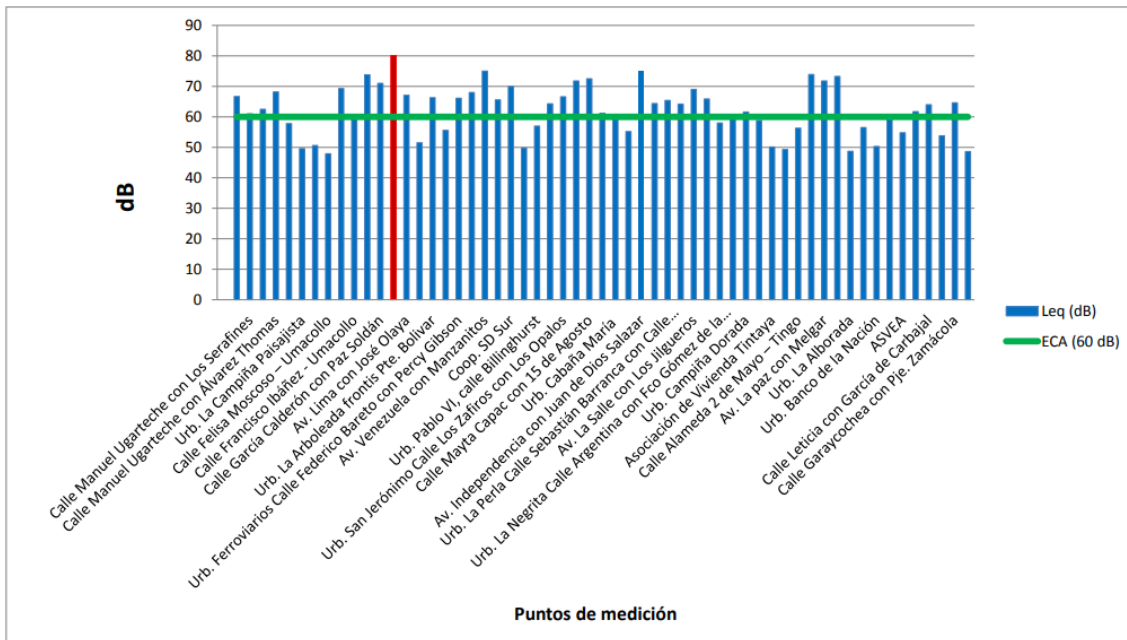
De las 72 mediciones tomadas en el distrito de Arequipa, el 33.3%, es decir 24 mediciones no superan los ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental) para Ruido; mientras que el 66.6%, es decir 48 mediciones, superan los ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental) para Ruido.

En la Figura 5, que se muestra a continuación se puede apreciar los valores obtenidos en los puntos de medición en zonas residenciales, donde el máximo valor encontrado fue de 80.1 (dB) en la calle Toribio

Pacheco con Av. Andrés Martínez, Vallecito; cuyo valor es la barra que está sombreada de color rojo, la cual sobrepasa el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido (línea horizontal verde).

**Gráfico 3**

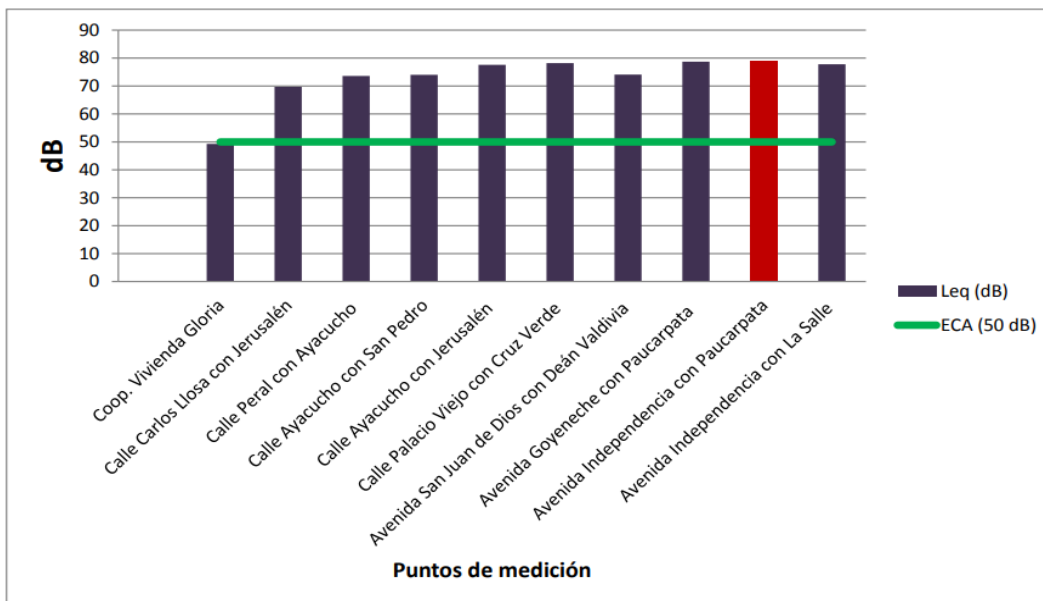
Valor del Leq promedio obtenido vs. el nivel permitido: Zona residencial



En el gráfico 3, que se muestra a continuación se puede apreciar los valores obtenidos en los puntos de medición en la zona de protección especial, donde el máximo valor encontrado fue de 78.9 (dB) en la Av. Independencia con Paucarpata; cuyo valor es la barra que está sombreada de color rojo, la cual sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido (línea horizontal verde).

**Gráfico 4**

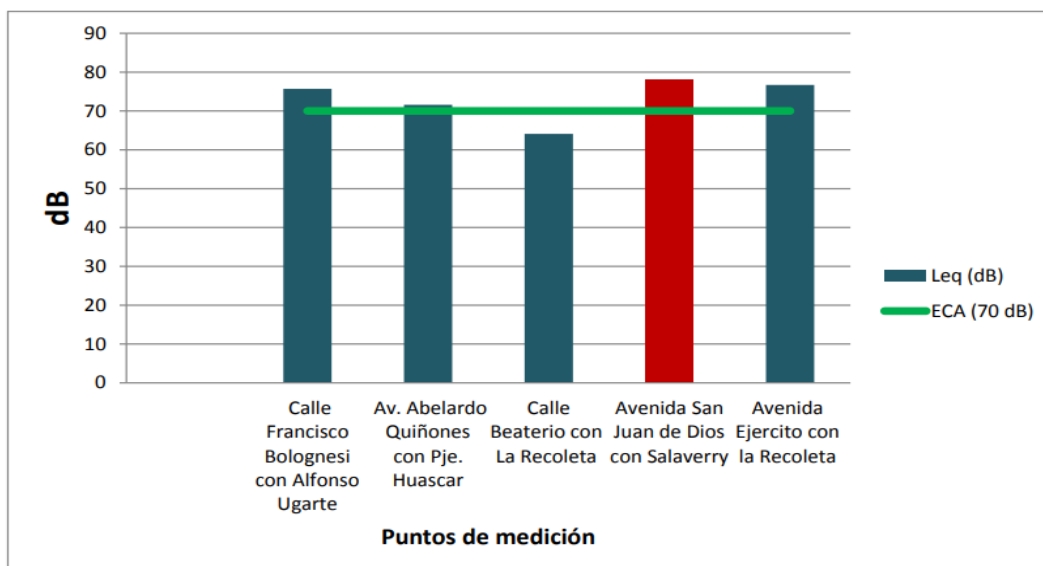
Valor del Leq promedio obtenido vs el nivel permitido: Zona de protección especial



En el gráfico 5, que se muestra a continuación se puede apreciar los valores obtenidos en los puntos de medición en la zona comercial del distrito, donde el máximo valor encontrado fue de 70 (dB) en la Av. San Juan de Dios con Salaverry; cuyo valor es la barra que está sombreada de color rojo, la cual sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Ruido (línea horizontal verde).

**Gráfico 5**

Valor del Leq promedio obtenido vs el nivel permitido: Zona comercial 4.2



Relación del flujo vehicular y niveles de ruido emitido en el distrito de Arequipa. Como se señaló anteriormente el conteo de vehículos se realizó al mismo tiempo de la medición de ruido (dB) en cada punto evaluado; siendo los tipos de vehículos: livianos, pesados y motos. Analizando los resultados se

tiene que existe una estrecha relación entre el número de vehículos transitados con los niveles de ruido emitido en cada punto evaluado. En la tabla 1, que se muestra a continuación se indica el conteo del flujo vehicular en la zona de protección especial respectivamente.

**Tabla 1**

*Flujo vehicular: Zona de protección especial (Centro histórico)*

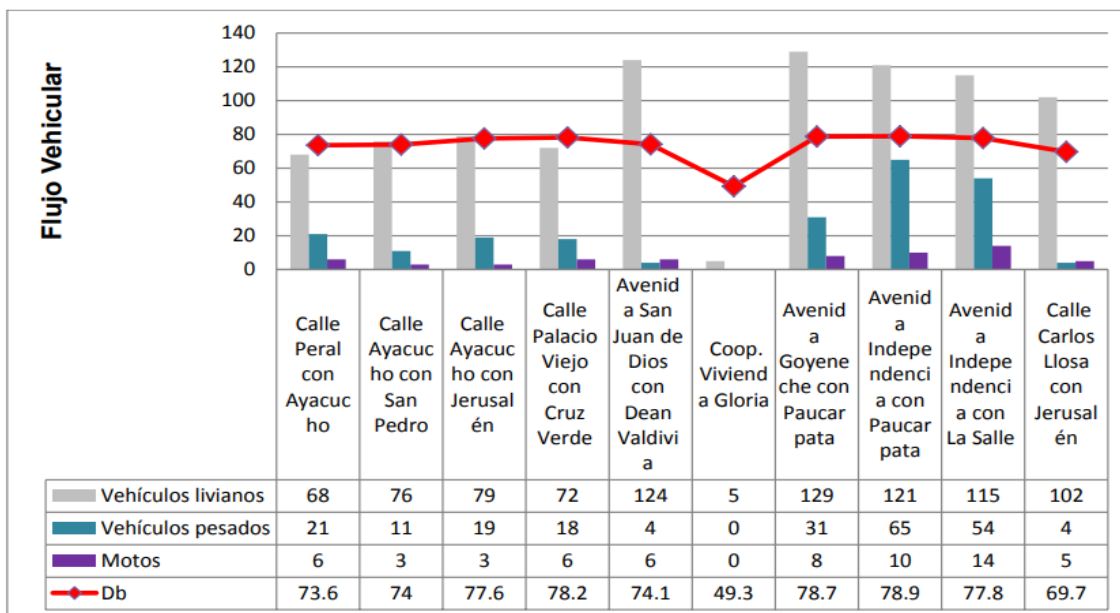
Ubicación	Vehículos livianos	Vehículos pesados	Motos	Db	Total
Calle Peral con Ayacucho	68	21	6	73.6	95
Calle Ayacucho con San Pedro	76	11	3	74	90
Calle Ayacucho con Jerusalén	79	19	3	77.6	101
Calle Palacio Viejo con Cruz Verde	72	18	6	78.2	96
Avenida San Juan de Dios con Dean Valdivia	124	4	6	74.1	134
Coop. Vivienda Gloria	5	0	0	49.3	5
Avenida Goyeneche con Paucarpata	129	31 d	8	78.7	168
Avenida Independencia con Paucarpata	121	65	10	78.9	196
Avenida Independencia con La Salle	115	54	14	77.8	183
Calle Carlos Llosa con Jerusalén	102	4	5	69.7	111

**Fuente:** elaboración propia.

En el gráfico 6, que se muestra a continuación se muestra la relación existente entre el nivel de ruido emitido con el número de vehículos transitados en el punto de medición de la zona de protección especial (centro histórico) del distrito. Donde, la Coop. Vivienda Gloria presenta el más bajo nivel de ruido emitido con 49.3 (dB), el mismo que presenta bajo flujo vehicular con un resultado de 5 vehículos livianos transitados. Por el contrario, la Av. Independencia con Paucarpata presenta el más alto nivel de ruido emitido con 78.9 (dB), el mismo que presenta alto flujo vehicular con un resultado de 196 vehículos transitados.

Gráfico 6

Flujo vehicular: Zona de protección especial (Centro histórico)



En la tabla 2, que se muestra a continuación se indica el conteo del flujo vehicular en la zona comercial respectivamente.

Tabla 2

Flujo vehicular: Zona comercial

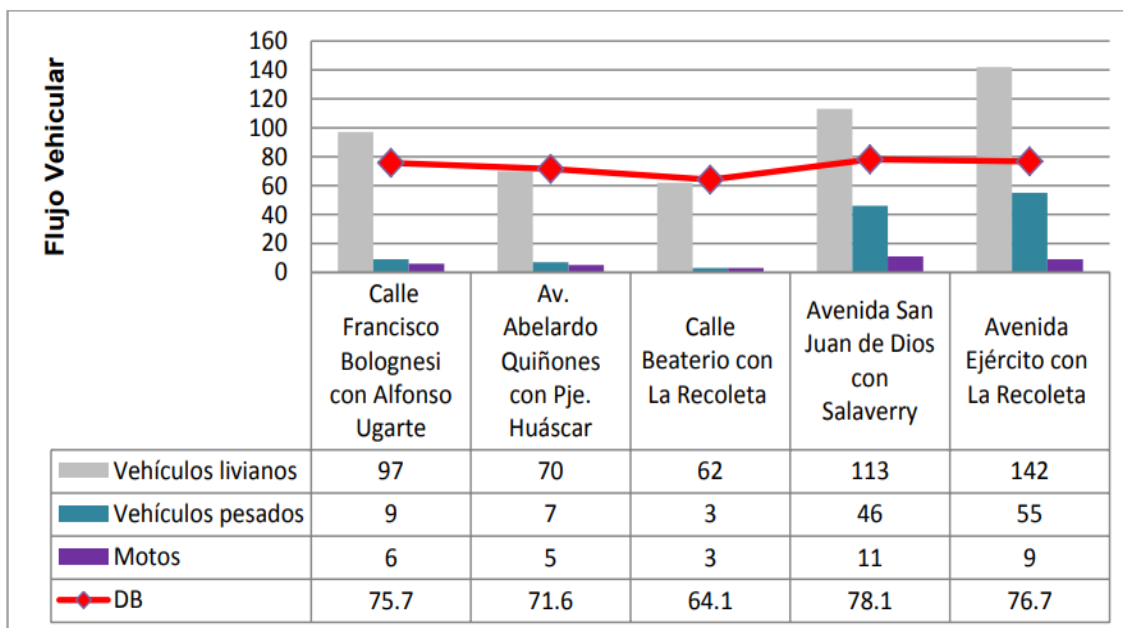
Ubicación	Vehículos livianos	Vehículos pesados	Motos	DB	Total
Calle Francisco Bolognesi con Alfonso Ugarte	97	9	6	75.7	112
Av. Abelardo Quiñones con Pje. Huáscar	70	7	5	71.6	82
Calle Beaterio con La Recoleta	62	3	3	64.1	68
Avenida San Juan de Dios con Salaverry	113	46	11	78.1	170
Avenida Ejército con La Recoleta	142	55	9	76.7	206

Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 7, se muestra la relación existente entre el nivel de ruido emitido con el número de vehículos transitados en el punto de medición de la zona comercial del distrito. Donde la Av. San Juan de Dios con Salaverry presenta el más alto nivel de ruido emitido con 78.1 (dB), el mismo que presenta alto flujo vehicular con un resultado de 170 vehículos transitados y la Av. Ejercito con la Recoleta con un nivel de ruido emitido de 76.7 (dB) el mismo que presenta alto flujo vehicular con un resultado de 206 vehículos transitados. Por lo contrario, la calle Beaterio con la Recoleta presenta el más bajo nivel de ruido emitido con 64.1 (dB), el mismo que presenta bajo flujo vehicular con un resultado de 68 vehículos transitados.

**Gráfico 7**

*Flujo vehicular: Zona comercial*



En la tabla 3, que se muestra a continuación se indica el conteo del flujo vehicular en la zona residencial respectivamente.

**Tabla 3**

*Flujo vehicular: Zona residencial*

Ubicación	Vehículos livianos	Vehículos pesados	Motos	Db	Total
Calle Los Geranios con Manuel Ugarteche	108	8	5	66.7	121
Calle Manuel Ugarteche con Los Serafines	78	0	2	61	80
Calle Manuel Ugarteche con Psje. La Gruta	59	1	5	62.5	65
Calle Manuel Ugarteche con Álvarez Thomas	85	25	7	68.2	117
Calle Romana con Echevarria	77	2	4	57.8	83
Urb. La Campiña Paisajista	3	0	2	49.6	5
Residencial Umacollo, Calle Arguedas	7	0	3	50.6	10
Calle Felisa Moscoso – Umacollo	10	0	1	47.9	11
Calle Ricardo Palma con Javier Delgado	113	29	9	69.3	151
Calle Francisco Ibáñez - Umacollo	64	0	9	60.1	73
Calle 20 de Julio con San Martín	116	24	11	73.8	151
Calle García Calderón con Paz Soldán	130	30	6	71	166
Calle Toribio Pacheco con Av. Andrés Martínez	137	37	13	80.1	187
Av. Lima con José Olaya	65	6	8	67.1	79

Calle Los Pinos, Urb. Los Pinos	4	0	1	51.5	5
Urb. La Arboleada frontis Pte. Bolivar	36	2	5	66.3	43
Urb. Ferroviarios Calle Micaela Bastidas con Benito Bonifaz	17	0	2	55.6	19
Urb. Ferroviarios Calle Federico Bareto con Percy Gibson	32	3	5	66.1	40
Urb. María Isabel Calle Benito Bonifaz con Porcel	56	5	5	68	66
Av. Venezuela con Manzanitos	131	24	8	75	163
Urb. Juan el Bueno Calle Obando	47	0	2	65.6	49
Coop. SD Sur	74	0	5	70	79
Coop. SD Sur	16	0	0	49.8	16
Urb. Pablo VI, calle Billinghamurst	42	0	2	57	44
Ubicación	Vehículos livianos	Vehículos pesados	Motos	Db	Total
Urb. Pablo VI Calle San Fernando con Juan Castelly	55	0	1	64.3	56
Urb. San Jerónimo Calle Los Zafiros con Los Opalos	53	0	6	66.6	59
Av. Independencia con Mariano Ignacio Prado	99	32	14	71.8	145
Calle Mayta Capac con 15 de Agosto	90	19	3	72.5	112
Urb. Francisco Mostajo	35	0	7	61.2	42
Urb. Cabaña María	33	0	5	59.8	38
Urb. Cabaña María (frente al parque)	39	0	0	55.2	39
Av. Independencia con Juan de Dios Salazar	133	39	9	75.1	181
Urb. La Perla Calle Montesinos con Mariano Docarmo	60	0	0	64.4	60
Urb. La Perla Calle Sebastián Barranca con Calle Monjaras	64	0	3	65.4	67
Calle Condesuyos con Ramón Castilla	47	2	5	64.2	54
Av. La Salle con Los Jilgueros	56	21	2	69	79
Urb. La Victoria Calle Fco. Gómez de la Torre	63	0	6	65.9	69
Urb. La Negrita Calle Argentina con Fco Gómez de la Torre	37	0	4	58	41
Urb. Juventud Ferroviaria	27	0	6	59.6	33
Urb. Campiña Dorada	30	0	4	61.6	34
Urb. Casa Lago San José	6	0	1	58.8	7
Asociación de Vivienda Tintaya	3	0	1	50.1	4
Urb. Villa Hermosa – Tingo	6	0	1	49.3	7
Calle Alameda 2 de Mayo – Tingo	37	2	3	56.3	42
Av. Juan de la Torre con Calle Peral	119	32	2	73.9	153
Av. La Paz con Melgar	100	19	2	71.8	121
Coop. Universitaria	120	6	4	73.3	130
Urb. La Alborada	5	0	1	48.7	6
Urb. La Aurora	11	1	1	56.5	13
Urb. Banco de la Nación	2	0	0	50.3	2

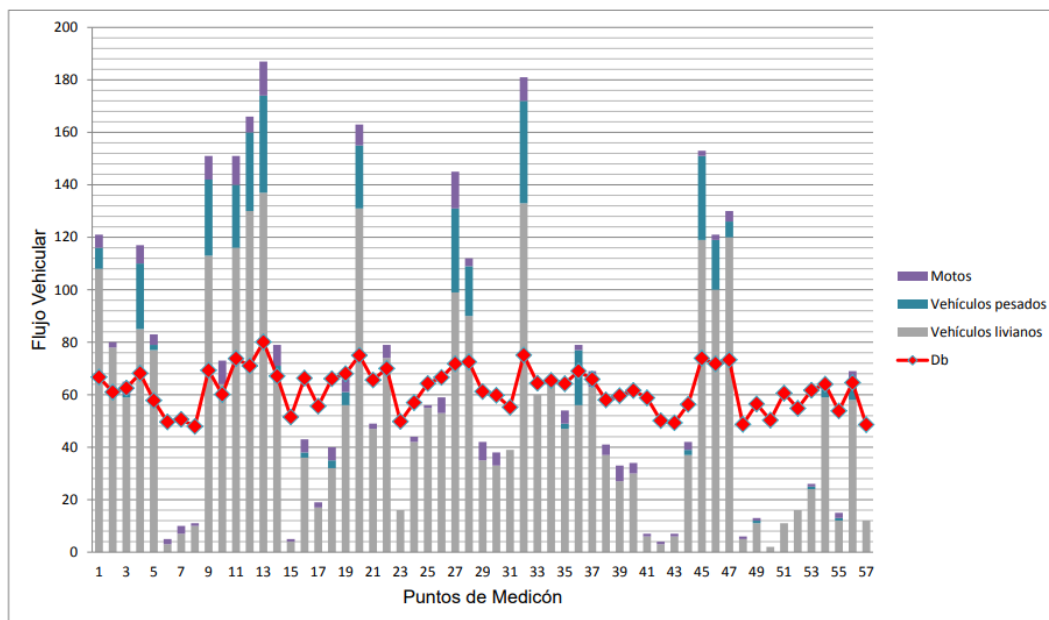
Ubicación	Vehículos livianos	Vehículos pesados	Motos	Db	Total
ASVEA	11	0	0	60.6	11
ASVEA	16	0	0	54.8	16
Calle Nicolas Silva con Manuel Belgrano	24	1	1	61.7	26
Calle Leticia con García de Carbajal	59	3	3	64	65
Urb. Cabaña María (frente a campo deportivo)	12	1	2	53.8	15
Calle Garaycochea con Pje. Zamácola	58	6	5	64.6	69
Calle Juana Espinoza con Calle Bouroncle, Umacollo	12	0	1	48.6	13

**Fuente:** elaboración propia.

En el gráfico 8, que se muestra a continuación, se puede apreciar la relación existente entre el nivel de ruido emitido con el número de vehículos transitados en el punto de medición de la zona residencial del distrito. Donde la Urb. La Campiña Paisajista presenta el más bajo nivel de ruido emitido con 49.6 (dB), el mismo que presenta bajo flujo vehicular con un resultado de 5 vehículos transitados. Por el contrario, la calle Toribio Pacheco con Av. Andrés Martínez presenta el más alto nivel de ruido emitido con 80.1 (dB), el mismo que presenta alto flujo vehicular con un resultado de 187 vehículos transitados.

### Gráfico 8

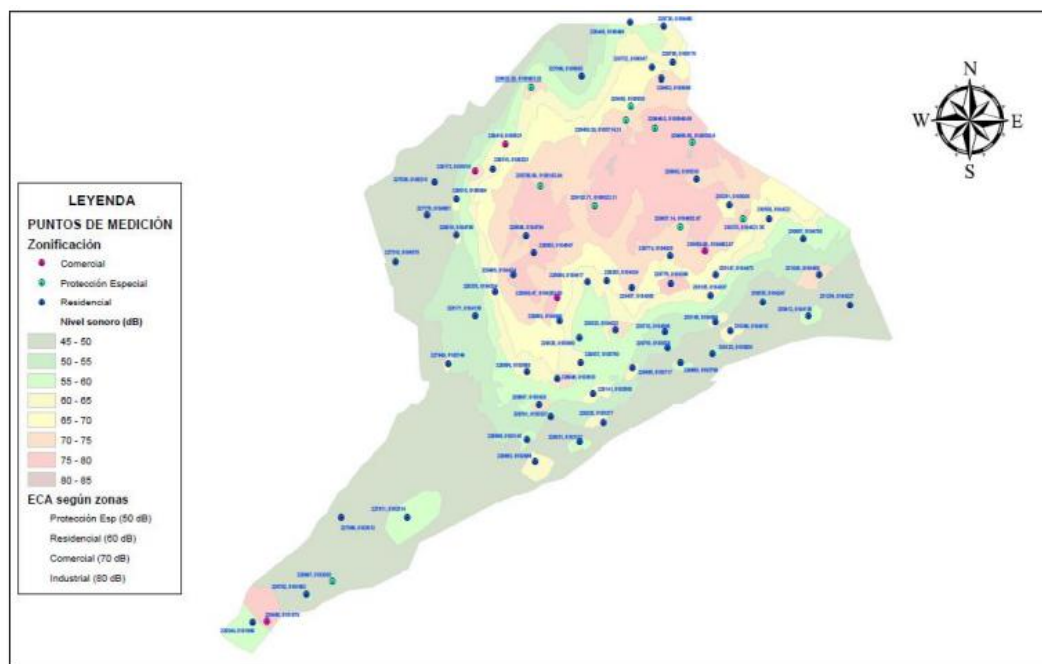
*Flujo vehicular: Zona residencial*



Seguidamente en la figura 3, se puede apreciar el modelamiento de la contaminación acústica ocasionada por el flujo vehicular en el área de estudio.

**Figura 3**

*Modelamiento de la contaminación acústica en el área de estudio*



En este sentido, se ha podido observar que el flujo vehicular tiene una alta correlación con las emisiones de ruido emitidas en el distrito, ambas variables se analizaron mediante una regresión lineal, los resultados se muestran en el Cuadro 6 a continuación:

**Tabla 4**

*Estadísticas de regresión de la variable flujo vehicular y niveles de ruido emitido*

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coeficiente de correlación múltiple R	0.88258933
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.77896392
R <sup>2</sup> ajustado	0.77580626
Error típico	27.0829129
Observaciones	72

**Fuente:** Resultados obtenidos de la base de datos con el Software Microsoft Excel.

En el cuadro mostrado se aprecia que el coeficiente de correlación R tiene un valor de 0.88; lo que significa que existe una correlación positiva fuerte entre ambas variables, lo cual indica que mayor flujo vehicular determina mayor nivel de ruido. Por otro lado, el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> tiene un valor de 0.77; lo que quiere decir, que el ajuste del modelo es bueno, ya que el valor es cercano a 1 (Ver gráfico 9).

**Gráfico 9**

*Coeficiente de determinación del flujo vehicular y nivel de ruido emitido en el distrito*



Como se aprecia en los resultados mostrados, el ruido generado por los vehículos se convierte en uno de los grandes problemas que afectan a la calidad de vida del hombre, de forma más cargada en núcleos urbanos. Según el Instituto del Ruido de Londres, los vehículos automotores, con sus mecanismos, motores y roce de los neumáticos con el pavimento, son los máximos responsables del ruido total, representa un 80% de fuente generadora de ruido (Ruza, 1988).

Influencia de la contaminación acústica en el valor económico de viviendas del distrito de Arequipa, mediante el Método de Precios Hedónicos (MPH)

En la figura 4 que se muestra a continuación se presentan los resultados obtenidos de la regresión de la base de datos mediante el Software STATA, así como su debida interpretación.

**Figura 4**

*Resultados estadísticos*

```

1 . *(6 variables, 139 observations pasted into data editor)
2 . destring, replace
   n already numeric; no replace
   valorcom already numeric; no replace
   distparque already numeric; no replace
   ruido already numeric; no replace
   areaterr already numeric; no replace
   areaconst already numeric; no replace
3 . * REGRESION 1 *
4 .
5 . regres valorcom distparque ruido areaterr areaconst

```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 139		
Model	5.4360e+12	4	1.3590e+12	F( 4, 134) =	750.70	
Residual	2.4258e+11	134	1.8103e+09	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9573	
				Adj R-squared =	0.9560	
Total	5.6785e+12	138	4.1149e+10	Root MSE =	42548	

valorcom	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
distparque	6024.622	12377.94	0.49	0.627	-18456.79	30506.03
ruido	-2780.441	737.613	-3.77	0.000	-4239.311	-1321.571
areaterr	813.4158	15.41437	52.77	0.000	782.9288	843.9027
areaconst	115.8902	16.86279	6.87	0.000	82.53859	149.2419
_cons	170784.5	50617.94	3.37	0.001	70671.03	270898

**Fuente:** Resultados obtenidos de la base de datos con el Software Stata.

Los resultados obtenidos en el Cuadro 7, nos muestran los coeficientes de las variables independientes que más influyen en la variable dependiente; es decir, del valor económico de las viviendas del distrito de Arequipa. Existe buena significancia individual para las variables área del terreno, área construida, ruido y la constante (sobre el resto de las variables) puesto que los t-Statistic en su valor absoluto son mayores a 2 ( $|t| \geq 2$ ) y el cero (0) no se encuentra dentro del intervalo al 95% de confianza. El Adj R-squared es de 0.95, lo que quiere decir, que el ajuste del modelo es significativo, ya que el valor  $R^2$  es cercano a 1. El modelo presentado es significativo en su conjunto ya que la prueba estadística de significación de la modelo basada en la  $Prob > F$  con un nivel de confianza del 95% es menor al 0.05 (5%).

Asimismo, se puede observar que las variables más representativas que explican el valor económico de viviendas son: La variable areaterr (área del terreno) genera un impacto directo positivo y significativo de 813.4158 unidades monetarias por m<sup>2</sup> del terreno, sobre el valor económico de las viviendas. La variable areaconst (área construida) genera un impacto directo positivo y significativo de 115.8902 unidades monetarias por m<sup>2</sup> de la edificación construida en el valor comercial del predio. La variable distparque (distancia a parques) genera un impacto directo positivo de 6024.622 unidades monetarias en el valor económico de las viviendas, ya que a medida que se encuentren ubicadas frente a un parque, el precio aumenta. La variable ruido (ruido) genera un impacto indirecto negativo y significativo de 2780.441 unidades monetarias por decibel (dB) en el valor económico de las viviendas, puesto que a medida que se encuentren expuestas a altos niveles de ruido, su precio disminuye; es decir su valor comercial se deprecia en un 0.96%. Los resultados que más se acercan a este estudio, realizados con el mismo método, fueron en Suiza, donde el porcentaje de depreciación en el precio de la vivienda por el incremento de 1 dBA, fue 0.91 % y en Australia 1.00 % (Ver Cuadro 1). Por lo tanto, el resultado corrobora con la hipótesis planteada.

Finalmente, se obtendría la siguiente ecuación econométrica:

$$\text{PRECIO}(\theta) = \alpha_0 + \beta_1 \text{AREATERR}(\lambda) + \beta_2 \text{AREACONST}(\lambda) + \beta_3 \text{DISTPARQUE}(\lambda) - \beta_4 \text{RUIDO}(\lambda) + \varepsilon$$

$$\text{PRECIO}(\theta) = 170.784 + 813.4158 (\text{AREATERR}) + 115.8902 (\text{AREACONST}) + 6024.622 (\text{DISTPARQUE}) - 2780.441 (\text{RUIDO}) + \varepsilon$$

### **CONCLUSIÓN**

Se ha logrado medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en 72 puntos del distrito de Arequipa. De las 72 mediciones tomadas en el distrito de Arequipa, el 33.3%, es decir 24 mediciones, no superan los ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental) para Ruido; mientras que el 66.6%, es decir 48 mediciones, superan los ECA (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental) para Ruido. Entre los valores más altos encontrados fue en la avenida Independencia con Paucarpata, presentando un valor de 78.9 dB; Av. Goyeneche con Paucarpata, con un valor de 78.7 dB; las cuales son una de las zonas más transitadas de la ciudad de Arequipa. Otro valor máximo encontrado fue de 80.1 dB en la calle Toribio Pacheco con Av. Andrés Martínez, Vallecito; mientras que el valor mínimo encontrado fue de 47.9 dB en la calle Felisa Moscoso, Umacollo. EL mayor nivel de presión sonora en todas las zonas se da en el horario de 10:00 a.m. a 14:00 p.m.

Según el presente estudio, el alto número de vehículos que componen el parque automotor del distrito es el principal agente contaminante de ruido en las zonas evaluadas, ya que existe una estrecha relación entre el nivel de presión sonora con el número de vehículos, donde el coeficiente de correlación de ambas variables tiene un R de 0.88. A esto sumamos los malos hábitos de conducción que demuestran los conductores, tales como el exceso de velocidad, falta de silenciadores, uso indiscriminado de bocinas, parque automotor antiguo con motores extremadamente ruidosos, etc.


La contaminación acústica influye en el valor comercial de la vivienda, se convierte en una externalidad negativa ambiental, pues se obtuvo que la variable ruido presenta un coeficiente asociado negativo, esto demuestra que, a mayor intensidad de ruido en la zona, menor es el precio de la vivienda depreciando su valor en un 0.96% por 1 decibel (dB).

Los resultados corroboran las hipótesis planteadas, por lo tanto, se acepta válida la presente investigación.

## REFERENCIAS

- Arias, W. Jiménez, N. (2012). Estrés crónico en el trabajo: Estudios del síndrome de burnout en Arequipa.
- ARQHYS, R. (Julio de 2011). Muestreo aleatorio estratificado. Recuperado el 10 de Enero de 2018, de <http://www.arqhys.com/general/muestreo-aleatorio-estratificado.html>
- Bateman, 2001; Strand y Vagnes, 2001; Wilhelmsson, 2000; Marmolejo, 2008. (s.f.). ECONOMIC VALUATION OF NOISE: AN ANALYTICAL STUDY REVIEW.
- Bateman, I., Day, B., Lake, I., & Lovett, A. (2001). The Effect of Road Traffic on Residential Property Values: A Literature Review and Hedonic Pricing Study, Study for Scottish Executive Development.
- Bello, J. (2010). Aplicación del método de precios hedónicos para el mercado de viviendas tipo apartamento en la cuarta avenida de la zona de los palos grandes. Universidad Central de Venezuela.
- Bluhm, Nording y Berglin. (2004). Road traffic noise and annoyance – An increasing Environmental Health Problem. *Noise & Health*, Pág. 43-49.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1(1), 3-7.
- Collazos Cerrón, J. (2002). Manual de Evaluación de Proyectos Ambientales. Lima.
- Correa, R. F., Osorio, M. J., & Patiño, V. (2011). Valoración Económica del Ruido: Una Revisión Analítica de Estudios. Colombia: Universidad de Medellín.
- Delucchi, M., & Hsu, S.-I. (1997). The external damage cost of noise *Journal of Transportation and Statistics*. Colombia.
- Enriquez, M. (2002). Efectos del ruido en el sistema cardiovascular. Jornadas internacionales: contaminación acústica en las ciudades. Madrid, España.
- Fernández Montalvo, R. (2023). Contaminación acústica y competencias locales en materia de protección medioambiental. Cuadernos de Derecho Local. <https://doi.org/10.61521/cuadernosderecholocal.1.39>
- Fernández, L. (2000). Conceptos físicos de las ondas sonoras. *Física y Sociedad. Revista del Colegio Oficial de Físicos*, N°11, Otoño.
- Griliches, Z. (1971). "Introduction: Hedonic Prices Revisited". Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Gutiérrez Matus, W. G., Díaz Hernández, D. M., Ruíz Acevedo, T. V., & Flores-Pacheco, J. A. (2020). Evaluación de la contaminación acústica en dos centros de educación inicial en la ciudad de Bluefields. *Nexo Revista Científica*, 33(02), 795–807. <https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10810>
- HBA Noticias (2015). "Contaminación sonora en Arequipa se incrementó por culpa de transportistas, silbatos de policías y ambulantes". Arequipa - Perú
- INEI. (2009). Estimaciones y Proyecciones de Población, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI. (2010). Sistema Estadístico Regional Arequipa: Compendio Estadístico Regional 2008 - 2009. Arequipa.

- Jansson, A. (2000). Función de precios hedónicos de viviendas y adaptación del test Reset en modelos no lineales. Aplicación del modelo box &cox a los precios de las viviendas de la ciudad de Catamarca, Argentina. Argentina: Pharos, Revista Semanal de la Universidad de las Américas.
- Lamarque, J. (1975). Le droit contre le bruit. Paris: LGDJ.
- López, B. & Herranz, K. (1991). Ruido de tráfico e interferencia en el sueño. Arquetipo, Sevilla: R. Castro (ed.): Psicología ambiental: intervención y evaluación del entorno.
- MINAM. (2013). Protocolo Nacional de Ruido Resolución Ministerial N° 227.
- MINAM. (2016). Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural. Perú- Lima: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- MPA. (2015). Proyecto de creación de un sistema de información, monitoreo y predicción para el control de ruido ambiental en el Distrito de Arequipa. Arequipa.
- MPA. (2018). Informe final de actividades realizadas por el equipo técnico operativo de fiscalización de ruidos. Arequipa: Municipalidad Provincial de Arequipa.
- Nicholson, W. (2001). Microeconomía intermedia y sus aplicaciones.
- OMS. (1999). "Guidelines for Community Noise". Ginebra.
- Ortega, D. (2002). Ruido: efectos sobre el sueño. Jornadas internacionales: contaminación acústica en las ciudades. Madrid-España.
- Palmett, O. (2016). Externalidades ambientales ocasionadas por la urbanización en la ciudad de Medellín. Procesos urbanos Número 3, Ene-Dic.38-54. Doi: 10.21892/2422085X.266, 38-54.
- Quevedo, B., & Revollo, C. (2015). Determinación del impacto económico del ruido en el precio de las viviendas de la ciudad de Chiclayo: Una aplicación de precios hedónicos. Chiclayo.
- Riccomini, M. E. (2024). Musicoterapia y ecología acústica: Una revisión sistemática sobre el impacto de la contaminación sonora en la cognición. ECOS - Revista Científica De Musicoterapia Y Disciplinas Afines, 9, 035. <https://doi.org/10.24215/27186199e035>
- RM N°126-2007-VIVIENDA. (2007). Reglamento Nacional de Tasaciones. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. Journal of political economy, 82(1), 34-55.
- Ruza, F. (1988). El ruido del tráfico: Evaluación y corrección de su impacto. España: PIARC.
- Sandoval, A. M. (2005). Ruido por tráfico urbano: Conceptos, Medidas Descriptivas y Valoración Económica. Revista de Economía y Administración, Universidad Autónoma De Occidente.
- Sanz, S. (1987). El Ruido.MOPU. Madrid.
- Savio, S. (2008). El síndrome del burnout: Un proceso de estrés laboral crónico. Revista Hologramática, Pág. 121-138.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .