

# PAISAJE SONORO: EL PARADIGMA QUE DESAFÍA AL URBANISMO Y LA ARQUITECTURA ACTUAL

## La acústica como proceso constructivo audiovisual

### SOUNDSCAPE: THE PARADIGM THAT CHALLENGES CURRENT URBANISM AND ARCHITECTURE

#### Acoustics as an audiovisual construction process

PRESENTADO : 13.08.23  
ACEPTADO : 10.10.23

DOI: <https://doi.org/10.47796/ra.2023i24.849>

HENRY DANIEL LAZARTE REÁTEGUI <sup>1</sup>

Universidad César Vallejo - Lima Norte, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-9455-1094>

[hlazarte@ucv.edu.pe](mailto:hlazarte@ucv.edu.pe)

ELENA ISABEL GUSHIKEN UESU <sup>2</sup>

Arquitectura y Consultoría Acústica SRL (ARQUICUST). Lima, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-9893-9037>

[arquicust@arquicust.com](mailto:arquicust@arquicust.com)

WALTER ALFREDO MONTANO <sup>3</sup>

Instituto de Acústica y Vibroacústica del Perú (INPAVAC)

<https://orcid.org/0000-0002-0059-5257>

[acustica@inpacta.org](mailto:acustica@inpacta.org)

## RESUMEN

El concepto del paisaje sonoro (soundscape) se incorporó a fines de la década de 1960, desde el campo de la acústica y la música para afrontar el problema de exceso del ruido en las ciudades y el urbanismo desordenado, que ha conllevado a que zonas residenciales –que se suponen deben ser tranquilas– estén yuxtapuestas a actividades comerciales y/o de producción que degradan la calidad de vida auditiva. A partir del 2002, se advirtió que el concepto de paisaje sonoro podía utilizarse también como una herramienta para

## ABSTRACT

The concept of soundscape was incorporated in the late 1960s, from the field of acoustics and music, to address the problem of excessive noise in cities and disorderly urban planning, which has led to residential areas –which are supposed to be quiet– are juxtaposed with commercial and/or production activities that degrade the quality of hearing life. Starting in 2002, it was realized that the concept of soundscape could also be used as a tool to build a sound identity, whether to preserve historical sound environments, rescue “lost”

<sup>1</sup> Arquitecto por la Universidad Ricardo Palma, Perú (2005). Magíster en Ciencias del Hogar Digital, Infraestructuras y Servicios por la Universidad Europea de Madrid (2010). Doctor en Políticas Públicas: Seguridad Nacional y Desarrollo Sostenible por la Universidad Alas Peruanas (2016). Doctorando en Pensamiento Complejo de la Multiversidad Mundo Real Edgar Morin.

<sup>2</sup> Arquitecta por la Universidad Ricardo Palma, Perú. Con maestría en Acústica Ambiental y Arquitectura (Barcelona), y en Ambiente y Sustentabilidad. Integrante del Comité de Acústica y Ruido Ambiental (INACAL)

<sup>3</sup> Magíster en Acústica Ambiental y Arquitectura en 2017. PhD en Acústica. Miembro pleno del Comité de Archivos e Historia de la Acoustical Society of America.

construir una identidad sonora, ya sea para preservar ambientes sonoros históricos, rescatar desde la antropología actividades sonoras “perdidas” o crear zonas auditivamente sanas dentro de las ciudades. Barcelona es la primera ciudad que tomó la iniciativa en establecer grandes manzanas para así reducir el ruido urbano a partir del estudio acústico particular de cada barrio, definiendo un paisaje sonoro diferenciado a preservar. Desde 2012, acústicos de todo el mundo están fortaleciendo este novedoso campo científico interdisciplinar, conceptualizando los proyectos arquitectónicos y urbanos, diseñando campos y espacios sonoros saludables. Estos son asistidos por grabadores digitales de audio, medios audiovisuales y otros planteamientos teóricos basados en mediciones del nivel sonoro que están contribuyendo a expresar un nuevo fundamento de la arquitectura actual, ya que el parámetro sonoro es el más importante a tener en cuenta para el diseño de las ciudades del futuro. Perú no es un país que necesariamente se preocupa por diseñar proyectos urbanísticos antes de ser implementados, y en este artículo se compartirá la experiencia que se viene desarrollando en el mundo en la cuestión del paisaje sonoro, y de los intentos que se están realizando en Lima para difundir esta temática en la arquitectura con una visión transdisciplinaria.

**Palabras clave:** paisaje sonoro, acústica, grandes manzanas, diseño urbano, transdisciplinaria

## INTRODUCCIÓN

Una perspectiva errónea sobre la acústica es considerarla una disciplina unívoca, pues en realidad requiere de un abordaje inter o transdisciplinario, y no de especializaciones excesivas por fragmentación. La arquitectura, por ejemplo, demanda que la acústica forme parte de la profesión, no solo que sirva de evaluación del sonido (ruido) como agente

sound activities from anthropology or create auditorily healthy zones within the cities. Barcelona is the first city that took the initiative to establish large blocks in order to reduce urban noise based on the particular acoustic study of each neighborhood, defining a differentiated sound landscape to preserve. Since 2012, acousticians from all over the world are strengthening this new interdisciplinary scientific field, conceptualizing architectural and urban projects, designing healthy sound fields and spaces. These are assisted by digital audio recorders, audiovisual media and other theoretical approaches based on sound level measurements that are contributing to expressing a new foundation of current architecture, since the sound parameter is the most important to take into account for the design of the cities of the future. Peru is not a country that necessarily worries about designing urban projects before they are implemented, and this article will share the experience that is being developed in the world on the issue of soundscape, and the attempts that are being made in Lima to disseminate this theme in architecture with a transdisciplinary vision.

**Key words:** soundscape, acoustics, big blocks, urban design, transdisciplinary

contaminante ambiental de origen físico. El trabajo profesional de la acústica está muy vinculado a la arquitectura y a las cuestiones sociales, porque los problemas por ruidos y/o vibraciones aquejan a la salud y el confort de las personas, por lo que para entender y tener herramientas de evaluación se debe considerar (ver Figura 1) los vínculos transdisciplinarios que puede tener la acústica.

**Figura 1***Enfoque transdisciplinar de la acústica*

*Nota:* : Imagen presentada en 1965 durante la Primera Jornada Latinoamericana de Acústica, realizada en la ciudad de Córdoba, Argentina (Harris, 1965, p.7).

La Figura 1 muestra una síntesis realizada en 1965 por el acústico norteamericano Robert Bruce Lindsay (1900–1985). En ella se observa los vínculos interdisciplinarios en círculos concéntricos entre disciplinas que, la mayoría de las veces, tienen en realidad lazos entre muchas otras disciplinas (Harris, 1965). Si bien ese círculo interdisciplinario responde a una visión superadora, ilustra mediante anillos concéntricos los vínculos estrechos entre la acústica —con la física como núcleo— con la arquitectura y otras disciplinas. Al año 2023, esa sinopsis no ha sido actualizada a pesar de que ciencias diversas “usufructúan” herramientas de la acústica, como la arqueología.

En este artículo se mostrará una de las diversas herramientas de la acústica que actualmente dialoga con la arquitectura, específicamente, la relacionada con los estudios de impacto ambiental al momento de diseñar

edificaciones o ejecutar intervenciones urbanísticas, que es adonde apunta el concepto de paisaje sonoro (*soundscape*). Por ello, uno de los objetivos de este texto es comunicar la importancia de las mediciones sonoras al momento de diseñar la fachada de un edificio para preservar la salud ambiental de las personas que conviven en zonas residenciales.

## MÉTODOS Y MATERIALES

En este texto, se utilizarán solo dos descriptores de ruido, que son los más difundidos y más relacionados al campo de la arquitectura.

### El nivel de presión sonora continuo equivalente

La presión atmosférica normal es aproximadamente de 1013 hPa (101 300 Pa), y la mínima que se requiere (convencionalmente) para que la membrana del tímpano comience a

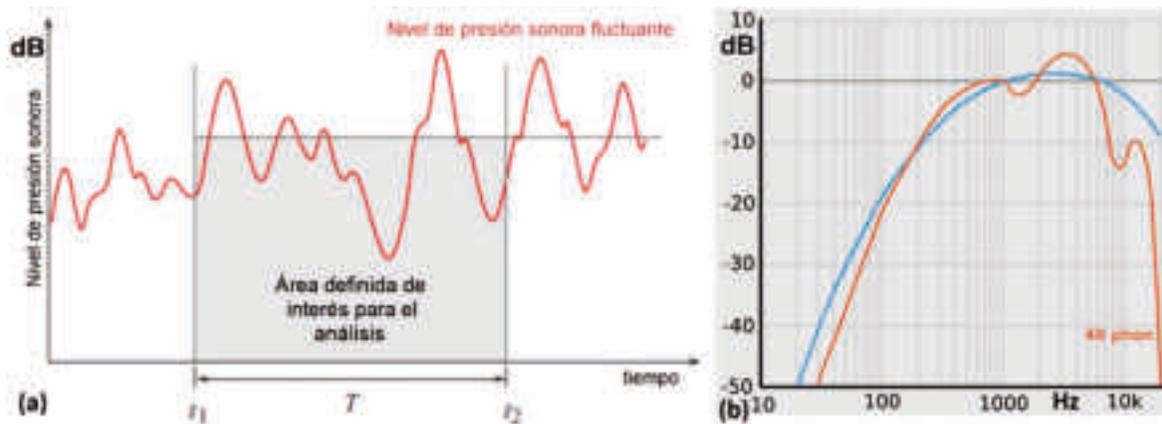
vibrar es de 20  $\mu\text{Pa}$  (0,000 020 Pa), es decir, millones de veces menor. Dado que 20  $\mu\text{Pa}$  es un valor poco práctico de trabajarlo mediante operaciones matemáticas, las mediciones basadas en presión atmosférica no son efectivas y lo más conveniente es registrar el nivel de la presión del sonido, relacionándola con el umbral de presión a la que comienza a vibrar el tímpano, tal como se presenta en (1).

En la Figura 2, (a) representa la evolución temporal de una señal sonora fluctuante a la cual

se le identifica un área definida que es de interés para el análisis. Entonces, para conocer el nivel de presión sonora del intervalo de tiempo T, el definido por el área de interés (ver Fig. 2-a), se debe segmentar y realizar alguna operación matemática que permita obtener un resultado válido, siendo la integral definida la adecuada para ello, es decir, se debe conocer el nivel de presión sonora contenida en el área definida entre los puntos  $t_1$  y  $t_2$ .

**Figura 2**

*Nivel de presión sonora fluctuante*



*Nota: (a) Fluctuación del nivel de presión sonora producida por una fuente emisora de sonido, adaptada de Ono Sokki. (b) Curva A de ponderación en frecuencia versus curva de audición de 40 phon (Viggen, 2018).*

De acuerdo con la referencia de la norma de calidad acústica ISO 1996–1, el nivel sonoro continuo equivalente (1) es «diez veces el logaritmo en base 10 de la razón del promedio temporal del cuadrado del sonido presión,  $p$ , durante un intervalo de tiempo establecido de duración, T (comenzando en  $t_1$  y terminando en  $t_2$ ), al cuadrado de la presión sonora de referencia» (UNE, 2020).

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{P_0^2} \text{ dB} \quad (1)$$

En (1) tenemos que:

a)  $L_{Aeq,T}$  es el nivel sonoro continuo equivalente (NSCE), con ponderación A en frecuencia.

b)  $p_A$  es el valor eficaz de la presión incidente a medir, con ponderación A en frecuencia.

c)  $P_0$  es el valor de la presión de referencia de 20  $\mu\text{Pa}$ .

d)  $\text{dB}$  es el símbolo de la unidad de medida [decibeles].

Se observa que en (1), el nivel de presión sonora se calcula con el filtrado en frecuencia que introduce la curva «A» (UNE, 2020), que no es la misma curva de 40 phon de sonoridad. Es decir, la curva «A» no se corresponde con lo que percibe el oído humano (ver Figura 2b).

## Instrumental utilizado

Dado que la investigación que se está realizando tiene la finalidad de demostrar, con mediciones sonoras en simultáneo, la necesidad de preservar la salud ambiental de las personas, se utiliza dos conjuntos de instrumentos que cumplen con metrología legal para sonometría de clase 1:

- a) analizador un-tercio de octavas modelo SC420, CESVA®, grabador de audio [24b/48kHz].
- b) analizador un-tercio de octavas modelo SC250, CESVA®, grabador de audio [24b/48kHz].

Antes y después de cada medición, los instrumentos se verificaron con un calibrador clase 1 modelo CB011, CESVA® para asegurar la trazabilidad de los resultados de las mediciones.

## Definiciones

**Ruido de fondo.** Para expresar el nivel de presión sonora que está presente en casi todo un intervalo de tiempo de medición, no existe consenso mundial, pero se considera 'representativo' el nivel sonoro percentil 90 (simbolizado  $L_{Aeq,T}$ ), que se calcula mediante el percentil estadístico 10. Este indica el nivel de ruido que está presente el 90% del tiempo de medición.

**Paisaje sonoro.** Para este artículo se utiliza el concepto de paisaje sonoro para todo entorno acústico urbano o rural, tal como la definió el compositor y acústico canadiense Murray Schafer (1933–2021) en la década del 70. «Es el concepto psicoacústico en el que un paisaje sonoro es un entorno acústico percibido y analizado por los humanos» (Schafer, 1977, p. 4).

## Antecedentes legales

En Perú, la única referencia que existe en materia acústica es el Decreto Supremo No. 085-2003 *Estándares de calidad ambiental para ruido* (PCM, 2003). Este DS fue sancionado hace ya veinte años, y hasta el día de hoy todavía no se ha publicado un método o protocolo que normalice las mediciones, ni tampoco códigos o límites a cumplir para evitar enfermedades derivadas de la contaminación acústica. Para el caso del *Reglamento Nacional de Edificaciones* del 2006 y sus actualizaciones, este no incluye una norma técnica de acústica, pero sí contiene 54 artículos de cumplimiento obligatorio referidos al confort acústico, control del ruido y prevención de vibraciones (Vivienda, 2006). A pesar de ello, en Perú no hay carreras de arquitectura que incorporen la acústica en su currículo.

## DESARROLLO

La práctica común de las mediciones de ruido para los estudios de impacto ambiental (EIA) se realiza a fin de “cumplir lo que pide la legislación”, pero pocas veces los resultados se utilizan para definir el diseño de la fachada o de la estructura de las edificaciones. En la ciudad de Lima (y en algunas otras provincias), el código de planeamiento urbano permite que edificios-torres se construyan sobre avenidas. Esta situación degrada la salud ambiental de las personas porque al no prever el nivel de ruido por el tráfico automotor, las mamparas de vidrio y las superficies de las fachadas no son capaces de atenuar como corresponde los altos niveles sonoros que ingresa a dichas edificaciones, a pesar que en el RNE se señala que el confort acústico es un requisito obligatorio.

A causa de que en ciertas avenidas de Lima el aforo de tráfico ha llegado a su límite, las autoridades han desviado el tránsito hacia calles aledañas para “alivianar” su circulación. Sin embargo, no son conscientes de que con ello

degradan la salud ambiental de la vecindad, aquella que convive en la zona del desvío. Los autores de este texto —como parte de su trabajo profesional— vienen realizando una investigación focalizada en 30 puntos de Lima desde hace quince años, por lo que advierten esa desavenencia y la de aquellos que diseñan edificios que no consideran el nivel real de ruido en la calle.

Para este artículo, se presentará el análisis y descripción del paisaje sonoro en tres localizaciones urbanas disímiles con un NSCE alrededor de un  $L_{Aeq,1h}$  70.9  $\pm$ 0,2 dBA sobre avenidas, considerando que el DS No. 085-2003 estipula que en una zona residencial debería existir un nivel de ruido inferior a 60 dBA. En simultáneo a dichas mediciones, se realizó otra en una calle aledaña sobre áreas abiertas (en condiciones de campo libre) para conocer la diferencia del nivel sonoro entre ambos puntos; es decir, para analizar en el mismo intervalo de tiempo, en dos espacios diferentes y cercanos, la diferencia del paisaje sonoro a modo de (a) advertir los niveles sonoros adversos a la salud y

el confort, e (b) identificar la necesidad de preservar el clima de ruido y el paisaje sonoro en calles aledañas a las avenidas 'saturadas' de tráfico.

### Zonificación residencial barrio Golf, distrito de San Isidro, Lima

Esta urbanización está emplazada a lo largo de la Av. Aurelio Miró Quesada lindante al Golf, por lo que la fachada de las torres da hacia su parque. A esta zona residencial, se la podría considerar categoría socioeconómica A1, pero el nivel de ruido que registra sobre la vereda es muy alto (ver Tabla 1), a pesar de que no circulan buses de transporte público. En la Figura 3a, se muestran los puntos de medición P1 (sobre dicha avenida) y P2 (en el Parque Manuel Boza, sobre calle Choquehuanca). Respecto a la localización del P2, el nivel de ruido es moderado a raíz de que concurrencia de vehículos es considerable, exhibiendo un nivel de ruido de fondo de  $L_{A90,1h}$  49.0 dBA lo cual indica que se trata de una zonificación tranquila.

#### Figura 3

Medición en el distrito de San Isidro (barrio Golf)



Nota: (a) Imagen extraída del Google Earth Pro®. Fotografías propias.

### Zonificación residencial polo gastronómico, distrito de San Isidro, Lima

Este polo gastronómico está emplazado en cuatro cuadras de la av. Augusto Pérez Araníbar (ex Ejército). Es una zona mixta residencial/comercial, y a raíz del tráfico de buses de gran porte, el nivel de ruido que se

registra sobre la vereda es muy alto (ver Tabla 1). En la Figura 4b se muestran los puntos de medición P3 (sobre dicha avenida) y P4. Si bien este no se ubica en un parque, los jardines de las esquinas tienen un radio de 30 m, el nivel de ruido es moderado por la el paso de vehículos hacia la avenida, por lo que el nivel de ruido de fondo es de  $L_{A90,1h}$  51.6 dBA, lo cual quiere decir

**Figura 4***Medición en el distrito de San Isidro (Zona gastronómica)**Nota: (b) Imagen extraída del Google Earth Pro ®. Fotografías propias.*

que se trata de una zonificación tranquila (las edificaciones son de tres pisos).

### Zonificación residencial y centros comerciales, distrito de Jesús María, Lima

Esta zona se ubica en la cuadra 7 de la Av. Brasil frente a un Centro Comercial y próximo al Hospital del Niño. Es una zona mixta residencial/comercial con alto aforo automotor.

El nivel de ruido que se registra sobre la vereda es muy alto (ver Tabla 1). En la Figura 5c se muestran los puntos de medición P4 (sobre dicha avenida) y P5. Si bien no se ubica en un parque, los jardines de cada vereda presentan un ancho de 4 m. El nivel de ruido es moderado por la pasada de vehículos por lo que el nivel de ruido de fondo es de  $L_{A90,1h}$  51.9 dBA, lo cual indica que es una zona tranquila rodeada de torres-edificios.

**Figura 5***Medición en el distrito de Jesús María (zona comercial)**Nota: (c) Imagen extraída del Google Earth Pro ®. Fotografías propias.***RESULTADOS**

En los casos presentados, se contrasta el paisaje sonoro que existe frente a edificios (que se encuentran sobre avenidas) respecto a un punto 'interno' a la urbanización sobre una calle aledaña. Ello a fin de analizar y tener mejor idea de lo que acontece simultáneamente en dos

puntos separados espacialmente a no más de 150 m de distancia.

En la Tabla 1, se resumen los niveles sonoros ( $L_{Aeq,1h}$ ) y el ruido de fondo ( $L_{A90,1h}$ ) registrado y ordenados por cada localización, donde se observa la diferencia que existe en el paisaje sonoro.

**Tabla 1***Resumen del nivel de ruido ambiental en las tres localizaciones testigos (dB re. 20 µPa)*

Localización	Día/hora	Descriptor	Sobre avenida	Punto 'interior'	Diferencia
San Isidro (barrio Golf)	2022.09.26 12.00 a 13.00 h	L <sub>Aeq,1h</sub>	70.7	66.5	-4.2
		L <sub>A90,1h</sub>	59.7	49.0	-10.7
San Isidro (polo gastronómico)	2022.09.26 13.30 a 14.30 h	L <sub>Aeq,1h</sub>	71.2	61.4	-9.8
		L <sub>A90,1h</sub>	58.9	51.6	-7.3
Jesús María (zona comercial)	2022.10.01 10.30 a 11.30 h	L <sub>Aeq,1h</sub>	70.9	61.8	-9.1
		L <sub>A90,1h</sub>	62.5	51.9	-10.6

La menor diferencia de ruido ambiental se presentó en el barrio Golf (-4.2 dBA), porque en las calles 'internas' que circundan el parque, el tráfico de vehículos es considerable (es un barrio con muchos consulados de países extranjeros). Para el caso de las otras dos localizaciones, por las calles 'internas' no circula gran cantidad de vehículos porque no son arterias utilizadas para el desvío del tráfico vehicular. Entonces la diferencia del ruido ambiental es de casi 10 dBA.

## CONCLUSIONES

En este artículo, se explicó brevemente la importancia del concepto paisaje *sonoro*, para considerarlo en el diseño de las edificaciones. Es una herramienta que desafía el urbanismo, ya que desde hace varios años las grandes ciudades del mundo están promoviendo la creación de *grandes manzanas*, tratando de preservar niveles bajo de ruido ambiental en calles "internas", en calles aledañas a grandes avenidas, para lo cual se planifica el desvío del transporte público.

La acústica debe ser vista como una disciplina de apoyo al diseño arquitectónico y también al visual, porque la implementación de áreas verdes en las ciudades funciona como una zona de amortiguación: incrementa la distancia entre la fuente de ruido (los automóviles que circulan por las calles) y los receptores (las personas dentro de las edificaciones). Por ello,

los parques, jardines y las bermas de las calzadas deben ser protegidos. Son islas de descanso auditivo, y pueden definir un paisaje sonoro particular. Este tipo de propuestas se están implementando no solo en ciudades europeas, sino también en algunas de Iberoamérica (Santiago de Chile, Buenos Aires, Córdoba, Bogotá, Ciudad de México, etc.), cuyos estudios están siendo impulsados y conducidos por investigadores y estudiantes de arquitectura (y otras carreras universitarias).

A veinte años de existencia del Decreto Supremo No. 085 de ECA's sobre ruido ambiental, es imperiosa la necesidad de que las universidades del Perú incorporen la disciplina de la acústica en la carrera de Arquitectura. Asimismo, las autoridades están "en deuda", ya que todavía no se tiene una clara legislación en materia de higiene auditiva y salud ambiental, como es el caso a tener en cuenta para el diseño de edificaciones libres de síndromes que generan enfermedades a sus ocupantes.

La investigación difundida en este texto no se circunscribe únicamente a ámbitos urbanos. Esta metodología para el abordaje de paisaje sonoro también puede ser aplicable a zonas rurales y a regiones "deshabitadas", pues es primordial proteger la salud de la fauna silvestre. Por ello, la acústica debe ser tomada como un pivote transdisciplinar que atraviese las fronteras de la arquitectura, la biología, entre otros, ya que es una obligación moral y

profesional preservar el ambiente (en este caso el sonoro), y mantener la salud ambiental para prevenir enfermedades.

**Agradecimientos.** Los autores quieren agradecer a organizadores y revisores del CLIA 2023, y a Marçal Serra de CESVA (Barcelona) por el soporte metrológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**García, M. (2006)** *El arte de escribir bien en español: Manual de corrección de estilo*. [Versión actualizada] Santiago Arcos Editor.

**Harris, C. (1965).** *Discurso de apertura*. Memorias de las Primeras Jornadas Latino-Americanas de Acústica. Editorial UNC. Córdoba.

**Ono S. (s.f.).** What is sound level meter? Technical Report. *Ono Sokki*.

[https://www.onosokki.co.jp/English/hp\\_e/whats\\_new/SV\\_rpt/SV\\_7/sv7\\_7.htm](https://www.onosokki.co.jp/English/hp_e/whats_new/SV_rpt/SV_7/sv7_7.htm)

**Presidencia del Consejo de Ministros (PCM).(2003, 30 octubre).** *Decreto Supremo No. 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Autor.

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>

**Purdue University. (2019).** *APA Style (7th Edition)*. Purdue Online Writing Lab. [https://owl.purdue.edu/owl/research\\_and\\_citation/apa\\_style/apa\\_style\\_introduction.html](https://owl.purdue.edu/owl/research_and_citation/apa_style/apa_style_introduction.html)

**Real Academia Española. (s.f.).** Gramática. Autor. <https://www.rae.es/obras-academicas/gramatica>

**Schafer, M. (1977).** *The Soundscape: Our sonic*

*environment and the tuning of the world*. Destiny books.

[https://monoskop.org/images/d/d4/Schafer\\_R\\_Murray\\_The\\_Soundscape\\_Our\\_Sonic\\_Environment\\_and\\_the\\_Tuning\\_of\\_the\\_World\\_1994.pdf](https://monoskop.org/images/d/d4/Schafer_R_Murray_The_Soundscape_Our_Sonic_Environment_and_the_Tuning_of_the_World_1994.pdf)

**UNE (2020).** *UNE-ISO 1996-1:2020 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental*. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación. Asociación Española de Normalización y Certificación.

**Viggen, E. M. (2018, 17 de junio).** *Acoustic quantities, part 2: Frequency weighting* Blog de Erlend M. Viggen Acoustics researcher. <https://erlend-viggen.no/acoustic-quantities-2/>

**Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento. (2006).** *Decreto Supremo No. 011-2006-Vivienda. Reglamento Nacional de Edificaciones*. Autor. <https://waltervillavicencio.com/reglamento-nacional-de-edificaciones-rne-actualizado-contexto-copiable/>