

El paisaje sonoro de la Era pospandémica en Lima, Perú

The postpandemic Era soundscape in Lima, Perú

A Era pós-pandemia da paisagem sonora em Lima, Perú

Walter A. Montano¹

Elena I. Gushiken Uesu²

¹ARQUICUST Laboratorio de acústica. Gualeguaychú, ER, Argentina. ORCID 0000-0002-0059-5257

²Gerente ARQUICUST. Presidente del Instituto de Acústica y Vibroacústica del Perú. ORCID 0000-0002-9893-9037

Correo de contacto: wmontano@arquicust.com

Resumen

Ya transcurrieron más de cuatro años desde la irrupción del virus SARS-CoV-2, cuyos efectos en la modificación temporaria en los factores ambientales están profusamente documentados, y desde el campo de la acústica lo que se suponía iba a ser el estudio del cambio en el paisaje sonoro durante una pequeña ventana temporal, resultó convertirse en prácticamente una subdisciplina, ya que al poder registrarse la gran disminución del ruido en las ciudades se pudo determinar cuán bajos podrían llegar a ser, y lo que se pensó que al finalizar las restricciones y encerramientos se recuperarían los niveles de ruido previos a la pandemia, resultó en que los paisajes sonoros ciudadanos muestran cambios en su contenido energético, porque si bien se están registrando los mismos niveles sonoros en dBA, se aprecia una modificación en el espectro en frecuencias. Los investigadores y especialistas en el estudio del paisaje sonoro desde fines del 2023, al advertir que esa característica se manifiesta en muchas grandes ciudades, han identificado esta nueva realidad con el nombre de *Era pospandémica*, es decir, paisajes sonoros existentes a posterior de la pandemia. En este artículo se presentará un primer análisis del ruido urbano en un distrito de la ciudad de Lima, Perú, desde esta nueva óptica de los paisajes sonoros pospandémicos, con mediciones que se vienen registrando ininterrumpidamente por más de cuatro años; también algunas reflexiones como resultado de la práctica profesional y la memoria colectiva respecto a una ciudad con bajo ruido.

Palabras clave: Ruido, Acústica, COVID-19, Paisaje sonoro, Postpandemia.

Abstract

More than four years have passed since the outbreak SARS-CoV-2, whose effects on the temporary modification of environmental factors have been extensively documented, and from the acoustics field, what was supposed to be the study of the change in the soundscape during a small-time window turned out to be practically a sub-discipline, since the big cities noise decrease could be registered. What was thought to be a return to pre-pandemic noise levels at the end of the restrictions and enclosures has turned out to be a change in the energy content of the urban soundscape, because although the noise in dBA levels are the same, there has been a change in the frequency spectrum. Researchers and specialists studying the soundscape since the end of 2023, noticing that this characteristic is manifested in many large cities, identified this new reality under the name of *postpandemic Era* i.e. soundscapes existing after the pandemic. This article presents a first analysis of urban noise in a district of Lima City, Peru, from this new perspective of post-pandemic soundscapes, with measurements that have been continuously registered for more than four years; also, some reflections as a result of professional practice and collective memory regarding a city with less noise.

Keywords: Noise, Acoustics, COVID-19, Soundscape, Postpandemic.

Resumo

Mais de quatro anos se passaram desde o surto do vírus SARS-CoV-2, cujos efeitos sobre a modificação temporária dos fatores ambientais foram amplamente documentados, e no campo da acústica, o que deveria ser o estudo da mudança na paisagem sonora durante uma pequena janela de tempo, acabou se tornando praticamente uma subdisciplina. A grande diminuição do ruído nas cidades pôde ser registrada para determinar o quão baixo ele poderia se tornar, e o que se pensava ser o fim das restrições e dos recintos que recuperariam os níveis de ruído anteriores à pandemia, acabou se revelando que as paisagens sonoras das cidades mostram mudanças em seu conteúdo de energia, pois, embora os mesmos níveis de som em dBA estejam sendo registrados, observa-se uma mudança no espectro de frequência. Pesquisadores e especialistas no estudo da paisagem sonora desde o final de 2023 identificaram essa nova realidade como *Era pós-pandemia*, ou seja, paisagens sonoras existentes após a pandemia. Este artigo apresentará uma primeira análise do ruído urbano em um distrito da cidade de Lima, Peru, a partir dessa nova perspectiva de paisagens sonoras pós-pandêmicas, com medições que foram registradas continuamente por mais de quatro anos; também algumas reflexões resultantes da prática profissional e da memória coletiva de uma cidade com baixo ruído.

Palavras chave: Ruido, Acústica, COVID-19, Paisagem sonora, Postpandemia.

1. INTRODUCCIÓN

La aparición de la COVID-19 afectó todos los aspectos de la vida en general y la humana en particular, y la naturaleza fue indirectamente beneficiada por un breve lapso de tiempo, porque los contaminantes atmosféricos químicos y físicos de origen antropogénico redujeron sus niveles, estableciendo ‘nuevos’ ambientes que duraron poco tiempo que, para el caso de las ciudades, la disminución del tráfico ferroviario, aéreo, marítimo y automotor, conllevó a una reducción de los niveles de presión sonora del ruido, y por consiguiente la aparición de un paisaje sonoro distinto dominado por un bajísimo nivel de ruido de fondo, que motivaron cambios en la percepción y a posterior del fin del encierro, se están produciendo cambios en las actividades humanas que están repercutiendo en los entornos acústicos, que están dando inicio a una Era post pandemia COVID.

En mayo de 2023 la OMS declaró que el mundo ingresó a la Era post COVID (WHO, 2023), después de tres años durante los cuales la gente estuvo aislada primero, para recuperar gradualmente el ritmo laboral, social y de ocio que tuvieron antes de la pandemia después, pero no se regresó a lo mismo ya que el encerramiento produjo modificaciones conductuales en las personas, por lo que si bien hay un retorno a la normalidad (como en algún momento se sostuvo), en todo el mundo se estaba viviendo una «nueva normalidad».

En este artículo se comentarán dos situaciones que podrían estar delineando el escenario acústico dentro de lo que sería la Era post COVID en la ciudad de Lima, Perú, uno es el que particularmente se manifiesta en el distrito Magdalena del Mar, que al estar en la cercanía donde los aviones que despegan del aeropuerto internacional hacen una curva para salir de Lima, esta zona urbana está parcialmente afectada por el ruido de los sobrevuelos de aeronaves; el otro es la percepción subjetiva de muchas personas frente al ruido, dentro de sus viviendas, a posterior del encerramiento, comportamiento observado empíricamente en la práctica profesional en temas de mitigación de ruido molesto proveniente de instalaciones HVAC.

Los autores quieren apuntar que si bien se conoce que la ciudad de Lima es la capital del Perú, se remarca esto en el título para evitar confusiones con las ciudades estadounidenses que comparten también el nombre «Lima».

2. NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL INFLUENCIADOS POR EL SOBREVUELO DE AERONAVES EN UN DISTRITO DE LIMA

A raíz de que Lima no tiene redes de monitoreo de ruido ambiental, a fines de febrero del 2020 los autores colocaron un *sensor de ruido* en una azotea, en condiciones de campo libre, del tercer piso de un departamento –ubicado casi al centro de la manzana– en Magdalena del Mar uno de los 43 distritos de la ciudad Lima, que si bien está a 7,5 km de distancia en línea recta del extremo de la pista del Aeropuerto Internacional de Lima (ver Figura 1), esta localización se encuentra próxima a la zona geográfica donde los aviones hacen una curva para ingresar al océano Pacífico para dejar la ciudad, por lo que el ruido derivado a causa del sobrevuelo de esas aeronaves, constituyen una fuente adicional de ruido ambiental, es decir, son parte del paisaje sonoro de esta urbanización.



Figura 1: Ubicación de la estación de monitoreo de ruido. Magdalena del Mar, Lima

En la Figura 1 se observa que hacia la izquierda de la pista señalada se está construyendo una nueva, que se prevé su puesta en funcionamiento a mediados del 2025; entonces, es probable que el nivel de ruido que será percibido en tierra sea mayor que el actualmente registrado, por lo que todo lo que se viene midiendo, analizando y estudiando hasta ahora será de vital importancia a futuro, en el sentido de que se podrá comprobar objetivamente el incremento del nivel de la presión sonora, que marcará un nuevo paisaje sonoro en este distrito urbano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del sensor de ruido

El sensor de ruido registra de forma continua el nivel sonoro, transmitiéndolo vía Wifi a una nube alojada en Barcelona, tratándose del modelo **TA120** fabricado en Barcelona, España (CESVA, 2024), que posee un micrófono y procesamiento acústico que cumplen con la precisión de un sonómetro Clase 1, según Norma IEC 61672-1 (IEC, 2013), satisfaciendo además los protocolos WELMEC.

El sensor mide el nivel sonoro ponderado A (*Fast* o *Slow* a elegir) por cada segundo ($L_{Aeq,1s}$) y el ponderado C por cada minuto ($L_{Ceq,1min}$), los datos pueden descargarse de la nube en formato *.csv a través de la plataforma en-línea *Noise Platform*®. La gran cantidad de datos almacenados a posterior se procesaron con un programa modular por medio de rutinas en C# bajo el .NET framework (los autores diseñaron los procedimientos y funciones, otra persona escribió los códigos) cuyos algoritmos están diseñados *expresamente* para procesar los datos registrados con la normativa legal de Perú y la europea, considerando las formulaciones contenidas en las Normas ISO 1996.

Los autores aclaran que el monitoreo de ruido no tiene ni tuvo como objeto analizar específicamente el impacto sonoro proveniente de aeronaves, ya que para ello se debe utilizar el indicador de ruido L_{ASmax} (ISO, 2009), y para este monitoreo se eligió el modo *Fast*, por lo que se considera ese tipo de ruido como un componente más del paisaje sonoro.

3.2. Periodos de medición del paisaje sonoro

El monitoreo de ruido ambiental tiene dos periodos bien diferenciados:

- Antes y durante el encerramiento, entre el 1° de marzo y 30 de junio del 2020.
- A partir de la primera apertura el 1° de julio del 2020, durante todas las fases de de-escalamiento, hasta hoy día.

Las mediciones y análisis de los cambios en el paisaje sonoro registrados durante el primer periodo están publicados en el *Journal of the Acoustical Society of America* (Montano & Gushiken, 2020), cuyos resultados no pueden ser correlacionados directamente con los del segundo, porque se tuvo que trasladar de lugar el sensor de ruido, que a pesar de que fue a menos de 500 m de distancia, el entorno a la nueva ubicación es un poco distinto.

3.3. Índices y descriptores de ruido utilizados en el estudio

La legislación de Perú en materia de ruido ambiental es del 2003, y a más de veinte años de su publicación todavía no se ha publicado su reglamentación, sólo

establece valores de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) a cumplir por zonificaciones urbanas en dos periodos horarios: Diurno entre las 07:00 y 22:00 h, nocturno entre las 22:00 y 07:00 h (PCM, 2003).

A raíz de que el monitoreo del nivel sonoro que se viene realizando desde marzo del 2020, en este distrito de Lima, debe tener trazabilidad con los que se realizan en otros países, se concluyó que el índice L_{den} es el adecuado para comunicar los niveles de ruido registrados, así de esta manera tener un parámetro de evaluación y comparación internacional, ya que dicho índice para valorar el ruido ambiental a largo plazo tiene décadas de aplicación. En (1) se presenta el *índice* o *indicador* del ruido ambiental día-tarde-noche según (EU, 2002) (ISO, 2016):

$$L_{den} = 10 * \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \quad \text{Ec. (1)}$$

Los intervalos horarios elegidos son los utilizados por la Unión Europea, y los niveles sonoros están expresados en decibeles ponderados en frecuencia A (dBA), donde:

- L_{den} es el *indicador* de ruido día-tarde-noche, asociado a la molestia global, en el intervalo de 24 horas;
- L_{day} *indicador de ruido día*, es el nivel sonoro continuo equivalente en el intervalo horario entre las 06:00 y 18:00 h;
- $L_{evening}$ *indicador de ruido tarde*, es el nivel sonoro continuo equivalente en el intervalo horario entre las 18:00 y 22:00 h, penalizado con 5 dBA;
- L_{night} *indicador de ruido noche*, es el nivel sonoro continuo equivalente en el intervalo horario entre las 22:00 y 06:00 h, penalizado con 10 dBA.

En este artículo se utilizarán las siguientes funciones estadísticas:

- Nivel sonoro percentil**, el 90 (simbolizado $L_{A90,T}$) –que se calcula mediante el percentil estadístico 10th– no existe consenso mundial pero se lo considera como representativo del *ruido de fondo*; el 10 (simbolizado $L_{A10,T}$) –que se calcula mediante el percentil estadístico 90th– no existe consenso mundial pero se lo considera como representativo del promedio de los máximos.
- Cajas y bigotes**, es una herramienta importante para realizar análisis especiales, para este caso las cajas indican la distribución de los niveles sonoros que se ubican en el 50% de los registrados mensualmente, en cada caja la línea indica la mediana y la cruz la media, los puntos

que estén arriba o abajo se consideran valores atípicos que están más lejos de 1,5 veces de los valores del L_{Aeq} intercuartiles.

- c. **Tendencia**, es útil para extraer un patrón subyacente de comportamiento del nivel sonoro en la historia temporal que de otro modo estaría parcial o casi completamente oculto por la fluctuación de los niveles sonoros.
- d. **Básicos**, como el desvío, variancia y mediana.
- e. **Distribución normal**, es una distribución de probabilidad que es simétrica con respecto a la mediana, gráficamente se presenta con una «curva de campana» (o aproximadamente acampanada), mostrando que los datos cercanos a la mediana ocurren con mayor frecuencia que aquellos alejados. Para el caso del ruido ambiental es ilustrativa de cómo se distribuye la densidad de los niveles sonoros de una medición.

4. PAISAJE SONORO A POSTERIOR DE LA PRIMERA APERTURA

Tal como se mencionó el sensor de ruido tuvo que ser relocalizado (ver Figura 2), en un momento coincidente con el inicio de la tercera fase de la reactivación económica en Perú el 1° de julio del 2020.



Figura 2: Ubicación del sensor de ruido **TA120** desde el 1° de julio del 2020 a la fecha.

Las situaciones sociales durante las olas de la pandemia posteriores a esa tercera fase dependieron de muchos factores, además de las regulaciones sanitarias. También influyeron los sistemas y capacidades de atención de la salud, y los cambios permanentes en los horarios de los toques de queda nocturnos produjeron cambios en las personas porque, en días laborables, tenían que regresar a sus

viviendas a tiempo o debían movilizarse de madrugada, lo que dio lugar a alteraciones del ritmo normal de comportamiento, de expectativas, de preferencias y de actitudes sociales.

Esto generó una falta de relación coherente, al menos en la ciudad de Lima, en la variación de los niveles sonoros durante el día (ver Figura 3) o de la noche (ver Figura 4), es decir, ascendieron y descendieron sin manifestar un patrón modelable, cuyo comportamiento se observa mejor a través de su curva de *Tendencia*.

Acerca de los niveles sonoros tarde ($L_{Evening}$) no se muestra su evolución mensual, porque fluctúan en el intervalo de $55 \pm 1,7$ dBA y no suministra información relevante para analizar el comportamiento del paisaje sonoro.

Respecto a la curva de *Tendencia*, en ambas gráficas están asociadas a los valores del L_{Aeq} mensual y modelada con su media móvil.

Los gráficos de caja y bigotes que agrupan los niveles sonoros L_{Day} (Figura 3) y L_{Night} (Figura 4) ilustran la variabilidad (o dispersión) de todos los valores del nivel sonoro registrado en cada mes, indicando además los valores atípicos que se presentaron, y de cuán asimétricos fueron los niveles sonoros durante los diferentes periodos de tiempo en los cuales las autoridades sanitarias de Lima impusieron medidas de restricción para la circulación de personas en la calle, o de toque de queda nocturno.

En las subsecciones siguientes se hace un breve análisis de los niveles sonoros equivalentes por cada mes.

4.1. Análisis de la evolución mensual del L_{Day}

A partir del 1° de julio de 2020 en Perú se abrieron para el horario diurno las actividades comerciales no-esenciales, pero como hubo limitaciones de circulación (se requería de un permiso para ello) las calles estaban casi vacías, por lo que los vehículos circulaban a alta velocidad conllevando a que los niveles sonoros sean altos en un rango de hasta 15 dBA. Es interesante observar cómo el L_{Day} se reduce paulatinamente, a medida que las restricciones al movimiento de personas a consecuencia de las olas de contagio por la pandemia de la COVID-19 se imponían, hasta llegar a los niveles de ruido más bajos que tuvieron lugar durante la Semana Santa del 2022, que a partir de abril se incrementan nuevamente. De julio a octubre del 2022 la estación de monitoreo registró ruido proveniente de una demolición y excavación para la construcción de un edificio, por lo que esos valores deben considerarse como atípicos.

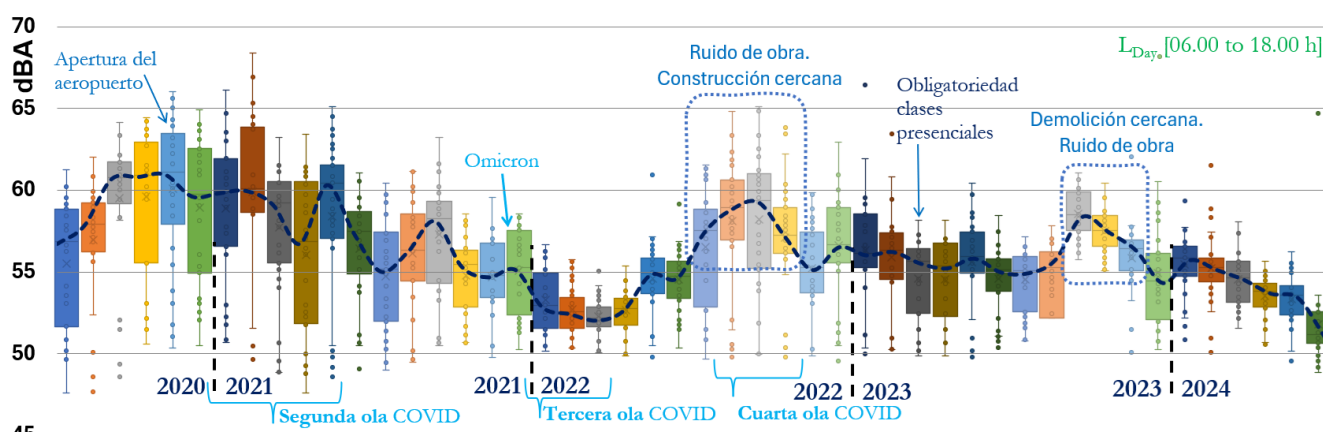


Figura 3: Evolución mensual del L_{Day} - 1° de julio de 2020 al 30 de junio de 2024 (dB re. 20 μ Pa)

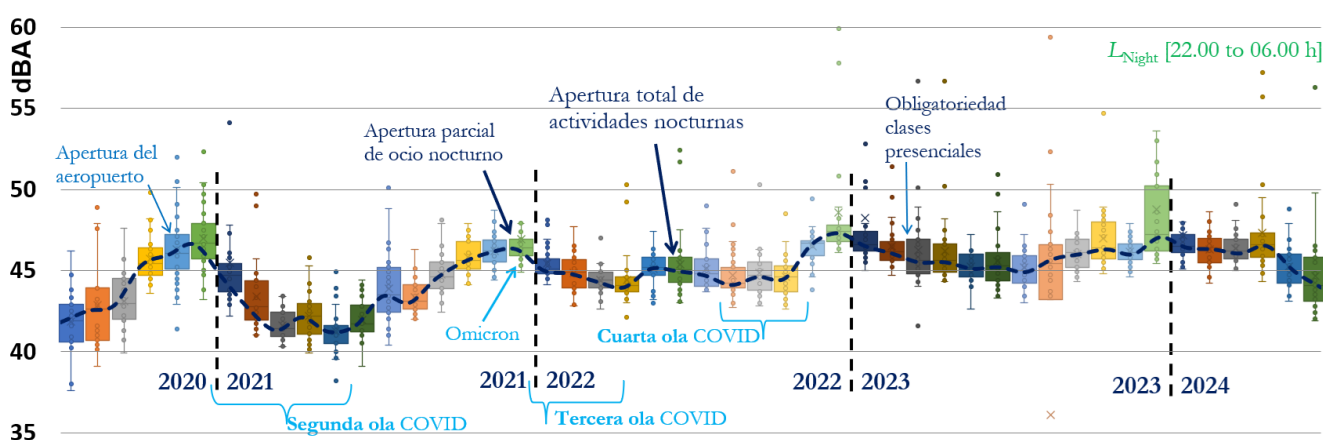


Figura 4: Evolución mensual del L_{Night} - 1° de julio de 2020 al 30 de junio de 2024 (dB re. 20 μ Pa)

Entre enero y abril de 2023 el nivel sonoro expresa gran dispersión pero su curva de *Tendencia* es estable, y a partir de mayo ya con plena actividad de todas las instituciones educativas (porque el Ministerio de Educación de Perú obligó el regreso a las clases presenciales), el nivel sonoro manifiesta menor distribución y una estabilización alrededor de los 55 dBA hasta agosto, ya que nuevamente el ruido proveniente de otra obra produjo niveles sonoros anómalos. A consecuencia de las festividades de fin de año, diciembre presenta valores atípicos. Pareciera algo curiosa la situación que se da a partir de enero del 2024 los niveles sonoros manifiestan una paulatina reducción a *contrario sensu*, ya que el aforo de vehículos es mucho más alto que durante las distintas fases de la pandemia, pero a diferencia de aquella época los vehículos ahora circulan a menor velocidad, y por otra situación (el retiro de buses obsoletos) que se analizará más adelante.

4.2. Análisis de la evolución mensual del L_{Night}

En particular queda en evidencia que durante la segunda, tercera y cuarta ola de COVID el ruido

ambiental es más bajo, porque las autoridades sanitarias endurecían las restricciones de circulación de personas repercutiendo a que hubiese menor aforo vehicular; lo anterior produjo a que el nivel sonoro tenga un *comportamiento fluctuante* con periodos de varios meses, tal como se observa en la Figura 4 su curva de *Tendencia*.

En cuanto a esa oscilación del nivel sonoro, brinda una mejor idea del paisaje sonoro en el cual está inmersa la estación de monitoreo, ya que el L_{Night} fluctúa alrededor de los 45 dBA, indicando que se encuentra en una zona residencial.

Para el caso de las actividades de ocio, su apertura se habilitó sólo hasta las 23.00 h en julio de 2021, para que las personas tuvieran tiempo de regresar a sus viviendas, y antes de las fiestas de fin de año se permitieron actividades hasta las 01:00 h; para junio de 2022 se eliminaron todas las restricciones.

En la Figura 4 se observa que la curva de *Tendencia* de los niveles sonoros nocturnos se estabiliza a partir de octubre del 2021, variando con una mediana mensual (aproximada) de 46 dBA con un $\sigma \pm 1,2$ dBA.

5. VALORES DEL L_{DEN} DURANTE CUATRO AÑOS

En aquellas ciudades del mundo que poseen una red de monitoreo del ruido ambiental, sí pudieron hacer un estudio de su reducción y posterior recuperación durante el de-escalamiento, pero en Lima sólo se tienen son los resultados aquí presentados que no se tratan de datos aislados, ya que es relevante la descripción de la evolución del paisaje sonoro en este distrito de la ciudad de Lima, porque los paisajes sonoros son específicos de un contexto en un

momento determinado (ISO 12913-1, 2014); de ahí la importancia en considerar los impactos durante el contexto pandémico del entorno sonoro en el cual se registró el nivel sonoro presente en una urbanización del distrito de Magdalena del Mar.

Dado que el objeto es analizar con el valor global los niveles sonoros corregidos día-tarde-noche a largo plazo según (1) –presentes en esta ubicación geográfica– en la Tabla 1 se resumen los niveles sonoros promediados semestral y anualmente, registrados ininterrumpidamente a lo largo de cuatro años en el distrito de Magdalena del Mar de la ciudad de Lima.

Tabla 1: Niveles sonoros corregidos día-tarde-noche, desde el 1° de julio del 2020 al 30 de junio del 2024 (por semestre y por año acumulado), registrados en Magdalena del Mar, Lima (dB re. 20 μ Pa)

Semestre	Periodo	L_{Day}	$L_{Evening}$	L_{Night}	L_{den}
1°	1° de julio, 2020 al 31 de diciembre, 2020	59,8	51,3	45,1	58,2
2°	1° de enero, 2021 al 30 de junio, 2021	59,5	49,0	44,0	57,6
	1° de julio, 2020 al 30 de junio, 2021	59,7	50,3	44,6	57,9
3°	1° de julio, 2021 al 31 de diciembre, 2021	57,1	50,8	46,1	56,6
4°	1° de enero, 2022 al 30 de junio, 2022	53,7	50,9	45,1	54,6
	1° de julio, 2021 al 30 de junio, 2022	55,7	50,9	45,6	55,7
5°	1° de julio, 2022 al 31 de diciembre, 2022	58,3	51,9	51,8 *	59,7 *
6°	1° de enero, 2023 al 30 de junio, 2023	56,2	53,7	49,9 *	58,2 *
	1° de julio, 2022 al 30 de junio, 2023	57,3	52,9	51,0 *	59,0 *
7°	1° de julio, 2023 al 31 de diciembre, 2023	56,8	52,3	48,3	57,4
8°	1° de enero, 2024 al 30 de junio, 2024	54,4	51,5	48,5	56,5
	1° de julio, 2023 al 30 de junio, 2024	55,8	51,5	48,4	56,9

* Está influenciado por el alto nivel de ruido que se manifestó durante las celebraciones del Año Nuevo y fiesta de Reyes, ya que fue la primera vez en dos años que las personas pudieron reunirse sin restricciones.

La dispersión en los valores de los niveles sonoros diurnos L_{Day} por semestre de la Tabla 1, son los que más llaman la atención, explicándose de la siguiente manera:

- Los dos primeros están próximos a los 60 dBA; dado que las calles y avenidas tuvieron bajo aforo de circulación, por lo que al estar libres, los vehículos se desplazaron a mayor velocidad cuya aceleración produjo más ruido.
- Durante el tercero, el aforo vehicular aumentó pero el ruido descendió, por el desplazamiento a menor velocidad de los vehículos.
- En marzo del 2021 las autoridades inician una campaña de retiro de buses y carrocerías obsoletas, la mayoría de ellos ruidosos y que transitaban sin tubo de escape.
- En el quinto se registraron niveles anómalos, provenientes de actividades de construcción próximas a la ubicación del sensor.
- En el sexto se recupera la presencialidad total de las clases escolares y universitarias, y continúa el retiro de buses obsoletos.
- En el último, el L_{Day} es 5 dBA menor que durante los dos primeros, a pesar de que el aforo vehicular es mucho mayor pero ahora se trasladan a menor velocidad, considerando que no hay carrocerías obsoletas en uso.

Más adelante se analizará la política gubernamental del retiro de buses obsoletos.

6. PAISAJES SONOROS DE CORTA DURACIÓN DURANTE LA COVID-19

No se debe dejar de lado ni ponerlos en el olvido los paisajes sonoros de corta duración que tuvieron lugar durante el encerramiento y el de-escalamiento:

- Los aplausos dedicados a los trabajadores de la salud que laboraron durante la cuarentena, escenario que se dio en muchas ciudades del mundo, y a menudo se repitieron diariamente (Colectivo, 2023).
- La ejecución de música por las calles, empujados por la crisis económica derivada de la prohibición de actividades sociales, los músicos populares en Lima recorrían las calles para recaudar algo de dinero (Huayre Cochachin, 2020).
- Conciertos en lugares abiertos, muchas conjuntos musicales para poder ensayar en grupo daban conciertos gratuitos al aire libre (Karlin, 2020).
- Para favorecer actividades físicas al aire libre con distanciamiento social, en Lima hasta junio del 2021 se establecieron algunos «Domingos sin autos» (AFP, 2021), para caminar y bicicletear sin restricciones por avenidas troncales, y por un tramo de la *vía Costa Verde* que es una semi-carretera de casi 7 km de largo que bordea la costa oceánica de Lima.
- Hasta fines del 2021, al menos en Lima, hubo actividades grupales en plazas y parques de gimnasia y bailes.

7. CAMINO AL PAISAJE SONORO DE LA ERA POSPANDÉMICA EN LIMA

El de-escalamiento de las medidas por restricción por la COVID en muchos países, a medida que se abrían las actividades económicas y por consiguiente la movilidad social por calles, avenidas y rutas, dicha situación se identificó bajo el nombre de la «nueva normalidad» como si se volviera regresar a la situación anterior al encerramiento, es decir, retornar a la «vieja normalidad» con las conductas sociales previas al enclaustramiento, pero esto no fue así.

En el congreso europeo *Forum Acoustics 2023* se realizó una sesión técnica especial, en la cual se presentaron resultados de varias investigaciones acerca de los paisajes sonoros de la «nueva normalidad» (FA, 2023), que advierten los cambios significativos en la distribución de los niveles de ruido según la zona geográfica, ya que en algunas es mayor, en otras menor, y en algunos levemente diferentes.

Si se considera que las actividades sociales en Lima se recuperaron totalmente recién en marzo de 2023 (las universidades y establecimientos escolares fueron

obligados a regresar a las clases presenciales), tal como se señaló que a junio del 2024 el L_{Day} es 5 dBA menor respecto 2020 a posterior de la primera apertura, entonces **¿Qué causó esa disminución del nivel de ruido urbano?**

Cuatro situaciones relevantes pueden dar una pista del por qué probablemente sucedió eso:

- Los automotores transitaban a alta velocidad (emitiendo más ruido los motores), porque las vías de circulación estaban libres por el bajo aforo vehicular.
- El enclaustramiento y posterior restricción de circulación vehicular, provocó a que los vehículos antiguos y vetustos dejen de tener mantenimiento mecánico, produciéndose un retiro natural por parte de sus propietarios.
- En abril de 2022 el Ministerio de Transporte de Perú emitió un decreto para eliminar los vehículos con carrocerías obsoletas, mediante una «campana de chatarreo» (Peruano, 2022);
- En agosto de 2023, fue suprimida la circulación de las pocas líneas de transporte público que todavía mantenían servicio con buses tipo *combi* o *custer* (miniván) (Peruano, 2023).

Es entonces que la ciudad de Lima a posterior de la pandemia por la COVID-19 no regresó «a la vieja normalidad», sino que verdaderamente está exhibiendo un escenario pospandémico, o a la «Era pospandémica» tal como lo han conceptualizado los destacados acústicos André Fiebig y Brigitte Schulte-Fortkamp, quienes están focalizados en la temática de los Paisajes Sonoros (Fiebig & Schulte-Fortkamp, 2024).

8. EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO EN POSTPANDEMIA

En esta sección se evaluarán dos periodos de tiempo tomando ventaja de dos situaciones particulares:

- una que ocurrió en el 2021, durante la segunda ola de COVID;
- otra que sobrevino en junio del 2024, por un evento fortuito.

En ambas se presentaron niveles de ruido ambiental nocturnos muy concretos, en el sentido de que esos registros permiten hacer comparaciones del paisaje sonoro en escenarios pospandémicos, ya que en ambos se midieron bajos niveles sonoros que pueden ser utilizados como referencia para comparar el impacto del ruido ambiental en este distrito de Lima.

8.1. Evaluación del L_{Night} pospandémico respecto a registros de la segunda ola de COVID

En la Figura 4 se observa que durante la segunda ola de la COVID-19 se presentaron los niveles sonoros nocturnos más bajos, porque a raíz de que la cantidad

de contagios en Perú seguían en aumento, el Estado decretó entre el 19 de abril y el 9 de mayo de 2021 un «toque de queda de lunes a sábado que empezará a las 21:00 horas y concluirá a las 04:00 horas del día siguiente. Los domingos la inmovilización social será todo el día» (Peruano, 2021).

En la gráfica de la Figura 5-a se presenta la evolución temporal del nivel sonoro nocturno registrado (curva color azul) entre el 19 de abril y el 3 de mayo del 2021, comparada con el registrado (curva color rojo) en los mismos días pero del 2024, y en la gráfica de la Figura 5-b se muestra la comparación de las distribuciones normales de sus niveles sonoros.

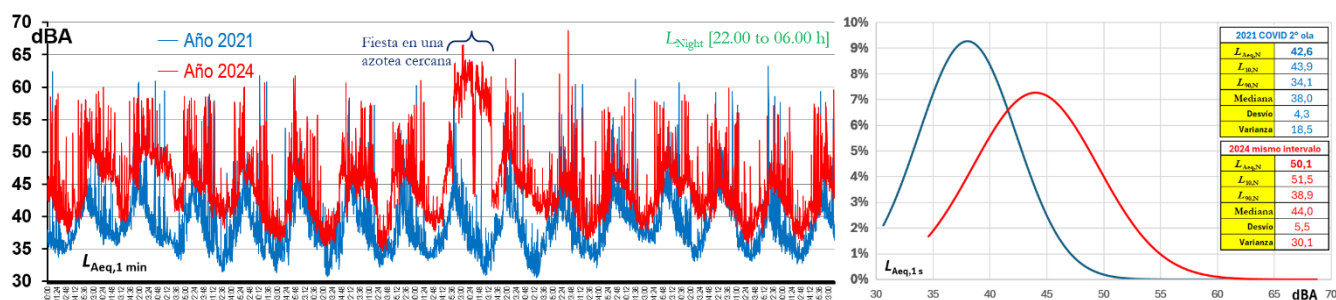


Figura 5: Comparación de los niveles sonoros nocturnos desde el 19 de abril al 3 de mayo entre:

(i) el 2021 durante la 2º ola de COVID, y (ii) el 2024 en postpandemia.

a) Evolución temporal; b) distribución normal. (dB re. 20 μ Pa)

Si bien las restricciones impuestas durarían hasta el domingo 9 de mayo del 2021, a partir del martes 4 de mayo la gente dejó de respetarlas por la necesidad económica de trabajar, por lo que la evaluación de interés se limita al intervalo de tiempo entre el 19 de abril y 3 de mayo.

De la Figura 5-b se observa que:

- Ambas distribuciones son leptocúrticas sesgadas y truncadas a izquierda (dependen del nivel sonoro mínimo registrado).
- El incremento del L_{Night} en 2024 es casi +8 dBA.
- En 2021 los niveles sonoros están concentrados alrededor de los 38 dBA, con un $L_{A10,N}$ de 43,9 dBA y un $L_{A90,N}$ de 34,1 dBA.
- En 2024 los niveles sonoros están repartidos alrededor de los 44 dBA con una gran cola hacia la derecha, con un $L_{A10,N}$ de 51,5 dBA y un $L_{A90,N}$ de 38,9 dBA.

Se eligió comparar esta situación particular en los mismos días del 2024, porque en una azotea cercana se organizó una fiesta, representando esto un escenario pospandémico; por supuesto que para este intervalo de referencia se pueden utilizar ventanas temporales distintas.

8.2. Evaluación en postpandemia del impacto por ruido del sobrevuelo de aeronaves

El domingo 2 de junio del 2024, a consecuencia de una falla eléctrica en la pista del Aeropuerto Internacional de Lima, su iluminación quedó desafectada toda la noche hasta la mañana del lunes 3 de junio, y a consecuencia de ello se suspendieron todos los vuelos (excepto dos de emergencia); este evento fortuito brindó una oportunidad única de

registrar el nivel sonoro con la estación de monitoreo sin la influencia del ruido producido por el sobrevuelo de aeronaves, el cual facilita información valiosa para evaluar el paisaje sonoro en un escenario nocturno de postpandemia sin ese tipo de ruido.

Dado que dicho acontecimiento ocurrió un domingo por la noche, cuando el ruido de fondo es menor que las noches de días laborables, en la Figura 6 se hace la comparación del nivel sonoro registrado entre la noche del 2 al 3 de junio respecto a las del (también entre un domingo y lunes): 5 al 6 de mayo, y 28 al 29 de abril de 2024; además, porque en esas noches el nivel sonoro equivalente en dBA son iguales.

Entonces, a raíz de ese hecho desafortunado (el corte de luz de la pista del aeropuerto) se puede determinar que el incremento del nivel de ruido fue de 8 dBA, implicando casi siete veces más de energía acústica, esto podría ser atribuido a las emisiones sonoras de las aeronaves; respecto al $L_{A10,N}$ y $L_{A90,N}$ en ambos casos el aumento es menor a 2 dBA.

8.3. Posibilidad de estimación del impacto por ruido de aeronaves

Líneas arriba se aclaró que no es objeto de este monitoreo la estimación según la Norma ISO 20906 el impacto por ruido percibido en tierra del sobrevuelo de aeronaves, porque la finalidad es el análisis del ruido ambiental mediante el L_{AF} considerando ese ruido como parte del paisaje sonoro, ya que si se hubiese optado por utilizar el sensor de ruido con el parámetro L_{AS} , el análisis estaría restringido y limitado al estudio para vigilancia del ruido producido por aeronaves, y lo que le importa

a los autores es conocer el paisaje sonoro por medio de índices de ruido contrastables con otros países.

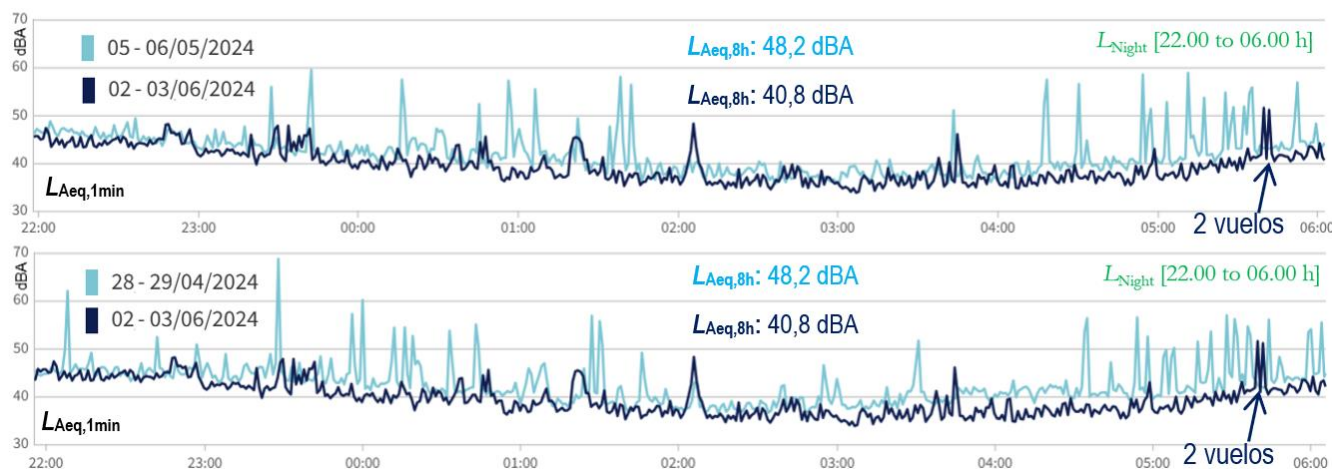


Figura 6: Comparación del nivel sonoro entre dos noches: (curva color azul) sin sobrevuelos y (curva color añil) con sobrevuelos de aeronaves (dB re. 20 μ Pa)

Nota. Imágenes descargadas desde la nube de la Noise Platform®

En la Figura 7 se presentan dos gráficas con la evolución temporal del nivel sonoro del sobrevuelo de una aeronave registrado en dos días, y se puede ver que el L_{AF} supera los 70 dBA dando una idea de que con el parámetro L_{ASmax} se podría estimar el impacto real por ruido de aeronaves en esta zona geográfica.

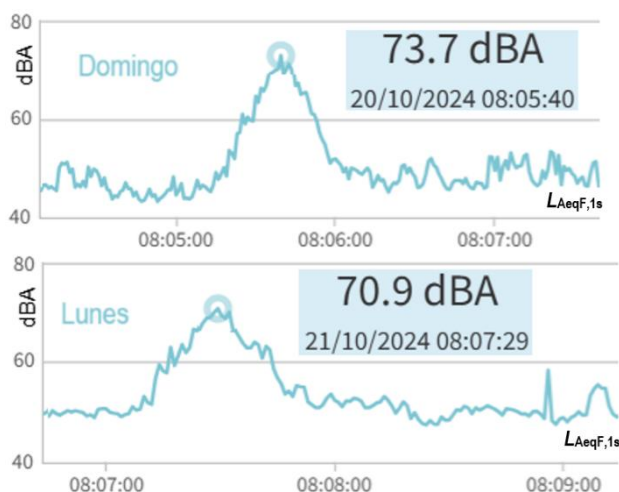


Figura 7: Identificación de sobrevuelos. Escenario pospandémico (dB re. 20 μ Pa)

9. APUNTES DEL PAISAJE SONORO EN VIVIENDAS EN LA ERA POSPANDÉMICA

A posterior del confinamiento muchas personas mantuvieron sus trabajos a distancia por lo que las viviendas se convirtieron en oficinas virtuales, y los ocupantes de edificios multifamiliares se expusieron a nuevas vulnerabilidades; y así como aparecieron nuevos paisajes sonoros urbanos, también surgieron

espacios sonoros especiales en las viviendas que finalizaron después de la apertura total de actividades, pero esa percepción psicoacústica en muchas ocasiones perduran hoy día.

9.1. Condiciones acústicas deficientes de las edificaciones

Durante el encerramiento las personas al estar obligadas a permanecer en sus viviendas debieron soportar los ruidos propios y ajenos, quedando en evidencia que los aislamientos acústicos entre unidades domiciliarias, y dentro de una misma unidad, eran escasos y defectuosos. Sin importar la hora, la gente para sobrellevar el encerramiento escuchó música, realizó ejercitación física, cambió los hábitos laborales, etc., generando un sinnúmero de disputas, es decir, se modificó la percepción psicoacústica sobre el espacio sonoro en el que habitualmente cohabitaban, teniendo en cuenta que esto se prolongó más allá del fin del encerramiento cuando las personas debieron cumplir con sus trabajos vía virtual desde sus hogares.

9.2. Durante el encerramiento: Escucha de ruidos que antes estaban enmascarados por otros sonidos

Respecto a la escucha y/o percepción de sonidos en el contexto de la COVID, hay un fenómeno de *origen endógeno* –el concerniente a patologías como la de los acúfenos (Clínica, 2024)– y los de *origen exógenos* referidos a la inmisión de ruido en las viviendas proveniente del exterior como el de fuentes electromecánicas de actividades comerciales, ruido del tráfico/urbano, etc., siendo estos los que mayor

cantidad de quejas provocaron en todo el mundo (Ricart, 2022).

En Lima la información por parte de las municipalidades producto de quejas por ruidos durante la pandemia, no están discriminados por la fuente que las promovió, por lo que no se está en condiciones de saber si fueron provocadas por las actividades a consecuencia del encerramiento.

9.3. Percepción sonora en la Era pospandémica

Durante la cuarentena obligatoria, los reclamos por ruido en zonas residenciales (principalmente por la noche) estuvieron dirigidas a instalaciones de HVAC que debían funcionar continuamente (como las cámaras frigoríficas), y en urbanizaciones residenciales colindantes a industrias se dirigieron al ruido producidos por ellas. Los panoramas descriptos motivaron a redireccionar las interrogaciones sobre esos escenarios sonoros: Si es que esas instalaciones ya funcionaban y existían antes del encerramiento ¿Por qué la gente ahora se queja y antes no lo hacían? El ruido que ahora las personas manifiestan escuchar en sus viviendas siempre existieron, es decir, esos sonidos se convirtieron en distinguibles durante el encerramiento porque se desenmascararon, a consecuencia de la disminución del ruido urbano cuyo contenido de tonos en frecuencia (de banda ancha o angosta) se escucharon con mayor definición.

Si bien el escenario sonoro pandémico ya no existe a posterior de la apertura total de las actividades económicas, parecieran que sí quedaron en el inconsciente colectivo de la gente, ya que se advierte desde la práctica profesional acústica en materia de mitigación de ruidos molestos en la postpandemia, que las personas tienen una percepción y actitud diferente respecto a su espacio sonoro, no sólo dentro de sus hogares sino también fuera de ellos: Discriminan o identifican mejor la presencia de un ruido ajeno a sus actividades normales.

10. CONCLUSIONES

En este artículo se compartió un análisis global de los niveles sonoros registrados ininterrumpidamente a lo largo de cuatro años, donde se pudo ver cómo las medidas de restricción de circulación y de toque de queda, impuestas por las autoridades sanitarias para evitar la propagación del SARS-CoV-2, repercutieron en la variación del ruido urbano, pudiéndose registrar niveles sonoros muy bajos nunca antes imaginados; por lo tanto, la pandemia por la COVID-19 brindó una oportunidad de registrar y percibir un paisaje sonoro en las ciudades particular, el cual también benefició a que las personas en todo el mundo, tomen otro tipo de conciencia frente al ruido.

Lo que en algún momento se identificó como la «nueva normalidad» se transformó al nacimiento de escenarios sonoros pospandémicos es decir: la *Era pospandémica*.

Transcurrieron más de tres años de la finalización de los toques de queda por la COVID-19, y ahora las personas que conviven en las grandes ciudades valoran de otra forma los sonidos antropogénicos, al haber tenido niveles sonoros de ruido muy bajos dentro de sus viviendas, entornos laborales y urbanos, pudiéndose afirmar que la pandemia de COVID-19 ofreció una oportunidad única de poner a prueba los paisajes sonoros ciudadanos, rurales y naturales, que permitieron evaluar cómo cambiaron en circunstancias extremas los entornos de vida en interiores y en exteriores.

A diferencia de otras grandes ciudades del mundo, el paisaje sonoro de postpandemia en Lima no puede ser comparado con aquél que existió antes del enclaustramiento, porque el contenido espectral del sonido a junio del 2024 es diferente al que existió antes de marzo del 2020, fundamentalmente a consecuencia de la eliminación de las unidades obsoletas de buses que se usaban para el transporte público de pasajeros, es decir, la implementación de esas intervenciones por parte de las autoridades.

En relación con el monitoreo de ruido que se viene realizando sobre la azotea de un departamento del distrito de Magdalena del Mar, pareciera que desde marzo del 2023 a la fecha se han estabilizado.

Dado que ningún municipio de la ciudad de Lima posee una red de aparatos que hayan monitoreado el nivel sonoro desde antes de la pandemia en forma continua, es entonces que la única referencia fehaciente que se tienen sobre ellos, son los resultados obtenidos por el *sensor de ruido* propiedad de los autores.

Con este monitoreo de ruido de largo plazo, queda una idea más clara acerca del impacto negativo –en el paisaje sonoro– que tiene el sobrevuelo de aeronaves en horas de la noche y madrugada, por lo que queda abierta la posibilidad de evaluar a futuro el impacto por ese ruido, cuando sea inaugurada la segunda pista del Aeropuerto Internacional de Lima, por lo que este estudio iniciado en marzo del 2020 será de gran valor por la cantidad de información registrada.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a editores y revisores de la revista ECOS por la publicación de este artículo; también desean agradecer las comunicaciones y consejos de Marçal Serra, de la empresa CESVA.

Responsabilidad

Este artículo es parte del interés particular que tienen los autores en difundir los resultados de esta

investigación, como parte de la *Responsabilidad social de la Empresa* ARQUICUST (compañía propiedad de los autores), investigación que no tuvo fuentes de financiamiento y fue escrito en el tiempo libre de los autores. Se declara que este artículo no tiene conflicto de intereses (siempre se menciona la fuente de los datos).

REFERENCIAS

- AFP (2021) *Perú extiende prohibición de usar autos particulares los domingos por la pandemia*. France 24 América Latina, París.
<https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20210529-per%C3%BA-extiende-prohibici%C3%B3n-de-usar-autos-particulares-los-domingos-por-la-pandemia>
- CESVA (2024) *TA120 Sensor de monitorización de ruido*. CESVA, Barcelona.
<https://www.cesva.com/es/productos/sensores-terminales/TA120/>
- Clínica (2024) *La pandemia ha aumentado la percepción de zumbidos y ruidos en el oído*. Clínica Barona y Asociados. <https://clinicabarona.com/la-pandemia-ha-aumentado-la-percepcion-de-zumbidos-y-ruidos-en-el-oido/>
- Colectivo (2023) *Aplauso por los trabajadores de la salud*. Wikipedia.
https://es.wikipedia.org/wiki/Aplauso_por_los_trabajadores_de_la_salud
- Fiebig, André; Schulte-Fortkamp, Brigitte (2024) Soundscapes in the Postpandemic – Era. *Acoustics Today* (20)1, pp 19-26.
<https://acousticstoday.org/soundscapes-in-the-postpandemic-era-andre-fiebig-and-brigitte-schulte-fortkamp/>
- FA (2023) *A14-02: Soundscapes of the 'new normal' (post-COVID)*. Forum Acoustics 2023.
<https://dael.euracoustics.org/confs/fa2023/data/index.html>
- Huayre Cochachin, Juan (2020) *Las bandas de música durante la pandemia en Lima*. Instituto de Estudios Políticos Andinos.
<https://www.iepa.org.pe/las-bandas-de-musica-durante-la-pandemia-en-lima-juan-huayre-cochachin/>
- IEC (2013) IEC 61672-1:2013 *Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications*. International Electrotechnical Commission. Geneva.
https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61672-1%7Bed2.0%7Ddb.pdf
- ISO (2009) *ISO 20906:2009 Acoustics – Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports*. International Organization for Standardization, Geneva.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:20906:ed-1:v1:en>
- ISO 12913-1 (2014) *ISO 12913-1:2014(en) Acoustics — Soundscape — Part 1: Definition and conceptual framework*. International Organization for Standardization, Geneva.
<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:12913:-1:ed-1:v1:en>
- Karlin, David (2020) *Música vs. covid-19: la situación en Asia, América y Oceanía*. Blog Bachtrack.
https://bachtrack.com/es_ES/editorial-music-vs-covid-19-state-of-play-asia-america-oceania-november-2020
- Montano, Walter Alfredo; Gushiken Uesu, Elena Isabel (2020) Lima soundscape before confinement and during curfew. Airplane flights suppressions because of Peruvian lockdown. *The Journal of the Acoustical Society of America* V148(4), pp. 1824–1830. Special Collection: COVID-19 Pandemic Acoustic Effects. <https://doi.org/10.1121/10.0002112>
- PCM (2003, 30 octubre) *Decreto Supremo N° 085-2003-PCM- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Presidencia del Consejo de Ministros.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglament-o-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>
- Peruano (2022, 28 de abril) *Protegiendo el aire. Chatarreos: Adiós a las carcochas contaminantes*. El Peruano diario oficial. Editora Perú.
<https://www.elperuano.pe/noticia/149281-chatarreos-adios-a-las-carcochas-contaminantes>
- Peruano (2023, 13 de agosto) *Conozca las combis y cústers que ya no circularán por las avenidas Túpac Amaru, Brasil y La Marina*. El Peruano diario oficial. Editora Perú.
<https://www.elperuano.pe/noticia/220523-conozca-las-combis-y-custers-que-ya-no-circularan-por-las-avenidas-tupac-amaru-brasil-y-la-marina-video>
- Peruano, El (2021) *Amplían estado de emergencia nacional hasta fines de mayo. Lima y 40 provincias pasan a nivel de alerta extremo por covid-19*. Diario oficial El Peruano, 18/04/2021.
<https://elperuano.pe/noticia/119041-lima-y-40-provincias-pasan-a-nivel-de-alerta-extremo-por-covid-19>
- Ricart, Marta (2022) *Más sensibles al ruido tras la COVID*. Diario La Vanguardia, Barcelona.
<https://www.lavanguardia.com/vida/20220427/8224698/ruido-covid-contaminacion.html>