

La calidad del paisaje sonoro en relación con el diseño sonoro y urbano de calles comerciales

Franz Núñez*

RESUMEN

El diseño urbano y la deficiente regulación sobre la calidad del medio ambiente sonoro afectan la calidad de los paisajes sonoros transformándolos en ruido urbano, lo que perjudica la percepción de sus identidades sonoras. Esto se aprecia más en las calles comerciales, que se caracterizan por la presencia de paisajes sonoros heterogéneos. Una mejora perceptiva tiene en cuenta los siguientes parámetros de diseño sonoro urbano: (1) el tipo de materiales empleados en las aceras y fachadas; (2) la inclusión de barreras acústicas naturales o artificiales; y (3) el diseño morfológico de las fachadas. Se identifican, para dos calles de comercio metropolitano, la complementariedad entre dichos parámetros según los coeficientes de reducción de ruido de los materiales; la capacidad de absorción del ruido según la densidad de la vegetación; y el número de reflexiones en las fachadas. Donde lo más representativo es la relación entre el material y la morfología de la calle.

PALABRAS CLAVE

Paisaje sonoro, medio ambiente sonoro, diseño sonoro urbano, identidades sonoras, ruido urbano.

* Arquitecto, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Pontificia Universidad Católica del Perú

Correo electrónico: fnunezh@outlook.com

Fecha de recepción: julio de 2016 | Fecha de aprobación: noviembre de 2016

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las ciudades latinoamericanas se expanden y densifican sin una planificación urbana eficiente, que construya una mediación entre lo ambiental y la gestión (Carrión, 1998). Incluso, no se estudia el impacto del diseño morfológico urbano sobre el medio ambiente, como lo sonoro o lo térmico. Sin embargo, dicho impacto podría influir de manera positiva o negativa sobre el comportamiento de los paisajes sonoros (Atienza, 2008). Este paisaje sonoro está conformado por sonidos que determinan señales sonoras interpretables en un tiempo y espacio específicos, por lo que tienen un carácter de permanencia temporal. Esta característica se ha perdido, ya que las señales no pueden ser decodificadas por el ruido urbano (Schafer, 2013).

De otro lado, la variable sonora es considerada desde la normativa solo como un fenómeno físico cuantitativo, lo que se expresa en propuestas de reducción de decibeles del ruido; y se menosprecia su valor cualitativo, con el que se pueden descifrar aspectos de la vida urbana a partir de identidades sonoras condicionadas por apreciaciones personales. Así, se tiene un contexto en el que se percibe la señal sonora,

y un contexto emocional (Carles & Palmese, 2004). El interés de esta investigación es el análisis cualitativo de la relación entre el sonido y las formas urbanas, que se realiza mediante espectrogramas, metodología propuesta por Atienza (2008) en el Centre de Recherche sur l'Espace Sonore et l'Environnement Urbain.

Schafer enuncia que se puede contribuir a la mejora perceptiva del paisaje sonoro, pese a que este ya está condicionado por una morfología urbana preexistente. La intervención en el diseño urbano preexistente que contribuya a mejorar el ambiente sonoro identificará aquellos rasgos sonoros predominantes que repercuten sobre la morfología urbana. Sobre la base de los parámetros morfológicos propuestos por Fiorelli (2004), se priorizarán la forma urbana y la materialidad.

Atienza (2008) afirma que dos lugares distintos pero de similar morfología urbana pueden presentar una particularidad en sus paisajes sonoros. Así, propone una metodología de análisis mediante el registro sonoro en visitas de campo, a lo largo de distintas horas del día, y afirma que es posible realizar un análisis del fondo sonoro

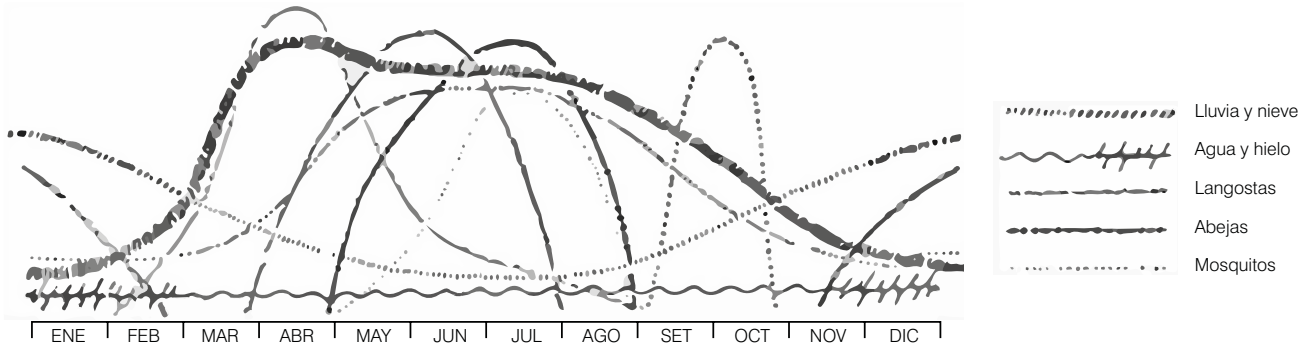


Figura 1: Diagrama de las identidades sonoras según las estaciones. Fuente: Schafer (2013).

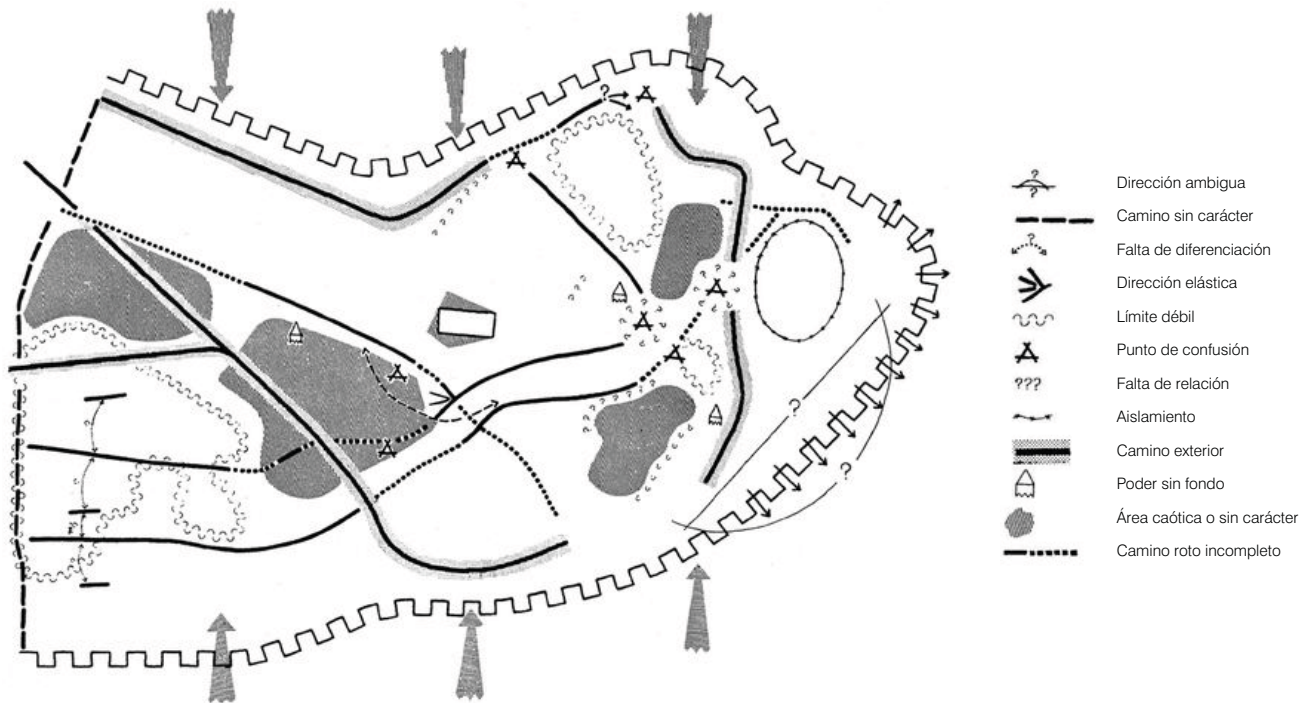


Figura 2: Mapa cognitivo. Fuente: Lynch (1959).

mediante los modos de variación sonora. Estos se definen, según las cualidades del sonido, en intensidad, tono, timbre y duración, útiles como puntos de partida para representar de manera espacial y temporal una configuración urbana (Atienza, 2008).

El aporte metodológico consiste en la operativización de la medición del sonido en un área urbano-comercial, y en la identificación de las relaciones de complementariedad entre los aspectos

enunciados por Fiorelli. La medición sistemática del sonido en calles comerciales, de intensidad y frecuencia, se confronta con los coeficientes de reducción del tipo de materiales en pavimentos y fachadas; la capacidad de absorción del sonido, con el tipo de arborización y su densidad; y el número de reflexiones en las áreas receptoras, con la morfología de las fachadas. Esta medición sistemática permite identificar que las identidades sonoras son mejor percibidas si estas relaciones son correspondientes.

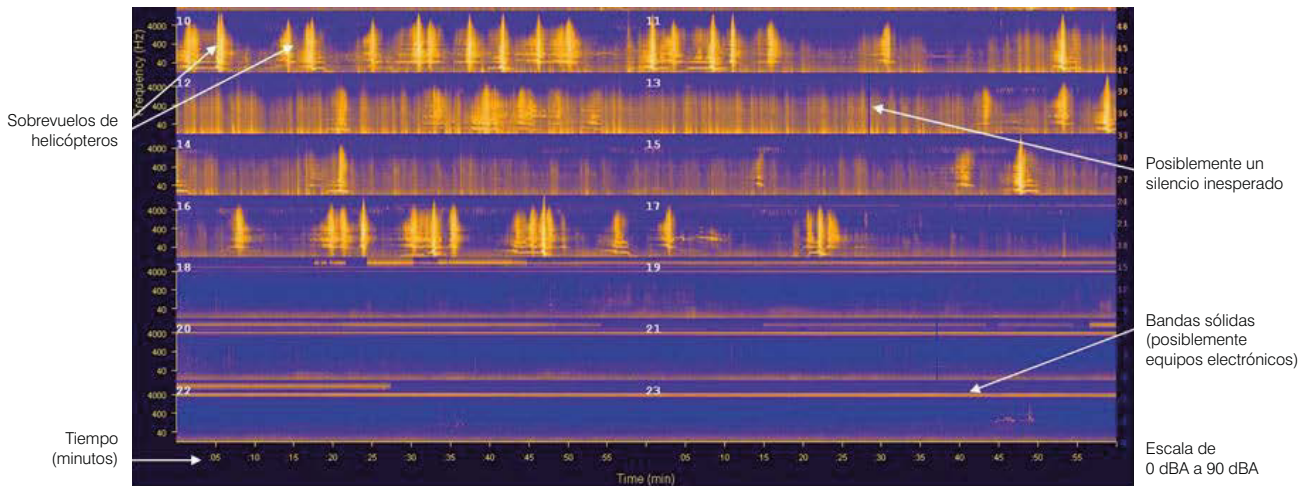


Figura 3: *Espectrograma.*
Fuente: Troya (2013).

RELACIONES ENTRE EL PAISAJE SONORO Y EL ESPACIO VISUAL

La relación entre el paisaje sonoro y el espacio visual (referido a lo visible en la ciudad) se expresa en una escala específica de recorrido peatonal o vehicular. En este sentido, Gehl (2014) clasifica los recorridos según la velocidad con la que nos desplazamos. Por ejemplo, la escala de los 5 km se caracteriza por la riqueza de las impresiones sensoriales, experiencia que será distinta al tratar con una escala de 60 km al ir en automóvil (Gehl, 2014, p. 44). Siguiendo esta línea, el paisaje sonoro es la representación temporal de la experiencia con el lugar (Atienza, 2008), ya que no podemos aislarnos corporalmente del sonido, como sí lo podemos hacer del campo visual al cerrar los ojos (Atienza, 2008).

En las figuras 1 y 2 se hace un paralelo entre los diagramas de identidades sonoras de Schafer, en tanto paisaje sonoro, y los mapas cognitivos de Kevin Lynch, en tanto paisaje urbano. En dicho mapa cognitivo no se tiene en cuenta la variable sonora; sin embargo, los paisajes sonoros debieran ser otro de los elementos cognitivos relacionados con el paisaje urbano.

PAISAJE SONORO Y RUIDO URBANO: CLASIFICACIÓN Y NOTACIÓN

Schafer (2013) plantea por primera vez el concepto de paisaje sonoro como un medio que permite la comunicación e

intercambio de información entre el ser humano y su medio urbano (Gonzales & Santillán, 2006, p. 48). El paisaje sonoro urbano es el conjunto de sonidos emitidos por fuentes naturales, como el sonido de los árboles con el viento, así como por fuentes artificiales, que provienen de la actividad comercial, el tráfico automotor y maquinarias. En esta línea, el ruido urbano es entendido como un sonido molesto opuesto al paisaje sonoro, pues no permite la comunicación ni el libre intercambio de información entre los seres humanos y el entorno urbano (Westerkamp, 2009).

Westerkamp (2009, p. 1) define el paisaje sonoro como:

la manifestación acústica de un "lugar", en donde los sonidos dan a los habitantes un sentido de lugar y la calidad acústica del lugar está conformada por las actividades y comportamientos de los habitantes. Por lo tanto, el medio ambiente sonoro (o paisaje sonoro), que es la suma de la totalidad de sonidos dentro de un área definida, es un reflejo íntimo de —entre otros— las condiciones sociales, políticas, tecnológicas y naturales del área.

Las señales sonoras representan eventos; por ejemplo, el sonido de las campanas o de una ambulancia (Dumal i Domènech, 2009, p. 2). Los símbolos sonoros, en cambio, son la interpretación de dicha señal en un contexto determinado; por

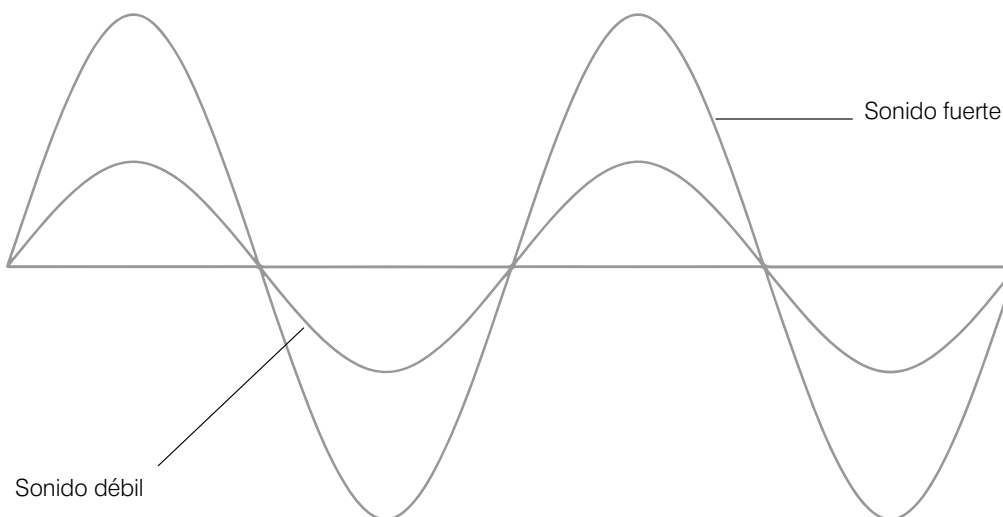


Figura 4: Ondas de sonido.

Elaboración del autor.

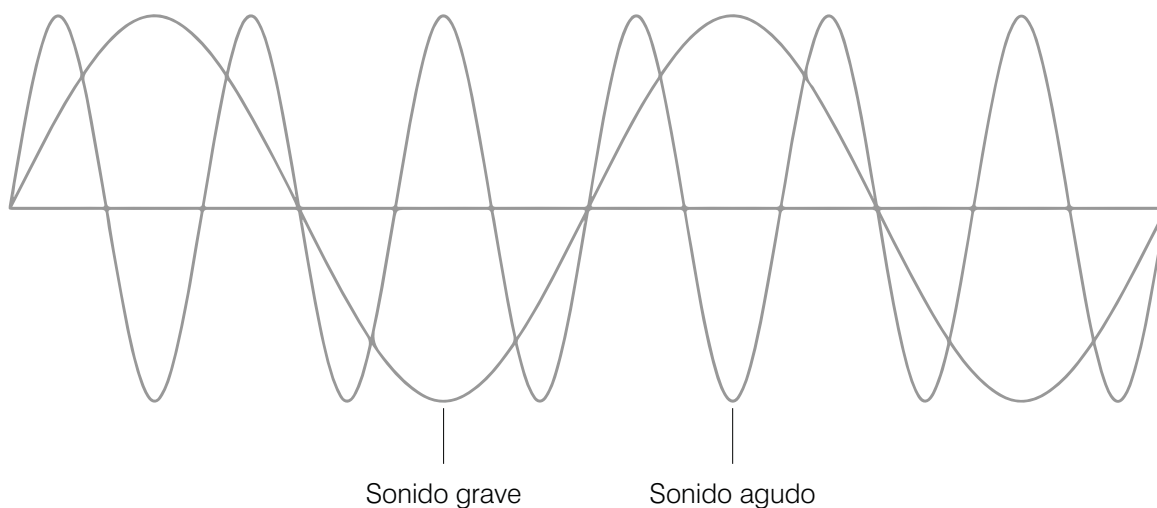


Figura 5: Tonos del sonido.

Elaboración del autor.

ejemplo, el sonido continuo de bocinas en una calle comercial puede significar una expresión del estrés por querer terminar un día de compras, mientras que en una autopista, el tráfico cotidiano. Así pues, las señales sonoras son interpretadas desde aspectos sociales y/o culturales (Daumal i Domènech, 2009).

De acuerdo a cómo son percibidos los paisajes sonoros, estos se clasifican en: paisajes sonoros “hi-fi”, que son heterogéneos y particulares de una locación, y paisajes sonoros “lo-fi”, que

son homogéneos, ya que la tecnología y la predominancia de los sonidos más fuertes promueven su estandarización (Schafer, 2013). El registro óptimo de grabación es de manera dinámica, a medida que se recorre un lugar, y se presentan variaciones en un mismo lugar en el transcurso del tiempo (días, semanas y otros). Como menciona Gehl (2014, p. 33), “nuestros sentidos han evolucionado para acomodarse a recorridos frontales, lentos, generalmente a lo largo de superficies horizontales”. Los modos de variación sonora se registran en el recorrido de un lugar. En el eje X, se denota el tiempo;

La forma en función del sonido

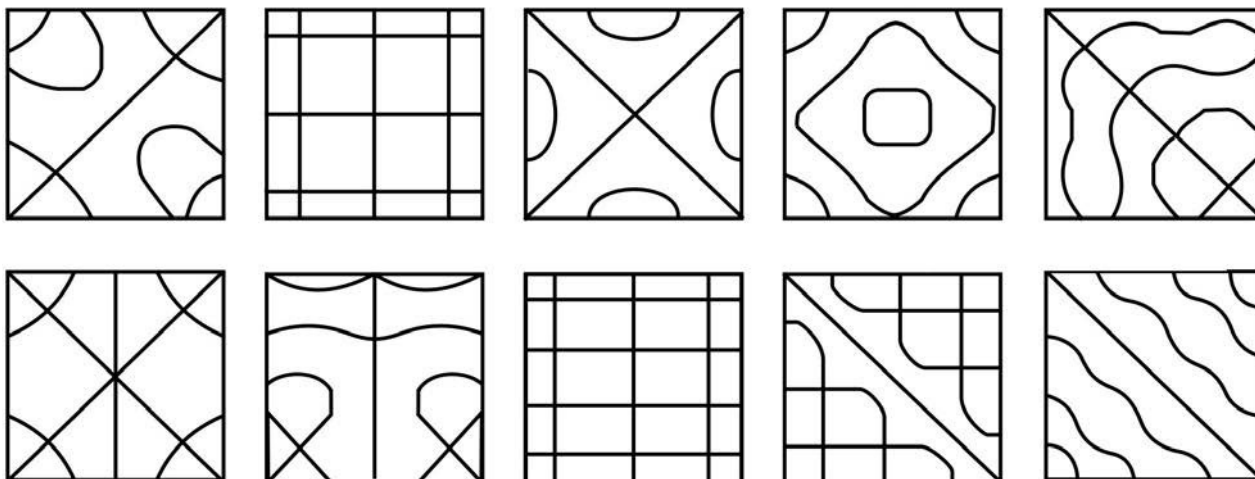


Figura 6: Patrones de vibración.
Fuente: Chladni (1787).

El sonido en función de la forma

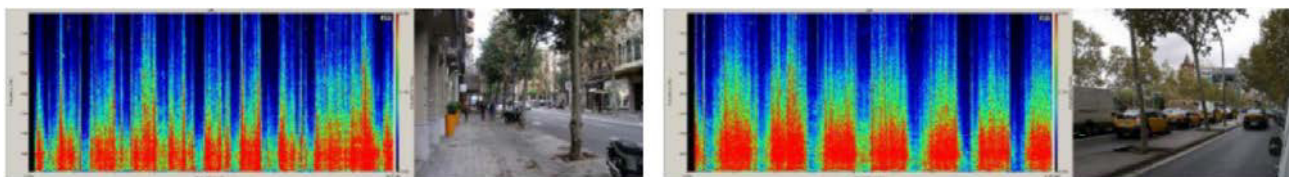


Figura 7: Espectrograma en dos calles de configuración distinta.
Fuente: Moreno y Zamora (2013).

y en el eje Y, la frecuencia sonora. Además, la variación de la amplitud se expresa en la intensidad de los colores (figura 3).

INTERPRETACIÓN DE LOS MODOS DE VARIACIÓN SONORA

Las variaciones sonoras responden a eventos sonoros ocasionales que destacan en un fondo estático, mientras que los sonidos permanentes son una aproximación a los usos más frecuentes de un lugar (Atienza, 2008) y pueden referirse a los sonidos estáticos producidos por fuentes eléctricas o mecánicas. Dentro del universo figura-fondo planteado por Atienza, se analizan las variaciones sonoras en intensidad, tono, timbre y duración sobre los sonidos permanentes que permiten la lectura de un espectrograma, relacionados con el lugar.

A. Intensidad o volumen (dB): a mayor amplitud (perturbación), mayor intensidad.

B. Tono (Hz): las ondas sonoras de alta frecuencia, es decir, de mayor número de vibraciones o ciclos por segundo, equivalen a los sonidos agudos; mientras que las de baja frecuencia, a los graves.

$$F = \# \text{ciclos}/1s = \# \text{Hz}, \Lambda = \text{longitud de onda.}$$

C. Timbre: capacidad de discernir entre los distintos instrumentos o tipos de voces, ya que cada uno emite un sonido particular. Un sonido está compuesto por una superposición de ondas sonoras con distintas amplitudes y frecuencias.

D. Duración: tiempo que dura la vibración.

| Parámetros de diseño sonoro urbano | | |
|---------------------------------------|--|---|
| Según la morfología y la materialidad | Calles y calzadas | El ancho de las calles influye en los niveles de intensidad sonora. El tipo de materiales en las calzadas puede contribuir a reducir los ruidos producidos por rozamiento ¹ . |
| | Fachadas | La morfología y los materiales influyen en la recepción de las reflexiones. |
| Según la fuente | Estratificación según el tipo de tráfico | La sectorización por el tipo de desplazamientos, ya sean urbanos, suburbanos, vehiculares o peatonales, promueve el equilibrio del paisaje sonoro. |
| | Disminución de desplazamientos | La disminución de la densidad del flujo vehicular genera una reducción de las intensidades sonoras. |
| | Ubicación de actividades | La sectorización por el tipo de actividades (por ejemplo, comerciales) puede influir positivamente en la percepción de los paisajes sonoros, ya que se generarían identidades sonoras homogéneas. |

Tabla 1:
Parámetros de
diseño sonoro urbano.
Elaboración del autor.

EL SONIDO EN FUNCIÓN DE LA FORMA

Chladni (1787) logró visibilizar el comportamiento de una onda sonora sometiendo sustancias granulares al sonido de un violín, lo que producía el esbozo de distintas figuras como producto de las frecuencias emitidas. Así, para cada sonido existe una forma específica o una forma en función del sonido.

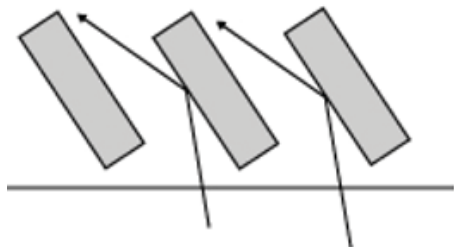
En un contexto urbano donde no se planifica integrando el medio ambiente sonoro, el paisaje sonoro es un fenómeno resultante de la morfología urbana. Por lo tanto, el sonido se encuentra en función de la forma, y la morfología urbana puede actuar de manera positiva o negativa sobre los paisajes sonoros.

¹ Rozamiento o fricción: se produce cuando entran en contacto dos superficies.

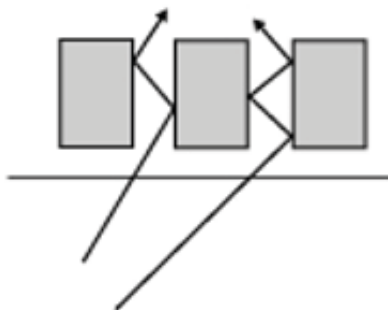
DISEÑO SONORO URBANO (D. S. U.): EL SONIDO COMO UN FACTOR DE DISEÑO

La identidad sonora comprende aquellas señales sonoras con un significado propio que varían según el lugar. Además, dichas señales nos permiten ubicarnos espacialmente en el entorno urbano al identificar de dónde proviene cada fuente; sin embargo, el ruido urbano podría perjudicar la percepción de las señales sonoras. El D. S. U. propone un análisis cualitativo del espacio teniendo en cuenta variables de diseño desde un punto de vista perceptivo (Carles & Palmese, 2004). Este análisis perceptivo puede ser guiado por una serie de parámetros, los cuales, de acuerdo con Fiorelli (2004), se clasifican según la morfología y la materialidad, y según la fuente sonora (tabla 1).

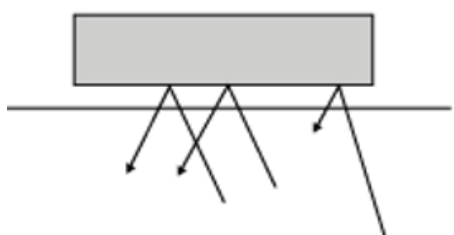
Permeable adecuado
(mayor distancia entre edificaciones)



Permeable inadecuado
(menor distancia entre edificaciones)



No permeable adecuado
(las reflexiones no son contenidas)



No permeable inadecuado
(las reflexiones son contenidas)

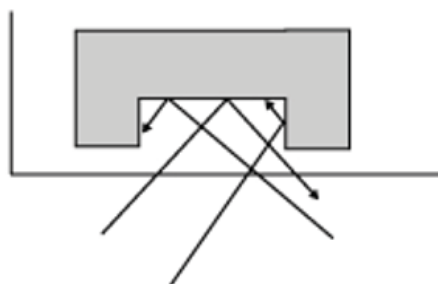


Tabla 2:
Comportamiento del sonido y morfología urbana.
Elaboración del autor.

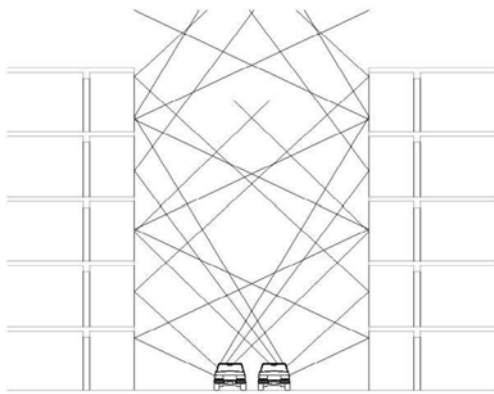
LA MORFOLOGÍA URBANA Y SU RELACIÓN CON EL SONIDO

Los parámetros más relevantes del D. S. U. para mejorar la calidad de los paisajes sonoros son: (1) la trama de las calles a nivel urbano y (2) la morfología de las fachadas. Las tramas urbanas permeables pueden ser eficaces dependiendo de las tipologías de trazado urbano que definen una morfología urbana (tabla 2). Para el estudio de la morfología y la permeabilidad arquitectónicas se consideran los recorridos exteriores y vanos grandes de exhibición, características de diseño en edificios comerciales, que producen una gran cantidad de reflexiones debido al porcentaje de vidrio empleado (tabla 3). Además, se debe considerar el comportamiento del sonido en el contacto con superficies diferenciadas (tabla 4).

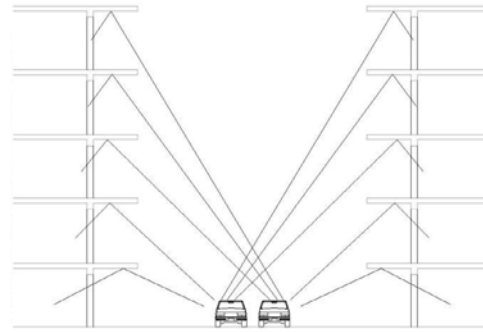
DOS COMPARACIONES DE PAISAJES SONOROS EN CALLES COMERCIALES

Se decidió realizar dos comparaciones exploratorias entre cuatro calles de comercio metropolitano, que integran la metodología planteada por Atienza (lectura de espectrogramas) y la de Fiorelli (parámetros de diseño urbano). Dicha comparación se operativiza con la medición sistemática de las intensidades sonoras (dB) por cada 10 metros de recorrido, en la cual se identifican la acción de los coeficientes de reducción de ruido de los materiales; la capacidad de absorción del ruido según la densidad de la vegetación; y el número de reflexiones en las fachadas. Esta integración es una innovación que requiere de una mayor cantidad de casos para identificar patrones sonoros.

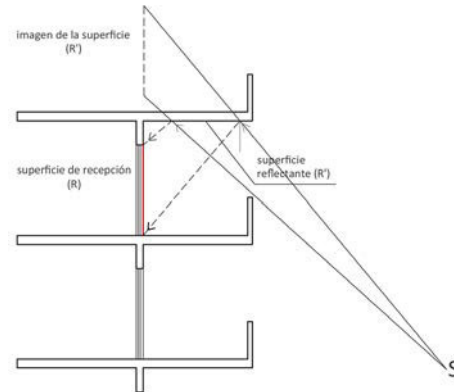
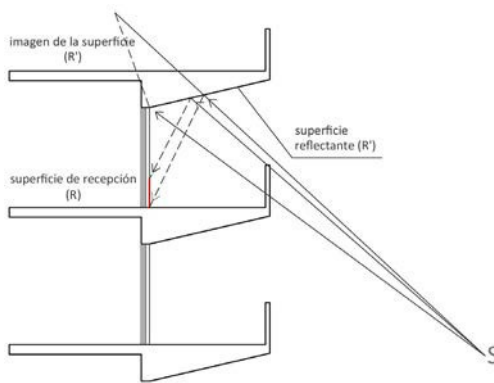
Reflexiones en muro cortina



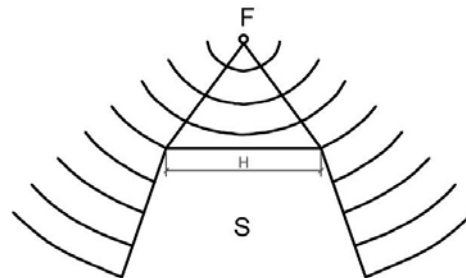
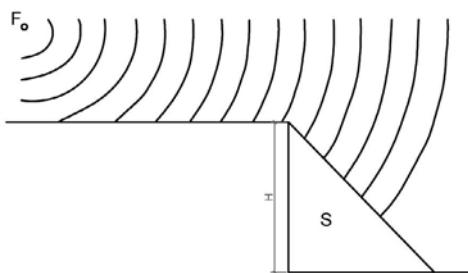
Reflexiones en el interior del edificio



Un diseño acertado en la morfología de los volados influye en la disminución del área receptora "R". De otro lado, a mayor densidad de la superficie receptora, el sonido reflejado será menor.



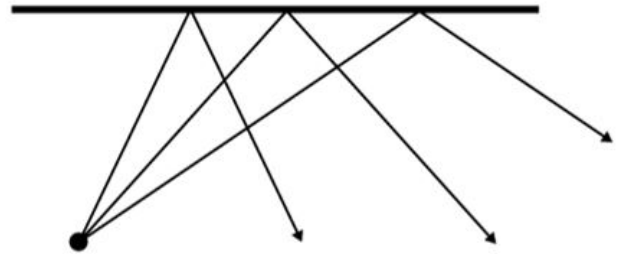
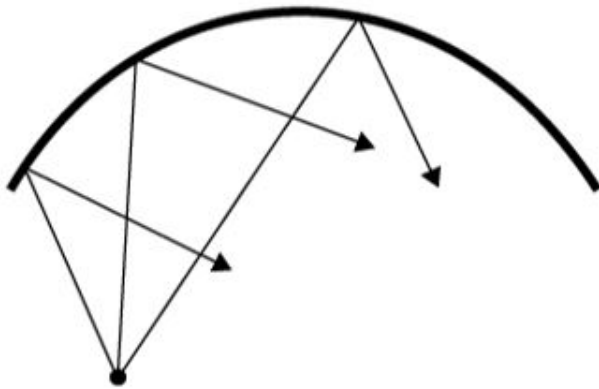
Fuente: Hossam y Woloszyn (2004).



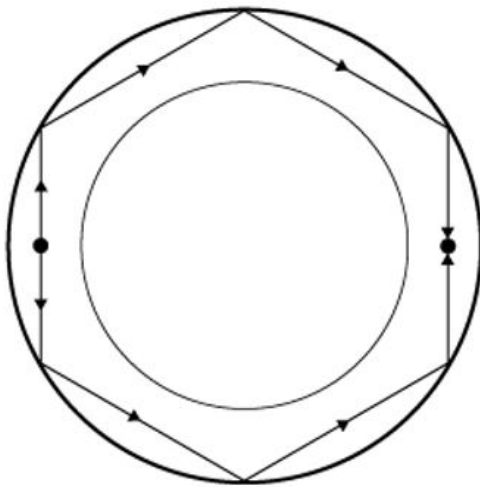
Fuente: Jiménez (2013).

Donde "S" es la sombra acústica. Si $H < \lambda$, S no existe; si $H = \lambda$, S será muy débil; y si $H > \lambda$, S existe.

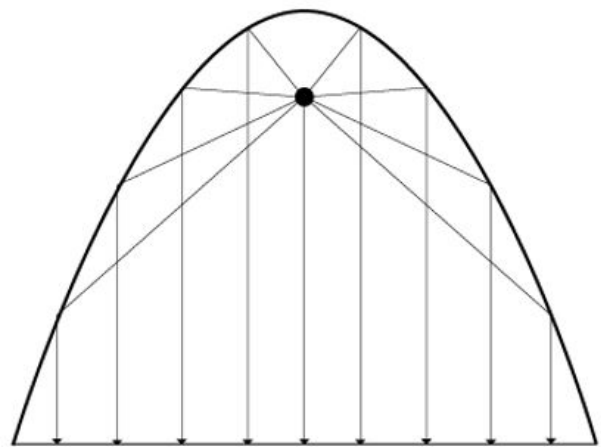
Tabla 3: Comportamiento del sonido y morfología arquitectónica. Elaboración del autor.



Reflector de sonido



Galería de los susurros



Reflector parabólico enrutador del sonido

Tabla 4: Comportamiento del sonido en el contacto con superficies lineales, circulares o parabólicas. Elaboración del autor.

Coefficientes de reducción de ruido (CR)

Los materiales porosos, como el adobe, los adoquines de arcilla, entre otros, absorben mejor el ruido que los materiales reflejantes, como el vidrio, el cemento y el hormigón. Según Ruza (2014), el suelo actúa sobre la absorción del ruido (frecuencias menores de 500 Hz); además, las barreras acústicas arbóreas podrían reducir las intensidades sonoras en 1 dB por metro lineal, dependiendo de la densidad del follaje, reducción que es más efectiva cuando se trata de sonidos de altas frecuencias por encima de los 1.000 Hz (tabla 6). Las barreras acústicas artificiales, tales como mobiliario urbano, quioscos, etc., pueden reflejar los sonidos de alta frecuencia y difractar los de baja frecuencia, así como favorecer una menor percepción psicológica del ruido.

Reflexiones

Se puede condicionar el comportamiento de las reflexiones sonoras mediante el diseño geométrico. Por ejemplo, dos superficies paralelas generan múltiples reflexiones enfrentadas; las superficies cóncavas encapsulan el sonido, y las superficies parabólicas detrás de una fuente sonora producen sonidos paralelos (tabla 4).

Absorción

Los materiales porosos y los sustratos amortiguan la oscilación de las ondas sonoras de alta frecuencia, ya que transforman el sonido en calor (Silver & McLean, 2008). Los paneles absorbentes hechos de madera atenúan las bajas frecuencias.

Aislamiento acústico

El espesor de los muros y tabiques es relevante, ya que al duplicar la masa, el índice de reducción aumenta en 6 dB². Además, los intersticios de aire entre dos tabiques permiten un aislamiento acústico más efectivo.

Tabla 5: Estrategias del D. S. U. Elaboración del autor.

| Coeficientes de reducción de ruido según el tipo de frecuencia que emite la fuente | | | | | | |
|--|------------|------|------|-------|-------|-------|
| Material | Frecuencia | | | | | |
| | 125 | 250 | 500 | 1.000 | 2.000 | 4.000 |
| Ventana abierta | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Hormigón | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| Madera | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 |
| Ladrillo visto | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| Enlucido de yeso sobre ladrillo | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |
| Paneles de madera | 0,01 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 0,08 | 0,11 |
| Vidrio | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |

Tabla 6: Coeficientes de reducción de ruido según el tipo de frecuencia que emite la fuente. Elaboración del autor.

Las estrategias del D. S. U. (tabla 5) comprenden los coeficientes de reducción de ruido, el comportamiento de las reflexiones, la absorción y el aislamiento acústico; y dependen del diseño morfológico urbano y arquitectónico.

Una primera comparación se realizó en el sector comercial Gamarra (figura 8), entre los paisajes sonoros del jirón Huánuco (figura 10) y el parque Cánepa (figura 11). La segunda

comparación se realizó en el Cercado de Lima (figura 9), entre los paisajes sonoros del jirón Ucayali (figura 14) y la calle Capón (figura 15). Ambas comparaciones se realizaron mediante la medición sistemática de las intensidades sonoras. La diferencia entre ambos sectores radica en que el primero cuenta con mayor presencia de barreras arbóreas, mayor distancia entre edificaciones, mayor uso de materiales reflejantes y mayor densidad de tránsito vehicular, que el segundo sector.

² Propiedad de la ley de masas.

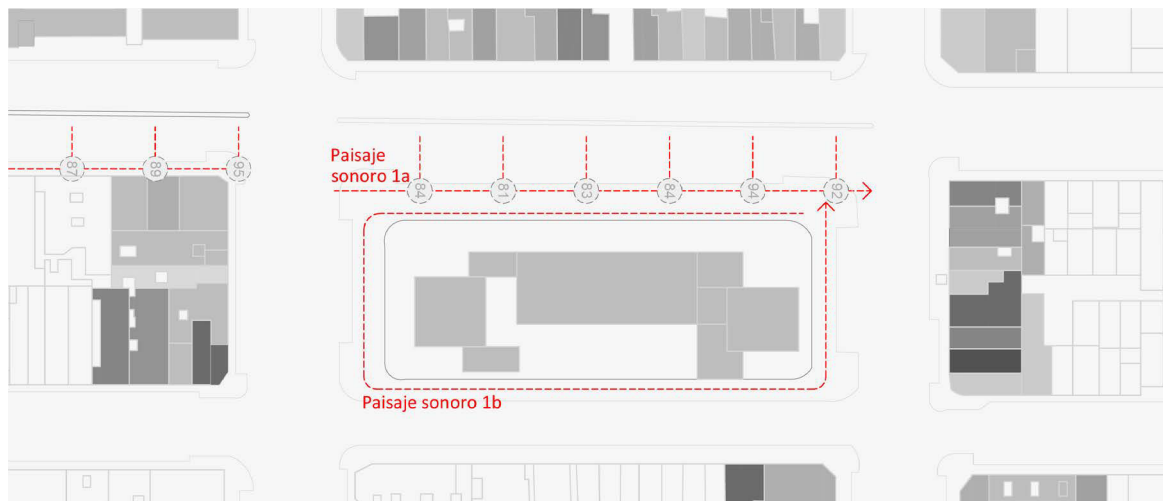


Figura 8: Primera comparación. Elaboración del autor.



Figura 9: Segunda comparación. Elaboración del autor.

Primera comparación de paisaje sonoro

En la figura 10, las identidades sonoras no se perciben claramente, ya que las altas frecuencias son muy recurrentes. En cambio, en la figura 11, los sonidos de frecuencia media se perciben mejor; sin embargo, cuando las intensidades sonoras superan los 90 dB, se producen interferencias.

En la figura 12, hay una correspondencia entre los tramos que cuentan con mayor porcentaje de material reflejante (vidrio) con

respecto a aquellos donde se registraron las intensidades más altas (figura 8). Dicho porcentaje se determina al obtener la relación entre el área vidriada y el área total.

En la sección 1a (figura 13), se registraron intensidades altas, de 84 dB y 82 dB, en dos días distintos; mientras que en la sección 2b (figura 13), se percibieron intensidades sonoras menores, entre 69 dB y 78 dB, gracias a una suma de CR de 1,00 dB y a menores niveles de presión sonora producidos por la absorción del suelo.

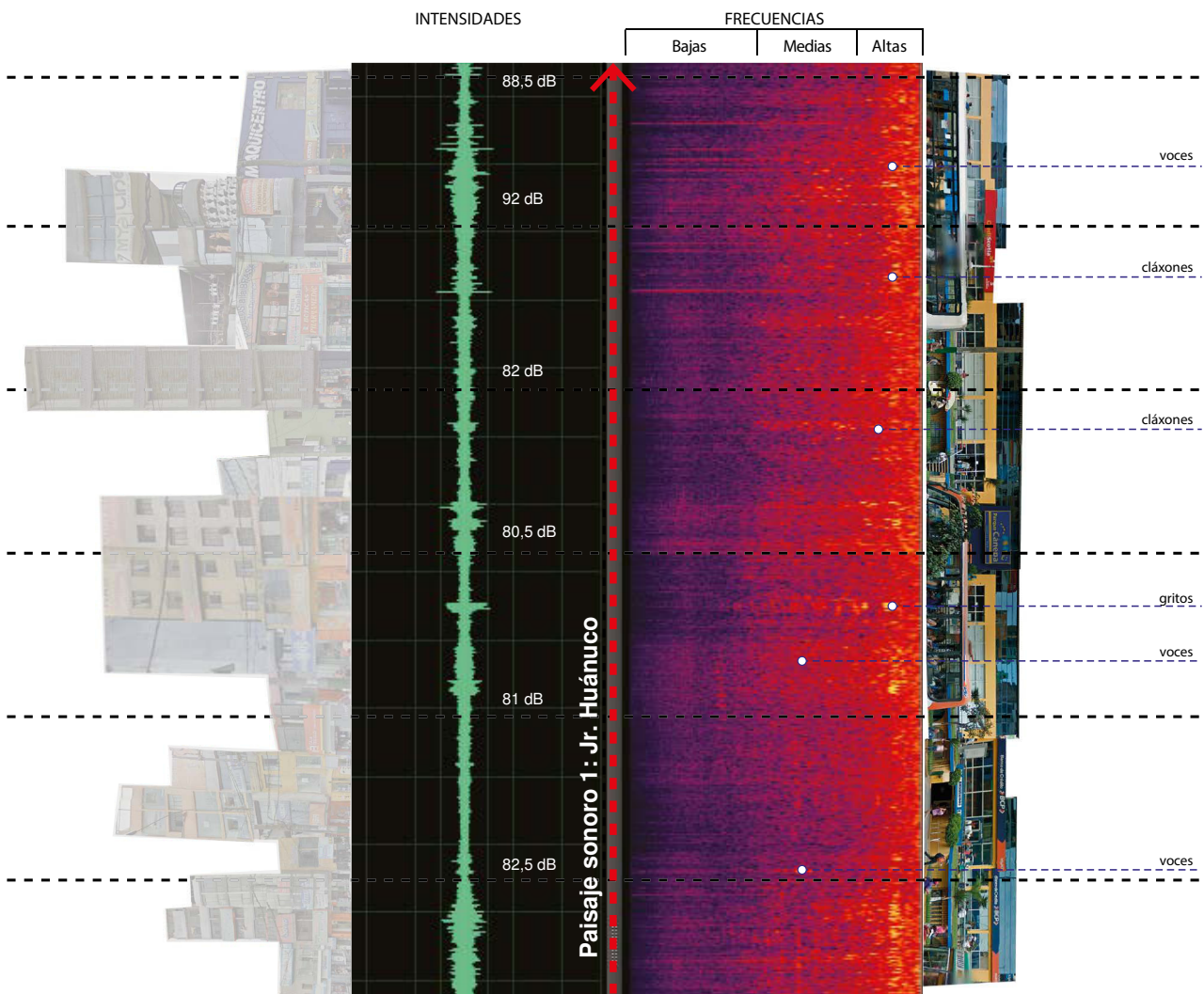
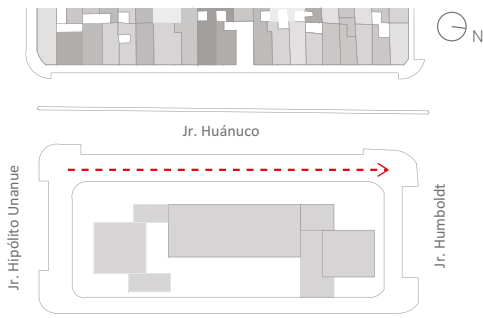


Figura 10: Espectrograma y medición sistemática de intensidades (dB) – Jirón Huánuco. Elaboración del autor.

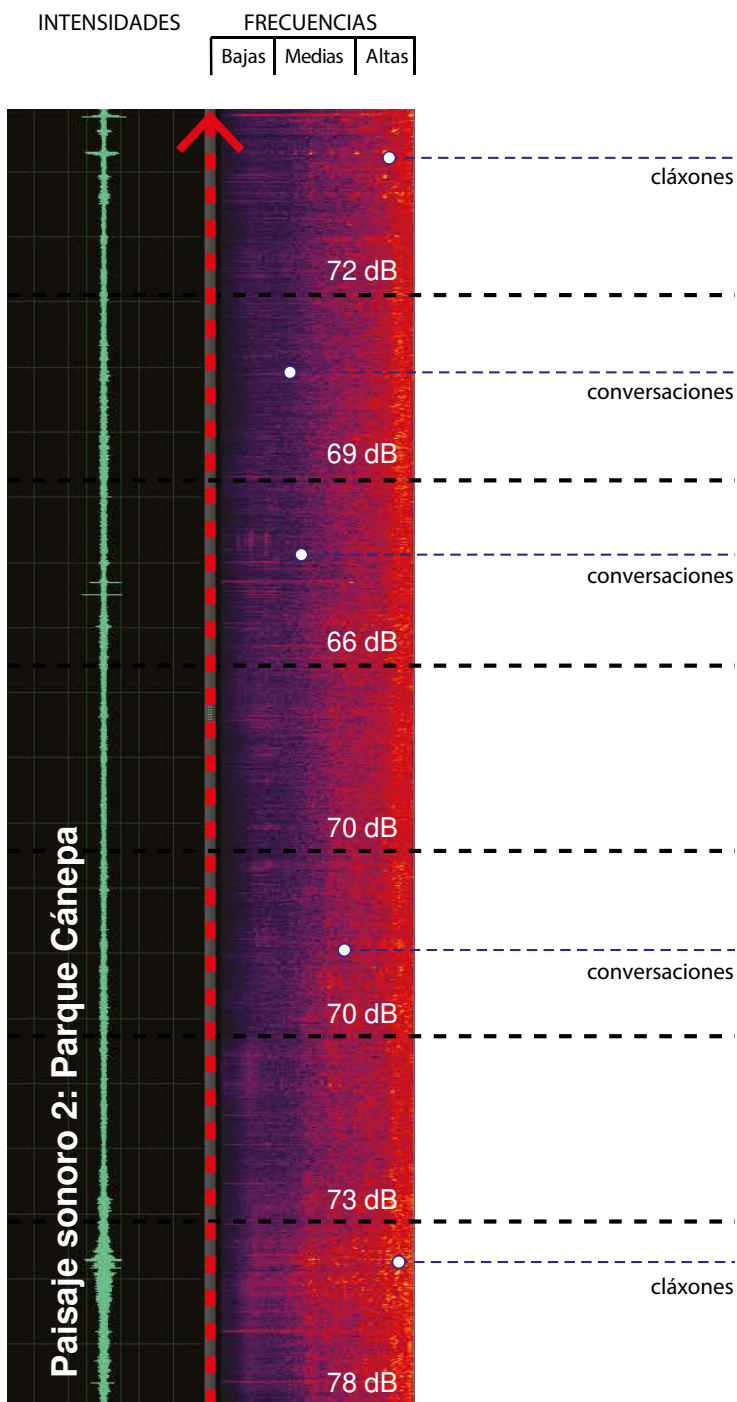
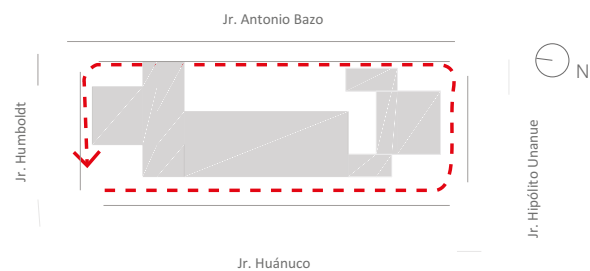


Figura 11: Espectrograma y medición sistemática de intensidades (dB) – Parque Cánepa. Elaboración del autor.

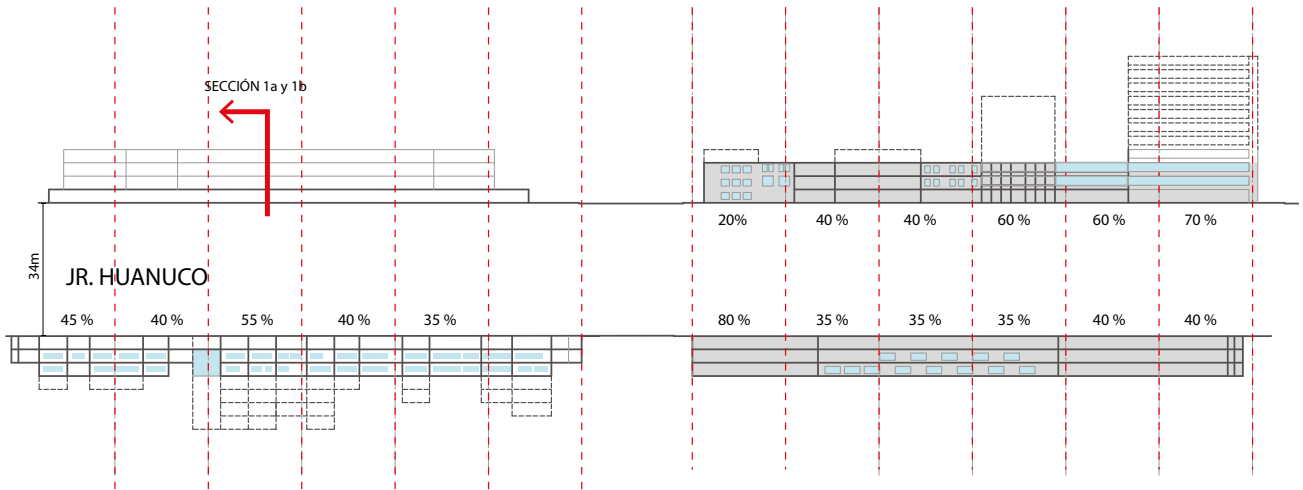


Figura 12: Parámetro 1 aplicado a la primera comparación (figura 8). Elaboración del autor.

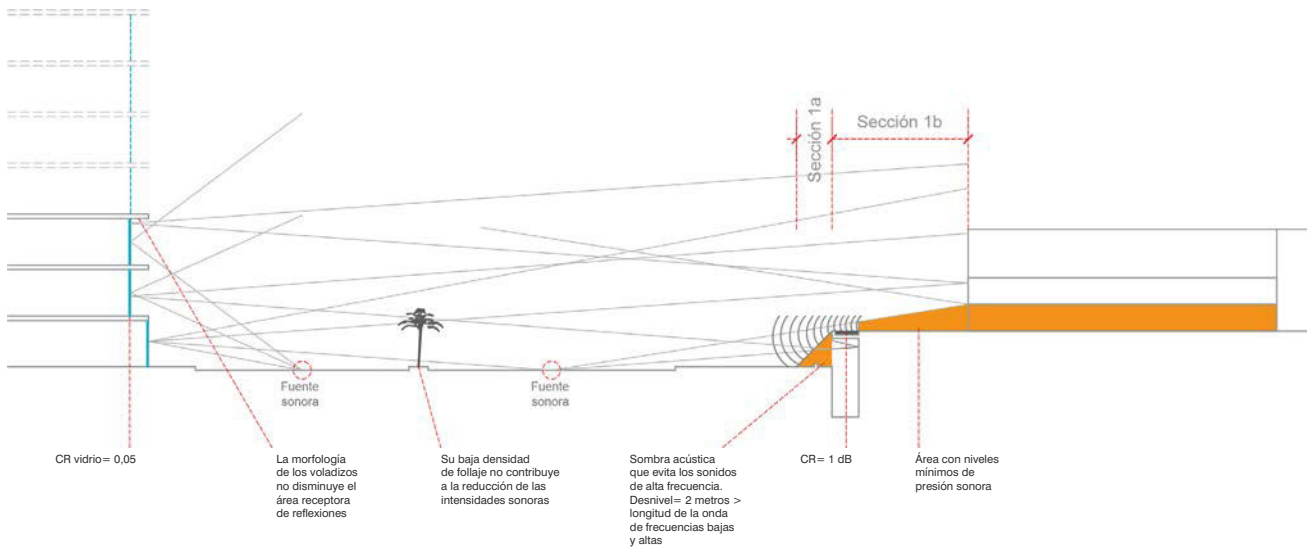


Figura 13: Parámetros 2 y 3 aplicados en las secciones 1a y 1b. Elaboración del autor.

Segunda comparación de paisaje sonoro

En la figura 14, las identidades sonoras de frecuencias medias, tales como las conversaciones entre vendedores y compradores, se definen mejor gracias al techo en voladizo del corredor, que funciona como un contenedor del sonido, lo que favorece un paisaje sonoro heterogéneo. En cambio, en la figura 15, si bien se perciben óptimamente las bajas y medias frecuencias (correspondientes al paisaje sonoro social), por momentos es confusa la percepción de las identidades sonoras debido a algunos sonidos repentinos de alta frecuencia.

En la figura 16, hay una correspondencia entre los tramos que cuentan con mayor porcentaje de material reflejante con respecto a aquellos donde se registraron las intensidades más altas (figura 9).

En la sección 2a (figura 17), se registraron intensidades de 76 dB y 78 dB en dos días distintos; y en la sección 2b (figura 17), de 77 dB y 79 dB. Esta diferencia de intensidades puede deberse a la acción de los CR, ya que en 2a la sumatoria de CR es de 0,18 dB, y en 2b, de 0,4 dB.

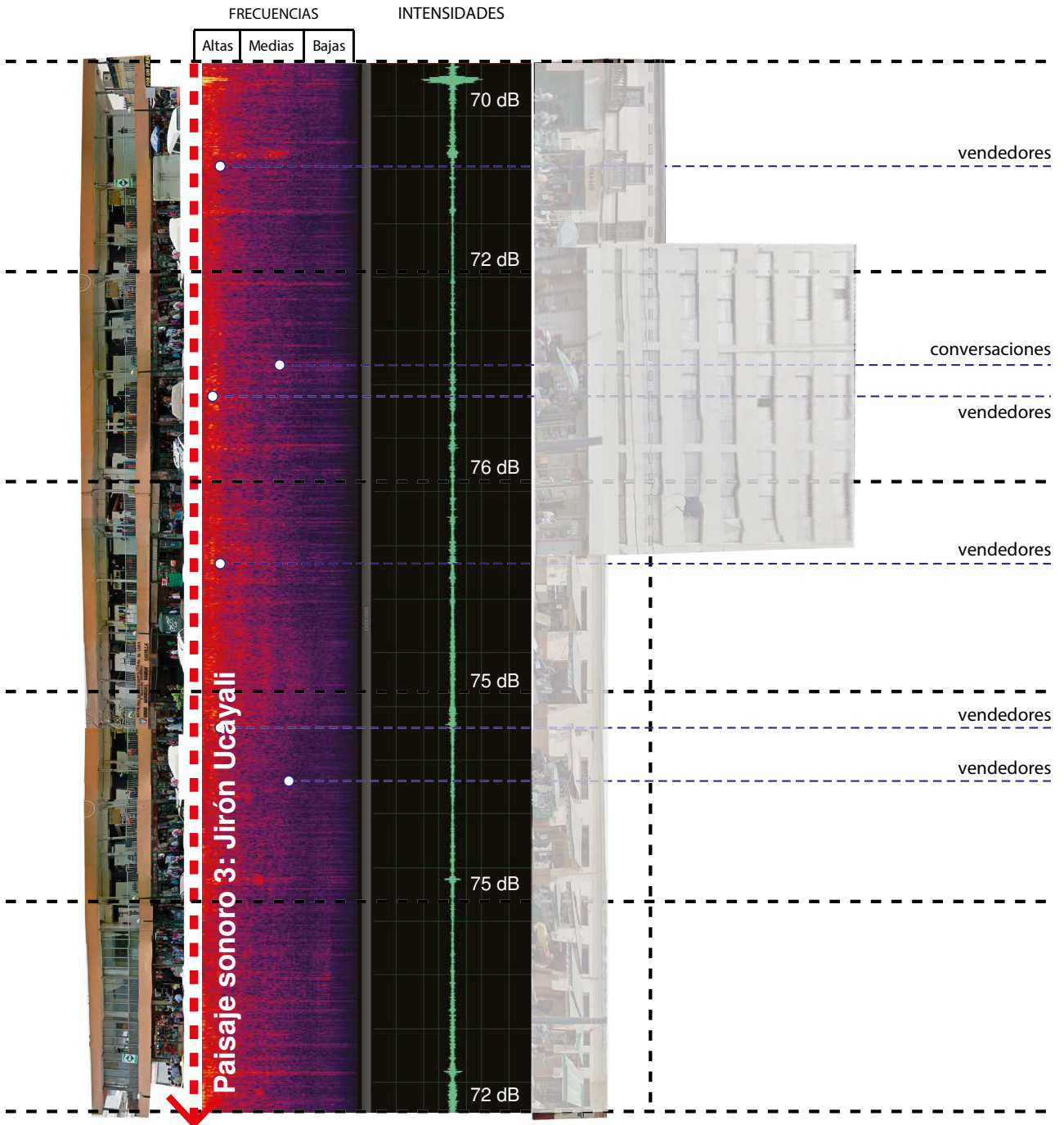
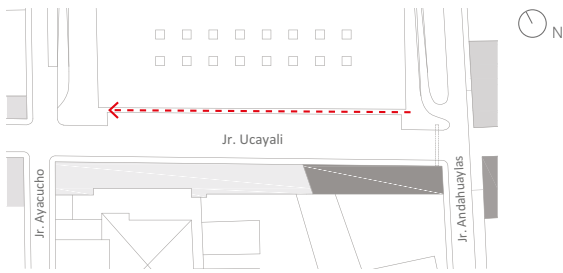


Figura 14: Espectrograma y medición sistemática de intensidades (dB) – Jirón Ucayali.
Elaboración del autor.

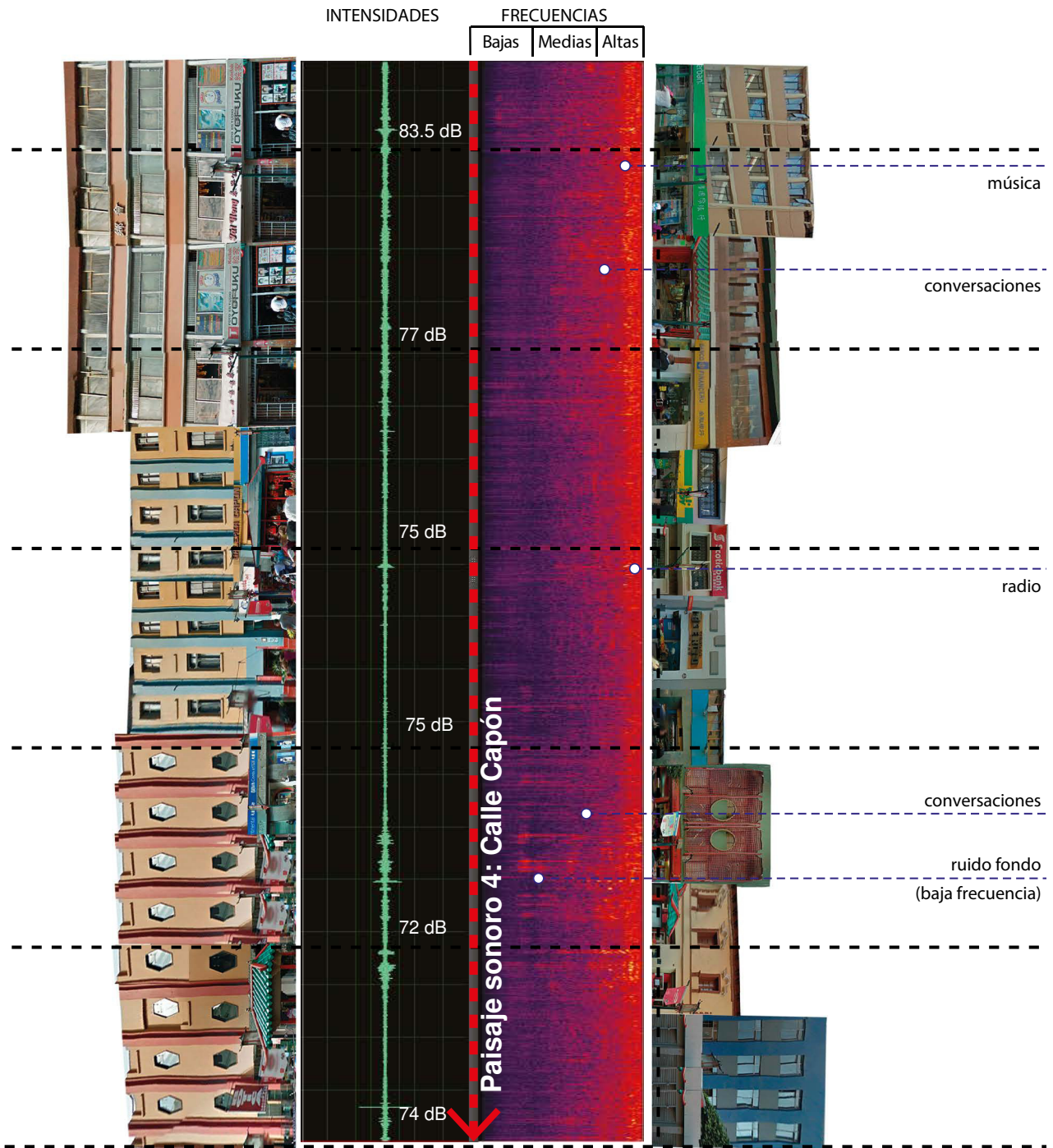
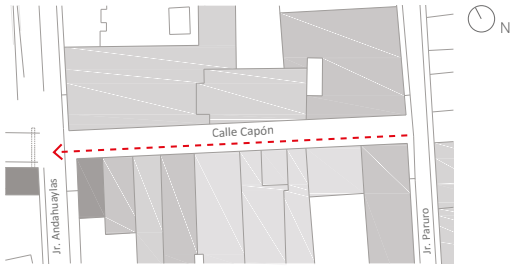


Figura 15: Espectrograma e intensidades sonoras – Calle Capón.
Elaboración del autor.

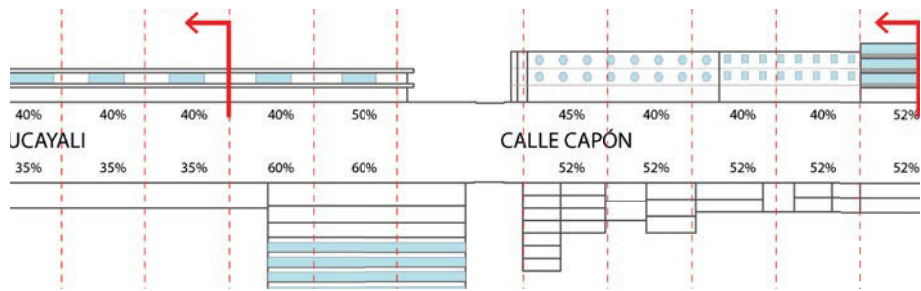


Figura 16: Parámetro 1 aplicado a la segunda comparación (figura 9). Elaboración del autor.

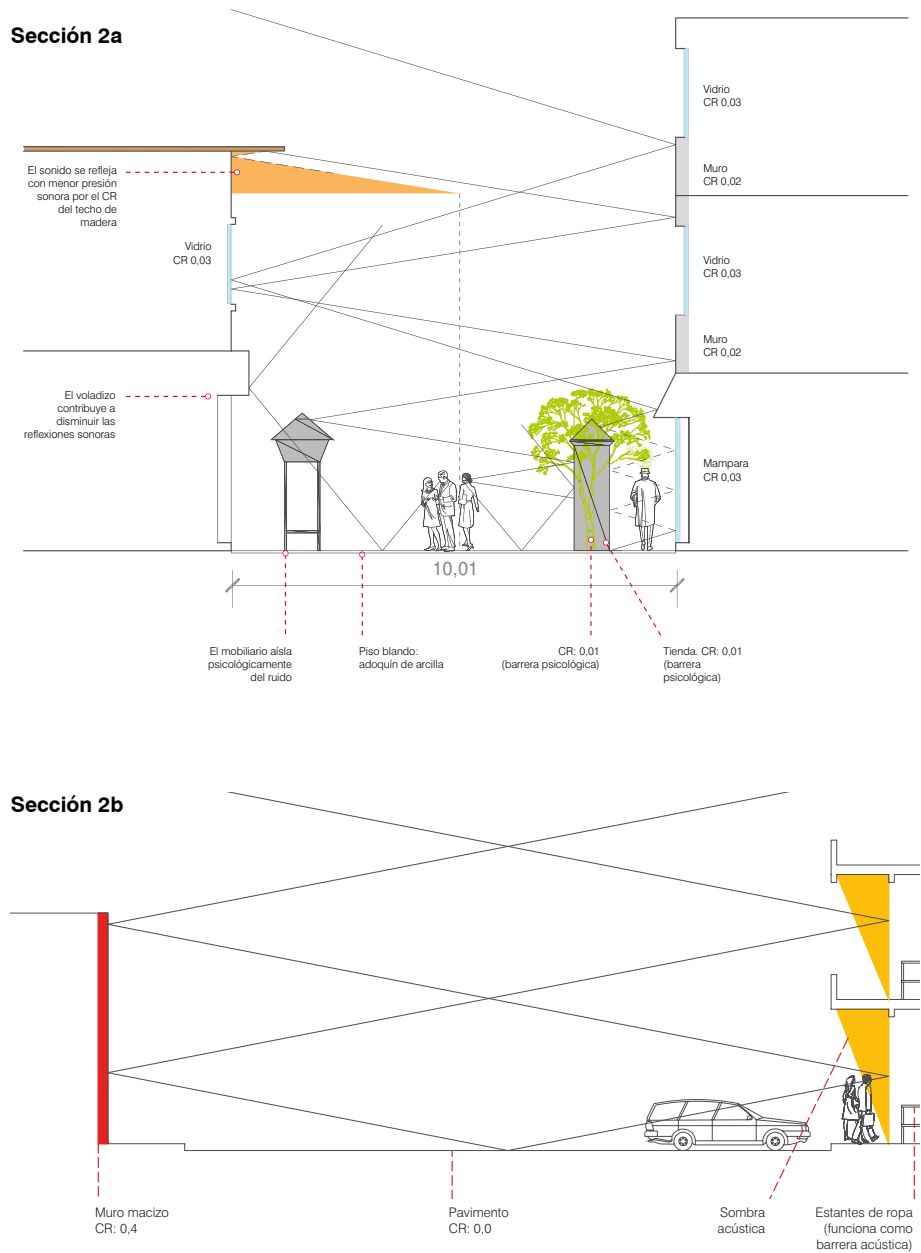


Figura 17: Parámetros 2 y 3 aplicados a las secciones 2a y 2b. Elaboración del autor.

CONCLUSIONES

Las frecuencias altas que oscilan entre 2.048 y 20.000 Hz (como los silbatos, bocinas o megáfonos) enmascaran sonidos de frecuencias medias que oscilan entre 512 y 1.024 Hz (conversaciones), lo que genera un paisaje sonoro social ininteligible y homogéneo, como se registra en la figura 10; el caso contrario ocurre en las figuras 11, 14 y 15. Esto parece corresponder con lo que muestran las figuras 12 y 16, donde a mayor área de vidrio en las fachadas, por tramo recorrido, se registran mayores intensidades debido a las múltiples reflexiones de sonido hacia la calle, ya que hay una mínima pérdida de energía al incidir en el vidrio.

Los coeficientes de reducción de los materiales son mínimos, ya que oscilan entre 0,03 y 0,1 dB. Sin embargo, se hacen efectivos cuando se tiene en cuenta en el diseño de la morfología de los edificios y calles, el tipo de volados, los desniveles, los vacíos urbanos, etc., que permiten desviar las reflexiones incómodas o absorberlas. Si bien los CR influyen en la calidad del paisaje sonoro, es la combinación de los factores tanto de absorción del suelo (efectiva a partir de los 500 Hz), como de absorción de las barreras arbóreas (a partir de los 1.000 Hz) lo que determinará importantes reducciones

en el nivel de ruido, como se identifica en la figura 13. De otro lado, las barreras acústicas naturales o artificiales dispersas a lo largo de las calles ayudan a reducir las intensidades sonoras por lo menos en 1 dB por cada metro lineal.

En las figuras 13 (sección 1b) y 17 (secciones 2a y 2b), se constata que la reducción del ruido urbano en el medio ambiente sonoro depende del diseño morfológico y los materiales constructivos. En este sentido, se verifica en la figura 13 que las sombras acústicas ("S", según la tabla 3) generadas por la morfología urbana protegen de las bajas y altas frecuencias que oscilan entre 256 Hz ($\lambda = 133$ cm) y 20.000 Hz ($\lambda = 1,7$ cm).

El análisis del paisaje sonoro contribuye a operativizar espacialmente las relaciones entre la morfología urbana y los parámetros del D. S. U. considerando las identidades sonoras como parte del diseño del espacio público. La continuidad de este trabajo es una base para construir una normativa de calidad ambiental que no solo sancione las infracciones del ruido producido por una fuente sonora específica, sino que integre el fenómeno en conjunto.

REFERENCIAS

- Atienza, R. (2008). *Identidad sonora urbana: tiempo, sonido y proyecto urbano*. 4.º Congreso Europeo sobre Investigación Arquitectónica y Urbana: Paisaje Cultural, 16-19 de enero de 2008, Madrid, España. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid de la Universidad Politécnica de Madrid (Etsam/UPM).
- Carles, J. L., Palmese, C., & Carles, J. L. (2014). *Identidad sonora urbana*. Recuperado el 4 de abril del 2015, de <http://www.eumus.edu.uy/eme/ps/txt/carles.html>
- Carrión, F. (1998). Estrategias de planificación urbano-ambientales. *Memorias de la Conferencia Internacional "Desarrollo y aplicación de normas y programas ambientales en zonas urbanas"*. http://works.bepress.com/fernando_carrión/97/
- Chladni, E. F. (1787). *Entdeckungen über theorie des klanges*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de <http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-4235>
- Daumal i Domènech, F. (2009). *Los símbolos del paisaje sonoro en la arquitectura y el urbanismo*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de https://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros03/daumal_01.htm
- Fiorelli, L. (2004). *Diseño sonoro urbano*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de http://www.eumus.edu.uy/eme/ps/publicaciones/dsu_presentacion.html
- Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Gonzales, M., & Santillán, A. (2006). Del concepto de ruido urbano al del paisaje sonoro. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(10). Recuperado el 3 de abril de 2015 de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18710>
- Hossam Eldien, H., & Woloszyn, P. (2004). *Acoustical effect evaluation of balconies' ceiling form in protecting buildings facades against traffic noise*. Recuperado el 3 de abril de 2005 de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01555283/document>
- Lynch, K. (2008). *La imagen de la ciudad*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de: <https://taller1smcr.files.wordpress.com/2015/06/kevin-lynch-la-imagen-de-la-ciudad.pdf>
- Moreno, J., & Zamora, J. (2013). *El espectrograma como base para la agrupación de paisajes sonoros*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/20572/20131106%20AAM-5%20011%20Publicacion_oficial.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pérez de Siles Marín, A. C. (2001). *Coeficientes de absorción de diferentes materiales*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de [http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(9\)%20Control%20por%20absorción/absorción%20acústica.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(9)%20Control%20por%20absorción/absorción%20acústica.htm)
- Ruza, F. (2014). *La vegetación en la lucha contra el ruido*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de http://www.carreteros.org/planificacion/1996/1996_6.pdf
- Schafer, R. (2013). *El paisaje sonoro y la afinación del mundo*. España: Intermedio.
- Silver, P., & McLean, W. (2008). *Introducción a la tecnología arquitectónica*. Barcelona: Parramón.
- Troya, B. (2013). *Paisaje sonoro de Babahoyo. Un acercamiento a la identidad sonora fluminense*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de <http://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4512/1/Tesis.pdf>
- Westerkamp, H. (2009). *Bauhaus y estudios sobre paisajes sonoros. Explorando conexiones y diferencias*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de <https://www.eumus.edu.uy/eme/ps/txt/westerkamp.html>