

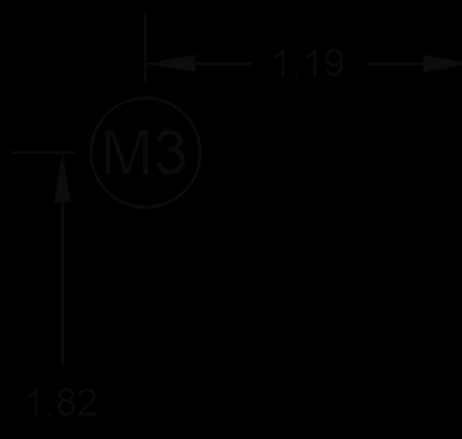
Estudio de calidad acústica de una residencia en altura en San Miguel de Tucumán, Argentina

Agustina Cazón Narváez
Isabel del Valle Juárez
Beatriz Silvia Garzón
Víctor Luis Alberto Cancino

ARGENTINA



Dormitorio 2



Dormitorio 1



ESP El presente estudio analiza la calidad acústica como un factor de confort poco considerado en el diseño de la vivienda y clave en la habitabilidad urbana y el bienestar de los residentes. A través del relevamiento de una residencia en altura en San Miguel de Tucumán, Argentina, las mediciones de ruido ambiental en distintos espacios interiores y exteriores registran resultados de niveles de ruido, principalmente de origen vehicular y urbano, que superan los límites recomendados por las normas IRAM y las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS), afectando el confort acústico de los habitantes. Por su parte, las mediciones de Tiempo de Reverberación sugieren valores altos en los recintos. Las mediciones se complementaron con encuestas cerradas que evidencian cómo el ruido interfiere en actividades cotidianas de los habitantes como dormir y estudiar. Se concluye que el caso de estudio no cumple con los valores de confort mínimos recomendados.

ENG **Acoustic quality study of a high-rise building in San Miguel de Tucumán, Argentina**

The present study analyzes acoustic quality as a comfort factor that is rarely considered in housing design and is a key factor in urban habitability and residents' wellbeing. A high-rise building in San Miguel de Tucumán, Argentina, was assessed. Environmental noise measurements in various indoor and outdoor spaces showed levels of —mainly— urban and vehicle noise that exceed the limits recommended by IRAM norms and WHO (World Health Organization) guidelines, thus affecting inhabitants' acoustic comfort. Besides, Reverberation Time measurements suggested high values in enclosures. Measurements were complemented with closed surveys that showed how noise interferes in inhabitants' daily activities such as sleeping and studying. It is concluded that the case study does not comply with minimum recommended comfort values.

POR **Estudo da qualidade acústica em uma residência vertical em San Miguel de Tucumán, Argentina**

O presente estudo analisa a qualidade acústica como um fator de conforto pouco considerado no projeto habitacional e fundamental para a habitabilidade urbana e o bem-estar dos residentes. Através do levantamento de uma residência em altura em San Miguel de Tucumán, Argentina, as medições de ruído ambiental em diferentes espaços internos e externos registram níveis de ruído, principalmente de origem veicular e urbana, que excedem os limites recomendados pelas normas IRAM e pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS), afetando o conforto acústico dos moradores. Por sua vez, as medições de Tempo de Reverberação sugerem valores elevados nos recintos. As medições foram complementadas com questionários fechados que evidenciam como o ruído interfere em atividades cotidianas dos moradores, como dormir e estudar. Conclui-se que o caso de estudo não atende aos valores mínimos de conforto recomendados.

Autores:

Agustina Cazón Narváez

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Tucumán, Conicet, Argentina
agus.cazon93@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5823-0130>

Isabel del Valle Juárez

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Tucumán, Conicet, Argentina
isabeljuarez.arq@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4447-940X>

Beatriz Silvia Garzón

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Tucumán, Conicet, Argentina
bgarzon2022@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3130-8895>

Víctor Luis Alberto Cancino

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina
luisancino.1804@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8864-9757>

Palabras clave: acústica arquitectónica, calidad de vida, desarrollo sostenible, hábitat.

Keywords: architectural acoustics, life quality, sustainable development, habitat.

Palavras-chave: acústica arquitetônica, qualidade de vida, desenvolvimento sustentável, habitat.

Artículo Recibido: 31/03/2025

Artículo Aceptado: 06/05/2025

CÓMO CITAR

Cazón Narváez, A., Juárez, I. del V., Garzón, B. S., & Cancino, V. L. A. Estudio de calidad acústica de una residencia en altura en San Miguel de Tucumán, Argentina. *ARQUISUR Revista*, 15 (27), 54-69.
<https://doi.org/10.14409/ar.v15i27.14104>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 15 | N° 27 | JUN 2025 - NOV 2025

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v15i27>



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es fundamental considerar las condiciones de habitabilidad y confort de los espacios interiores donde habitan las personas. Es necesario tener una visión global de todos los factores que afectan el espacio interior. Según Torres Gómez, «la habitabilidad además debe cumplir con ciertos estándares de confort con relación a las condiciones acústicas, higrotérmicas y de calidad del aire, anexando el ahorro de energía, todo dentro de un estado de salubridad y seguridad» (2020:22). Es así que se hace preciso resaltar el espacio urbano que rodea a la vivienda, «entender la habitabilidad urbana como uno de los factores que permiten el desarrollo de calidad de vida dentro del espacio urbano y al mismo tiempo comprender que este incide directamente sobre la habitabilidad y confort interior de las viviendas» (Torres Gómez, 2020:5).

Uno de los factores que afectan el confort ambiental es el ruido. Según la *Guía de Ruido Ambiental* de la Organización Mundial de la Salud (OMS), físicamente no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. Explican que el sonido es una percepción sensorial y el complejo patrón de ondas sonoras se denomina ruido, música, habla, etc., y que, generalmente, el ruido se define como un sonido no deseado. En cuanto al ruido urbano, también denominado ruido ambiental, residencial o doméstico, es el emitido por todas las fuentes. La guía explica también que las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y el vecindario, y que las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos (OMS, 1999).

Arnau Kuri destaca que el ruido no solo tiene una clasificación objetiva en función de cómo afectan los sonidos no deseados, sino que también resalta cómo «la psicología y la psicología ambiental para comprender el proceso perceptivo una vez que se mezcla la sensación sonora con el pensamiento de un individuo» (2019:10), por lo que hay que tener en cuenta la recepción del sonido en el oído por los sonidos y fenómenos presentes en su propagación. Estos ruidos pueden ser destructores (de 95 a 100 dB), excitantes (de 50 a 90 dB) o irritantes (por debajo de los 50 dB) y que producen molestias, ya que son sonidos no deseados.

A su vez, la tendencia actual muestra que las franjas etarias de la población joven presentan cada vez más casos de hipoacusia. La OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) estiman que:

Para el 2050, unos 2.500 millones de personas (1 de cada 4) sufrirán algún tipo de pérdida de la audición, y que casi 700 millones (1 de cada 14) presentarán niveles moderados o avanzados de pérdida auditiva en el oído que oye mejor. (OMS y OPS, 2021:139)

DESARROLLO Y CONCLUSIONES

En los últimos años, en todos los países del mundo se ha comenzado a considerar la incorporación de normas ambientales que regulen el exceso de ruido urbano, debido al crecimiento y desarrollo que han experimentado las ciudades. Según Bulgarelli Hussl *et al.*, «los esfuerzos más serios de las comunidades internacionales se traducen en la profundización de los estudios sobre causas y origen (fuentes), deterioro y políticas de prevención y control de la contaminación sonora» (2017:2). Como indican Becerra-Barón y Torres-Merchán, «el ruido es un problema esencialmente del sector urbano debido a que los componentes naturales han sido cambiados por lo que se conocen como selvas de concreto, que son generadoras de sonidos incómodos» (2014:10).

Se han realizado varios intentos de evaluar el confort acústico de las viviendas, teniendo en cuenta mínimos exigibles a cumplir para minimizar la contaminación acústica en las viviendas, tanto interior como exterior. «Desde la ISO, se ha planteado también una clasificación de confort acústico, con la intención de unificar criterios» (Oliver, 2021).

Romero Fernández *et al.* (2020) analizan la evolución y aplicación de las construcciones y concluyen que, aunque existen soluciones de cerramiento que cumplen con las necesidades de los espacios interiores, son pocos los espacios que se encuentran adaptadas.

Por lo tanto, el papel del diseñador recobra relevancia dentro del proyecto, ya que es este quien definirá las características internas y externas de cada recinto de la vivienda: «han aparecido iniciativas y propuestas para concientizar a la sociedad y a los arquitectos sobre el cuidado medioambiental desde el enfoque de la arquitectura» (Flores, 2021:167).

A medida que se profundizó el estudio de la acústica arquitectónica, se verificó, conforme a Méndez *et al.* (1994), que los valores de reducción de ruido, aunque varían según el tipo constructivo, la relación superficie de muro opaco-ventana y su distribución, tienden a ser mayores cuando las aberturas se encuentran cerradas. Además, se debe considerar en los cerramientos en contacto con el exterior la calidad de las

carpinterías utilizadas: «la calidad acústica de las fachadas de las viviendas depende fundamentalmente del tipo de vidrio y la carpintería utilizada, además de la presencia y estado de conservación de los capialzados» (Meza Marín y Recuero López, 2008).

El siguiente estudio de caso se enmarca en un proyecto de investigación que tiene como propósito analizar y evaluar las condiciones acústicas y de confort de diferentes viviendas de departamento en edificios en altura de la ciudad de San Miguel de Tucumán, de forma tal de poder observar y comparar si las soluciones arquitectónicas locales cumplen con los niveles de confort mínimos y aceptables para la vivienda urbana. Se busca así aportar al conocimiento sobre la calidad acústica en viviendas vigentes hasta la fecha.

METODOLOGÍA

La unidad de vivienda estudiada se encuentra en el municipio de San Miguel de Tucumán, en la provincia de Tucumán, Argentina. Este centro urbano es uno de los principales del noroeste argentino, reconocido por su desarrollo histórico y potencial, así como por su primacía urbana en el país, dado que es uno de los núcleos urbanos más poblados de la región.

En estudios previos realizados en San Miguel de Tucumán, Garzón *et al.* mencionan que:

La contaminación sonora tiene como protagonista principal a las vías de circulación rápida, estas debido a su aspecto físico (angostas y con problemas de mantenimiento debido al gran tránsito al que están sometidas) y disposición de masas (edificios) reflejan el ruido generando así espacios totalmente descontrolados acústicamente, con embotellamientos y concentración vehicular en horas pico, volviéndose a su vez intransitables para el peatón. (2017:574)

Este caso se sitúa en el barrio Norte, sobre la calle Marcos Paz a la altura 500, y fue seleccionado por su proximidad al Centro de Salud Dr. Zenón J. Santillán y al Colegio Nueva Concepción, ubicado en la misma cuadra. Su cercanía a estos equipamientos de salud y educación brinda un entorno adecuado para análisis acústicos específicos. Los sonidos regulares provenientes de las entradas y salidas escolares pueden ser previstos; sin embargo, la frecuencia y aleatoriedad de las emergencias y traslados al centro de salud generan variabilidad en los niveles de ruido. Si bien la calle Marcos Paz es una colectora, con tráfico principalmente de vehículos particulares y una línea de colectivos

(línea 6), el hecho de estar próxima a la Avenida Nicolás Avellaneda incrementa la circulación de peatones y vehículos en la zona, lo que a su vez contribuye a los niveles de ruido urbano, a pesar de que el área es predominantemente residencial.

El análisis de la calidad acústica se enfocó en los espacios interiores de los departamentos del edificio en estudio. La metodología empleada en este trabajo combinó tanto lo cuantitativo como cualitativo, estructurando las tareas en distintas etapas.

En la etapa cuantitativa, para la evaluación de los indicadores de ruido ambiental se utilizaron los métodos analítico y deductivo. En primer lugar, se realizaron mediciones de niveles sonoros empleando un Sonómetro Digital Integral marca Lutron (Integrating Sound Level Meter SL-4035SD) de clase 2 y un Calibrador multifunción B&K (Bruel & Kjaer) Tipo 4226, según las recomendaciones de la Norma IRAM 4113: «Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental»:

IRAM 4113-1/2009: Parte 1 – Magnitudes básicas y métodos de evaluación.

IRAM 4113-2/2010: Parte 2 – Determinación de niveles de ruido ambiental.

Las mediciones según la Norma IRAM 4113 se efectuaron de acuerdo con los siguientes parámetros acústicos:

- Nivel Sonoro Continuo Equivalente (LAeq): este indicador permite describir la contaminación acústica en una ubicación, mostrando el nivel de ruido acumulado a lo largo de un período y estandarizado para dicho intervalo. El cálculo se realiza con esta fórmula:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T} \int_{f_1}^{f_2} \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 \cdot dt \right]$$

Donde T es el tiempo de observación durante el cual el nivel sonoro es $L_i \pm 2,5$ dB(A).

- Niveles Percentiles L10 y L90: indican el nivel de ruido que es superado en un determinado porcentaje del tiempo de medición. Cuanto menor sea el porcentaje del tiempo, más elevado será el nivel sonoro a superar. El percentil L90 define al nivel sonoro superado durante el 90 % del tiempo de medición y suele utilizarse para la medición de los niveles de ruido de fondo. En cambio, el valor de L10 es el nivel que se excede durante el 10 % del tiempo y considera los molestos picos de ruido.

Además, se incluyó la Norma IRAM 4043-1/2003, sobre «Evaluación del aislamiento acústico en los edi-



FIGURA 1 | Puntos de la medición exterior y ubicación del caso de estudio. Fuente: elaboración propia y Google Earth.

ficios y de los elementos de construcción» Parte 1 – Aislamiento al ruido aéreo. En esta norma, los datos de aislamiento se manejan a través del «índice de Reducción Sonora Compensado» (Rw). Aunque no existen valores de Rw aconsejados para una fachada, en la Norma IRAM 4044(4) de Protección contra el ruido en edificios, «Requisitos de aislamiento acústico mínimo. Método de medición y clasificación. Cerramientos y aberturas, verticales y horizontales», se marcan los valores mínimos recomendados para muros divisorios y medianeros.

Para comparar con valores admisibles en vivienda se adoptaron los valores recomendados por la Norma IRAM 4062 de «Ruidos Molestos al Vecindario» (2016), según la franja horaria.

La medición de los tiempos de reverberación se hizo conforme a las Normas IRAM 4109, adaptadas de las Normas ISO 3382. Se utilizó como instrumental: micrófono de medición Behringer ECM8000; Tipo: condensador; Patrón polar: omnidireccional; Impedancia: 200 ohms; Sensibilidad: 70 dB; Respuesta de frecuencia: 20 Hz – 20 kHz. Una placa de sonido externa Line 6. Software de análisis de tiempo de reverberación «Auroara» de Angelo Fariña como plugin para Audacity.

En la etapa cualitativa se aplicaron encuestas cerradas a los residentes del edificio y a transeúntes con el fin de obtener información complementaria sobre la percepción de la calidad acústica en el entorno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediciones sonoras en espacios exteriores

Para el caso ubicado en barrio Norte se obtuvieron los siguientes resultados de tres puntos de medición en el exterior, como se muestra en la Figura 1.

En este caso, se realizaron mediciones durante la hora pico de la tarde, de 17:00 a 19:00, considerando

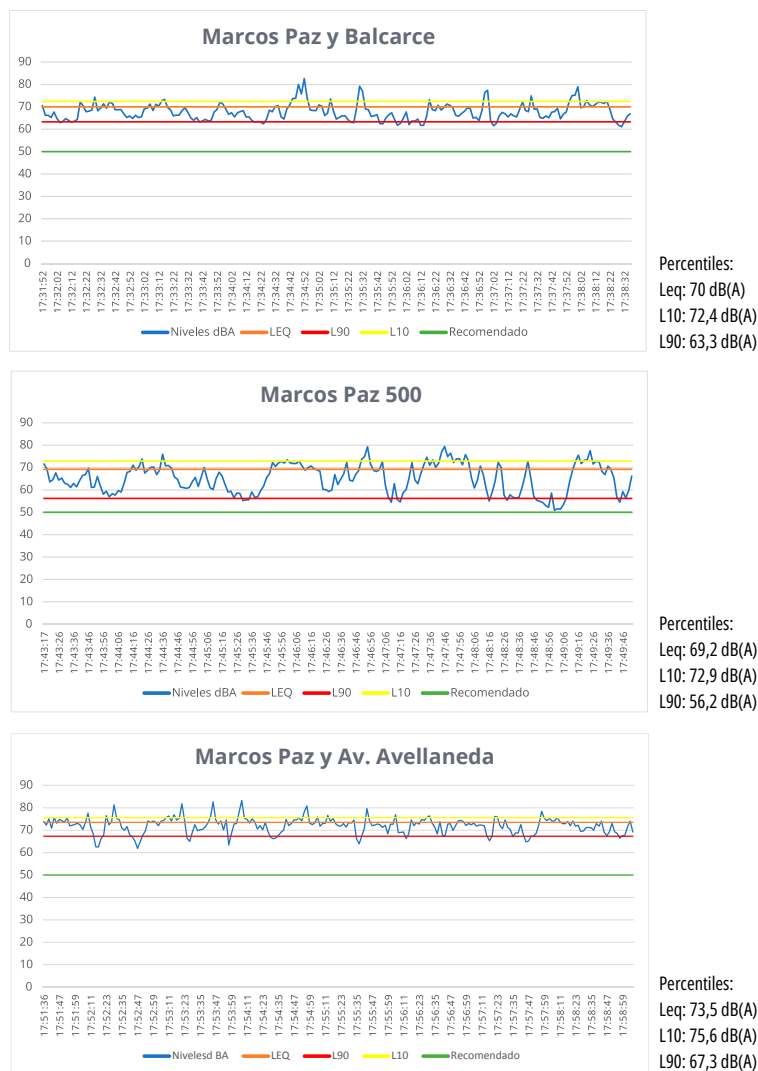


TABLA 1 | Resultados de medición en espacios exteriores durante la tarde. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 2 | Planimetría general con la ubicación del sonómetro en cada local y relevamiento fotográfico de la medición. Fuente: elaboración propia.

puntos de medición en las esquinas y en mitad de la vereda del sitio de estudio.

Los resultados obtenidos, como se muestra en la Tabla 1, superan el valor recomendado por la OMS para exteriores, que es de 55dB.

Mediciones sonoras en espacios interiores

En la etapa posterior se efectuaron mediciones interiores en las tres habitaciones principales. Los puntos seleccionados fueron: la cocina-comedor (1), dormitorio 1 (2) y dormitorio 2 (3), los cuales se muestran en la Figura 2. Evaluar estos puntos permite comprender de manera integral las actividades de la residencia al analizar los sonidos generados por las actividades que se desarrollan en cada espacio.

En una primera aproximación, se pueden apreciar las siguientes características en cada punto:

Punto 1. Cocina-comedor. Es un espacio común para todos los residentes de la unidad de vivienda, cuenta con una abertura al patio interno de servicio en su cara sur y está conectado con todos los demás espacios. La terminación es de revoque fino pintado, con muebles de melamina.

Punto 2. Dormitorio 1. Es uno de los espacios privados, se trata de un dormitorio para dos personas y cuenta con una ventana hacia la cara norte.

Punto 3. Dormitorio 2. Es el segundo espacio privado de la residencia, es un dormitorio para una persona y cuenta con una puerta-ventana hacia la cara norte.

Una vez obtenido el registro de datos con instrumental normado, se calcularon los distintos indicadores acústicos en cada uno de los puntos seleccionados y se trasladaron a gráficos de niveles sonoros, como se muestra en las Tablas 2, 3, 4 y 5.

	Cerrado			Abierto		
Punto 1. Cocina-comedor						
Franja Horaria	Mañana			Mañana		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	44,0 dB(A)	45,5 dB(A)	39,6 dB(A)	51,5 dB(A)	54,4 dB(A)	46,3 dB(A)
Punto 2. Dormitorio 1						
Franja Horaria	Mañana			Mañana		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	47,7 dB(A)	51,0 dB(A)	42,1 dB(A)			
Punto 3. Dormitorio 2						
Franja Horaria	Mañana			Mañana		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	44,4 dB(A)	48,4 dB(A)	38,9 dB(A)	50,8 dB(A)	52,6 dB(A)	47,5 dB(A)

TABLA 2 | Resultados de medición en espacios privados durante la mañana. Fuente: elaboración propia.

Para espacios interiores de zonas urbanas, se adoptan valores de referencia entre 30 a 40 dB, según las normas IRAM 4070. En los valores registrados durante

la mañana, las mediciones exceden por poco los valores recomendados, registrando entre 44 a 50 dB (A).

	Cerrado			Abierto		
Punto 1. Cocina-comedor						
Franja Horaria	Mediodía			Mediodía		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	47,3 dB(A)	49,1 dB(A)	41,2 dB(A)	49,9 dB(A)	52,2 dB(A)	45,3 dB(A)
Punto 2. Dormitorio 1						
Franja Horaria	Mediodía			Mediodía		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	48,4 dB(A)	51,6 dB(A)	42,3 dB(A)	58,7 dB(A)	61,7 dB(A)	51,1 dB(A)
Punto 3. Dormitorio 2						
Franja Horaria	Mediodía			Mediodía		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	45,9 dB(A)	47,6 dB(A)	46,8 dB(A)	54,3 dB(A)	57,6 dB(A)	48,4 dB(A)

TABLA 3 | Resultados de medición en espacios privados durante el mediodía. Fuente: elaboración propia.

Al mediodía, los registros son ligeramente superiores a los de la mañana, con un Leq entre 45 y 59 dB(A)

en cada punto, posiblemente debido al aumento de la intensidad del tráfico en horas pico.

	Cerrado			Abierto		
Punto 1. Cocina-comedor						
Franja Horaria	Tarde (17:00 a 18:00)			Tarde (17:20 a 18:20)		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	44,8 dB(A)	46,2 dB(A)	40 dB(A)	48,2 dB(A)	45,5 dB(A)	49,8 dB(A)
Punto 2. Dormitorio 1						
Franja Horaria	Tarde (17:20 a 18:20)			Tarde (17:20 a 18:20)		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	47,2 dB(A)	48,8 dB(A)	41,6 dB(A)	54,6 dB(A)	57,1 dB(A)	49,7 dB(A)
Punto 3. Dormitorio 2						
Franja Horaria	Tarde (17:20 a 18:20)			Tarde (17:20 a 18:20)		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	51,4 dB(A)	51,7 dB(A)	50,8 dB(A)	52,1 dB(A)	54,1 dB(A)	48,8 dB(A)

TABLA 4 | Resultados de medición en espacios privados durante la tarde. Fuente: elaboración propia.

Los valores registrados en horas de la tarde rondan entre los 44 a 54 dB(A), siendo uno de los puntos tran-

quilos el segundo dormitorio, a pesar de registrar valores superiores a los de la mañana.

	Cerrado			Abierto		
Punto 1. Cocina-comedor						
Franja Horaria	Noche			Noche		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	45,7 dB(A)	47,2 dB(A)	40,1 dB(A)	53,4 dB(A)	54,2 dB(A)	45,8 dB(A)
Punto 2. Dormitorio 1						
Franja Horaria	Noche			Noche		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	44,9 dB(A)	46,6 dB(A)	40,0 dB(A)	53,9 dB(A)	56,9 dB(A)	47,9 dB(A)
Punto 3. Dormitorio 2						
Franja Horaria	Noche			Noche		
Percentiles	Leq	L10	L90	Leq	L10	L90
	45,3 dB(A)	46,3 dB(A)	44,0 dB(A)	51,2 dB(A)	53,5 dB(A)	47,5 dB(A)

TABLA 5 | Resultados de medición en espacios privados durante la noche. Fuente: elaboración propia.

En el período nocturno, los valores registrados disminuyen entre 44 y 54 dB(A), los que, aunque son

superiores a los de la mañana, tienden a reducirse conforme avanza la noche.



FIGURA 3 | Planimetría de la unidad de estudio con ubicación del instrumental y fuentes sonoras. Fuente: elaboración propia.

Resultados de medición. Dormitorio 1.

T60 (s)	Frq.band (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
M1 – F1		1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084
M1 – F2		1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166	1,166
Promedio		1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125

Resultados de medición. Dormitorio 2.

T60 (s)	Frq.band (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
M2 – F1		0,674	0,854	0,564	1,212	1,166	0,930	0,872	0,000
M2 – F2		0,694	0,712	0,628	1,200	0,982	1,020	0,878	0,500
Promedio		0,674	0,854	0,564	1,212	1,166	0,93	0,872	0

Resultados de medición. Cocina-comedor.

T60 (s)	Frq.band (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
M3 – F1		0,728	1,108	0,860	0,904	1,078	0,860	0,718	0,440
M3 – F2		1,406	1,292	0,630	0,738	0,602	0,840	1,234	0,864
Promedio		0,728	1,108	0,86	0,904	1,078	0,86	0,718	0,44

TABLA 6 | Resultados de medición. Fuente: elaboración propia.

Determinación del tiempo de reverberación, TR60

En esta última etapa de la investigación se llevaron a cabo mediciones de tiempo de reverberación en los principales espacios de uso del departamento utilizando el método de respuesta por impulso. Debido a las dimensiones reducidas del departamento, se ubicó el micrófono en el centro de cada habitación y se tomaron mediciones a partir de dos fuentes sonoras, en este caso globos, para generar el sonido de una fuente superior en 60 dB(A) del ruido de fondo.

Como se puede observar en la Figura 3, las termi-

naciones superficiales al descubierto son de revoque pintado y las superficies cubiertas corresponden en su mayoría a mobiliario de melamina lisa. Situación similar se da en los dormitorios, donde se encuentran las camas con sus cobertores acolchados, la zona de guardar fija (placard) y escritorios con computadoras personales.

Las mediciones interiores se realizaron en los cuartos principales de la unidad habitacional: la cocina (1) y los dormitorios (2 y 3), como se muestra en la Figura 3, marcando sus respectivas distancias.

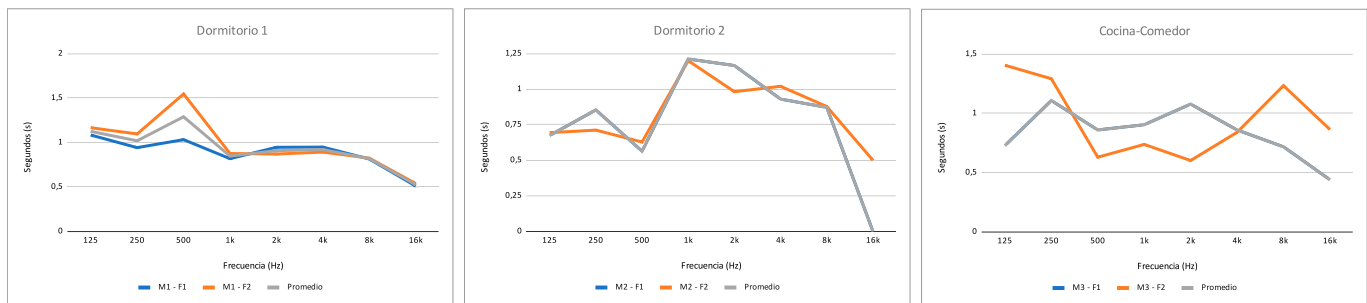


FIGURA 4 | Gráficos de TR60. Fuente: elaboración propia.

Se comenzó con las mediciones en los dormitorios y se continuó en la cocina.

Los tiempos de reverberación registrados en el Dormitorio 1, como se expone en la Tabla 6, presentan poca variación en las frecuencias medias, situándose entre 0,8 a 1 segundo; mientras que, en las frecuencias medias de 500 Hz y bajas, los tiempos alcanzan hasta 1,5 segundos. En el segundo dormitorio, los registros son más variables, las frecuencias medias presentan los tiempos más largos, llegando hasta 1 segundo, en tanto que en las frecuencias bajas y altas decaen hasta 0,6 segundos. En el espacio de cocina-comedor, los tiempos de reverberación en las frecuencias medias son más uniformes y alcanzan aproximadamente 0,8 segundos. En las frecuencias bajas y altas, los tiempos llegan hasta 1,2 segundos. Esto se resume en la Figura 4.

Resultados de las encuestas

Condiciones exteriores

Se encuestó a 20 personas que circulaban en la zona circundante al caso de estudio para conocer su opinión acerca de la problemática acústica. Las preguntas abordaron temas como la zona donde vivían, cercanía con el área, frecuencia de movilidad, percepción de diversas fuentes de ruido posible y conocimiento sobre la contaminación acústica.

Los resultados mostraron que el 65 % de los encuestados era de sexo masculino, de diferentes franjas etarias. Un 35 % residía en la zona, otro 35 % vivía en un barrio alejado (Nogales, Talitas) y el 85 % concurría al lugar casi todos los días.

En cuanto a los tipos de sonidos, como se indica en la Figura 5, la «Bocina de vehículos», «Tráfico de vehículos» y «Sirenas (ambulancias/policías)» fueron calificados mayoritariamente como «Muy malos» o «Malos». El «Tráfico de vehículos», las «Construcciones» y las «Bocinas de vehículos» son los ruidos que

más se percibían al recorrer la zona, interrumpiendo actividades como «Dormir» en un 29 %, mientras que el 26 % de los encuestados dijo que ninguna actividad se vio interrumpida.

Según la Figura 5, el 85 % señaló que no conocía alguna legislación sobre el ruido ambiental, pero el 70 % consideraba al ruido un contaminante ambiental. Un 85 % creía que se debía hacer un esfuerzo para reducir el ruido urbano; el 95 %, que era una zona ruidosa durante la media mañana; y el 55 % experimentó estrés luego de una jornada ruidosa.

Condiciones interiores

Para el análisis cualitativo interior se realizaron encuestas cerradas a 20 residentes del edificio en estudio. El 55 % del público era de sexo masculino y el 45 % femenino, mayoritariamente de entre 20 a 30 años (37 %). El 85 % indicó que vivía en el edificio «Hace más de 1 año» y el 65 % era inquilino de manera «Permanente». Entre las actividades principales que se efectuaban en la unidad señalaron «Estudio» y «Trabajo».

Como se observa en la Figura 6, los sonidos considerados «Muy malos» en el interior incluyen «Construcciones», «Sirenas (ambulancias/policías)» y «Niños gritando en la calle», percibidos desde sus hogares. Dichos sonidos interrumpían actividades en el interior de la vivienda como: «Dormir» (28 %), «Estudio o Lectura» (24 %), pero también se detectó que 18 % afirmó que no interrumpían ninguna actividad.

Además, como se observa en los resultados de la Figura 6, el 80 % dijo no conocer ninguna legislación sobre el ruido ambiental, aunque también el 80 % lo consideró un contaminante ambiental, en tanto que el 90 % indicó que debían realizarse esfuerzos para reducirlo.

El 60 % consideró que la zona era ruidosa, con mayor incidencia por la «Media Mañana» (36 %) y «Tarde» (29 %). El 60 % aludió a que experimentó estrés luego de una jornada ruidosa.

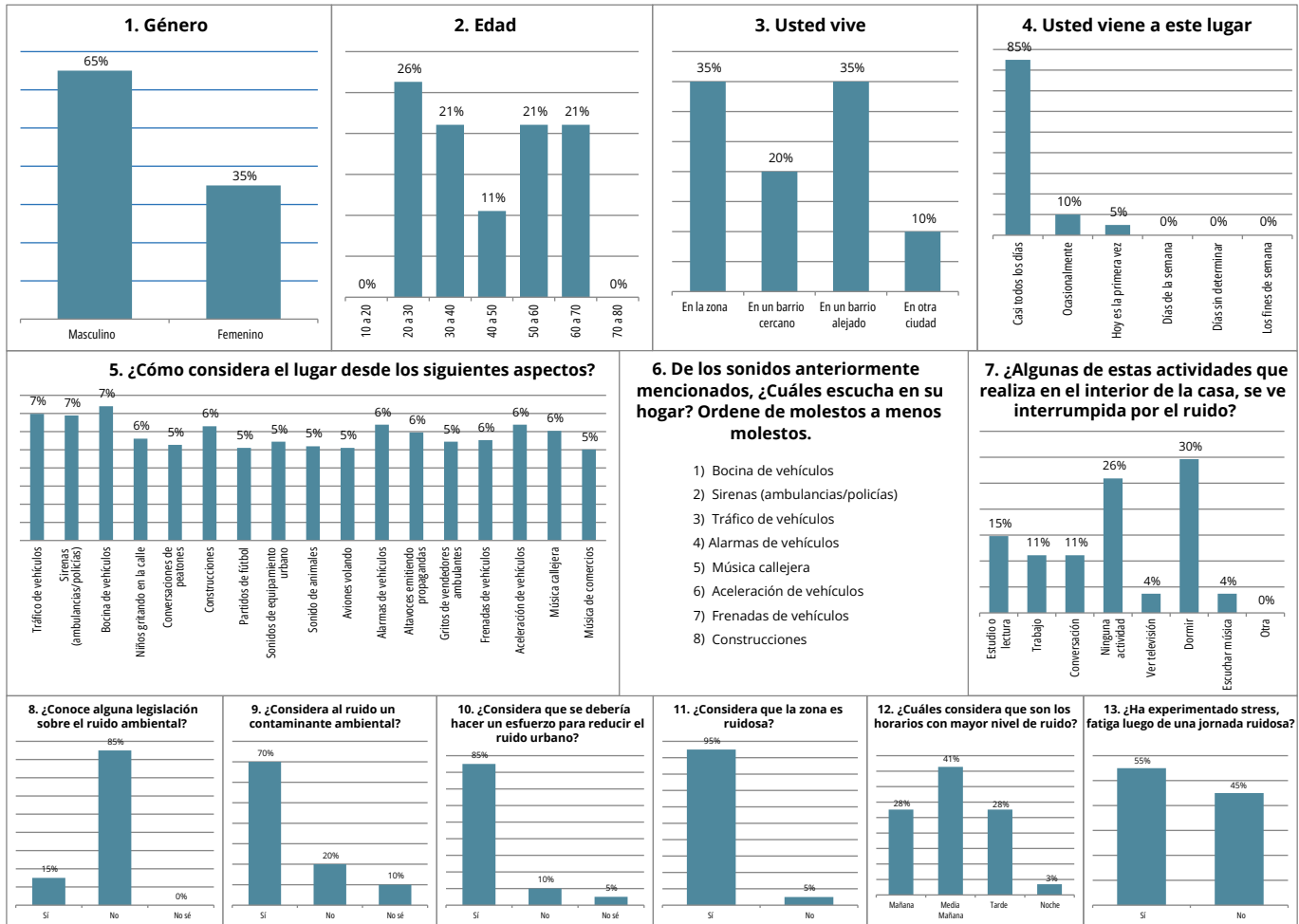


FIGURA 5 | Encuestas realizadas en el exterior. Fuente: elaboración propia.

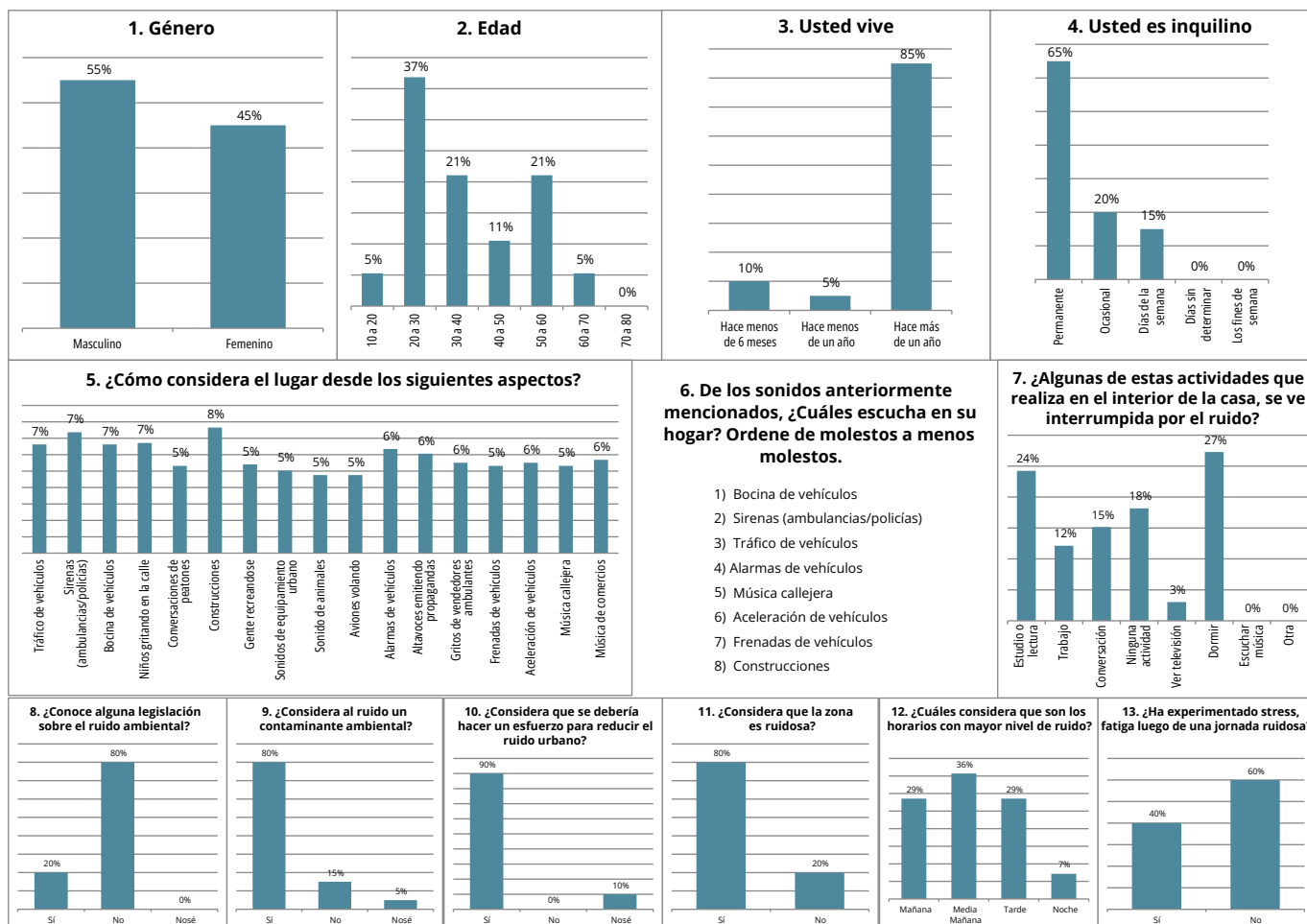


FIGURA 6 | Encuestas realizadas en el interior. Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados analizados en cada punto de medición en exteriores muestran valores diurnos superiores a los 55 dB recomendados por la OMS para espacios exteriores durante el día. Debido a las diversas actividades que en ella se desarrollan, se puede considerar a la zona como ruidosa y como la principal fuente de ruido que afecta a los habitantes de los edificios.

En las mediciones interiores, los resultados indican que la principal fuente de ruido proviene de las actividades de los vecinos circundantes, dado que ambas tipologías tienen comunicación directa con los patios de servicio del edificio.

Los valores obtenidos en la habitación con comunicación directa con los patios internos durante la tarde oscilan entre los 49,5 y 54 dB(A), superando los valo-

res recomendados por las normas IRAM 4044, que establecen un máximo de 30 dB para espacios interiores.

En general, los resultados de las mediciones de tiempo de reverberación se mantienen dentro o por debajo del rango adoptado para sala polivalente debido a sus terminaciones superficiales y volumen.

Recomendaciones propuestas

A partir de los datos obtenidos y analizados mediante una metodología combinada, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar el confort acústico de los recintos estudiados. Las mismas consisten en estrategias aún no aplicadas dentro del alcance de este estudio, por lo que se presentan como sugerencias preliminares con soporte científico y teórico cuyas validaciones cuantitativas precisas no competen a los

objetivos de esta etapa del estudio y corresponden a instancias posteriores.

Para los espacios sociales, se sugiere aumentar el espesor de los muros, mejorando el aislamiento por masa, ya que el nivel sonoro que transmitirá la pared será tanto menor cuanto más pesada sea esta. Una pared pesada tiene un valor de reducción acústica mayor que una liviana (Mendez et al., 1994:133), y aplicar esta estrategia a aquellos muros con aberturas orientados hacia los patios internos, dado que estos son los más desfavorables al estar constantemente expuestos a fuentes sonoras exteriores, se puede traducir en el uso de tabiques con aislación acústica, lana de vidrio o lana de roca de 2 pulgadas.

En los dormitorios se recomienda mejorar el aislamiento acústico de los muros mediante el uso de tabiques multicapas, rellenos de lana de vidrio o de roca. Sobre todo, los que tienen la carpintería orientada al exterior.

Además, se sugiere mejorar las superficies vidriadas de las carpinterías colocando vidrios laminados para reducir la transmisión del ruido, ya que, gracias a su estructura compuesta por dos o más capas de vidrio unidas por una capa intermedia de polivinil butiral (PVB), el vidrio laminado actúa como una barrera que reduce la transmisión del sonido aéreo.

Para reducir los altos tiempos de reverberación, se recomienda colocar cortinas de telas pesadas y cambiar los solados a materiales menos reflectantes que los cerámicos, como alfombras o superficies de madera, puesto que estos materiales, debido a su terminación superficial, son más absorbentes y reducen la energía asociada a las ondas sonoras, disipándolas en forma de calor (Carrión Isbert, 1998:71).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran valores diurnos superiores a los 55 dB recomendados por la OMS para el día, lo que permite considerar la zona como ruidosa. Este nivel de ruido es consecuencia tanto del tráfico de vehículos particulares y ambulancias como de las actividades del sanatorio y las escuelas circundantes, lo cual afecta a los habitantes de los edificios como principal fuente de ruido.

Se observa que la disposición de la unidad en el edificio, como también la distribución de las habitaciones, impacta en los resultados y la percepción del sonido. A pesar de ubicarse en un noveno piso, los sonidos provenientes de fuentes exteriores afectan a los dormitorios que dan a la fachada, pero no a la cocina, ubicada en la parte posterior de la unidad. Esta diferencia en la distribución se refleja en los resultados de niveles sonoros obtenidos.

Los tiempos de reverberación son bajos, esto debido a la cantidad de materiales absorbentes en los recintos, lo cual afecta tanto respecto de las mediciones de niveles de intensidad acústica como a la percepción acústica de la vida diaria.

También se observa que los niveles de intensidad acústica obtenidos sobrepasan los recomendados, lo que podría influir en el bienestar de sus ocupantes y el desarrollo de sus tareas.

Asimismo, tras realizar las encuestas a inquilinos, se detectaron otros problemas del edificio relacionados con los hábitos de los habitantes en sus unidades, como los fuertes ruidos por pisadas y arrastre de muebles. ❁

—

Agradecimientos

Se agradece a la familia propietaria de la vivienda por el recibimiento en su hogar para medir durante toda la jornada.

Declaración de autoría

Agustina Cazón Narváez, Isabel del Valle Juárez, Beatriz Silvia Garzón y Víctor Luis Alberto Cancino contribuyeron conjuntamente a la escritura, la elaboración de los gráficos y revisión del presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnau Kuri, J. (2019). *El ruido, la percepción de confort acústico y la percepción del entorno urbano arquitectónico* (Vol. 4). <https://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/6382>
- Becerra-Barón, J.D. y Torres-Merchán, N.Y. (2014). Design of Educational Material as a Contribution to Environmental Problems in Educational and Community. *Educación*, 38(2), 1–18. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion>
- Bulgarelli Hussl, G.A.; Garzón, B.S. y Soldati, E. (23 de noviembre de 2017). Normativas acústicas en Argentina: estudio comparativo de casos. *XV Congreso Argentino de Acústica*.
- Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Ediciones UPC.
- Flores, P. (2021). La construcción sostenible en Latinoamérica. *Limaq*, 007, 161–173. <https://doi.org/10.26439/limaq2021.n007.5183>
- Garzón, B.; Soldati, E.; Paterlini, L. y Cerasuolo, N. (2017). Puntos de ruido en San Miguel de Tucumán, investigación, evaluación y recomendaciones. *Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*, 567–578.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2003). *IRAM 4043 –1. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento al ruido aéreo*.
- (2009). *IRAM 4113–1. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1 – Magnitudes básicas y métodos de evaluación*.
- (2010). *IRAM 4113–2. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2 – Determinación de niveles de ruido ambiental*.
- (2016). *IRAM 4062. Ruidos molestos al vecindario. Método de medición y calificación (No 4062)*. Instituto Argentino De Normalización y Certificación.
- Méndez, A. M. y Stornini, A. J. y Salazar, E. B. y Giuliano, G. H. y Velis, A. G. y Amarilla, B. C. (1994). *Acústica Arquitectónica*. Testone Hnos.
- Meza Marín, L. y Recuero López, M. (2008). Análisis y Comparación de Aislamiento Acústico en Viviendas y Edificios de Nueva Construcción. *Revista de la Construcción*, 7(1), 20–26. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127612580002>
- Oliver, J. (2021). La clasificación del confort acústico en viviendas. Más allá de la UNE 74201. *Revista de acústica*, 52(3–4), 40–47. <http://documentacion.sea-acustica.es/revista/4655>
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (1999). *Guías para el Ruido Urbano* (B. Berglund, T. Lindvall, & D. H. Schwela, Eds.). <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/868/course/section/485/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- OMS y OPS (Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud) (2021). *Informe mundial sobre la audición*. <https://doi.org/https://doi.org/10.37774/9789275324677>
- Romero Fernández, A.; Carrascal García, M.T.; Casla Herguedas, M.B. (2020). Aislamiento acústico a ruido aéreo en particiones verticales. Evolución y prestaciones. En *TecniAcústica 2020* (Ed.). *XI Congreso Ibérico de Acústica 51º Congreso Español de Acústica. TecniAcústica 2020*.
- Torres Gómez, N.C. (2020). *Rehabilitar desde la envolvente: Una alternativa sostenible Rehabilitate from the facade: A sustainable alternative*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.