

Las campanas EN EL PAISAJE SONORO *de Cholula, México:*

UNA APROXIMACIÓN ACÚSTICA

The role of church bells in the soundscape of Cholula, Mexico: an acoustic approach

SEBASTIÁN NOVOA-PENA*, MELISSA SCHUMACHER**

Fecha de recibido:
15 Mayo 2024
Fecha de aceptado:
16 Noviembre 2024

*Universidad de las
Américas Puebla,
México
sebastian.novoapa@
udlap.mx

**Universidad de las
Américas Puebla,
México
melissa.schumacher@
udlap.mx

RESUMEN. Las campanas han sido, durante siglos, el principal medio de comunicación acústico por excelencia. A pesar de las nuevas alternativas tecnológicas y de la evolución del paisaje sonoro urbano, su uso sigue vigente y conserva un gran valor cultural. Este trabajo utiliza la ciudad sagrada de Cholula, México, como caso de estudio por la ubicuidad y relevancia cultural, patrimonial e histórica de sus campanas. Para entender la significancia dentro del paisaje sonoro, se presentan las mediciones tomadas en los campanarios de dos iglesias seleccionadas por su ubicación y relevancia cultural dentro de los municipios de San Pedro Cholula y San Andrés Cholula. Se realizó un estudio mediante análisis de espectro en tiempo real comparando el sonido de las campanas con el ruido urbano dentro del rango de frecuencias, demostrando que el sonido de las campanas prevalece por su distribución a lo largo del espectro sonoro.

Palabras clave: acústica urbana, campanas, Cholula, paisaje sonoro.

ABSTRACT. For centuries, church bells have been the number one acoustic means of mass communication. Bells are still used and possess a great cultural value, despite newer technological alternatives and the evolution of urban soundscapes. This work uses the sacred city of Cholula, Mexico as a case study for the cultural ubiquity and large number of churches and bells. To understand their relevancy in the soundscape, we present measurements taken from two bell towers, selected for their key location and cultural meaning in the municipalities of San Pedro Cholula and San Andres Cholula. A study was made by real-time spectral analysis to compare the frequency range of both bells against the one occupied by urban noise, showing that bell sound prevails because its harmonic components are spread through the sound spectrum.

Key words: urban acoustics, bells, Cholula, soundscape.

Las campanas han sido durante siglos uno de los principales medios de comunicación masiva; particularmente en países como México, donde la tradición dicta que cada pueblo, barrio y plaza alberga un par de campanas en sus edificios religiosos. Tanto la arquitectura como el sonido son elementos fundamentales de la cultura popular. Sin embargo, con el crecimiento urbano y el aumento de los niveles de ruido, podría pensarse que han perdido su efectividad. Según R. Murray Schafer, la introducción de maquinaria y automóviles en el paisaje urbano nos ha sumido en una “era de baja definición sonora”,¹ donde los sonidos nítidos y distintivos han quedado opacados por un mar de ruidos (Domínguez, 2014). Como consecuencia, las personas han tenido que adaptarse, modificando sus hábitos y comportamientos para convivir con altos niveles de ruido.

Este estudio se enfoca en las campanas debido a su jerarquía como uno de los sonidos más prominentes en las ciudades preindustriales, antes de la Revolución Industrial, que introdujo a la conceptualización moderna del “ruido” (Garrioch, 2003). Las campanas poseen características sonoras únicas que las hacen fácilmente reconocibles, entre otros ruidos, confiriéndoles una identidad sonora particular. Como señala Lacey (2017), “es posible escuchar, tras el golpe inicial de la campana, su resonancia recorrer las calles. Marca el momento en que uno hace una pausa para escuchar cómo el sonido se estira antes de perderse en lo inaudible”.

En este orden de ideas, este trabajo se divide en tres secciones, la primera describe la importancia de las campanas en México como parte de su patrimonio cultural y sonoro, seguido de una breve descripción del caso de estudio en la ciudad de Cholula. Posteriormente se presenta la metodología empleada con la medición de campanas para finalizar con el análisis de resultados y conclusiones.

Las campanas en México

En la localidad de Atlahuétzia, Tlaxcala, se encuentra la primera campana fundida en América Latina, datada en el siglo **xvi** (Lorenzo, 2022), la cual sigue funcionando en la actualidad. Desde entonces el sonido de las campanas ha sido una parte importante de la identidad histórica de los pueblos mexicanos. Las campanas son un medio expresión y comunicación que se utiliza para anunciar festividades religiosas, convocar a la gente y anunciar el paso del tiempo. Según Gustavo Guzmán, fabricante de campanas, “las campanas transmiten la alegría y la tristeza de un pueblo. Cuando el pueblo celebra, las campanas celebran con él, y si el pueblo llora, las campanas también lloran” (Comunicación personal, noviembre 29, 2023). A diferencia de los automóviles y otros sonidos molestos presentes en el ambiente cotidiano, el tañer de las campanas no es considerado ruido, sino un sonido agradable en comunidades donde éste es parte de su cultura (Yu & Kang, 2014).

Al ser un sonido ubicuo y percibido por las personas desde temprana edad, las campanas representan una parte esencial de la identidad colectiva de los habitantes. No obstante, con el aumento del piso de ruido² urbano se ha notado una pérdida de inteligibilidad de las campanas, lo que supone una desconexión de los habitantes con su comunidad y parte de su cultura.

La inteligibilidad del sonido de las campanas depende de varios factores: la potencia y espectro sonoro de la campana; la distancia y obstáculos construidos entre la campana y el

1 Schafer introduce los términos *Hi-Fi* y *Lo-Fi* (alta y baja definición, respectivamente) para describir la calidad de un espacio sonoro, considerando el primero como aquél en el que los sonidos se distinguen claramente unos de otros y la baja definición como el entorno en el que el ruido de fondo es tan grande que los sonidos particulares son difíciles de discernir (Schafer, 1993).

2 El piso de ruido o *noise floor* en inglés se utiliza en audio y procesamiento de señales para describir el nivel bajo, en donde la señal se pierde en el ruido de fondo.

escucha; así como el nivel de ruido urbano. A medida que los niveles de ruido y las construcciones urbanas han aumentado considerablemente en las últimas décadas, la percepción de las campanas se ha visto afectada, reduciendo el alcance sonoro, visibilidad e inteligibilidad como elementos identitarios importantes del pueblo. Este trabajo tiene como objetivo estudiar el sonido de las campanas de Cholula desde perspectivas físicas y sociales, para determinar por qué siguen siendo funcionales a pesar de los cambios en el paisaje sonoro urbano.

Cholula como caso de estudio

En este trabajo se toma como caso de estudio la ciudad de Cholula, actualmente conurbada con la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala. Considerada la ciudad viva más antigua de América, Cholula tiene más de 3 000 años de historia de asentamientos humanos (García Cook & Merino Carreón, 1989) y es conocida tradicionalmente por tener un gran número de iglesias y campanas: “una para cada día del año”, como se dice a los turistas; aunque dentro de la zona urbana y los pueblos de la región no llegan a la centena de iglesias. Entre las más relevantes se encuentra el Santuario de la Virgen de los Remedios, ubicado en la cima de la Gran Pirámide de Cholula; cuya campana es particularmente destacada por su capacidad de ser escuchada a grandes distancias. Aunque este ícono paisajístico y patrimonial de Cholula no se aborda directamente en este estudio, es notable mencionarla como uno de los principales elementos sonoros del área de estudio. Para contextualizar, la región de Cholula abarca varios municipios, pero su centro urbano está dividido histórica y políticamente en dos municipios conurbados: San Andrés Cholula y San Pedro Cholula. Para efectos de este trabajo, se utilizará el nombre de “Cholula” para hacer referencia a la ciudad en conjunto.

Anterior a la conurbación, a la llegada de los universitarios, al boom-inmobiliario y al periodo neoliberal, que expropió masivamente hectáreas ejidales a partir de la década de 1990; Cholula fue una ciudad rural, tradicional y de comercios que se mantuvo indómita por siglos.

De acuerdo con testimonios de residentes recopilados durante esta investigación,

décadas atrás el paisaje sonoro cholulteca (o *soundscape* según la terminología de R. Murray Schafer (1993)), estaba compuesto por ruidos de vacas, guajolotes y otros animales de granja; viento, pájaros, burros y carretas en las calles; el silbato del velador y el afilador de cuchillos; el silbato del tren que pasaba “junto al cerri-to” (la Gran Pirámide Tlachihualtépetl) y el familiar sonido de las campanas (D. Percino, comunicación personal, enero de 2024). En palabras de Rogelio Tenorio, ex mayordomo de Santa María Xixitla, “no se concibe Cholula sin campanas [...] Cholula es de cuetes y campanas” (comunicación personal, enero 5, 2024). Estas campanas siempre han sido un elemento sonoro familiar para los habitantes; transmiten mensajes claros y conocidos por la comunidad; y representan sónicamente cada barrio, lo que les otorga un gran sentido de pertenencia y distinción social.

Un ejemplo de la relevancia cultural de las campanas es el Festival Internacional Vaniloquio, cuyo evento principal es el anual Concierto de Campanas, donde desde 1993 se han interpretado composiciones de Lloren Barber y Brian Banks, involucrando a más de 30 iglesias con sus campanas (Taxis Flores *et al.*, 2021). La figura 1 ilustra el reciente cambio de una campana, lo que evidencia la vigencia e importancia que tienen las campanas en la sociedad cholulteca contemporánea.



FIGURA 1. CAMBIO DE CAMPANA EN LA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS APÓSTOL.

FUENTE: SEBASTIÁN NOVOA, 2023.

A pesar del aumento del ruido urbano, con las campanas se transmiten mensajes a la comunidad y los habitantes de Cholula están acostumbrados a ello, aunque con el crecimiento urbano y el aumento de ruido se ha vuelto más difícil escuchar.

Otro ejemplo importante de mencionar es cuando los mensajes sonoros se vuelven un llamado de alerta a la población. Caso concreto, en 2014 cuando se intentó expropiar los terrenos colindantes a la Gran Pirámide de Cholula, las campanas de la Parroquia de San Andrés alertaron a la población (Ayala, 2014). Misma alerta sucedió en 2021 cuando las campanas repicaron por varios minutos en solidaridad con estudiantes y profesores de la Universidad de las Américas Puebla, debido a la toma del campus por parte del Gobierno del Estado (Arce, 2021).

Para darse una idea de los cambios urbanos, según datos de la Secretaría de Economía e INEGI, el municipio de San Pedro Cholula tenía una población aproximada de 120 459 habitantes y en 2020 de 138 433 con un incremento del 14% de 2010. En cuanto a San Andrés Cholula, en 2010 se contaba con una población de 48 650 con un incremento del 53% de población para 2020, llegando a un total de más de 154 448 habitantes (Secretaría de Economía, 2024). Estos datos demuestran cómo el crecimiento urbano ha transformado la ciudad, de ser una urbe rural-urbana y silenciosa a una ciudad cosmopolita con gran actividad comercial y de servicios, teniendo mayores niveles de contaminación sonora. R. Tenorio (2024) relata de cuando era joven: “...las campanas se oían de todos lados, porque no había casas de dos pisos. [Ahora] sí se oyen, pero hay que percibirlos. Antes [uno decía] ‘ya repican, ya son las ocho, en San Miguel están dando la hora; ahora llaman en Jerusalén, son las seis de la mañana; ya van en San Rafael Comac, ha de ser su fiesta’”.

El paisaje sonoro se ha ido modificando con el crecimiento de la población y los cambios en el estilo de vida de los habitantes. La población de Cholula ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas junto con el turismo y el flujo vehicular en

las calles (Marcial, 2023; Schumacher, 2015; Zambrano, 2022). A pesar de estos factores, el sonido de las campanas ha prevalecido a través de los siglos y sigue formando parte de la identidad cultural cholulteca. En esta investigación se busca elaborar la idea de que son las cualidades acústicas de las campanas es lo que las mantiene como marca sonora³ a pesar de las condiciones cambiantes de su entorno.

METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque descriptivo-exploratorio para analizar el paisaje sonoro de Cholula. Se combinan enfoques cualitativos, a través de entrevistas y trabajo de campo, y cuantitativos, mediante análisis acústicos. Las mediciones acústicas se realizaron en dos iglesias seleccionadas en Cholula, con el objetivo de evaluar sus características sonoras en relación con el entorno urbano circundante. Estos últimos juegan un rol crucial en los eventos socio-religiosos y en la preservación del patrimonio arquitectónico de Cholula. Las iglesias de San Andrés Apóstol y Santa María Xixitla fueron las más mencionadas debido a la relevancia de sus campanas. Posteriormente, se realizaron recorridos con un sonómetro para medir la intensidad sonora de diversas fuentes de ruido urbano y establecer una comparación con el sonido de las campanas. Se determinó el área de influencia acústica de las campanas y se realizaron grabaciones en puntos estratégicos de la ciudad, tanto cerca de las campanas como en puntos más alejados, para comprender cómo los diferentes niveles de ruido urbano afectan la percepción del sonido de las campanas.

En primer lugar, se realizó un recorrido por diferentes iglesias de San Andrés y San Pedro Cholula. En esta etapa se entrevistó informalmente a ciudadanos, preguntando

3 Marca sonora se utiliza en este contexto como traducción del concepto inglés *soundmark*, que fusiona las palabras *sound* y *landmark* (sonido y monumento, respectivamente) utilizada por Murray Schafer para describir un sonido que, cual monumento, representa parte de la identidad de un lugar o tiempo (Schafer, 1993).

sobre su relación cotidiana con los sonidos de Cholula y las campanas en particular. Las iglesias de San Andrés Apóstol y la iglesia de Santa María Xixitla fueron las más aludidas por sus campanas. También se entrevistó a las personas responsables del toque de campanas en ambas iglesias, preguntando sobre los distintos toques y la capacidad de convocatoria de las campanas. Se tuvo conversación con dos fabricantes de campanas en el proceso de cambio de una campana y dos mayordomos. Estos últimos son de vital importancia para los eventos socio-religiosos en toda la región y principales guardianes de la preservación del patrimonio arquitectónico de Cholula. Las entrevistas se realizaron de manera informal haciendo anotaciones puntuales, a excepción de los mayordomos de Santa María Xixitla, quienes fueron grabados con su autorización.

Posteriormente se realizó un recorrido con sonómetro⁴ en mano (figura 2), registrando la intensidad sonora de distintas fuentes comunes de ruido en Cholula, lo que permitió comprender el panorama social en torno a las campanas y otros sonidos. Después, se realizó una estimación del radio de influencia de una campana de manera analítica, para establecer un marco de referencia. Finalmente se eligieron dos iglesias como caso de estudio que cuentan con, según testimonios de campaneros y locales, las campanas más grandes y con mejor sonido de Cholula: la Parroquia de San Andrés Apóstol, ubicada en el centro de San Andrés Cholula, data del año 1670, con su campana más vieja de 1703 y la iglesia de Santa María Xixitla, en el barrio del mismo nombre en San Pedro Cholula, construida en 1656, con su campana más antigua de 1713 (ver tabla 1 en Discusión).

Se realizaron recorridos con sonómetro en mano en la última semana de 2023, mañana, tarde y noche, para identificar los distintos niveles de ruido en la vía pública alrededor

de las iglesias. Para establecer un marco de referencia del ruido de fondo, se tomaron mediciones cada 5 minutos a lo largo de media hora en el atrio de la iglesia, se realizó un recorrido en calles aledañas para obtener mediciones de distintas fuentes de ruido. Para este ejercicio se considera “ruido de fondo” al sonido generado por el ambiente, sin adjudicarlo a eventos en particular.

Las campanas de dichas iglesias también fueron objeto de grabación y estudio, mediante el procedimiento descrito a continuación. Se utilizó equipo de grabación consistente en un micrófono de medición Dayton Audio EMM6 calibrado (figura 3), conectado a la computadora a través de una interfaz Behringer UMC202HD. Se tomaron mediciones con el analizador de espectro en tiempo real del software Room EQ Wizard V5.30 (en adelante REW), utilizando las mediciones de sonómetro como referencia. Se realizaron grabaciones de audio con el procesador Reaper V7.06.



FIGURA 2. MEDICIÓN DESDE EL CAMPANARIO DE SANTA MARÍA XIXITLA. ARRIBA: CAMPANA MAYOR. CENTRO: SONÓMETRO DURANTE EL TOQUE (MARCANDO 113.8 DBA). DERECHA: MICRÓFONO DE MEDICIÓN.

FUENTE: SEBASTIÁN NOVOA, 2024.

4 Se utilizó un sonómetro marca Steren con rango de medición de 30 a 130 dB y resolución de 0,1 dB con capacidad de lectura en dBA, para tener un marco constante de referencia.



FIGURA 3. GRABACIÓN DESDE EL ATRIO DE SANTA MARÍA XIXITLA. APROXIMADAMENTE 50 DE LA CAMPANA. PRIMER PLANO: MICROFONO DE GRABACIÓN.

FUENTE: SEBASTIAN NOVOA, 2024.

Para este trabajo se estudió en ambas iglesias la campana mayor, la más utilizada para llamar a misa. Se colocó el micrófono de medición lo más cerca posible de la campana y se esperó a que se llamara a misa de manera cotidiana. Dicho llamado consta de múltiples golpes sucesivos y el último de estos, que deja a la campana resonar hasta que se vuelve imperceptible, fue el estudiado. Se realizó el mismo procedimiento a 60 m de la campana, en un punto donde se escucha la campana y los ruidos de la calle. La posición fue determinada por practicidad, buscando una ubicación que no interfiriera con las actividades sociales y de la iglesia al momento del estudio.

En cada iglesia se realizaron dos grabaciones del toque de campanas:⁵ una desde el campanario, a un metro de distancia de la campana (figura 4) y otra desde el atrio de la iglesia (figura 5), a pocos metros del

flujo vehicular. La figura 6 y 7 muestran los puntos dentro de la manzana desde los que se realizaron las grabaciones. Además de campanas, la información recopilada desde el atrio incluyó sonidos urbanos como automóviles y voces femeninas que terminaron dentro de las grabaciones y se utilizaron para realizar las comparaciones mostradas en las gráficas. Para el estudio se eligieron secciones de la grabación donde estuviera el sonido de la campana, automóvil o voz con la menor cantidad de ruido de fondo posible. Independientemente, se tomó una sección donde únicamente había ruido de fondo para usar de referencia. Cada una de estas grabaciones fue analizada como impulso sonoro a través de REW y finalmente se superpusieron los resultados en las gráficas compuestas mostradas a continuación.

Por las condiciones elevadas de ruido de fondo fue necesario identificar manualmente, utilizando tanto Reaper⁶ como REW, las frecuencias correspondientes a cada campana para poder comparar efectivamente las grabaciones.

⁵ El toque estudiado fue el llamado a misa, que es el más común, que se realiza con la campana central del campanario. Existen distintos toques basados en combinaciones de ritmos y campanas, para enviar distintos mensajes a la comunidad (Domínguez, 2007).

⁶ Se utilizó el analizador de espectro SPAN de Voxengo, como VST dentro de Reaper.

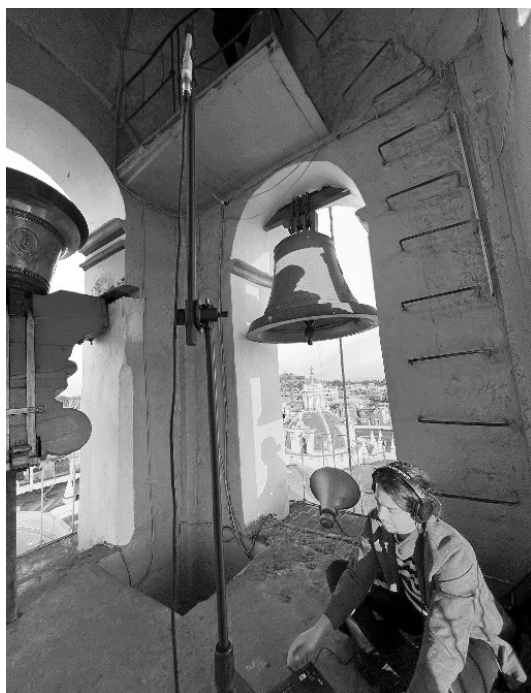


FIGURA 4. PROCESO DE MEDICIÓN EN CAMPANARIO DE SANTA MARÍA XIXITLA.
FUENTE: SEBASTIAN NOVOA, 2024.

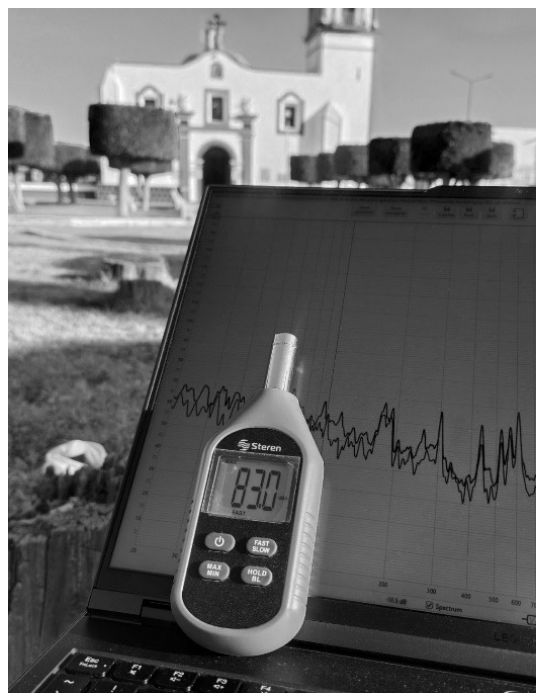


FIGURA 5. SONÓMETRO Y ANALIZADOR EN TIEMPO REAL DE re_w DURANTE LA MEDICIÓN DESDE EL ATRIO DE SANTA MARÍA XIXITLA.
FUENTE: SEBASTIAN NOVOA, 2024.



FIGURA 6. VISTA SATELITAL DE LA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS APÓSTOL. (A): PUNTO DE MEDICIÓN EN CAMPANARIO. (B): PUNTO DE MEDICIÓN DESDE ATRIO.
FUENTE: SEBASTIAN NOVOA, 2024 CON INFORMACIÓN DE GOOGLE EARTH, 2024.



FIGURA 7. VISTA SATELITAL DE LA IGLESIA DE SANTA MARÍA XIXITLA. (A): PUNTO DE MEDICIÓN EN CAMPANARIO. (B): PUNTO DE MEDICIÓN DESDE ATRIO.
FUENTE: SEBASTIAN NOVOA, 2024 CON INFORMACIÓN DE GOOGLE EARTH, 2024.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La primera parte de este trabajo fue la recopilación de niveles de ruido urbano alrededor de las iglesias estudiadas, mostrado en la tabla 1. Se encontró que el ruido de fondo promedio ronda los 55 dBA⁷, y se eleva hasta 65 dBA con

eventos cotidianos como viento en los árboles, música y conversaciones ocasionales. Eventos esporádicos como la explosión de cohetes, toque de campanas, automóviles ruidosos o anuncios sonoros elevaron la base de ruido hasta 85 dBA, pero no son tomados en cuenta para el valor del ruido de fondo promedio. Algunos de estos eventos no se repitieron y solo se grabaron en una de las dos ubicaciones, generando vacíos en la tabla.

⁷ dBA: Decibel con ponderación A. Medida de intensidad sonora, ponderada para reflejar la sensibilidad variable del oído humano a través del espectro sonoro (Ermann, 2015).

TABLA 1. INTENSIDAD SONORA DE DISTINTAS FUENTES EN TORNO A LOS CASOS DE ESTUDIO

Fuente sonora	Intensidad sonora promedio en dBA	
	Desde calles circundantes	Dentro del atrio de iglesia
Ruido de fondo	60	55
Automóvil	70-75	60-65
Camión de carga	87	75
Motocicleta	85	75
Camión de gas	80	-
Tortillería (maquinaria)	73-88	-
Cohetes	-	100
Fuegos artificiales	-	115
Campana de iglesia	80	60-70 (cuadra vecina)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON REGISTROS DE SONÓMETRO.

Se determinó de manera analítica el área de influencia que abarca acústicamente una campana, considerando que una campana de iglesia puede alcanzar fácilmente los 120dB

(García *et al.*, 2019). En la figura 8 se observa cómo el sonido decae de forma abrupta y se estabiliza conforme nos alejamos de la fuente.

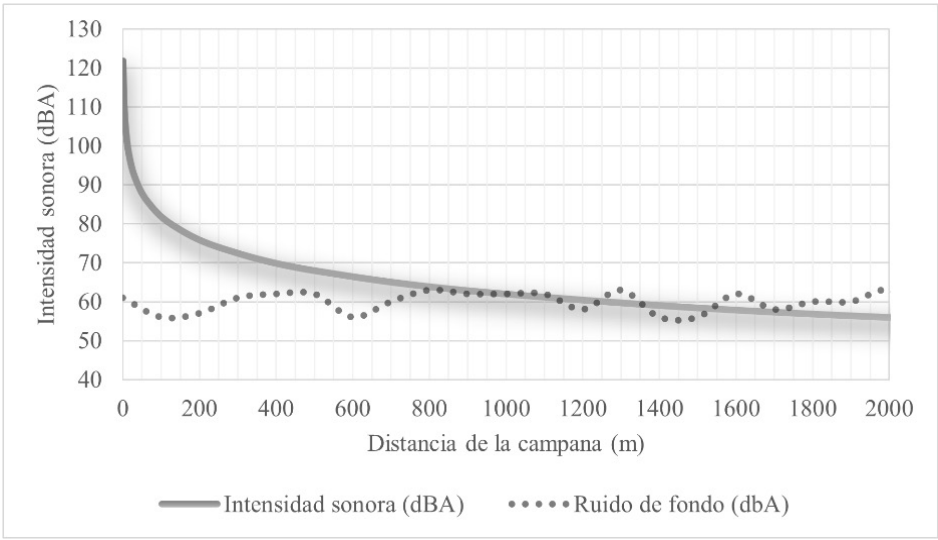


FIGURA 8. DECAIMIENTO DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN dBA CONFORME INCREMENTA LA DISTANCIA ENTRE LA CAMPANA Y EL PUNTO DE ESCUCHA COMPARADO CON EL RUIDO DEL FONDO PROMEDIO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La intensidad de una campana que mide 120dB en la fuente, comienza a ser dominada por el ruido de fondo aproximadamente a 1 km de distancia, por lo que lo consideramos el límite de su radio de alcance. Con esta información se puede determinar el rango de influencia sonora de cada una de estas campanas en una situación ideal, sin considerar obstáculos. Con esta información se realizó la figura 9.

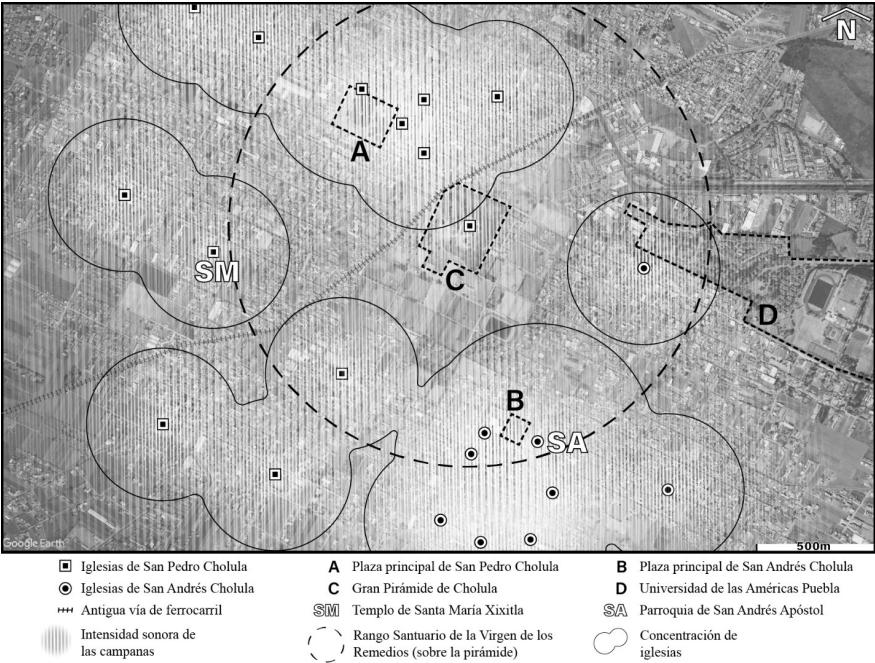


FIGURA 9. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE IGLESIAS EN CHOLULA. SE SEÑALA LA UBICACIÓN DE LA PIRÁMIDE, AL SER LA MAYOR ELEVACIÓN TOPOGRÁFICA A LA ESCALA MOSTRADA. EL RESTO DEL TERRENO ES PLANO EN SU MAYOR PARTE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE GOOGLE EARTH.

En este mapa se ubican las principales iglesias del área conurbada de Cholula y se ilustra en color blanco el área de influencia de cada iglesia, las cuales se distribuyen a tan poca distancia que varias campanas se pueden percibir desde el mismo punto. Se hace la distinción espacial del Santuario de la Virgen de los Remedios, ya que se ubica en la parte superior de la pirámide Tlachihualtépetl, colocándola en el punto más elevado de la ciudad. Es posible escucharla desde mayor distancia debido a que no hay obstáculos que obstruyan su sonido. Este mapa permite identificar las áreas donde, en teoría, debería escucharse las campanas de cada igle-

sia. Sin embargo, este procedimiento no toma en cuenta las obstrucciones físicas por parte de los edificios ni la interferencia sonora por parte del ruido urbano.

Para determinar el efecto este último sobre las campanas fue necesario realizar mediciones más especializadas, con sonidos de campanas y ruido urbano en tiempo real. De esta manera se pueden comparar las frecuencias que abarca cada fuente dentro del espectro sonoro. Las campanas existentes en las iglesias estudiadas se describen en la tabla 2.

TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LAS CAMPANAS PRESENTES EN EL CAMPANARIO DE LAS IGLESIAS ESTUDIADAS, EN DICIEMBRE Y ENERO DE 2023

Iglesia	Campana	Año de fundición	Peso (kg)	Material	Intensidad sonora a 1 m (dBA)
Parroquia de San Andrés Apóstol	Mayor*	1777	~1500	Bronce (Cu ~60%, Zn ~30%, Sn ~10%)	119.7
	Segunda	1703	~700		121.8
	Esquila	1786	~500		121.6
Templo de Santa María Xixitla	Mayor*	~1800	-	Bronce (Cu, Zn, Sn, Au, Ag)	121.5
	Segunda	1773	-		Bronce (Cu ~60%, Zn ~30%, Sn ~10%)
	Esquila 1	1714	-		
	Esquila 2	1713	-		
	Esquila 3	-	-		

*CAMPANAS ESTUDIADAS EN ESTE TRABAJO.

FUENTE: FECHAS OBTENIDAS DEL RÓTULO EN RELIEVE PRESENTE EN LAS CAMPANAS O DE BOCA DE ENCARGADOS LOCALES. LA INTENSIDAD SONORA OBTENIDA DE LA MEDICIÓN EN SITIO DESCRITA EN LA METODOLOGÍA. PESO ESTIMADO POR FABRICANTE DE CAMPANAS GUSTAVO GUZMÁN, ENTREVISTADO PARA ESTE ESTUDIO.

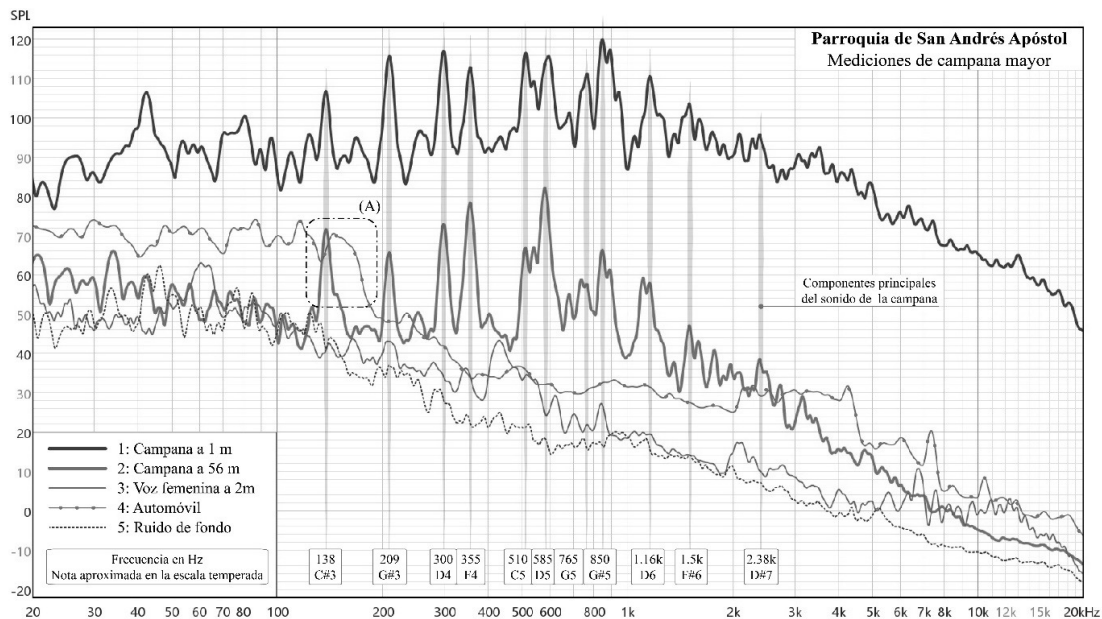


FIGURA 10. GRÁFICA COMBINADA DE PRESIÓN SONORA® POR RANGO DE FRECUENCIA DE TODAS LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN LA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL SOFTWARE REW.

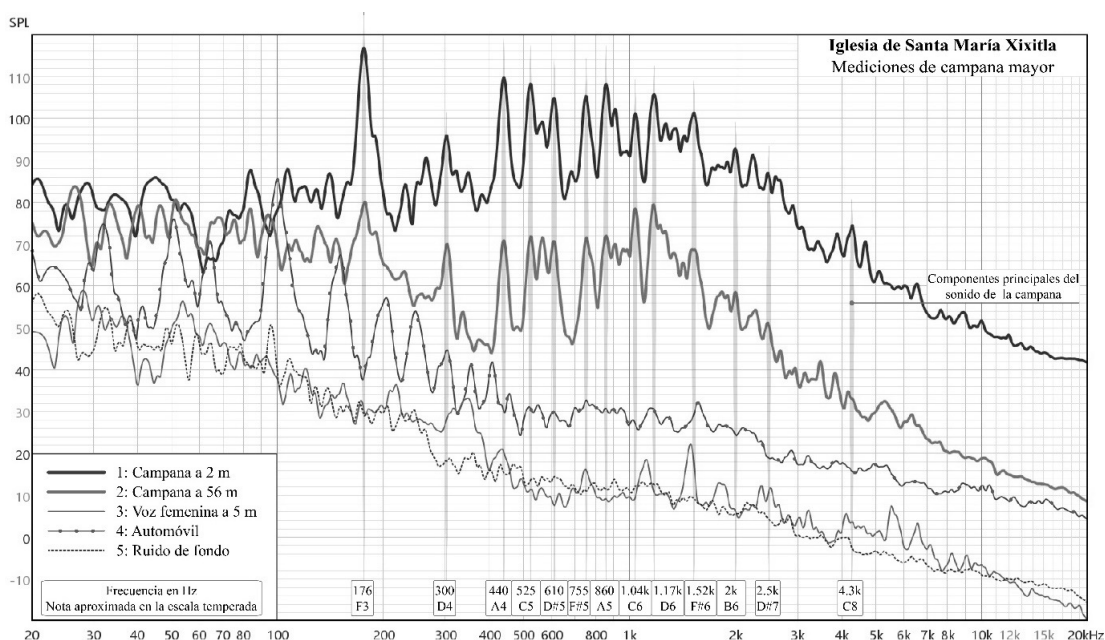


FIGURA 11. GRÁFICA COMBINADA DE PRESIÓN SONORA® POR RANGO DE FRECUENCIA DE TODAS LAS MUESTRAS OBTENIDAS EN LA IGLESIA DE SANTA MARÍA XIXITLA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL SOFTWARE REW.

8 Para compensar los distintos niveles de ganancia requeridos en cada entorno de grabación se tuvo que ajustar manualmente la altura de cada muestra para coincidir con niveles de dBA registrados durante las tomas. Los niveles relativos de SPL (en dB) en la gráfica son únicamente para referencia comparativa.

La figura 10 y 11 muestran las gráficas de presión sonora obtenidas de cada muestra de audio.⁹ En el eje vertical está la intensidad sonora en dB y en el horizontal el espectro sonoro de 20 a 20 000 Hz, que es la capacidad de percepción del oído humano. En primer lugar, se aprecia en la línea más oscura el impulso generado por la campana en la grabación desde el campanario. Los picos mayores muestran las frecuencias que componen el timbre propio de la campana, siendo el segundo la frecuencia fundamental y los demás, parciales, generados por los distintos modos de vibración (A. Hibbert *et al.*, 2014). La siguiente línea muestra la misma información, pero a 56 m de la campana. Se puede notar cómo los valores de intensidad bajan bastante en los picos, pero el área debajo de 100Hz se ocupa con el ruido de fondo de la grabación, proveniente del ambiente urbano. Los recuadros en el inferior de la gráfica indican la frecuencia de vibración de cada uno de los modos de resonancia de las campanas, junto con la nota musical a la que más se acercan, en la escala tradicional temperada.

Las siguientes líneas son la representación del ruido urbano en el contexto inmediato a la iglesia. La línea discontinua es la muestra de ruido de fondo, compuesto principalmente por viento, pájaros, voces, automóviles y motocicletas; tiene presencia en todo el espectro sonoro, pero se eleva en las frecuencias bajas. Este ruido se encuentra presente en todas las grabaciones excepto la del campanario (ya que la intensidad sonora de la campana enmascara cualquier otro sonido), y por esto se puede ver una superposición de líneas en frecuencias menores a 150Hz. Después se incluye la grabación de automóviles circulando en la calle frente a la iglesia. Se puede ver que tiene una forma muy similar a la del ruido de fondo (ya que está compuesto principalmente por sonido de

automóviles), pero con una intensidad mucho mayor en frecuencias inferiores a 150Hz.

Por último, se incluye la voz humana. La voz representada en las gráficas pertenece a dos personas distintas, por lo que las frecuencias enfatizadas son diferentes (en la primera gráfica la voz resalta entre 400 y 500Hz, mientras que en la segunda lo hace en 440 y 750Hz). En ambos casos la gráfica es muy parecida a la del ruido de fondo, debido a su baja intensidad. Esto ilustra los niveles de ruido al momento de la grabación, que superan en volumen al de la voz.

Podemos notar que el sonido de la campana resalta en muchas frecuencias a lo largo del espectro y en un rango distinto al ocupado por autos y voces. Esto permite que, aunque el ruido de fondo enmascare alguna de las frecuencias, como ocurre con el automóvil en el detalle (A) de la figura 10, las demás frecuencias sobresalgan en otros puntos del espectro. Por este motivo, el sonido de las campanas se sigue abriendo paso incluso cuando el ruido urbano tiene una intensidad igual o mayor a la de la campana. Cholula, al ser una ciudad con baja densidad urbana y ausencia de rascacielos, presenta pocos obstáculos para la transmisión de sonidos fuertes como los estudiados en este trabajo, lo que permite a las campanas mantener un gran radio de influencia.

9 Gráficas obtenidas dentro de REW, que utiliza transformada rápida de Fourier, herramienta de procesamiento digital de señales mediante el cual se traduce una señal del dominio del tiempo al dominio de frecuencia, expresando una onda compleja en sus componentes en el espectro sonoro de frecuencias (Oshana, 2006).

CONCLUSIONES

El análisis demostró que, aunque el ruido urbano ha aumentado en Cholula, el sonido de las campanas sigue siendo percibido a pesar de la presencia de ruidos molestos. Las campanas ocupan un rango de frecuencias distinto al de los automóviles y otros ruidos urbanos, lo que les permite seguir siendo una marca sonora distintiva. Por eso las campanas se han utilizado durante siglos, y se demostró que sus cualidades continúan vigentes, dignas de conservarse.

En el año 2022 se inscribió el toque manual de campanas a la lista Representativa de Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad (UNESCO, 2022), mostrando la importancia de conservar la tradición, tanto como legado cultural como por su valor práctico en comunicación y señalamiento. Como en muchas otras áreas, existe la tendencia a automatizar el toque de campanas o sustituirlo por bocinas, lo que supone una reducción importante en la expresividad y dinamismo (Llop i Bayo, 1986), por lo que preservar el toque manual conserva una parte importante de la cultura de ciudades como Cholula; donde el repique de campanas, junto con los cuetes (pirotecnia tradicional en fiestas de la región) y los ruidos festivos, son parte de la identidad cholulteca que sorprende a nuevos residentes y visitantes.

Más allá de controlar el nivel de ruido, diseñar adecuadamente el entorno sonoro en cualquier ambiente urbano puede elevar significativamente la calidad de vida de los habitantes (Kang, 2006).

Además, sería valioso realizar estudios que exploren cómo las modificaciones en el entorno urbano –como la construcción de edificios de varios pisos y el aumento de la densidad poblacional– influyen en la propagación del sonido de las campanas. Esto permitiría entender mejor cómo las intervenciones urbanísticas afectan la inteligibilidad y el alcance de estos sonidos, contribuyendo a la planificación de espacios urbanos que respeten tanto el patrimonio sonoro como las necesidades de la comunidad. Es responsabilidad de las autoridades locales planear a conciencia el entorno urbano a medida que las ciudades se expanden y tomar en

cuenta el entorno sonoro, no solo en cuestión de control de ruido, sino en la conservación y evolución orgánica del paisaje urbano.

Siendo el automóvil la principal fuente de ruido, es importante regular la velocidad y a qué distancia transitan de monumentos y elementos de identidad sonora; por ello es vital integrar la estructura tradicional de mayordomías y fiscalías en Cholula. Con ello se abre la oportunidad de involucrar a la población local en el diseño de políticas urbanísticas que consideren el paisaje sonoro. Los mayordomos, como guardianes del patrimonio cultural, pueden desempeñar un papel fundamental como mediadores entre las autoridades de planeación urbana y los ciudadanos, para garantizar que el crecimiento urbano no interfiera con las tradiciones sonoras que caracterizan a la ciudad. Incluir a la población en la toma de decisiones sobre la gestión del ruido, la regulación del tráfico y la preservación de los sonidos tradicionales podría ser una estrategia clave para equilibrar el progreso urbano con la conservación del patrimonio acústico.

Sin embargo, el estudio también revela áreas de oportunidad para continuar la investigación sobre el ruido urbano en Cholula y su impacto en el paisaje sonoro. En primer lugar, resulta esencial llevar a cabo estudios más detallados sobre la interacción entre las campanas y otras fuentes de ruido urbano, como el tráfico vehicular, el comercio y los eventos festivos. Estas investigaciones podrían incluir mediciones de ruido a diferentes horas del día y durante eventos específicos para evaluar cómo estos afectan la percepción de las campanas y otros elementos sonoros en la ciudad. El aumento de ruido urbano, así como el aumento en la densidad y altura de las construcciones podría influir negativamente en la preservación del sonido de campanas como patrimonio cultural de Cholula.

En resumen, este estudio resalta la necesidad urgente de crear políticas públicas que no solo controlen el ruido urbano, sino que fomenten un diseño sonoro consciente, que promueva el bienestar de los habitantes y la protección del patrimonio inmaterial. La investigación futura

debe enfocarse en desarrollar enfoques innovadores para integrar las tradiciones sonoras en la modernización de las ciudades, con el fin de garantizar que el ruido urbano y la urbanización rapaz no ahogue las voces históricas y culturales de los pueblos originarios Cholula.

Agradecimientos

A la Fiscalía 2023 de la Parroquia de San Andrés Cholula, por permitir el acceso al campanario. A los mayordomos Dominga y Emiliano de Santa María Xixitla por su apoyo y facilidades para realizar las mediciones dentro y fuera de la iglesia. A don Rogelio Tenorio Tolama por su tiempo y valiosa información. A don Gustavo Guzmán, fabricante de campanas, por la información brindada y asistencia durante el cambio de campana en diciembre de 2023.

La investigación futura

DEBE ENFOCARSE
en desarrollar
ENFOQUES
INNOVADORES
para integrar

LAS TRADICIONES SONORAS
EN LA
MODERNIZACIÓN
de las ciudades,
CON EL FIN DE
GARANTIZAR
que el
RUIDO URBANO

y la
URBANIZACIÓN RAPAZ
no ahogue las
VOCES HISTÓRICAS
Y CULTURALES
de los
PUEBLOS
ORIGINARIOS
CHOLULA.

FUENTES DE CONSULTA

Arce, E. (2021), "Comunidad UDLAP pide a Tlathui pronunciarse a favor de la apertura del campus", *El Sol de Puebla*. Disponible en <https://oem.com.mx/elsoldepuebla/local/comunidad-udlap-pide-a-tlathui-pronunciarse-a-favor-de-la-apertura-del-campus-19540564>, consultado el 13 de enero de 2024.

Ayala, A. (2014, August 27), San Pedro y San Andrés, una sola Cholula "que no se vende" LADO B. Disponible en <https://www.ladobe.com.mx/2014/08/san-pedro-y-san-andres-una-sola-cholula-que-no-se-vende/>, consultado el 22 de marzo de 2024.

Domínguez, A. L. (2007), *La sonoridad de la cultura. Cholula: una experiencia sonora de la ciudad*, Universidad de las Américas Puebla.

Domínguez, A. L. (2014), "Vivir con ruido en la Ciudad de México. El proceso de adaptación a entornos acústicamente hostiles", *Estudios Demográficos y Urbanos*, 29(1), 89-112. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31232808004>, consultado el 22 de marzo de 2024.

Ermann, M. (2015), *Architectural Acoustics Illustrated*, John Wiley & Sons, Inc.

García Cook, A. & Merino Carreón, L. (1989), *Historia Prehispánica del Valle Poblano*. SEP.

García, L., Parra, L., Gomis, B. P., Cavallé, L., Guillén, V. P., Garrigues, H. P. & Lloret, J. (2019), Valencia's Cathedral Church Bell Acoustics Impact on the Hearing Abilities of Bell Ringers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/IJERPH16091564>.

Garrioch, D. (2003), "Sounds of the city: the soundscape of early modern European towns", *Urban History*, 30(1), 5-25. <http://www.jstor.org/stable/44598520>, consultado el 22 de marzo de 2024.

Hibbert, A., Sharp, D., Taherzadeh, S. & Perrin, R. (2014), "Partial Frequencies and Chladni's Law in Church Bells", *Open Journal of Acoustics*, 04(02), 70-77. <https://doi.org/10.4236/oja.2014.42007>, consultado el 20 de marzo de 2024.

Kang, J. (2006), "Urban sound environment", *Urban Sound Environment*, 1-278. <https://doi.org/10.1201/9781482265613>.

Lacey, J. (2017), Let cities speak: what sounds define us now? *The Conversation*. <https://theconversation.com/let-cities-speak-what-sounds-define-us-now-76507>, consultado el 13 de enero de 2024.

Llop i Bayo, F. (1986), "El campanero, Un comunicador extinguido", *Revista de Folklore*. Tomo 6a. Núm. 63. Disponible en <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmco01x6>, consultado el 13 de enero de 2024.

Lorenzo, H. (2022, May 30), "Aspectos del templo de la Inmaculada Concepción de Atlihuetzia", *E-Consulta.Com*. Disponible en <https://www.e-tlaxcala.mx/nota/2022-05-30/yauhquemehcan/aspectos-del-templo-de-la-inmaculada-concepcion-de-atlihuetzia>, consultado el 6 de abril de 2024.

Marcial, N. (2023, May 28), "Turismo deja buenas cifras para San Andrés Cholula", *El Sol de Puebla*. Disponible en <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/turismo-deja-buenas-cifras-para-san-andres-cholula-10134779.html>, consultado el 13 de enero de 2024.

Oshana, R. (2006), Overview of Digital Signal Processing Algorithms. *DSP Software Development Techniques for Embedded and Real-Time Systems*, 59-121. <https://doi.org/10.1016/B978-075067759-2/50006-5>.

Schafer, R. M. (1993), *The Soundscape. Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Destiny Books.

Schumacher, M. (2015), Modelos de desarrollo socio-territorial: caso de estudio: Cholula, México. *Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*, 7. <https://doi.org/10.5821/SIIU.6102>.

Secretaría de Economía (2024), *San Andrés Cholula: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México. Disponible en <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-andres-cholula?redirect=true>, consultado el 13 de noviembre de 2024.

Taxis Flores, M., Barrón, K. & Moreno, L. (2021), *Impacto de la designación de Pueblo Mágico en las oportunidades de emprendimiento de Cholula, Puebla* (pp. 193-221).

UNESCO (2022), *El toque manual de campanas*. Disponible en <https://ich.unesco.org/es/RL/el-toque-manual-de-campanas-01873>, consultado el 13 de enero de 2024.

Yu, C. J. & Kang, J. (2014), "Soundscape in the sustainable living environment: A cross-cultural comparison between the UK and Taiwan", *Science of The Total Environment*, 482-483(1), 501-509. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2013.10.107>.

Zambrano, J. (2022), "Cifra de autos registrados en circulación aumentó 3.8% en 2021", *El Sol de Puebla*. Disponible en <https://www.elsoldepuebla.com.mx/finanzas/cifra-de-autos-registrados-en-circulacion-aumento-3.8-en-2021-8824512.html>, consultado el 13 de enero de 2024.