

Las estrategias acústicas pasivas: Para una arquitectura cultural sin ruido en el mundo

Passive acoustic strategies: for a worldwide noise-free cultural architecture

Sophy Suarez 

Universidad Privada del Norte, Perú. ximay23@hotmail.com

Alberto Llanos Chuquipoma 

Universidad Privada del Norte, Perú. betico10@hotmail.com

Received 2024-07-09

Accepted 2025-04-07



To cite this article: Suarez, Sophy, Alberto Llanos Chuquipoma. "Passive acoustic strategies: for a worldwide noise-free cultural architecture." *VLC arquitectura* 12, no. 1 (April 2025): 155-180. ISSN: 2341-3050. <https://doi.org/10.4995/vlc.2025.22082>



Resumen: El artículo presenta un trabajo de investigación orientado al estudio de métodos pasivos de control del ruido aplicados a espacios culturales en diferentes edificios a nivel mundial. Este trabajo identifica criterios de aplicación para el diseño arquitectónico sobre los distintos métodos mediante un estudio descriptivo, cualitativo y no experimental, basado en la revisión documental de índole científica de trabajos de investigación, libros relevantes y artículos arquitectónicos. Se desarrollaron instrumentos de evaluación y se aplicaron a casos de estudio para obtener lineamientos teóricos de diseño arquitectónico. Cinco centros culturales fueron estudiados, llegando a las siguientes conclusiones: todos los objetos contaron con el uso de (3/12) criterios arquitectónicos como mínimo, y el uso de (7/12) criterios arquitectónicos como máximo, en donde el uso de espacios con muros no paralelos con ángulos irregulares es el criterio con mayor repercusión (80%); en segundo lugar, la aplicación de volúmenes regulares con techos inclinados como criterio de mediana repercusión (60%) y, en tercer lugar, el uso de espacios monumentales con techos de doble altura (60%). El estudio deja en evidencia la importancia que tienen los métodos pasivos de control del ruido a la hora de desarrollar volumetría y espacios en los objetos arquitectónicos con funciones culturales.

Palabras clave: acústica pasiva; arquitectura cultural; centro cultural; control del ruido.

Abstract: This article introduces a research study focused on passive noise control methods applied to cultural spaces in different buildings worldwide. This work identifies application criteria for architectural design based on different methods through a descriptive, qualitative, and non-experimental study, based on a scientific documentary review of research papers, relevant books, and architectural articles. Evaluation instruments were developed and applied to case studies to obtain theoretical guidelines for architectural design. Five cultural centers were studied and the following conclusions were reached: All objects used at least (3/12) architectural criteria, and at most (7/12) architectural criteria. First, the use of spaces with non-parallel walls and irregular angles was the criterion with the greatest impact (80%); second, the use of regular volumes with sloping roofs was the criterion of medium impact (60%), and third, the use of monumental spaces with double-height ceilings was (60%). This study highlights the importance of passive noise control methods when developing volumes and spaces in architectural objects with cultural functions.

Keywords: passive acoustics; cultural architecture; cultural center; noise control.

INTRODUCCIÓN

La arquitectura se une con la acústica para planificar y diseñar proyectos que ofrezcan confort y comodidad a sus usuarios. Existen edificaciones que cumplen su función, sin embargo, muchas de las edificaciones culturales no son planeadas ni diseñadas adecuadamente para su uso.¹

Los centros culturales son instituciones sin ánimo de lucro, que deben ser abiertas al público y al servicio de la sociedad. Un centro cultural tiene como meta fomentar la cultura en su comunidad. Cuenta con grandes espacios para diversas actividades culturales que mejoran y dinamizan la vida cultural de la gente local.² Sin embargo, a pesar de su importancia en la sociedad, se identifica un problema de escasez de edificaciones diseñadas adecuadamente para el uso de actividades culturales, siendo reemplazadas por lugares adaptados, que no son ideales para reunir personas ni desarrollar actividades de este ámbito.

Esto se debe a varios factores que perturban la acústica, como el ruido exterior y las reverberaciones de un espacio mal diseñado.³ En estos ambientes dedicados a la difusión y exhibición de la cultura, involucrando cualquier espacio que se brinde para la educación, se espera una respuesta adecuada del control acústico ya que permite el desarrollo cognitivo de los usuarios y a la vez brindar confort.⁴

De este problema surgen los distintos métodos pasivos para el control del ruido, los cuales se basan en la utilización de materiales y estructuras que son diseñadas para absorber, bloquear o dispersar el sonido sin la necesidad de añadir un uso de energía externa o algún mecanismo activo. Estos métodos suelen ser permanentes y no requieren mantenimiento una vez instalados.⁵

Entre estos métodos se pueden encontrar el uso de aislamiento en el suelo con suelos flotantes, aislamiento de techos, aislamiento de paredes con paredes simples, aislamiento de puertas con puertas dobles,⁶ alejar el objeto arquitectónico de las calles y

INTRODUCTION

Architecture joins forces with acoustics to plan and design projects that offer comfort and convenience to their users. There are buildings that meet their purpose; however, many of them are not properly planned or designed for their intended use.¹

Cultural centers are non-profit institutions that should be open to the public and serve society. The goal of a cultural center, as indicated by its name, is to promote culture in the community. It has large spaces for various cultural activities that enhance and revitalize the cultural life of local people.² However, despite their importance in society, a shortage of buildings properly designed for cultural activities has been identified. These buildings are being replaced by adapted spaces that are not ideal for gathering people or developing related activities.

This is due to several factors that disrupt acoustics, such as external noise and reverberations from a poorly designed space.³ In environments dedicated to the dissemination and exhibition of culture, including any space provided for education, an adequate acoustic control is expected since it allows for the cognitive development of users while providing comfort.⁴

From this problem, various passive methods for noise control were devised. They are based on the use of materials and structures designed to absorb, block, or disperse sound without requiring additional external energy or any active mechanism. These methods are usually permanent and do not require maintenance once installed.⁵

They include the use of floor insulation with floating floors, ceiling insulation, wall insulation with single walls, door insulation with double doors,⁶ setting the architectural object away from streets and avenues to avoid noise, the

avenidas para evitar ruidos, utilización de dobles muros para aislar el sonido y evitar que otras zonas sean afectadas,⁷ aplicación de muros no paralelos con ángulos irregulares, utilización de ventanearía de doble acristalamiento y el uso superficies fijas con ranuras en las envolventes permite reducir los decibelios del ruido exterior e interior, entre otros.⁸

En el ámbito internacional, algunos espacios arquitectónicos para la difusión de la cultura no han contemplado el uso de elementos esenciales que éstos deben tener en su diseño arquitectónico, o han empleado como dispositivos de acondicionamiento acústico a los difusores, superficies absorbentes y revestimientos que no son suficiente para generar un correcto aislamiento del ruido.

Algunos de los problemas identificados son la baja calidad del diseño acústico, que cuenta con un sellado insuficiente. En las salas en las que se instaló ventilación, debido a una falta de conocimiento, no se pensó en el ruido que los ventiladores producían, siendo el ruido generado mucho mayor a lo tolerable.⁹ Al igual que llegar a niveles más altos que los estipulados por las normativas en las salas de lectura, dejando en evidencia que no se contempló la planificación de la acústica del edificio en su diseño arquitectónico, resultando en espacios sin el confort acústico necesario para los usuarios.¹⁰

Los desafíos acústicos pueden clasificarse en cinco áreas principales: la transmisión de sonido desde las zonas de niños y jóvenes hacia otras áreas del edificio, la transmisión de sonido entre diferentes pisos, los niveles de ruido ambiental, la reverberación y el aislamiento acústico.¹¹

Pese a los desafíos, se pudo identificar una serie de espacios diferenciados, todos ellos diseñados con un propósito común: la difusión y exhibición de la cultura. Estos espacios, que se conforman por centros culturales y bibliotecas, hacen uso de una planificación acústica meticulosa. Al hacerlo, toman en consideración y aplican una variedad de métodos pasivos para el control del ruido.

use of double walls to isolate sound and prevent other areas from being affected,⁷ the application of non-parallel walls with irregular angles, the use of double-glazed windows, and the use of fixed grooved surfaces in the building envelope to reduce the decibels of exterior and interior noise, among others.⁸

At an international level, a few architectural spaces intended for cultural dissemination have not effectively integrated the essential elements for a proper acoustic design. In several cases, only devices such as diffusers, absorbent surfaces, and coatings are used. They contribute to sound conditioning but do not guarantee efficient noise insulation.

Some of the identified problems are the poor quality of the acoustic design, which includes insufficient sealing. In rooms where ventilation was installed, the noise generated by the fans was not considered due to a lack of knowledge, resulting in intolerable noise levels.⁹ In the reading rooms of the cultural center for example, higher noise levels than those stipulated by law were perceived. This demonstrated that the building's acoustic planning was not considered in its architectural design, resulting in spaces without inadequate acoustic comfort for users.¹⁰

The acoustic challenges can be classified into five main areas: sound transmission from children and youth areas towards other areas of the building, sound transmission among different floors, ambient noise levels, reverberation, and sound insulation.¹¹

Therefore, this study aims to identify passive methods applied in cultural centers through case study analysis, in order to establish architectural criteria applicable to future projects. Furthermore, this study aims to contribute to the debate on acoustic design in these spaces, exploring architectural typologies and strategies that optimize their sound performance.

Debido al previo análisis de estos espacios, surge la interrogante de investigación: ¿Cuál es la importancia que tienen los métodos pasivos de control del ruido a la hora de diseñar espacios arquitectónicos para difusión y exhibición cultural en el contexto mundial?

Para dar respuesta a esta pregunta, se debe tener en cuenta que, en la actualidad, la industria de la construcción se orienta cada vez más hacia construcciones ligeras y sostenibles, y que los materiales y métodos utilizados cambian cada vez más rápidamente. Estos avances exigen un mayor nivel de rendimiento acústico de los edificios y nuevas herramientas para evaluarlo y mejorarlo en la fase de diseño, siendo necesario construir edificios que cumplan los requisitos necesarios.¹²

Descubrimientos sobre los métodos pasivos de control del ruido

Para realizar la investigación, se inició con una fase de revisión documental. Se estableció una lista de bases de datos y metabuscadores académicos para encontrar información relevante al tema, como EBSCO. Fue fundamental la búsqueda de documentos que abarcaran dos tipos de antecedentes: teóricos generales y teóricos arquitectónicos. En primer lugar, se ubicaron los documentos teóricos generales, que cuentan con información relevante sobre la variable de investigación aplicada en un contexto similar a nuestro objeto arquitectónico estudiado, se recopiló información de artículos de investigación, tesis de maestría, revistas indexadas y libros, que brindaron información conceptual sobre los diversos métodos pasivos de control del ruido. Por otro lado, se abordaron los documentos teóricos enfocados en arquitectura, que aplicaron los criterios estudiados en un contexto arquitectónico. Para esta información se tomaron únicamente en cuenta tesis de grado de la carrera de arquitectura de universidades a nivel internacional (Figura 2).

Finalmente, con base en los antecedentes teóricos, se establecieron tres principios de la variable de estudio, siendo la primera, volumen y acústica, donde se estudiaron un conjunto de estrategias de composición

Based on the previous analysis of these spaces, the following research question arises: What is the importance of passive noise control methods when designing architectural spaces for cultural dissemination and exhibition in the global context?

To answer this question, it must be considered that the current construction industry is increasingly oriented toward lightweight and sustainable buildings? and that the materials and methods used are evolving more rapidly than ever. These advances demand higher levels of acoustic performance in buildings and new tools to assess and improve them during the design phase, making it necessary to construct buildings that meet the necessary requirements.¹²

Findings on Passive Noise Control Methods

To perform the research, we began with a document review phase. A list of academic databases and metasearch engines, such as EBSCO was established to find information that is relevant to the topic. It was essential to search for documents that covered two types of backgrounds: general theoretical and architectural theoretical backgrounds. Firstly, we found general theoretical documents that had relevant information on the research variable, applied in a context similar to our architectural object of study. Information was compiled from research articles, master's theses, indexed journals, and books, which provided conceptual information on the various passive noise control methods. Secondly, we addressed theoretical documents focused on architecture and that applied the criteria studied in an architectural context. For this information, only undergraduate theses from architecture programs at international universities were considered (Figure 2).

Finally, based on the theoretical background, three principles of the study variable were established: Firstly, volume and acoustics, which analysed a set of volumetric composition



Figura 1. Esquema conceptual sobre los principios de la variable.

volumétrica que ayudan a una correcta distribución del sonido; la segunda, control acústico del espacio, donde se estudiaron estrategias de distribución espacial que se encargan de evitar que generen ecos o reverberaciones, para así lograr espacios con un buen control acústico; y por último, elementos arquitectónicos acústicos, que estudia los elementos que contribuyen con la acústica de los ambientes, la mejora de la acústica y el control de ruido que ingresa (Figura 1).

METODOLOGIA

El artículo presenta una investigación no experimental de carácter descriptivo, enfocada en detallar el comportamiento de una variable. La metodología utilizada es cualitativa, ya que se basa en la naturaleza de los datos analizados, los cuales no son cuantificables, sino que se obtienen mediante observación empírica.

Esta investigación se dividió en tres fases: la revisión documental, el análisis de casos arquitectónicos y la presentación cualitativa y gráfica de los resultados obtenidos. La primera fase se centra en una revisión

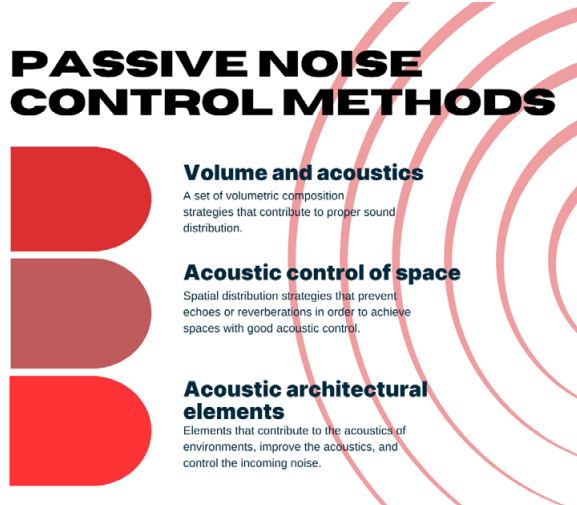


Figure 1. Conceptual Diagram on the Principles of the Variable.

strategies that contribute to proper sound distribution. Secondly, acoustic control of space, which studied spatial distribution strategies that prevent echoes or reverberations to achieve spaces with good acoustic control. Finally, acoustic architectural elements, which studies the elements that contribute to the acoustics of environments, improve the acoustics, and control the incoming noise (Figure 1).

METHODOLOGY

This article presents a non-experimental, descriptive study focused on detailing the behavior of a variable. The methodology used is qualitative, as it is based on the nature of the data analyzed, which are not quantifiable but are obtained through empirical observation.

This research was divided into three phases: documentary review, analysis of architectural cases, and qualitative and graphic presentation of the obtained results. The first phase is focused

Categoría	Definición conceptual	Documento	Fuente	Relación con la variable
ANTECEDENTES GENERALES TEÓRICOS	Estudios científicos que abarcan información sobre la variable estudiada de manera global, sin ser aplicada a un espacio en específico.	La acústica en el auditorio del Colegio Santa Isabel de Huancayo.	Google Academic	Se investigó los problemas acústicos del auditorio y distintas soluciones acústicas.
		Estrategias de confort auditivo aplicado al diseño geométrico acústico de una sala de conciertos	EBSCO	Esta tesis investiga el impacto de la acústica en relación a la geometría aplicada.
		Centro metropolitano de arte dramático	Google Academic	En la presente tesis se menciona específicamente a la acústica en teatros y cómo esta se propaga.
		Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings	Google Academic	En este estudio se evalúa el uso de muros verdes como sistemas de aislamiento acústico pasivo para edificaciones.
		Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling) Methods	Google Academic	El proyecto investiga fachadas de doble piel para el control del ruido y la ventilación natural, utilizando métodos de cancelación de ruido, manipulación de la ruta del sonido y materiales absorbentes como prueba de concepto.
		Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level	Google Academic	El estudio examinó parámetros como el área, la profundidad, el tipo, la posición y el tipo de vegetación y descubrió que el tratamiento de absorción optimizado puede lograr una reducción de ruido.
		Applied Acoustics: Concepts, Absorbers, and Silencers for Acoustical Comfort and Noise Control	Google Academic	En este libro el autor describe componentes para el control del ruido y el confort acústico. Se incluyen conceptos básicos y ejemplos prácticos.
		Acoustics in communal libraries: common problems and their solutions	Google Academic	En esta tesis, se investigaron problemas acústicos en cinco bibliotecas. Se identificaron categorías de problemas y se propusieron soluciones.
		The Building Environment: Active and Passive Control Systems	Google Academic	El libro habla sobre tecnologías especializadas en rápida evolución de la actualidad, arquitectos, diseñadores, que controlan el ambiente interior de un edificio.
		Control activo del ruido: Principios y aplicaciones	Google Academic	En este libro se hacen mención a distintas soluciones pasivas y activas del control del ruido.
ANTECEDENTES GENERALES ARQUITECTÓNICOS	Documentos que desarrollan proyectos arquitectónicos que hayan aplicado la variable en su diseño	Centro cultural de danzas folklóricas en San Juan de Lurigancho	Repositorio UPC	El presente proyecto de Tesis propone la implementación de un Centro Cultural el Distrito de San Juan de Lurigancho especializado en danzas folklóricas, enfocándose por la creación de espacios aptos para el desarrollo de las actividades propuestas.
		Centro cultural de música y danza: ciudad de El Alto - provincia Murillo	Repositorio Universidad Mayor de San Andrés.	La tesis consiste en la presentación de un diseño arquitectónico de un equipamiento piloto donde se enseñaran las artes tanto en música y danza en clásica y folclórica.
		Centro Cultural Rambleta	Repositorio Universitat Politècnica de València	El objeto del presente proyecto es el estudio acústico de la sala principal del Centro Cultural la Rambleta en busca de mejoras en el acondicionamiento y aislamiento sonoro de la sala.
		Centro Cultural de Enfoque Musical para la Comuna 7 de Bucaramanga	Repositorio Universidad Santo Tomás	El proyecto se basa en un centro cultural para la comuna 7, centrada en el enfoque musical artístico, por lo que en sus consideraciones en el diseño de este busca un correcto manejo del confort acústicos.
		Arquitectura acústica y su influencia en la educación musical	Repositorio Universidad nacional Pedro Henríquez Ureña	El documento nos habla de cómo a través de la arquitectura acústica podemos dotar a comunidades de espacios funcionales para la enseñanza musical.
		Criterios de diseño acústico y la percepción sensorial para un centro de desarrollo musical en la Ciudad de Chimbote	Repositorio Universidad Cesar Vallejo	Se destaca la importancia de la arquitectura acústica adaptada a las actividades musicales, empleando materiales y estrategias arquitectónicas adecuadas para generar percepciones sensoriales positivas.
		Confort Acústico: Geometría irregular y materialidad para Configurar una Vivienda Multifamiliar	Repositorio Universidad Piloto de Colombia.	La arquitectura puede dar solución a los problemas planteados que en este caso se relacionan con el confort acústico, es la inclusión de los ángulos irregulares que permiten que el espacio sea más adecuado.
		Diseño arquitectónico de un conservatorio de música, basado en un diseño acústico para permitir el confort acústico en el desarrollo de las actividades	Repositorio Universidad Privada del Norte	La presente investigación corresponde a la aplicación de lineamientos orientados hacia un diseño acústico, para la mejora de la acústica.
		Propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo en el distrito de Victor Larco Herrera	Repositorio Universidad Privada del Norte	La finalidad de la presente investigación fue determinar los lineamientos de diseño para propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo

Figura 2. Antecedentes generales teóricos y arquitectónicos identificados.

Category	Conceptual Definition	Document	Source	Relationship with the variable
GENERAL BACKGROUND THEORETICAL	Scientific studies that cover information about the studied variable globally, without being applied to a specific space.	The acoustics in the auditorium of Colegio Santa Isabel de Huancayo.	Google Academic	The acoustic problems of the auditorium and various acoustic solutions were investigated.
		Strategies for auditory comfort applied to the acoustic geometric design of a concert hall.	EBSCO	This thesis examines the impact of acoustics in relation to applied geometry.
		Metropolitan Center for Dramatic Arts.	Google Academic	In this thesis, theater acoustics and how it propagates are specifically discussed.
		Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings	Google Academic	This study evaluates the use of green walls as passive acoustic insulation systems for buildings.
		Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling) Methods	Google Academic	The project investigates double-skin facades for noise control and natural ventilation, using noise cancellation methods, sound path manipulation, and absorbent materials as a proof of concept.
		Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level	Google Academic	The study examined parameters such as area, depth, type, position, and vegetation type and found that optimized absorption treatment can achieve noise reduction.
		Applied Acoustics: Concepts, Absorbers, and Silencers for Acoustical Comfort and Noise Control	Google Academic	In this book, the author describes components for noise control and acoustic comfort, basic concepts and practical examples are included.
		Acoustics in communal libraries: common problems and their solutions	Google Academic	In this thesis, acoustic problems in five libraries were investigated. Problem categories were identified, and solutions were proposed.
		The Building Environment: Active and Passive Control Systems	Google Academic	The book discusses today's rapidly evolving specialized technologies, architects, and designers, that control a building's interior environment.
		Active noise control: Principles and applications	Google Academic	This book discusses various passive and active noise control solutions.
GENERAL ARCHITECTURAL BACKGROUND	Documents that develop architectural projects that have applied the variable in their design	Folk Dance Cultural Center in San Juan de Lurigancho	Repository UPC	This thesis project proposes the implementation of a Cultural Center in the District of San Juan de Lurigancho specializing in folk dance, focusing on the creation of spaces suitable for the development of the proposed activities.
		Music and Dance Cultural Center: City of El Alto, Murillo Province	Repository of Universidad Mayor de San Andrés.	The thesis consists of the presentation of an architectural design for a pilot facility where the arts will be taught, both in music and dance, both classical and folklore.
		Rambleta Cultural Center	Repository of Universitat Politècnica de València	The purpose of this project is to conduct an acoustic study of the main hall of the La Rambleta Cultural Center, seeking improvements in its sound insulation and conditioning.
		Musical Focus Cultural Center for Commune 7, Bucaramanga	Repository of Universidad Santo Tomás	The project is based on a cultural center for Commune 7, focusing on an artistic musical approach, so its design considerations seek to properly manage acoustic comfort.
		Acoustic Architecture and Its Influence on Music Education	Repository of Universidad nacional Pedro Henríquez Ureña	The document tells us how, through acoustic architecture, we can provide communities with functional spaces for music education.
		Acoustic Design Criteria and Sensory Perception for a Music Development Center in the City of Chimbote	Repository of Universidad Cesar Vallejo	The importance of acoustic architecture adapted to musical activities is highlighted, employing appropriate materials and architectural strategies to generate positive sensory perceptions.
		Acoustic Comfort: Irregular Geometry and Materiality for Designing a Multi-Family Home	Repository of Universidad Piloto de Colombia.	Architecture can provide a solution to the problems raised, which in this case relate to acoustic comfort. It is the inclusion of irregular angles that allow for a more suitable space.
		Architectural design of a music conservatory, based on acoustic design to allow for acoustic comfort during activities	Repository of Universidad Privada del Norte	This research corresponds to the application of guidelines oriented towards acoustic design, to improve acoustics.
		Proposal for a library park based on passive acoustic comfort strategies in the Víctor Larco Herrera district	Repository of Universidad Privada del Norte	The purpose of this research was to determine the design guidelines for a proposed library park based on passive acoustic comfort strategies.

Figure 2. Identified General Theoretical and Architectural Backgrounds.

documental, utilizando una muestra de investigaciones científicas, divididas en estudios generales y arquitectónicos. Esta revisión es básicamente una inmersión en el conocimiento actual relacionado con el tema de estudio. Aquí, se enfoca en incluir material científico que brinde una visión completa de la variable desde perspectivas generales y específicamente arquitectónicas.

Para realizar el proceso de selección de los documentos pertinentes, se emplearon buscadores científicos como EBSCO. Para la obtención de los antecedentes teóricos generales se centró la búsqueda en investigaciones científicas, artículos científicos, libros, tesis de maestría o doctorado, que abordaran el tema de investigación de manera teórica, con una antigüedad no mayor a 10 años, aceptando documentos en inglés y en castellano. Se utilizaron palabras claves centrándose en la variable de investigación y el objeto arquitectónico, mientras que para la obtención de los antecedentes arquitectónicos se buscaron entre investigaciones científicas, artículos científicos, tesis de grado, que abordaran el tema de manera arquitectónica. Se extendió la búsqueda a Google Académico, al igual que a repositorios universitarios de rango mundial, entre ellas la Universitat Politècnica de València (UPV), Universidad Piloto de Colombia y Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

Se eligieron los centros culturales como principal objeto de estudio debido al impacto positivo que estos espacios tienen en la sociedad. Además, es esencial reconocer que la cultura desempeña un papel en el desarrollo humano y social. Es clave para definir la identidad y construir un sentido de pertenencia. Sin embargo, en muchos países sigue habiendo una falta de representación cultural. Esto puede ser consecuencia de varios factores, como los problemas relacionados con la desigualdad de acceso a las oportunidades culturales o la falta de infraestructuras culturales adecuadas.¹³

La segunda fase de investigación fue el análisis de los casos seleccionados, que se enfocó en identificar los criterios en la arquitectura existente de forma gráfica y

on a documentary review, and uses a sample of scientific researches which are divided into general and architectural studies. This review is essentially an immersion in current knowledge related to the subject of study. Here, the focus is on including scientific material that provides a comprehensive view of the variable from general and specifically architectural perspectives.

For the selection process of relevant documents, scientific search engines such as EBSCO were used. To obtain general theoretical background, the search was focused on scientific researches, scientific articles, books, and master's or doctoral theses related to the research topic theoretically and being no more than 10 years old. Documents in English and Spanish were accepted. Keywords were used focusing on the research variable and the architectural object. To obtain architectural background, the search was focused on scientific researches, scientific articles, and undergraduate theses related to the topic architecturally. The search was extended to Google Scholar, as well as to world-class university repositories, including the Universitat Politècnica de València (UPV), Universidad Piloto de Colombia, and Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

Cultural centers were chosen as the primary object of study due to the positive impact these spaces have on society. Furthermore, it is essential to recognize that culture plays a role in human and social development. It is key in defining identity and building a sense of belonging. However, in many countries, there continues to be a lack of cultural representation. This can be a consequence of several factors, including challenges related to unequal access to cultural opportunities or the lack of proper cultural infrastructure.¹³

The second phase of research was the analysis of the selected cases. It was focused on using graphics to identify criteria in existing architecture and validate

así validar su pertinencia y funcionalidad. Para esto se hizo una selección finita de 5 edificaciones construidas en distintos países. La información de cada caso fue recopilada de la página web de la empresa responsable de cada proyecto y de los arquitectos encargados de su diseño, así como de referencias en publicaciones de plataformas especializadas en arquitectura, urbanismo y diseño. Los cinco casos seleccionados fueron modelados en 3D, con el objetivo de reconocer y analizar los principios aplicados en éstos. Cada criterio aplicado en el objeto arquitectónico se representó de forma gráfica en el modelo, lo que permitió identificar cómo éstos se plasman en el proyecto.

La selección de los cinco estudios responde a una estrategia de diversidad, y aunque limitada en número, la muestra busca capturar la complejidad del ecosistema de centros culturales contemporáneos, explorando sus múltiples dimensiones. En el plano tipológico y funcional, la selección recorre un espectro amplio de modelos: desde un centro de innovación científica y educativa gestionado por una fundación privada hasta una biblioteca pública de última generación reconocida internacionalmente; pasando por un centro cultural municipal polivalente, un espacio urbano con vocación comunitaria y un centro cultural en una ciudad intermedia con un enfoque temático propio.

Más que un simple catálogo de proyectos, esta selección estratégica reduce sesgos, incrementa la transparencia metodológica y enriquece el análisis comparativo, identificando tanto patrones comunes como particularidades derivadas de la diversidad contextual y tipológica. En conjunto, estos cinco casos ofrecen una visión matizada y profunda sobre la evolución y los desafíos de los centros culturales en la actualidad

Por último, se presentan de manera gráfica los resultados obtenidos en el análisis de las edificaciones seleccionadas. Se utilizan cuadros resumen donde se visualizan los 12 criterios de diseño y cómo se encuentran presentes en los cinco casos de espacios culturales; lo que facilita reconocer la frecuencia en

its relevance and functionality. For this purpose, a finite selection of five buildings constructed in different countries was made. The information for each facility was compiled from the website of the responsible companies and the architects in charge of the design, as well as from references in publications on platforms specializing in architecture, urban planning, and design. The cultural centers were modeled in 3D in order to identify and analyze the applied principles. Each criterion applied to the architectural object was graphically represented in the model, allowing for the identification of how these criteria are reflected in the project.

The selection of the five studies responds to a diversity strategy, and although it is limited in number, the sample aims to capture the complexity of the contemporary cultural center ecosystem, exploring its multiple dimensions. At the typological and functional levels, the selection covers a wide spectrum of models: from a scientific and educational innovation center managed by a private foundation to an internationally recognized state-of-the-art public library; going through a multipurpose municipal cultural center, a community-focused urban space, and a cultural center in a medium-sized city with its own thematic focus.

More than a simple catalog of projects, this strategic selection reduces bias, increases methodological transparency, and enriches the comparative analysis, by identifying common patterns as specific features derived from contextual and typological diversity. These five cases together offer a nuanced and in-depth look into the evolution and challenges that cultural centers are currently facing.

Finally, the results obtained from the analysis of the selected buildings are graphically presented. Summarized tables were used to visualize the 12 design criteria and their presence in the five cultural spaces, making it easier to identify the

Criterios	Dimensión	Autor	Antecedente
1. Aplicación de volúmenes hexagonales alargados con el eje largo paralelo al escenario	Dimensión 1	Gómez Acosta, L. M.	Arquitectura acústica y su influencia en la educación musical
2. Uso de volúmenes deprimidos parcialmente para aislar el ruido generado por las vías cercanas		Chavez Medina, D. A.	Propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo en el distrito de Víctor Larco Herrera – 2021
3. Uso de volumen con muros en zigzag ubicados alrededor del perímetro del espacio.		Montenegro Lemus, J. P.	Confort Acústico: Geometría irregular y materialidad para configurar una vivienda multifamiliar
4. Uso de sustracciones volumétricas para generar retiros con relación a las fachadas		Bradshaw, V.	The Building Environment: Active and Passive Control Systems
5. Uso de espacios monumentales con techos de doble altura.	Dimensión 2	Chavez Medina, D. A.	Propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo en el distrito de Víctor Larco Herrera – 2021
6. Aplicación de volúmenes con techos y plafones inclinados en espacios cerrados		Gómez Acosta, L. M.	Arquitectura acústica y su influencia en la educación musical
7. Uso de espacios con muros no paralelos con ángulos irregulares		Montenegro Lemus, J. P.	Confort Acústico: Geometría irregular y materialidad para configurar una vivienda multifamiliar
8. Uso de techo abovedado curvo proporcional al tamaño del espacio		Hochgraf, K. A.	The Art of Concert Hall Acoustics: Current Trends and Questions in Research and Design
9. Uso de estructuras verticales cubiertas de vegetación orientados a las fachadas	Dimensión 3	Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L.F., Bures, S., Álvaro, J.E., Erkoreka, A., & Urrestarazu, M.	Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics
10. Aplicación de fachada de doble piel con vidrio		Tauber, C., Bajraktari, E., Lechleitner, J., Pont, U., & Mahdavi, A.	Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling)
11. Aplicación de sistemas de cubiertas verdes no recorribles		Yang, H. S., Kang, J., & Choi, M. S.	Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level. Building and Environment
12. Aplicación de espacios con techos dobles con una configuración de “diente de sierra”.		Salvador Gortaire, M. A.	Propuesta de acondicionamiento acústico y aislamiento sonoro del Centro Cultural Sucúa. (Tesis de pregrado)

Figura 3. Criterios de diseño encontrados en los antecedentes teóricos y arquitectónicos.

la que estos criterios se aplican en estos. A partir de esto, se generan 12 lineamientos teóricos de diseño arquitectónico (Figura 3).

Limitante

La principal limitante de la investigación radica en su carácter cualitativo y en la metodología utilizada para el análisis de los casos de estudio. Dado que el estudio se ha basado exclusivamente en modelados 3D y fuentes documentales, no se ha realizado una verificación *in situ* de las edificaciones

frequency with which these criteria are applied. From this, 12 theoretical architectural design guidelines were generated (Figure 3).

Limitation

The main limitation of the research lies in its qualitative feature and the methodology used for the analysis of the case studies. Since the study was based exclusively on 3D models and documentary sources, the analyzed buildings were not verified *in situ*. This means that the data

Criteria	Dimension	Author	Background
1. Application of elongated hexagonal volumes with the long axis parallel to the stage	Dimension 1	Gómez Acosta, L. M.	Acoustic Architecture and Its Influence on Music Education
2. Use of partially depressed volumes to isolate noise generated by nearby roads		Chavez Medina, D. A.	Proposal for a Library Park Based on Passive Acoustic Comfort Strategies in the Victor Larco Herrera District – 2021
3. Use of zigzag walls located around the perimeter of the space		Montenegro Lemus, J. P.	Acoustic Comfort: Irregular Geometry and Materiality for Configuring a Multi-Family Home
4. Use of volumetric subtractions to create setbacks from the facades		Bradshaw, V.	The Building Environment: Active and Passive Control Systems
5. Use of monumental spaces with double-height ceilings	Dimension 2	Chavez Medina, D. A.	Proposal for a Library Park Based on Passive Acoustic Comfort Strategies in the Victor Larco Herrera District – 2021
6. Application of volumes with sloping ceilings and soffits in enclosed spaces		Gómez Acosta, L. M.	Acoustic Architecture and Its Influence on Music Education
7. Use of spaces with non-parallel walls at irregular angles		Montenegro Lemus, J. P.	Acoustic Comfort: Irregular Geometry and Materiality for Configuring a Multi-Family Home
8. Use of a curved vaulted ceiling proportional to the size of the space		Hochgraf, K. A.	The Art of Concert Hall Acoustics: Current Trends and Questions in Research and Design
9. Use of vertical structures covered with vegetation facing the facades	Dimension 3	Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L.F., Bures, S., Álvaro, J.E., Erkoreka, A., & Urrestarazu, M.	Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics
10. Application of double-skin glass facades		Tauber, C., Bajraktari, E., Lechleitner, J., Pont, U., & Mahdavi, A.	Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling)
11. Application of non-walkable green roof systems		Yang, H. S., Kang, J., & Choi, M. S.	Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level. Building and Environment
12. Application of double-roofed spaces with a “sawtooth” configuration.		Salvador Gortaire, M. A.	Proposal for acoustic conditioning and sound insulation of the Sucúa Cultural Center.

Figure 3. Design criteria found in theoretical and architectural backgrounds.

analizadas. Esto implica que los datos obtenidos provienen de representaciones virtuales y referencias bibliográficas, sin la posibilidad de contrastarlos con observaciones directas en el entorno construido. En consecuencia, no se han podido considerar factores como la percepción sensorial real de los espacios, el comportamiento acústico en condiciones de uso, ni las dinámicas específicas del contexto en el que se insertan los proyectos.

obtained comes from virtual representations and bibliographic references, without the possibility of comparing them with direct observations in the built environment. As a consequence, factors such as the actual sensory perception of the spaces, the acoustic behavior under conditions of use, and the specific dynamics of the context in which the projects are located could not be considered.

RESULTADOS

Los espacios culturales en el ámbito global

Con el fin de mostrar la importancia de los métodos pasivos para el control del ruido en espacios culturales, se realizó un estudio de 5 casos internacionales y así detectar qué criterios analizados se ven reflejados en la arquitectura de estas edificaciones, y a partir de ello obtener una lista de 11 lineamientos de diseño arquitectónico. A continuación, se muestra el análisis gráfico y cualitativo de cada caso a través de distintos gráficos 3D.

Se analizó el Centro Cultural La Quintaine (Figura 4), ubicado en Francia, construido en 2017; el centro cultural Opificio Golinelli (Figura 5), ubicado en Italia y construido en 2015; el centro cultural La Gota (Figura 6), ubicado en España, la plaza cultural Norte (Figura 7), ubicada en Perú, construido en 2016 y la biblioteca Gabriel García Márquez (Figura 8), ubicada en España, construido en 2022.

Después de analizar los 5 casos arquitectónicos, se verificaron los criterios obtenidos aplicados en la arquitectura de los mismos, siendo verificados y obteniendo los 11 lineamientos de diseño arquitectónico (Figura 9).

CONCLUSIONES

Esta investigación abrió el camino hacia nuevas comprensiones de cómo los métodos pasivos de control de ruido se entrelazan con la planificación de espacios arquitectónicos destinados a la exhibición y difusión de la cultura. Esta exploración se basó en un estudio profundo de antecedentes teóricos y arquitectónicos, así como en un análisis detallado de casos seleccionados a nivel global.

La Figura 9 presenta una recopilación de 11 lineamientos de diseño arquitectónico, obtenidos a través de un análisis riguroso. Éstos se manifiestan en aspectos como la volumetría, la distribución de espacios y los

RESULTS

Cultural spaces in the global context

In order to demonstrate the importance of passive methods for noise control in cultural spaces, a study of five international buildings was conducted to identify which analyzed criteria are reflected in the architecture of these buildings. From this, a list of 11 architectural design guidelines was obtained. Below, there is a graphic and qualitative analysis of each case using various 3D graphics.

The following places were analyzed: La Quintaine Cultural Center (Figure 4), located in France and built in 2017. The Opificio Golinelli Cultural Center (Figure 5), located in Italy and built in 2015. La Gota Cultural Center (Figure 6), located in Spain. The Plaza Cultural Norte (Figure 7), located in Peru and built in 2016. The Gabriel García Márquez Library (Figure 8), located in Spain and built in 2022.

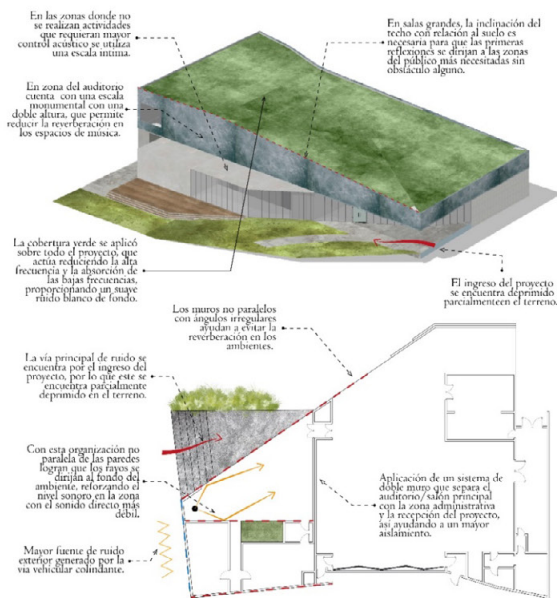
After analyzing the 5 architectural cases, the criteria applied in their architecture were verified, and 11 architectural design guidelines were obtained (Figure 9).

CONCLUSIONS

This research opened the path for new understandings of how passive noise control methods interconnect with the planning of architectural spaces intended for the exhibition and dissemination of culture. This exploration was based on an in-depth study of theoretical and architectural backgrounds, as well as a detailed analysis of selected cases worldwide.

Figure 9 introduces a compilation of 11 architectural design guidelines, obtained through rigorous analysis. These guidelines are manifested in aspects such as volumetry, space

Caso N°1: Centro Cultural La Quintaine



COBERTURAS VEGETALES



El edificio se ubicó tangente al perímetro exterior que delimita esta zona, orientado para limitar la contaminación acústica para quienes viven en viviendas al sur de la parcela.

Objeto ubicado en el extremo opuesto del terreno a la ubicación de las viviendas.

Mayor fuente de ruido exterior generado por la vía vehicular colindante.

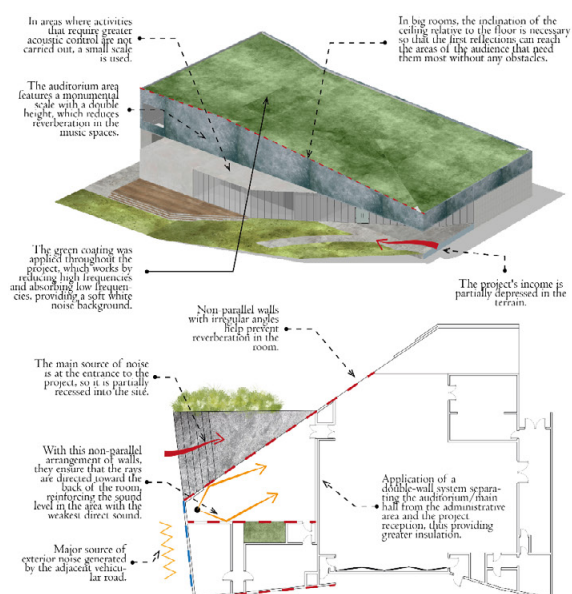
El edificio se ubicó tangente al perímetro exterior que delimita esta zona, orientado para limitar la contaminación acústica para quienes viven en viviendas al sur de la parcela.

Objeto ubicado en el extremo opuesto del terreno a la ubicación de las viviendas.

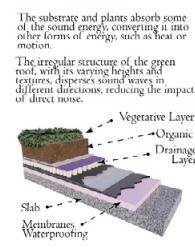
Mayor fuente de ruido exterior generado por la vía vehicular colindante.

Objeto ubicado en el extremo opuesto del terreno a la ubicación de las viviendas.

Case No. 1: La Quintaine Cultural Center



VEGETABLE COVERS



The building was located tangent to the exterior perimeter that delimits this area, oriented to limit noise pollution for those living in homes south of the plot.

Objeto ubicado en el extremo opuesto del terreno a la ubicación de las viviendas.

Mayor fuente de ruido exterior generado por la vía vehicular colindante.

El edificio se ubicó tangente al perímetro exterior que delimita esta zona, orientado para limitar la contaminación acústica para quienes viven en viviendas al sur de la parcela.

Objeto ubicado en el extremo opuesto del terreno a la ubicación de las viviendas.

Mayor fuente de ruido exterior generado por la vía vehicular colindante.

Objeto ubicado en el extremo opuesto del terreno a la ubicación de las viviendas.

Figura 4. Análisis gráfico del caso N°1.

Figure 4. Graphic analysis of case no. 1.

Caso N° 2: Centro Cultural Opificio Golinelli

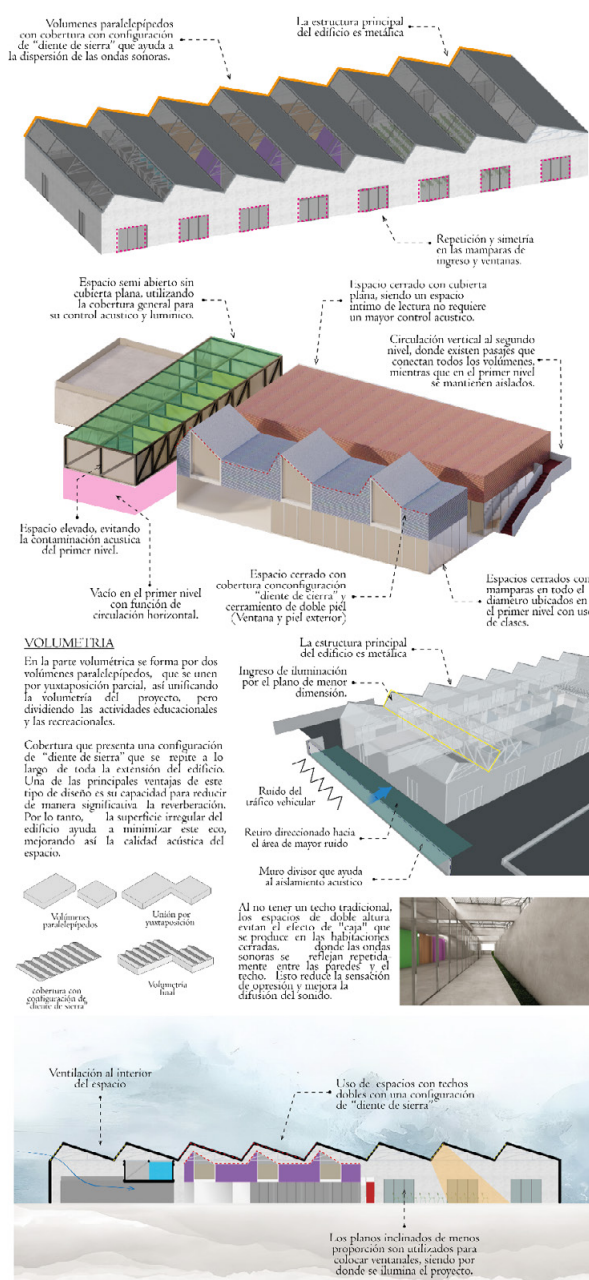


Figura 5. Análisis gráfico del caso N°2.

Case No. 2: Opificio Golinelli Cultural Center

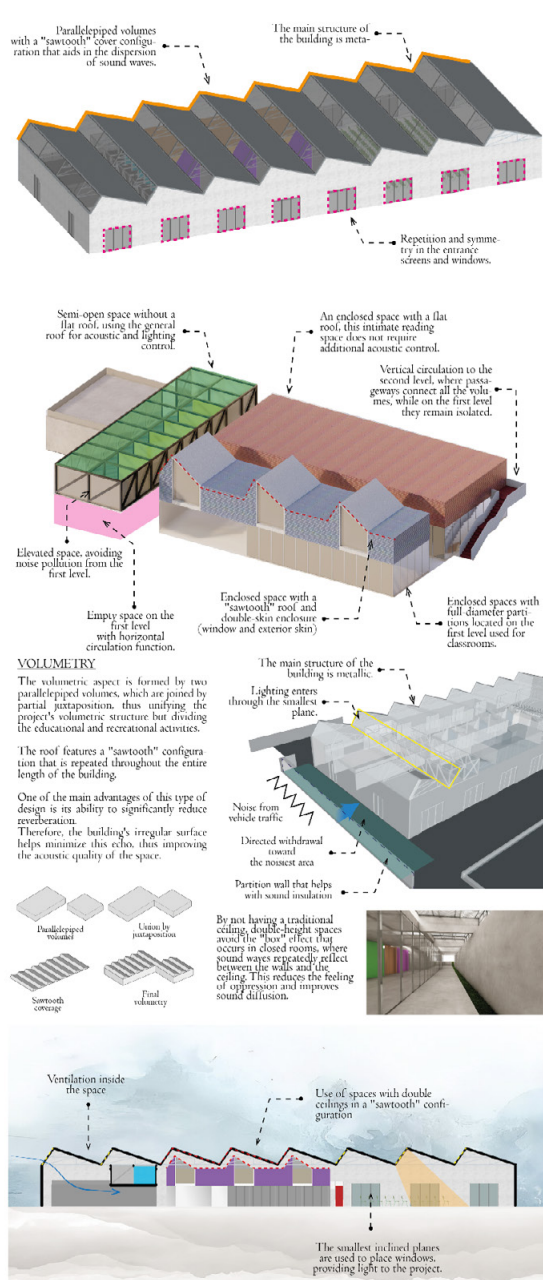
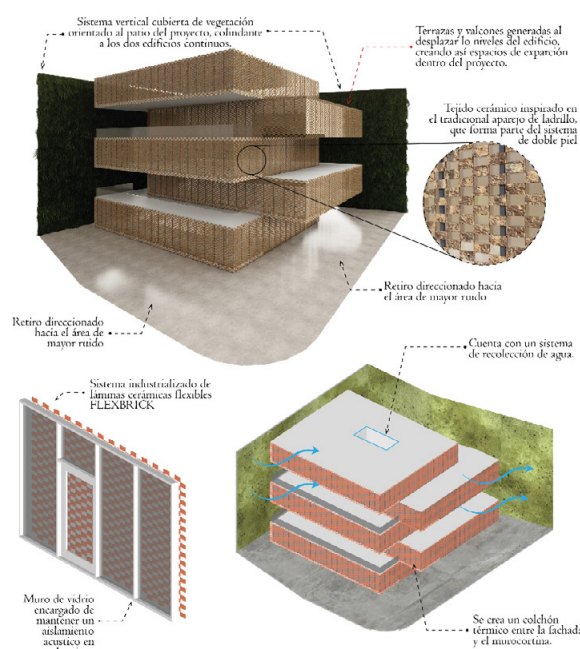


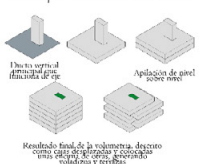
Figure 5. Graphic analysis of case no. 2.

Caso N° 3: Centro Cultural La Gota

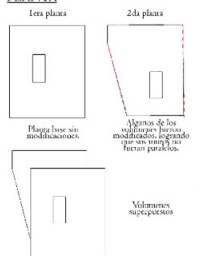


VOLUMETRIA

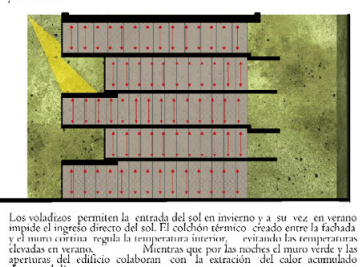
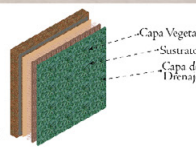
El centro cultural cuenta con 5 niveles donde se desarrollan actividades de exhibición. Este diseño arquitectónico se caracteriza por su distintiva forma, que se describe como "una caja de zapatos" colocada sobre otra. Esta disposición se destaca por un ligero desplazamiento a lo largo de un eje vertical. En este eje se encuentran el ducto que facilita la circulación dentro del edificio, funcionando como una columna vertebral para toda la estructura. Este desplazamiento crea varias terrazas.



PLANTA

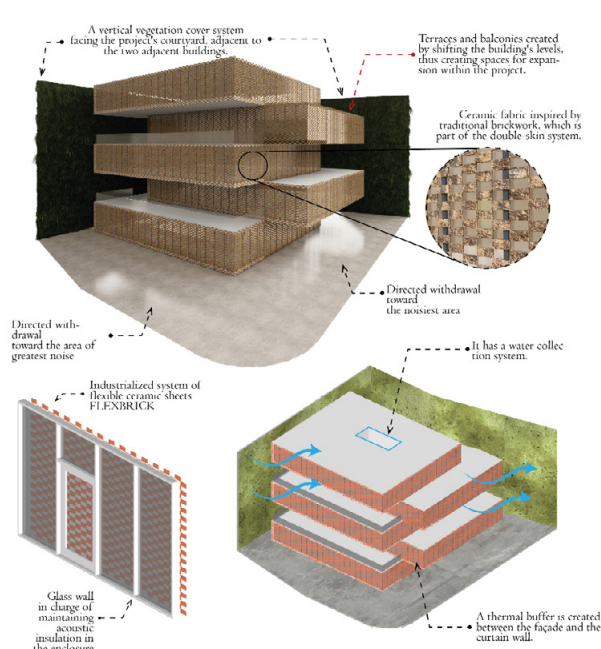


Se usó un sistema vertical cubierta de vegetación orientado al patio del proyecto, colindante a los dos edificios contiguos, así evitar que cualquier ruido del centro afecte a las viviendas, ni viceversa. Según la descripción del arquitecto este sistema de cubierta vegetal no solo cumple una función acústica, sino que también aporta beneficios estéticos y medioambientales, creando un espacio más agradable y sostenible.



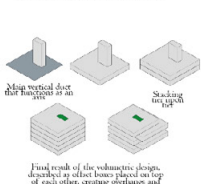
Los voladizos permiten la entrada del sol en invierno y a su vez, en verano impide el ingreso directo del sol. El colchón térmico creado entre la fachada y el muro sosten regula la temperatura interior, evitando las temperaturas elevadas en verano. Mientras que por las noches el muro verde y las aperturas del edificio colaboran con la extracción del calor acumulado durante el día.

Case No. 3: La Gota Cultural Center

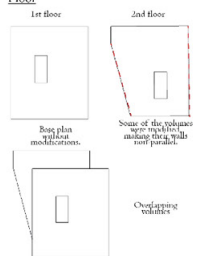


VOLUMETRIA

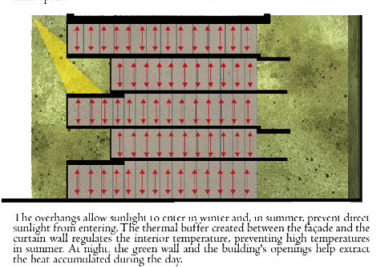
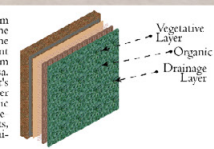
The cultural center has five levels where exhibition activities take place. This architectural design is characterized by its distinctive shape, which is described as "a shoe box" placed on top of another. This arrangement is highlighted by a slight shift along a vertical axis. Along this axis is the duct that facilitates circulation within the building, functioning as a backbone for the entire structure. This shift creates several terraces.



FLOOR



A vertical vegetation cover system was used, oriented toward the project's courtyard, adjacent to the two adjacent buildings, to prevent any noise from the center from affecting the homes, and vice versa. According to the architect's description, this vegetation cover system not only serves an acoustic function, but also provides aesthetic and environmental benefits, creating a more pleasant and sustainable space.



The overhangs allow sunlight to enter in winter and, in summer, prevent direct sunlight from entering. The thermal buffer created between the facade and the curtain wall regulates the interior temperature, preventing high temperatures in summer. At night, the green wall and the building's openings help extract the heat accumulated during the day.

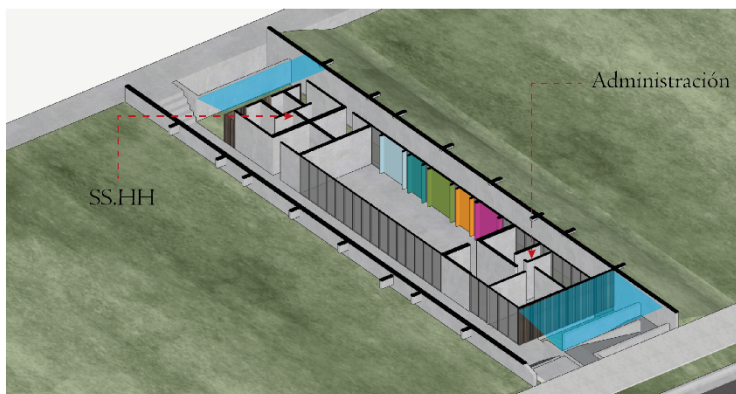
Figura 6. Análisis gráfico del caso N° 3.

Figure 6. Graphic analysis of case no. 3.

Caso N° 4: Plaza Cultural Norte



El proyecto cuenta con una circulación lineal, que conecta ambos ingresos por un único patio, que a su vez conecta todos los espacios, tanto administrativos, como de servicio y culturales, se encuentra en su mayoría incrustado en el terreno (2.30 metros), exceptuando la estructura superior, que abarca las 5 coberturas inclinadas en diferentes direcciones, estas coberturas cuentan con vegetación, logrando que las distintas capas que conforman las cubiertas puedan absorber y dispersar las ondas sonoras del exterior. Y conecta un lado de la vía con un sendero del parque donde está ubicado.



Ambos extremos del proyecto cuentan con un retiro donde se ubican dos patios, mientras que el espacio principal de las actividades culturales se ubica justo en el centro del espacio, siendo seguido por los servicios higiénicos y la zona administrativa, siendo así que este salón multifuncional es el que se ubica más lejano del ruido exterior.

A pesar de que los ambientes cuentan con una configuración prismática con escala íntima, todos sus ambientes cuentan con los techos inclinados que evitan el paralelismo con el piso, siendo esta su estrategia para evitar la propagación de ecos, y a la vez cuentan con cubiertas verdes no recorribles, lo que ayuda a generar un mejor aislamiento acústico al interior.

Los ambientes se ventilan e iluminan a través de los diversos patios y pasillos que rodean todo el proyecto, y a la vez por las ventanas laterales que se generan en un extremo de los techos inclinados, al contar con dos pasillos a ambos lados del salón cultural, se permite una ventilación cruzada. El salón multiusos cuenta con un cerramiento de mamparas en un extremo, permitiendo que se desarrollen actividades en el interior que se puedan apreciar desde el pasillo de circulación, por el otro extremo cuenta con cinco muros no planos de distintos tamaños intercalados de ventanas.

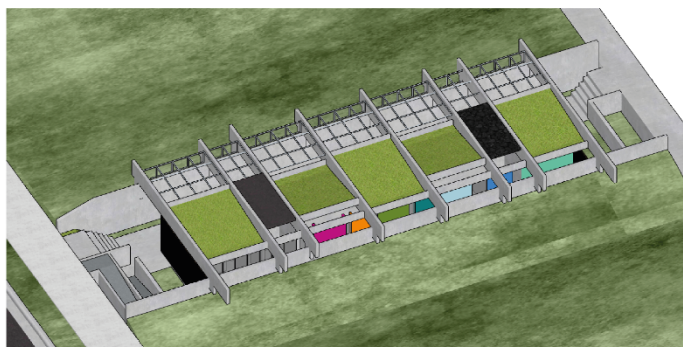
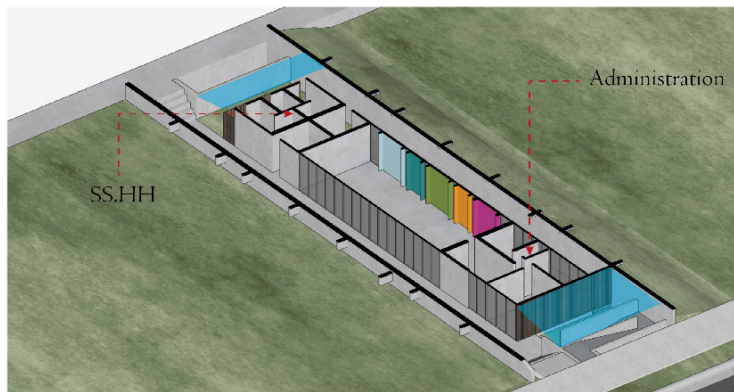


Figura 7. Análisis gráfico del caso N°4.

Case No. 4: Plaza Cultural Norte



The project features a linear circulation system that connects both entrances through a single courtyard, which in turn connects all the spaces—administrative, service, and cultural—most of which are embedded in the ground (2.30 meters), except for the upper structure, which encompasses five roofs sloping in different directions. These roofs feature vegetation, allowing the different layers that make up the roofs to absorb and disperse sound waves from the outside. It also connects one side of the road with a path in the park where it is located.



Both ends of the project feature a recess containing two courtyards, while the main space for cultural activities is located right in the center of the space, followed by the restrooms and the administrative area. This multifunctional room is the furthest from outside noise.

Although the spaces have a prismatic configuration with an intimate scale, all spaces feature sloping ceilings that avoid parallelism with the floor. This strategy is to prevent the propagation of echoes. They also feature non-walkable green roofs, which help provide better sound insulation inside.

The rooms are ventilated and illuminated through the various courtyards and hallways that surround the entire project, as well as through the cantilevered windows at one end of the sloping ceilings. The two hallways on either side of the cultural hall allow for cross-ventilation. The multipurpose hall has a partition wall at one end, allowing for indoor activities that can be viewed from the circulation hallway. The other end features five non-flat walls of varying sizes interspersed with windows.

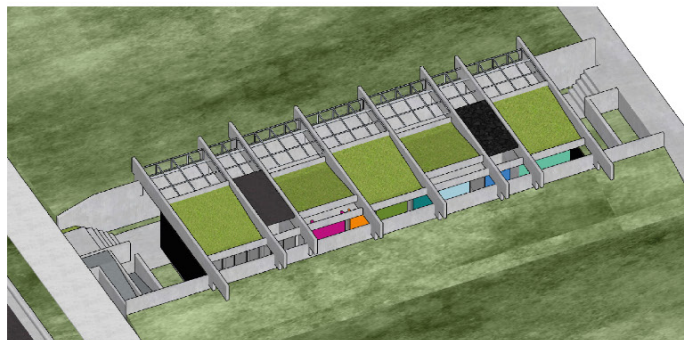


Figure 7. Graphic analysis of case no. 4.

Caso N° 5: Biblioteca Gabriel García Márquez

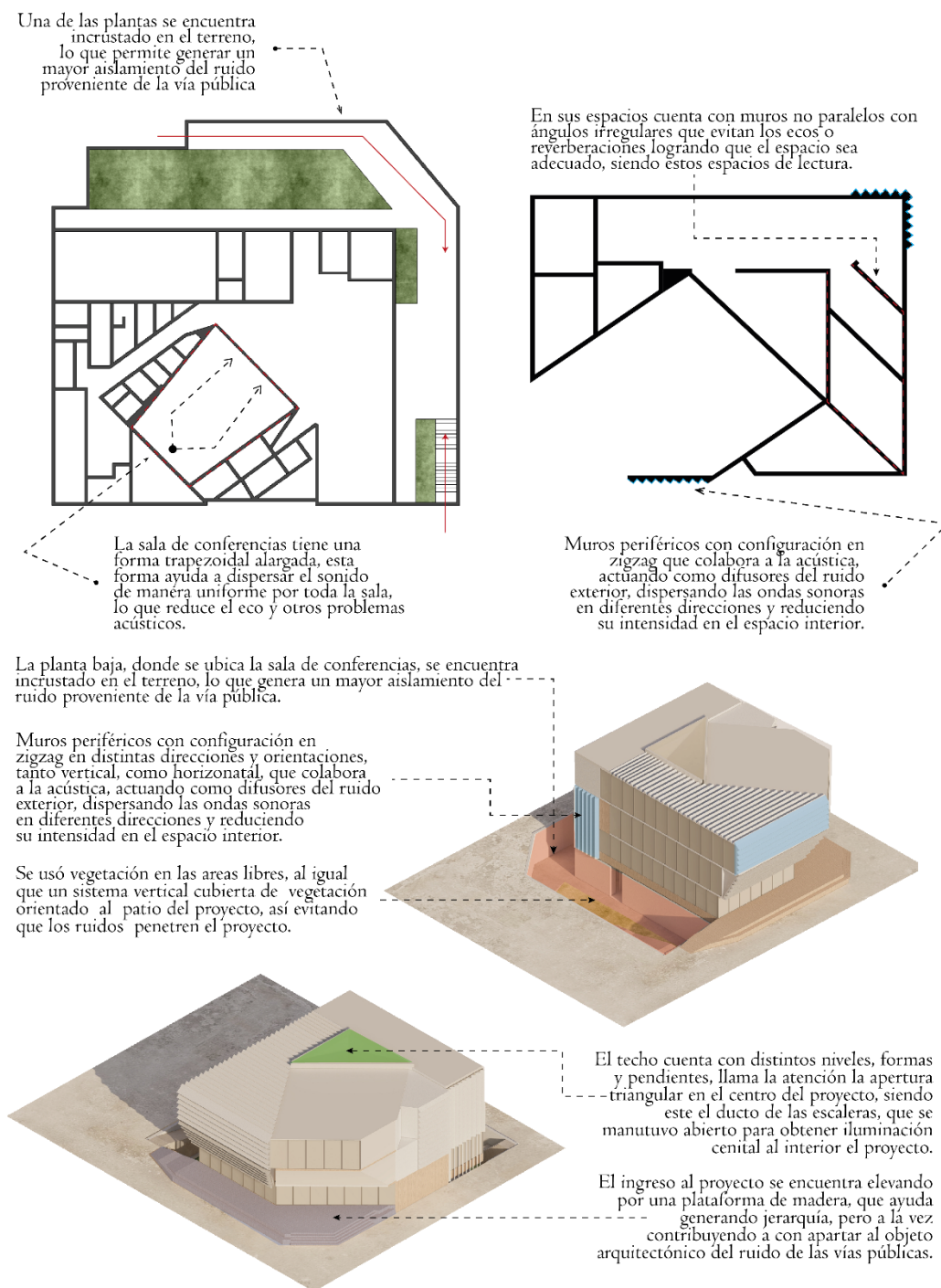


Figura 8. Análisis gráfico del caso N° 5.

Case No. 5: Gabriel García Márquez Library

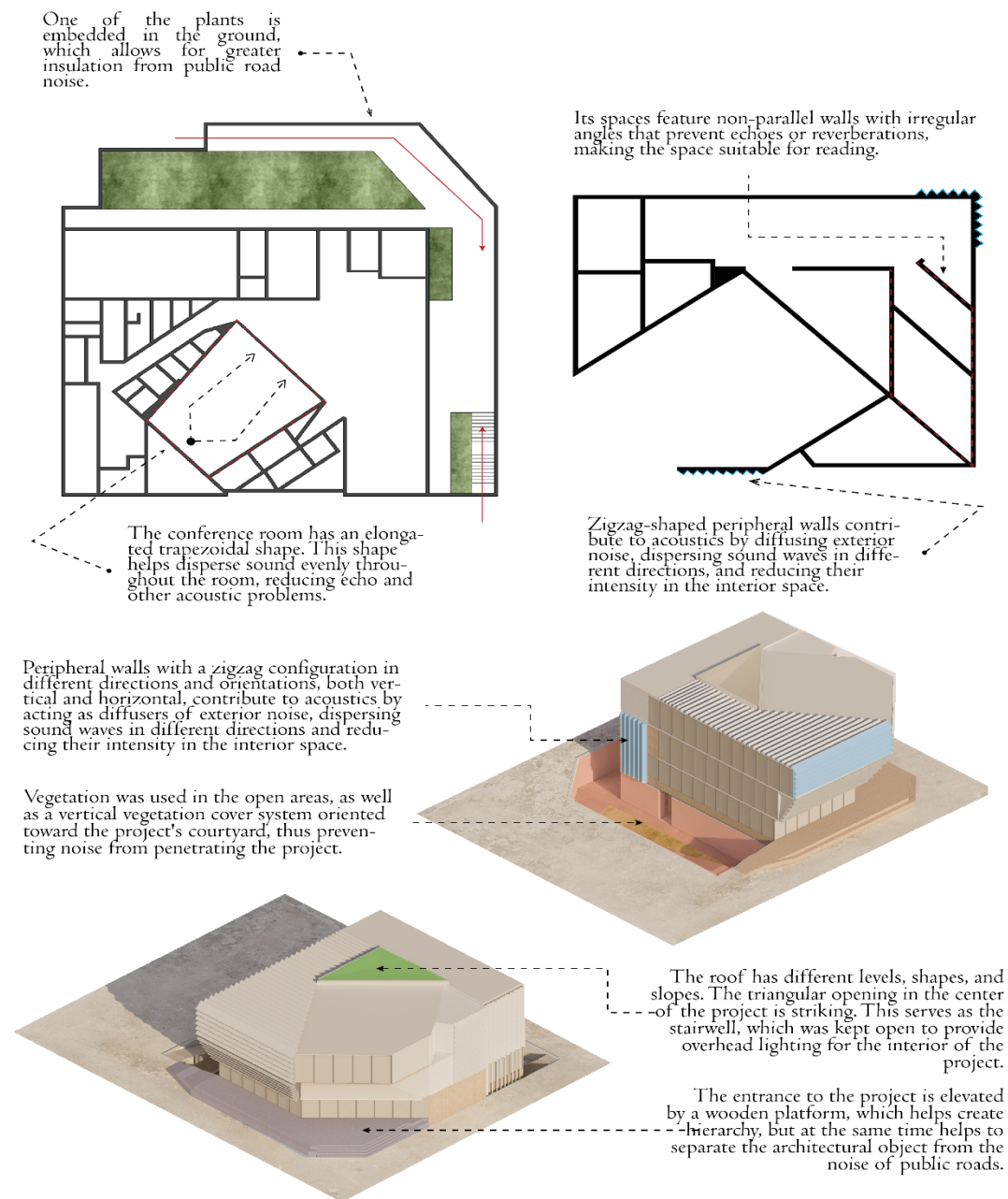


Figure 8. Graphic analysis of case no. 5.

Caso	Criterios analizados	Líneamientos de diseño obtenidos
Centro cultural La Quintaine	Aplicación de volúmenes regulares con techos inclinados en espacios cerrados para evitar el paralelismo con el piso y ayudar a la buena reflexión del sonido. Uso de volúmenes paralelepípedos deprimidos parcialmente en el terreno con relación a las vías más transitadas. Aplicación de volúmenes ortogonales sustraídos en relación a la forma del proyecto para generar patios que ayuden a la dispersión del ruido Aplicación de volúmenes cúbicos con cubiertas verdes no recorribles en zonas de lectura para absorber y dispersar las ondas sonoras. Uso de espacios con muros no paralelos con ángulos irregulares que evitan los ecos o reverberaciones logrando que el espacio sea adecuado. Aplicación de espacios con sistema de paredes dobles con cámara de aire intermedia para aumentar el aislamiento Uso de espacios monumentales con techos de doble altura en relación a las zonas de uso musical que reducen la reverberación.	1. Aplicación de volúmenes regulares con techos inclinados en espacios cerrados como estrategia acústica que evita el paralelismo con el piso, para romper la monotonía de las superficies paralelas y modificar la trayectoria de las ondas sonoras, dispersándolas en diferentes direcciones y evitando que se concentren en un solo punto, generando volúmenes que generen meno reverberaciones. 2. Aplicación de volúmenes trapezoides alargados con el eje largo paralelo al escenario como elemento amplificador del sonido, para forma ayudar a dispersar el sonido de manera uniforme por toda la sala, lo que reduce el eco y otros problemas acústicos. 3. Uso de volumen prismáticos con muros en zigzag ubicados alrededor del perímetro del volumen para que actúen como difusores del ruido exterior, dispersando las ondas sonoras en diferentes direcciones y reduciendo su intensidad en el espacio interior. 4. Uso de volúmenes paralelepípedos deprimidos parcialmente en el terreno con relación a las vías más transitadas como estrategia de aislamiento acústico para que la masa de material sólido absorba y disperse las ondas sonoras, reduciendo el nivel de ruido exterior que ingresa al interior. 5. Aplicación de volúmenes cúbicos con cubiertas verdes no recorribles a lo largo de las zonas culturales que requieran un aislamiento acústico para que las distintas capas que conforman las cubiertas puedan absorber y dispersar las ondas sonoras del exterior. 6. Uso de espacios con techos dobles con una configuración de "diente de sierra" para crear una superficie irregular que disperse las ondas sonoras en diferentes direcciones, ayudando a reducir la reverberación que se produce cuando las ondas sonoras rebotan en las superficies planas. 7. Uso de espacios con muros no paralelos con ángulos irregulares tanto en muros perimétricos como en muros interiores para evitar los ecos o reverberaciones logrando que el espacio sea adecuado. 8. Aplicación de espacios con sistema de paredes dobles con cámara de aire intermedia para crear una barrera física que dificulta la transmisión del sonido, la cámara de aire intermedia actúa como un aislante acústico, ya que las ondas sonoras deben atravesar este espacio y perder energía en el proceso. 9. Uso de espacios monumentales con techos de doble altura con relación a las zonas de uso musical para proporcionar un mayor volumen de aire, lo que permite que las ondas sonoras se propaguen con mayor libertad y sin tantas reflexiones, así reducir la reverberación y el eco, creando un ambiente acústico más claro y agradable. 10. Aplicación de fachada de doble piel con vidrio en relación a las fuentes de ruido exterior para generar una barrera acústica, ya que las dos capas separadas de la fachada actúan como una doble barrera, dificultando la transmisión directa de las ondas sonoras, impidiendo la transmisión directa del sonido desde el exterior hacia el interior del edificio. 11. Uso de estructuras verticales cubiertas de vegetación orientados a las fachadas y patios del proyecto para generar una barrera acústica natural con las hojas y el sustrato de las plantas, que actúen como absorbentes acústicos, atrapando y disipando la energía de las ondas sonoras que evitan el ingreso del ruido exterior.
Centro cultural Opificio Golinelli	Aplicación de volúmenes regulares con techos inclinados en espacios cerrados para evitar el paralelismo con el piso y ayudar a la buena reflexión del sonido. Uso de espacios con techos dobles con una configuración de "diente de sierra" Uso de espacios monumentales con techos de doble altura en relación a las zonas de uso musical que reducen la reverberación.	
Centro cultural La gota	Aplicación de volúmenes ortogonales sustraídos en relación a la forma del proyecto para generar patios que ayuden a la dispersión del ruido Uso de espacios con muros no paralelos con ángulos irregulares que evitan los ecos o reverberaciones logrando que el espacio sea adecuado. Aplicación de fachada de doble piel con vidrio en relación a las fuentes de ruido para generar una barrera acústica. Uso de estructuras verticales cubiertas de vegetación orientados a las fachadas y patios del proyecto.	
Plaza Cultural Norte	Aplicación de volúmenes regulares con techos inclinados en espacios cerrados para evitar el paralelismo con el piso y ayudar a la buena reflexión del sonido. Uso de volúmenes paralelepípedos deprimidos parcialmente en el terreno con relación a las vías más transitadas. Aplicación de volúmenes ortogonales sustraídos en relación a la forma del proyecto para generar patios que ayuden a la dispersión del ruido Aplicación de volúmenes cúbicos con cubiertas verdes no recorribles en zonas de lectura para absorber y dispersar las ondas sonoras.	
Biblioteca Gabriel García Márquez	Aplicación de volúmenes trapezoides alargados con el eje largo paralelo al escenario, que reflejan las ondas sonoras de manera controlada. Uso de volúmenes paralelepípedos deprimidos parcialmente en el terreno con relación a las vías más transitadas. Uso de volumen prismáticos con muros en zigzag ubicados alrededor del perímetro del espacio, actuando como difusores. Uso de espacios con muros no paralelos con ángulos irregulares que evitan los ecos o reverberaciones logrando que el espacio sea adecuado. Uso de espacios monumentales con techos de doble altura en relación a las zonas de uso musical que reducen la reverberación.	

Figura 9. Resumen de los 5 casos analizados y obtención de los lineamientos de diseño.

Case	Criteria analyzed	Design guidelines obtained
Centro cultural La Quintarne	Application of regular volumes with sloping roofs in enclosed spaces to avoid parallelism with the floor and promote sound reflection. Use of parallelepiped volumes partially depressed into the terrain relative to the busiest roads. Application of orthogonal volumes subtracted from the project's shape to generate courtyards that aid noise dispersion. Application of cubic volumes with non-walkable green roofs in reading areas to absorb and disperse sound waves. Use of spaces with non-parallel walls at irregular angles to avoid echoes or reverberations, achieving a suitable space. Application of spaces with a double-wall system with an intermediate air chamber to increase insulation. Use of monumental spaces with double-height ceilings in musical areas to reduce reverberation.	1. Application of regular volumes with sloping ceilings in enclosed spaces as an acoustic strategy that avoids parallelism with the floor, breaking the monotony of parallel surfaces and modifying the trajectory of sound waves, dispersing them in different directions and preventing them from concentrating in a single point, creating volumes that generate less reverberation. 2. Application of elongated trapezoidal volumes with the long axis parallel to the stage as a sound-amplifying element, helping to disperse sound evenly throughout the room, reducing echo and other acoustic problems. 3. Use of prismatic volumes with zigzag walls located around the perimeter of the volume to act as diffusers of outside noise, dispersing sound waves in different directions and reducing their intensity in the interior space. 4. Use of parallelepiped volumes partially depressed into the terrain relative to the busiest roads as a sound insulation strategy so that the solid material mass absorbs and disperses sound waves, reducing the level of exterior noise entering the interior.
Centro cultural Opificio Golinelli	Application of regular volumes with sloped ceilings in enclosed spaces to avoid parallelism with the floor and promote sound reflection. Use of spaces with double ceilings in a "sawtooth" configuration. Use of monumental spaces with double-height ceilings in musical areas to reduce reverberation.	5. Application of cubic volumes with non-walkable green roofs along cultural areas that require sound insulation so that the different layers that make up the roofs can absorb and disperse sound waves from the outside. 6. Use of spaces with double roofs with a "sawtooth" configuration to create an irregular surface that disperses sound waves in different directions, helping to reduce the reverberation that occurs when sound waves bounce off flat surfaces.
Centro cultural La gota	Application of orthogonal volumes subtracted from the project's shape to create courtyards that aid noise dispersion. Use of spaces with non-parallel walls at irregular angles to prevent echoes or reverberations, achieving a suitable space. Application of a double-skin glass façade relative to noise sources to create an acoustic barrier. Use of vertical structures covered with vegetation facing the project's façades and courtyards.	7. Use of spaces with non-parallel walls at irregular angles on both perimeter and interior walls to avoid echoes or reverberations, ensuring a suitable space. 8. Application of double-walled spaces with an intermediate air chamber to create a physical barrier that hinders sound transmission. The intermediate air chamber acts as an acoustic insulator, as sound waves must pass through this space and lose energy in the process.
Plaza Cultural Norte	Application of regular volumes with sloping roofs in enclosed spaces to avoid parallelism with the floor and promote sound reflection. Use of parallelepiped volumes partially depressed into the terrain relative to the busiest roads. Application of orthogonal volumes subtracted from the project's shape to generate courtyards that aid noise dispersion. Application of cubic volumes with non-walkable green roofs in reading areas to absorb and disperse sound waves.	9. Use of monumental spaces with double-height ceilings in relation to music venues to provide greater air volume, allowing sound waves to propagate more freely and without as many reflections, thus reducing reverberation and echo, creating a clearer and more pleasant acoustic environment.
Biblioteca Gabriel García Márquez	Application of elongated trapezoidal volumes with the long axis parallel to the stage, which reflect sound waves in a controlled manner. Use of parallelepiped volumes partially depressed into the terrain relative to the busiest roads. Use of prismatic volumes with zigzag walls located around the perimeter of the space, acting as diffusers. Use of spaces with non-parallel walls at irregular angles to prevent echoes or reverberations, achieving a suitable space. Use of monumental spaces with double-height ceilings in relation to musical areas to reduce reverberation.	10. Application of a double-skin glass façade in relation to external noise sources to create an acoustic barrier, as the two separate layers of the façade act as a double barrier, hindering the direct transmission of sound waves and preventing direct sound transmission from the outside to the inside of the building. 11. Use of vertical structures covered with vegetation facing the façades and patios of the project to create a natural acoustic barrier with the leaves and substrate of the plants, which act as acoustic absorbers, trapping and dissipating the energy of the sound waves that prevent the entry of outside noise.

Figure 9. Summary of the 5 analyzed cases and the obtaining of the design guidelines.

detalles particulares de cada diseño. En primer lugar, en lo que respecta a las estrategias de composición volumétrica que favorecen una distribución adecuada del sonido, se destaca la aplicación de volúmenes regulares con techos inclinados,¹⁴ un aspecto de media repercusión en los casos analizados, así como el uso de volúmenes paralelepípedos deprimidos parcialmente.¹⁵ También se observa la aplicación de volúmenes cúbicos con cubiertas verdes no transitables, presente en varios casos,¹⁶ y la implementación de volúmenes trapezoidales alargados, un aspecto de menor repercusión.¹⁷

En segundo lugar, en lo referente a la distribución espacial, se observa el uso de espacios con muros no paralelos y ángulos irregulares en la mayoría de los casos.¹⁸ Esta estrategia es altamente efectiva para evitar ecos o reverberaciones no deseadas, lo que resulta en un ambiente acústicamente adecuado. Este criterio tiene una repercusión mediana, similar a la del uso de espacios monumentales con techos de doble altura.¹⁹ Ambas estrategias buscan romper la monotonía de las superficies paralelas y alterar el camino de las ondas sonoras, dispersándolas en diferentes direcciones y evitando que se concentren en un solo punto. Esto genera volúmenes que producen menos reverberaciones. En este mismo sentido, se observa un uso menos frecuente de espacios con sistemas de paredes dobles.

Por último, en lo que respecta a los elementos que contribuyen a la acústica de los ambientes, se destaca la aplicación de fachadas de doble piel con vidrio,²⁰ y el uso de estructuras verticales cubiertas de vegetación. Estos aspectos actúan como barreras acústicas efectivas.

Al concluir el análisis de los cinco casos internacionales, se pudo corroborar la relevancia de los 12 criterios analizados. Cada uno de ellos, en su respectiva medida, aportó valiosas ideas para el diseño de espacios acústicamente eficientes para espacios culturales. Los lineamientos obtenidos de antecedentes teóricos y arquitectónicos se

distribución, and particular details of each design. First, regarding volumetric composition strategies that favor adequate sound distribution, we point out the application of regular volumes with sloping roofs,¹⁴ a medium-impact aspect in the analyzed cases, and the use of partially-depressed parallelepiped volumes.¹⁵ The application of cubic volumes with non-walkable green roofs is also observed in several cases,¹⁶ and the implementation of elongated trapezoidal volumes, an aspect of less impact.¹⁷

Second, regarding spatial layout, the use of spaces with non-parallel walls and irregular angles is observed in most cases.¹⁸ This strategy is highly effective for avoiding unwanted echoes or reverberations, resulting in an acoustically appropriate environment. This criterion has a moderate impact, similar to the use of monumental spaces with double-height ceilings.¹⁹ Both strategies aim to break the monotony of parallel surfaces and alter the path of sound waves, by dispersing them in different directions and preventing them from concentrating in a single point. This generates volumes that produce less reverberation. Similarly, a less frequent use of spaces with double-wall systems is observed.

Finally, regarding the elements that contribute to the acoustics of the environments, we point out the application of double-skin glass facades,²⁰ and the use of vertical structures covered with vegetation.²¹ These aspects act as effective acoustic barriers.

The analysis of the five international cases confirmed the relevance of the 12 studied criteria, and demonstrated how each, in its respective measure, contributes to the design of acoustically efficient spaces for cultural contexts. The guidelines taken from theoretical and architectural backgrounds were applied to the cultural and recreational

aplicaron en las zonas culturales y recreativas de los distintos espacios para la difusión y exhibición para la cultura.

Esta investigación se ha desarrollado bajo un enfoque cualitativo, lo que ha permitido identificar y analizar los criterios arquitectónicos aplicados en los casos de estudio. Sin embargo, para obtener una comprensión más precisa del impacto real de los métodos pasivos de control del ruido en los espacios culturales, sería necesario complementar este estudio con una investigación cuantitativa. A través de mediciones acústicas y simulaciones especializadas, un enfoque cuantitativo permitiría evaluar de manera objetiva la eficacia de los criterios aplicados, proporcionando datos concretos sobre su rendimiento y contribuyendo a un diseño arquitectónico más fundamentado en términos acústicos.

GLOSARIO

Control pasivo del ruido: Estrategias arquitectónicas que reducen el ruido sin el uso de tecnologías activas, mediante materiales y diseños específicos.

Reverberación: Persistencia del sonido en un espacio cerrado debido a la reflexión de ondas sonoras en superficies.

Aislamiento acústico: Capacidad de un material o estructura para reducir la transmisión del sonido entre espacios.

Difusión cultural: Proceso mediante el cual se comparten y promueven manifestaciones culturales en la sociedad.

Envoltente arquitectónica: Conjunto de elementos externos de un edificio que protegen y aíslan el interior del ruido y otras condiciones ambientales.

areas of the various spaces intended for the dissemination and exhibition of culture, consolidating effective strategies for passive noise control.

This study, conducted under a qualitative approach, facilitated the identification and analysis of the architectural criteria used in the selected cases. Nevertheless, to achieve a more precise understanding of the actual impact of these passive methods on the acoustics of cultural spaces, it would be necessary to complement the research with a quantitative approach. The implementation of acoustic measurements and specialized simulations would allow for an objective evaluation of the effectiveness of the applied criteria, providing concrete data on their performance and contributing to a more acoustically grounded architectural design.

GLOSSARY

Passive noise control: Architectural strategies to reduce noise without using active technologies, through specific materials and designs.

Reverberation: Persistence of sound in an enclosed space due to the reflection of sound waves on surfaces.

Acoustic insulation: The ability of a material or structure to reduce sound transmission between spaces.

Cultural diffusion: The process by which cultural manifestations are shared and promoted within society.

Architectural envelope: A set of external elements of a building that protect and insulate the interior from noise and other environmental conditions.

Notas y Referencias

- ¹ Wilder Elescano Ladera, "La acústica en el auditorio del Colegio Santa Isabel de Huancayo. Proyecto arquitectónico: conservatorio de música en el distrito de Acolta, provincia de Jauja" (Tesis de grado, UNCP, 2021).
- ² Jyoti Hosagrahar, "La cultura, elemento central de los Objetivos de Desarrollo Sostenible," *El Correo de la UNESCO*, 27 de junio, 2024, <https://courier.unesco.org/es/articulos/la-cultura-elemento-central-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>.
- ³ Luis Miguel Fernández Chuman, "Estrategias de confort auditivo aplicado al diseño geométrico acústico de una sala de conciertos en Trujillo" (Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, 2021).
- ⁴ Patricia del Pilar Honores Serna, "Estrategias de confort acústico pasivo para el diseño de la nueva escuela de arte dramático en la provincia de Trujillo-2019" (Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, 2020).
- ⁵ Pedro Cobo Parra, *Control activo del ruido: Principios y aplicaciones* (Madrid: Editorial CSIC, 1997), 24.
- ⁶ Mercedes Gabriela Castillo, "Sistemas de aislamiento acústico para el control del ruido en los talleres de música, danza, teatro y pintura de un centro cultural, Cajamarca-2019" (Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, 2020).
- ⁷ Fernández, "Estrategias."
- ⁸ Juan Pablo Montenegro Lemus, "Confort acústico: geometría irregular y materialidad para configurar una vivienda multifamiliar" (Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia, 2023).
- ⁹ Conrado Jorge Silva de Marco, "Análise acústica de auditórios musicais depois de construídos" (Tesis doctoral, Universidad de Brasilia, 2009).
- ¹⁰ Faustino Moreno Ceja et al., "Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión," *Investigación bibliotecológica* 29, no. 66 (2015): 197-224, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2015000200197&lng=es&nrm=iso. ISSN 2448-8321.
- ¹¹ Minna Santaholma, "Acoustics in communal libraries: common problems and their solutions" (Tesis de maestría, School of Electrical Engineering, 2016).
- ¹² Eddy Gerretsen, "Prediction of sound insulation in buildings: a tool to improve the acoustic quality" *Fortschritte der Akustik* 29 (2003): 13-18.
- ¹³ UNESCO, "Cutting Edge: All Aboard for Culture and Social Inclusion," UNESCO 20 de septiembre, 2021, consultado 30 de marzo, 2025, <https://www.unesco.org/en/articles/cutting-edge-all-aboard-culture-and-social-inclusion>
- ¹⁴ Luisa Gómez, "Arquitectura acústica y su influencia en la educación musical: Centro de Educación Musical" (Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2019).
- ¹⁵ Daniela Chávez Medina, "Propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo en el distrito de Víctor Larco Herrera-2021" (Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, 2022).
- ¹⁶ Hong Seok Yang et al. "Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level," *Building and Environment*, no. 50 (2012): 44-55.
- ¹⁷ Gómez, "Arquitectura acústica."
- ¹⁸ Montenegro, "Confort acústico."
- ¹⁹ Chávez, "Propuesta."
- ²⁰ Christian Tauber et al., "Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling) Methods" *Applied Mechanics and Materials*, no. 861 (2016), <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.861.537>
- ²¹ Zalao Azkorra, et al. "Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings" *Applied acoustics* 89 (2015): 46-56.

Notes and References

- ¹ Wilder Elescano Ladera, "La acústica en el auditorio del Colegio Santa Isabel de Huancayo. Proyecto arquitectónico: conservatorio de música en el distrito de Acolta, provincia de Jauja" (Bachelor's Degree Final Project, UNCP, 2021).
- ² Jyoti Hosagrahar, "La cultura, elemento central de los Objetivos de Desarrollo Sostenible," *El Correo de la UNESCO*, accessed 27 de junio, 2024, <https://courier.unesco.org/es/ait1clcs/la-cultura-elemento-central-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>.
- ³ Luis Miguel Fernández Chuman, "Estrategias de confort auditivo aplicado al diseño geométrico acústico de una sala de conciertos en Trujillo" (Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2021).
- ⁴ Patricia del Pilar Honores Serna, "Estrategias de confort acústico pasivo para el diseño de la nueva escuela de arte dramático en la provincia de Trujillo-2019" (Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2020).
- ⁵ Pedro Cobo Parra, *Control activo del ruido: Principios y aplicaciones* (Madrid: Editorial CSJC, 1997), 24.
- ⁶ Mercedes Gabriela Gaitán Castillo, "Sistemas de aislamiento acústico para el control del ruido en los talleres de música, danza, teatro y pintura de un centro cultural. Cajamarca-2019" (Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2020).
- ⁷ Fernández, "Estrategias."
- ⁸ Juan Pablo Montenegro Lemus, "Confort acústico: geometría irregular y materialidad para configurar una vivienda multifamiliar" (Bachelor's Degree Final Project, Universidad Piloto de Colombia, 2023).
- ⁹ Conrado Jorge Silva de Marco, "Análise acústica de auditórios musicais depois de construídos" (PhD Thesis, Universidad de Brasilia, 2009).
- ¹⁰ Faustino Moreno Ceja et al., "Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión," *Investigación bibliotecológica* 29, no. 66 (2015): 197-224, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2015000200197&lng=es&nrm=iso. ISSN 2448-8321.
- ¹¹ Minna Santaholma, "Acoustics in communal libraries: common problems and their solutions" (Bachelor's Degree Final Project, School of Electrical Engineering, 2016).
- ¹² Eddy Gerretsen, "Prediction of sound insulation in buildings: a tool to improve the acoustic quality," *Fortschritte der Akustik* 29 (2003): 13-18.
- ¹³ UNESCO, "Cutting Edge: All Aboard for Culture and Social Inclusion," UNESCO 20 September, 2021, accessed 30 March, 2025, <https://www.unesco.org/en/articles/cutting-edge-all-aboard-culture-and-social-inclusion>.
- ¹⁴ Luisa Gómez, "Arquitectura acústica y su influencia en la educación musical: Centro de Educación Musical" (Bachelor's Degree Final Project, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2019).
- ¹⁵ Daniela Chávez Medina, "Propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo en el distrito de Víctor Larco Herrera- 2021" (Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2022).
- ¹⁶ Hong Seok Yang et al., "Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level," *Building and Environment*, no. 50 (2012): 44-55.
- ¹⁷ Gómez, "Arquitectura acústica."
- ¹⁸ Montenegro, "Confort acústico."
- ¹⁹ Chávez, "Propuesta."
- ²⁰ Christian Tauber et al., "Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling) Methods," *Applied Mechanics and Materials*, no. 861 (2016), <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.861.537>.
- ²¹ Zalao Azkorra, et al., "Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings," *Applied acoustics* 89 (2015): 46-56.

BIBLIOGRAPHY

- ArchDaily. "Plaza Cultural Norte / Osear González Moix." (weblog), accessed 20 June, 2024. <https://www.archdaily.com/877609/plaza-cultural-norte-oscar-gonzalez-moix>.
- ArchDaily. "La Quintaine / Atelier d' Architecture King Kong." (weblog), accessed 20 June, 2024. <https://www.archdaily.cl/cl/771608/la-quintaine-atelier-darchitecture-king-kong>.
- Azkorra, Zaloa, et al. "Evaluation of Green Walls as a Passive Acoustic Insulation System for Buildings." *Applied Acoustics* 89 (2015): 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.09.010>.
- Chávez Medina, Daniela. "Propuesta de parque biblioteca basado en estrategias de confort acústico pasivo en el distrito de Víctor Larco Herrera-2021." Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2022. <https://hdl.handle.net/11537/32826>.
- Cobo, Pedro. *Control activo del ruido: Principios y aplicaciones*. Madrid: Editorial CSIC, 1997.
- Elescano Ladera, Wilder. "La acústica en el auditorio del Colegio Santa Isabel de Huancayo. Proyecto arquitectónico: conservatorio de música en el distrito de Acolla, provincia de Jauja." Bachelor's Degree Final Project, UNCP, 2021. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7571>.
- Fernández Chumán, Luis. "Estrategias de confort auditivo aplicado al diseño geométrico acústico de una sala de conciertos en Trujillo." Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2021. <https://hdl.handle.net/11537/27448>.
- Gaitán Castillo, Mercedes. "Sistemas de aislamiento acústico para el control del ruido en los talleres de música, danza, teatro y pintura de un centro cultural, Cajamarca-2019." Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2020. <https://hdl.handle.net/11537/24153>.
- Gerretsen, Eddy. "Prediction of Sound Insulation in Buildings: A Tool to Improve the Acoustic Quality." *Fortschritte der Akustik* 29 (2003): 13-18. <https://repository.tno.nl/SingleDoc?find=UID%20414ec847-d984-4254-a830-606a14777475>.
- Gómez, Luisa. "Arquitectura acústica y su influencia en la educación musical: Centro de Educación Musical." Bachelor's Degree Final Project, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2019. <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/3117>.
- Honores Serna, Patricia del Pilar. "Estrategias de confort acústico pasivo para el diseño de la nueva escuela de arte dramático en la provincia de Trujillo-2019." Bachelor's Degree Final Project, Universidad Privada del Norte, 2020. <https://hdl.handle.net/11537/29575>.
- Hosagrahar, Jyoti. "La cultura, elemento central de los Objetivos de Desarrollo Sostenible." *El Correo de la UNESCO*, accessed 27 June, 2024. <https://courier.unesco.org/es/articles/la-culturaelemento-central-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible>.
- Montenegro Lemus, Juan. "Confort acústico: geometría irregular y materialidad para configurar una vivienda multifamiliar." Bachelor's Degree Final Project, Universidad Piloto de Colombia, 2023. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/13425>.
- Moreno Ceja, Faustino, et al. "Los niveles de ruido en una biblioteca universitaria, bases para su análisis y discusión." *Investigación bibliotecológica* 29, no. 66 (2015): 197-224. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-358X2015000200197&script=sci_abstract.
- Santaholma, Minna. "Acoustics in Communal Libraries: Common Problems and Their Solutions." Bachelor's Degree Final Project, School of Electrical Engineering, 2016. <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/62fe660a-be7b-4fb7-a11a-97503a26599d/content>.
- Seok Yang, Hong, et al. "Acoustic Effects of Green Roof Systems on a Low-Profiled Structure at Street Level." *Building and Environment* 50 (2012): 44-55. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.10.004>.
- Silva de Marco, Conrado. "Análise acústica de auditórios musicais depois de construídos." PhD Thesis, Universidad de Brasília, 2009.

Tauber, Christian, et al. "Double Skin Facades with Natural Ventilation Capability: A Case Study of Acoustical Enhancement via Passive and Active (Noise Cancelling) Methods." *Applied Mechanics and Materials* 861 (2016): 537-44. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.861>.

UNESCO. "Cutting Edge: All Aboard for Culture and Social Inclusion." *UNESCO* 20 de septiembre, 2021, accessed 30 March, 2025. <https://www.unesco.org/en/articles/cutting-edge-all-aboard-culture-and-social-inclusion>.

Source of images

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. By the author.

Images source

1, 7, 11. The Estate of R. Buckminster Fuller. **2.** U.S. Patents -1928. **3.** *The Architectural Forum* 51, no. 1 (July 1929): 103-104. **4.** *The Architectural Forum* 56, no. 6 (March 1932): 287-288. **5.** U.S. Patents nº 2.220.482 – 1938. **6.** *The Architectural Forum* 73, no. 4 (October 1940): 273. **8.** The Estate of R. Buckminster Fuller and U.S. Patents nº 2.343.764 – 1944. **9.** U.S. Patents nº 2.351.419 – 1944. **10.** The Estate of R. Buckminster and Historic American Buildings Survey MI-438, U.S. Library of the Congress. **12.** U.S. Patents nº 3.080.583 – 1963.