

**FACULTAD DE**  
**ARQUITECTURA Y**  
**DISEÑO**



CARRERA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO DE INTERIORES

“CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO EN EL DISEÑO DE ESPACIOS PEDAGÓGICOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR MUSICAL EN TRUJILLO 2020”

Trabajo de Investigación para optar el grado de:

Bachiller en Arquitectura

**Autor:**

Jordy Juan Barreto Nontol

**Asesor:**

Arq. Alberto Carlos Llanos Chuquipoma

Trujillo - Perú

2020

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURA</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
1.1. Realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivo General	13
1.4. Antecedentes	13
1.4.1 Antecedentes teóricos generales	13
1.4.2 Antecedentes arquitectónicos	17
1.5. Dimensiones y criterios arquitectónicos de aplicación	20
1.5.1 Dimensiones	20
1.5.2 Criterios arquitectónicos de aplicación	21
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA</b>	<b>26</b>
2.1. Tipo de investigación	26
2.2. Presentación de casos arquitectónicos	27
2.2.1. Centro de congresos en Haute Saintonge	29
2.2.2. Espacio Cultural de La Hague	30
2.2.3. Escuela de música Yotoco	31
2.2.4. Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música	32

2.2.5. Centro de Difusión de la Música en Lima .....	33
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	34
2.3.1. Ficha de análisis de casos: .....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	36
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
3.1. Análisis de caso arquitectónico N° 1 .....	37
3.2. Análisis de caso arquitectónico N° 2 .....	41
3.3. Análisis de caso arquitectónico N° 3 .....	45
3.4. Análisis de caso arquitectónico N° 4 .....	49
3.5. Análisis de caso arquitectónico N° 5 .....	53
3.6. Cuadro resumen de comparación .....	57
3.7. Conclusiones de casos arquitectónicos .....	58
3.8. Lineamientos de diseño .....	59
<b>CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE</b>	
<b>    INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>62</b>
4.1. Conclusiones teóricas .....	62
4.2. Recomendaciones para el proyecto de aplicación profesional .....	63
<b>CAPÍTULO 5. ANEXOS .....</b>	<b>65</b>
Anexo N° 1: Conservatorio de música en el Distrito 17 de Paris .....	65
Anexo N° 2: Conservatorio Regional de Música Luis Duncker Lavalle .....	66
Anexo N° 3: Conservatorio Regional de Música Carlos Valderrama .....	67
Anexo N° 4: Escuela de música Yotoco .....	68

Anexo N° 5: Conservatorio Nacional de Música .....	69
Anexo N° 6: Conservatorio Regional de Música Carlos Valderrama .....	70
Anexo N° 7: Teatro Agora de Países Bajos.....	71
Anexo N° 8: Gran Teatro Nacional del Perú.....	72
Anexo N° 9: Teatro Víctor Raúl Lozano Ibáñez .....	73
<b>CAPÍTULO 6. REFERENCIAS .....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de relación entre casos, con la variable y el hecho arquitectónico.....	28
Tabla 2. Ficha modelo de estudio de caso/muestra .....	35
Tabla 3. Matriz de consistencia .....	36
Tabla 4. Ficha descriptiva del caso N° 1 .....	37
Tabla 5. Ficha descriptiva del caso N° 2 .....	41
Tabla 6. Ficha descriptiva del caso N° 3 .....	45
Tabla 7. Ficha descriptiva del caso N° 4 .....	49
Tabla 8. Ficha descriptiva del caso N° 5 .....	53
Tabla 9. Cuadro comparativo de casos .....	57

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Vista General del caso 01 .....	29
Figura 2. Vista General del caso 02 .....	30
Figura 3. Vista General del caso 03 .....	31
Figura 4. Vista General del caso 04 .....	32
Figura 5. Vista General del caso 05 .....	33
Figura 6. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 1 .....	39
Figura 7. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 1.....	40
Figura 8. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 2 .....	43
Figura 9. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 2 .....	44
Figura 10. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 3 .....	47
Figura 11. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 3.....	48
Figura 12. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 4 .....	51
Figura 13. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 4.....	52
Figura 14. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 5 .....	55
Figura 15. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 5.....	56
Figura 16. Espacio pedagógico interior, uso de geometría euclidiana no ortogonal .....	65
Figura 17. Espacio complementario a la pedagogía, uso de geometría euclidiana no ortogonal.....	65
Figura 18. Volúmenes de geometría no euclidiana de forma elíptica.....	66
Figura 19. Fachada diseñada a base de muros no paralelos entre si .....	66
Figura 20. Espacio pedagógico sin materiales acústicos .....	66
Figura 21. Espacio pedagógico sin uso de geometría espacial para evitar reverberaciones. .....	67

<i>Figura 22.</i> Espacio interior haciendo uso óptimo de geometría espacial y materiales acústicos. ....	68
<i>Figura 23.</i> Espacio sin acondicionamiento acústico. ....	69
<i>Figura 24.</i> Espacio interior haciendo de materiales acústicos. ....	69
<i>Figura 25.</i> Espacio interior haciendo uso de materiales acústicos no óptimos. ....	70
<i>Figura 26.</i> Forma exterior definido a base de criterios acústico geométricos .....	71
<i>Figura 27.</i> Espacio interior definido a base de la onda sonora .....	71
<i>Figura 28.</i> Espacio interior definido a base de la onda sonora .....	72
<i>Figura 29.</i> Forma exterior definido a base de criterios acústico geométricos .....	72
<i>Figura 30.</i> Espacio interior definido a base de la onda sonora .....	73
<i>Figura 31.</i> Espacio interior haciendo uso óptimo de geometría espacial y materiales acústicos .....	73

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el mundo la educación es impredecible en toda cultura, raza y nación, donde existen problemas que impiden lograr un aprendizaje adecuado donde de acondicionamiento acústico es un problema notorio del recinto arquitectónico, afectando principalmente a espacios pedagógicos de educación superior musical, donde la falta de criterios acústicos en el diseño espacial, afecta principalmente a la población estudiantil y el profesorado, los cuales al realizar sus actividades en instalaciones deplorables no se logra un aprendizaje correcto, así mismo el ruido es un factor que impide lograr un acondicionamiento acústico adecuado, por lo que es pertinente aplicar criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo para dar solución al problema que impide lograr un aprendizaje apropiado dentro de un ambiente pedagógico.

El acondicionamiento acústico consiste en la definición de las formas y revestimientos de las superficies interiores de un recinto con objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que se haya previsto destinarlo. (Carrión, 1998, p.12)

A nivel mundial, el problema del ruido se soluciona mediante estrategias geométricas de acondicionamiento acústico, logrando un aprendizaje adecuado y un correcto confort acústico en el espacio interior, mediante el uso primordial de formas geométricas, así lo afirma Amorin, A. (2007) para lograr un óptimo acondicionamiento acústico, dependerá de la forma geométrica del recinto, entendiéndose el comportamiento de la onda sonora dentro en el espacio, para tratar de eliminar mediante la geometría el paralelismo de muros. Así vez existen escuelas de educación superior musical que emplean criterios geométricos en el diseño de sus ambientes, siendo el caso del conservatorio de música en el Distrito 17 de Paris. (Ver anexo N° 1)



En tal sentido, en el ámbito nacional la intervención de criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo, en espacios pedagógicos de educación superior musical, no son los más óptimos ni apropiados para el aprendizaje, entendiéndose que un adecuado confort acústico está ligado al uso de formas geométricas, obteniendo un resultado adecuado de sonorización espacial para la realización óptima de las actividades dentro del ambiente. En efecto, a nivel nacional existe una escuela que reúne criterios mínimos acústicos en el diseño del espacio, siendo el actual Conservatorio regional de música Luis Duncker Lavalle, donde se hace uso de geometría no euclidiana, para condicionar al espacio interior, eliminando el paralelismo. (Ver Anexo N° 2)

Así mismo, la realidad a nivel local no deja de presentar aspectos negativos, la falta de una intervención correcta de criterios de acondicionamiento acústico en espacios pedagógicos destinados al aprendizaje, llevando a cabo actividades de aprendizaje en espacios deplorables que carece de acondicionamiento acústico geométrico, mostrándose notorio en el único centro a nivel regional de educación superior musical, el Conservatorio Regional de Música Carlos Valderrama, viéndose como sus ambientes afectan a la población estudiantil en el aprendizaje, siendo su mayor problema el ruido, las interferencias sonoras entre espacios, inteligibilidad de palabra, ecos, reverberaciones, entre otros, al carecer de criterios geométricos de acondicionamiento acústico que permita un espacio destacado para el aprendizaje (Ver anexo N° 3)

Así mismo, resulta oportuno entender según Jiménez, G. (2013) que los materiales, sistemas acústicos absorbentes o difusores, son una parte necesaria del acondicionamiento acústico, pero a su vez menos importante que la elección y distribución de esos en materiales, donde la calidad acústica de una sala se puede lograr con sistemas menos eficientes, dependiendo en todo momento del espacio acondicionar, para evitar usar un uso excesivo en difusores o mayor recurso en el acondicionamiento acústico.

En la misma circunstancia, a nivel internacional el acondicionamiento acústico es de vital importancia el uso de materiales y sistemas acústicos en espacios pedagógicos destinados principalmente a la educación musical, donde se prima la forma geométrica del espacio para aminorar el uso de materiales y difusores que poseen un costo elevado al momento de su elaboración, en tal sentido se puede apreciar en la Escuela de música Yotoco, donde se busca priorizar la forma geométrica para ayudar a controlar el sonido interno, además de aminorar considerablemente el acondicionamiento acústico con materiales acústicos. (Ver anexo N° 4)

En tal aspecto, a nivel nacional el acondicionamiento acústico mediante materiales, sistemas absorbentes o difusores se encuentran limitados en su aplicación, debido a sus espacios que no fueron destinados para el desarrollo de las actividades educativas, en el cual se tiene limitaciones en la aplicación de criterios geométricos acústicos, proporcionando prioridad al uso de materiales acústicos absorbentes, de manera parcial a los ambientes que más requieren su intervención, siendo el caso del actual Conservatorio Nacional de Música, el cual presenta problemas en su estructura y diseño espacial dando pertinencia a la aplicación de materiales para lograr un acondicionamiento acústico notable en los ambientes. (Ver anexo N° 5).

Adicionalmente, en Trujillo al carecer de centros de educación superior musical, la aplicación de materiales y criterios geométricos espaciales, no están presentes en la concepción de la escuela, debido a que se encuentra en espacios que no fueron diseñados para desarrollar sus actividades, las cuales muestran de manera parcial la aplicación de materiales en sus ambientes, siendo una solución no apta para el espacio, mostrándose como ejemplo el actual conservatorio Regional Carlos Valderrama que tiene deficiencias en sus ambientes y falta de aplicación en revestimientos y materiales para lograr un acondicionamiento acústico correcto en los espacios pedagógicos. (Ver anexo N° 6)

Por otra parte, el criterio relevante que se debe tomar en cuenta según Maño, J. (2010) es realizar un estudio de la onda sonora y su comportamiento para entender los efectos de su comportamiento, planteando soluciones para que el sonido se distribuya homogéneamente por todo el espacio que requiera su intervención, obteniéndose parámetros acústicos (tiempo de reverberación, claridad musical, sonoridad, ...) que permite tener en cuenta en el diseño espacial, evitando que se produzcan ecos o focalizaciones no deseados en el espacio.

En relación con lo anteriormente mencionado, es importante entender el comportamiento de la onda sonora en el espacio para definir la intervención del acondicionamiento acústico en el recinto, además de controlar las dispersiones y ruidos desfavorables del espacio, siendo pertinente aplicar este criterio geométrico en cada recinto destinado para aprendizaje y áreas complementarias, en la investigación de Valverde, J. (2015) muestra que el comportamiento de la onda dependerá de la geometría espacial y de cada elemento a considerar en el espacio interior, definiéndose como focalizaciones de sonido a la reflexión de la onda sonora. Además, la aplicación de estos criterios se ven plasmados en el Teatro Agora, de Países Bajos. (Ver Anexo N° 7)

Con respecto, a nivel nacional el estudio del comportamiento sonoro se da principalmente en espacios complementarios al aprendizaje donde su intervención es de importancia relevante para definir las soluciones para el acondicionamiento acústico, siendo pertinente el estudio previo en investigaciones científicas donde se muestra el método para hallar los criterios acústicos con relación a la onda sonora; es por esto, según lo antes mencionado se evidencia en la investigación de Ávila, S. (2017) mostrándose los criterios a tener en cuenta para delimitar la onda sonora en un espacio, considerando la geometría espacial para ayudar a controlar su reflexión además del uso de materiales acústicos que permiten absorber la onda sonora en espacios que requieren su intervención.

Así mismo, en el Perú existe el Teatro Nacional del Perú que está diseñado a base del comportamiento sonoro, el cual define su forma, función y materialidad del recinto. (Ver anexo N° 8).

En la misma circunstancia, en el ámbito local no existe muestras de un estudio óptimo para espacios pedagogos, donde la relevancia de aplicación de criterios del comportamiento de la onda sonora se ven aplicados en recintos complementarios de educación, determinando las focalizaciones necesarias para lograr un acondicionamiento acústico en el espacio, para ilustrar este criterio, es aplicado en el diseño espacial del Teatro Víctor Raúl Lozano, donde se determina el comportamiento de la onda según su forma geométrica, materiales y los elementos acústicos. (Ver anexo N° 9)

Por sobre todo, el confort acústico dependerá de su aplicación según los criterios geométricos, materiales y el comportamiento sonoro, los cuales definirá si los espacios son propicios para el aprendizaje; en tal sentido al no diseñar espacios mediante las consideraciones de los criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo la probabilidad de lograr espacios óptimos que aseguren un aprendizaje adecuado será mínimo, debido a que al emplear espacios típicos en el diseño, no garantiza un adecuado acondicionamiento acústico, por lo que se requiere emplear criterios de acondicionamiento acústico, para solucionar los problemas más comunes dentro de un espacio que requiere la intervención de acondicionamiento acústico.

En consecuencia, al observar la realidad problemática a nivel internacional, nacional y local, se concluye que para diseñar espacios pedagógicos y complementarios, es indispensable tener en cuenta los criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo para ayudar a mejorar la calidad educativa, donde el problema acústico debe ser considerado como solución principal para acondicionar de manera óptima el espacio y así

obtener resultados favorables, con garantías de mejorar óptimamente la sonorización espacial, mediante el uso de formas geométricas, materiales y el estudio de la onda sonora.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera los criterios geométricos de Acondicionamiento Acústico Pasivo condicionan al diseño de espacios pedagógicos de educación superior musical en Trujillo 2020?

## **1.3. Objetivo General**

Determinar de qué manera los criterios geométricos de Acondicionamiento Acústico Pasivo condicionan al diseño de espacios pedagógicos de educación superior musical en Trujillo 2020.

## **1.4. Antecedentes**

### **1.4.1 Antecedentes teóricos generales**

1. Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.

En este libro el autor muestra de manera específica el tema de la acústica, detallando los principios básicos del sonido y el tipo de frecuencias que se genera a partir de un sonido, detallando criterios que deben ser tomados en cuenta al momento de diseñar un proyecto con estudio acústico, asimismo el autor hace una seriación de materiales que son propicios para absorber el sonido con el fin de disminuir la inteligibilidad, en el mismo sentido, el uso de la geometría acústica, está presente en la mayoría de puntos abordados del libro, donde se toma en cuenta para la solución acústica.

La importancia de este libro es de gran aporte para la investigación debido a que se encuentra en su contenido la esencia de la acústica arquitectónica y su aplicación, dando a entender el comportamiento del sonido en recintos cerrados junto a los demás factores que influyen para lograr un acondicionamiento acústico correcto en el interior, así mismo el

libro menciona una serie de métodos y estrategias para el uso correcto en la arquitectura, mostrando relevancia en el apartado de materiales acústicos y el estudio de focalización del sonido, los cuales pueden ser controlados o direccionados según los factores dentro de un recinto tales como materiales acústicos, formas geométricas, resonadores, difusores y métodos de construcción en el espacio.

2. Zapata, G., Goubert, B. y Maldonado, J. (2005). *Universidad, músicas urbanas, pedagogía y cotidianidad*. Ciudad de México, México: Universidad Pedagógica Nacional – UPN.

Este libro habla de espacios pedagógicos relacionados con la educación musical, donde se observa el desinterés por parte de la población estudiantil que deja de estudiar a causa de diversos factores, uno de ellos es la falta de ambientes propicios para la educación donde se hablen temas en común, asimismo los autores en el mismo capítulo hace mención de generar distintos espacios académicos de socialización permanentes que involucren a la población estudiantil, aumentando el interés por el estudio de la música, para lograr un resultado académico óptimo.

Este libro es importante para comprender el tema de investigación y la importancia de acondicionar con criterios acústicos un ambiente para el aprendizaje apropiado y convivencia dentro de un aula pedagógica, por otra parte se enfatiza que en los centros de educación, donde se carece de una intervención de acondicionamiento acústico, afectando a la población estudiantil obteniéndose como resultado, un aprendizaje inadecuado dentro de las aulas pedagógicas, además de llevar una insatisfacción por parte del profesorado y alumnado, debido a su problemática en el acondicionamiento acústico; el punto de gran relevancia para el diseño de aulas pedagógicas y del proyecto en general es tener un acondicionamiento acústico oportuno, que propicie un aprendizaje adecuado en las aulas.

3. Alsina, P. (2006). *El área de educación musical: Propuestas para aplicar en el aula*.  
Barcelona, España: Editoria GRAÓ

Muestra la importancia de la música en la sociedad y como se puede comunicar a través de ella, por otro lado, se encuentra una serie de criterios que se debe tenerse en cuenta al momento de diseñar un ambiente educativo; precisando en el criterio “espacio”, detallando cómo estos ambientes deberían guardar una relación entre espacio – usuario, para obtener resultados óptimos de aprendizaje por parte del profesorado y alumnado.

La importancia de comprender un espacio es indispensable para el aprendizaje dentro y fuera de los ambientes destinados para educación, es por esto, se precisa que estos ambientes deben estar adecuados según los criterios acústicos para lograr espacios confortables para el aprendizaje, así mismo creando espacios exteriores que permita una retroalimentación del aprendizaje dentro y fuera de las aulas, teniendo en cuenta los criterios acústicos para el diseño de ambas aulas

4. Amorin A, (2007). *Formas geométricas e qualidade acústica de salas de aula: estudo de caso em campinas-sp* (tesis de maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

La investigación en primera instancia hace referencia de cómo está la educación Paulista y los problemas encontrados dentro de las aulas pedagógicas, siendo la acústica el principal problema de un aula pedagógica, en el mismo sentido, el autor aborda la acústica como solución al problema, fundamentando de manera precisa la importancia de la geometría en la acústica de las salas y los parámetros acústicos que son relevantes para el acondicionamiento acústico, no dejando de lado el estudio de las ondas sonoras y su interacción en recintos de diferentes bases geométricas, donde el comportamiento óptimo de estas, se determina mediante la geometría y la materialidad del espacio, garantizando mediante estos un acondicionamiento acústico conveniente, según visto en la investigación

se hace uso de cada criterio y característica acústica geométrica en la intervención de un análisis de caso.

La relevancia de esta investigación se encuentra en las soluciones que se plantea para garantizar un confort acústico, determinando la forma geometría desde el punto de partida para certificar soluciones óptimas para la acústica; no dejando de lado los materiales acústicos que ayudaran a interactuar mejor el comportamiento del sonido, además que la investigación da entender de manera sintética como se debe analizar y proponer las soluciones pertinentes para el acondicionamiento acústico adecuado dentro de una ambiente que requiera su intervención.

5. Valverde, J. (2015). *Estudio de acondicionamiento acústico en rehabilitación de recinto religioso como auditorio, sala de conferencias y de exposiciones* (tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

La acústica arquitectónica es abordada desde un inicio, mostrando antecedentes históricos, el acondicionamiento acústico geométrico y sus parámetros, especificando de lo imprescindible que es para el estudio acústico, porque esto permite conocer posibles ecos y su focalización; los parámetros son aplicados para el problema acústico, mediante el uso de materiales o paneles que ayuden a la absorción del sonido, la investigación concluye en un análisis de caso.

La cantidad de información brindada por la investigación permite comprender como los materiales actúan dentro de un espacio para condicionar un adecuado confort acústico, dando dos resultados que pueden ayudar a mejorar o empeorar la inteligibilidad de palabra si es que no se logra aplicar correctamente los materiales, no obstante, repercutirá la estrategia de direccionar, canalizar, eliminar, absorber las reflexiones y ecos, mediante las formas geométricas usadas en el espacio interior, mostrándose como



estrategia complementaria para lograr un control adecuado de las reflexiones y ecos producidas dentro de un espacio.

#### 1.4.2 Antecedentes arquitectónicos

1. Rodríguez, E. (2001). *Análisis y balance acústico de los espacios arquitectónicos* (tesis de maestría) Universidad Autónoma Metropolitana, Distrito Federal, México.

Se muestra conceptos de la acústica arquitectónica y el confort acústico, haciendo hincapié en los criterios tales como las reflexiones en superficies según su forma geométrica, viéndose una diferencia notoria en el comportamiento de estos en diferentes ángulos y formas de las superficies, también se muestra la manera de cómo se relacionan las reflexiones y reverberaciones en un espacio geométrico, mostrando materiales apropiados para la solución.

La investigación permite comprender el comportamiento de una onda sonora en un recinto, además que propone el uso de geometrías euclidianas no ortogonales para una solución acústica y variaciones rítmicas adecuados dentro de un espacio interno, el uso de materiales que simplifiquen las reflexiones producto de la resonancia y el eco interno, permite comprender estratégicamente en que parte del recinto se debe hacer uso de materiales absorbentes y partes alledañas, otro tipo de solución acústica que permita garantizar un adecuado confort acústico, no dejando de lado la intervención en la estructura del proyecto.

2. Mañó, J. (2010). *Aislamiento y Acondicionamiento Acústico de un Auditorio para Actuaciones en Directo de Bandas de Música* (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

El presente estudio indica un aislamiento y acondicionamiento acústico apropiado se determina por espacios geométricos euclidianos no ortogonales. Esta investigación hace un análisis de carácter científico, al analizar cada material a emplear en la propuesta de

diseño, haciendo una investigación cuantitativa de la capacidad de absorción que puede lograr un material acústico analizado, además del estudio de los elementos “butacas” que estarán dentro del auditorio, viéndose como estos pueden ayudar a controlar el sonidos emitidos por los oradores, el diseño de un techo equipotencial para permitir una mejor reflexión del sonido, juntamente con el uso de difusores para ayudar a dispersar en distintos ángulos el sonido.

La importancia de esta investigación permite comprender cómo es el comportamiento de los materiales y la capacidad de absorción que tienen cada uno, además que no permite seleccionar un adecuado catálogo de materiales que se pueden emplear dentro de un espacio, garantizando que estos materiales responda al acondicionamiento acústico, por otro lado, permite entender de cómo funciona un techo equipotencial y de qué manera ayuda al acondicionamiento acústico, y la combinación que se debe hacer con el uso complementario de difusores para garantizar y optimizar una solución pertinente al problema acústico de un ambiente.

3. Jiménez, G. (2013). *Estudio y Diseño de Sistemas para el Acondicionamiento Acústico* (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

El investigador se enfoca en el estudio de la acústica arquitectónica, profundizando en los sistemas de absorción acústica, difusores para el acondicionamiento acústico de salas o donde sea necesario su aplicación, haciendo un análisis cuantitativo de cada tipo de onda sonora y lo que produce dentro de un ambiente, así mismo, se muestra el criterio geométrico de la acción de la onda en relación con la superficie del espacio, siendo complementario y condicionante el uso de materiales absorbentes que permitan controlar la onda reflejante, en su parte difusores geométricos que ayudan a controlar y mejorar un espacio interior, muestra criterios a tener en cuenta para hacer uso de ellos en la aplicación

dentro de los espacios, por otra parte, el autor expone distintos tipos de sistemas constructivos, difusores y absorbentes.

La investigación es pertinente para entender cómo se comportan las ondas sonoras en la geometría espacial, mostrándose pertinente en el uso de geometrías euclidianas “formas no ortogonales” y no euclidianas “formas convexas”, además del adecuado uso de resonadores, difusores para distribuir de manera parcial el sonido dentro de un espacio, además el autor hace entender de manera metodológica como los distintos materiales tienen un fin diferente para lograr, evitar o redirigir una reflexión sonora, en el mismo sentido se entiende de cómo se debe acondiciona la estructura del proyecto, haciendo una intervención en el acondicionamiento acústico de paredes, muros, techos, aplicándolos con una influencia geométrica para evitar acumulación de sonido o traspaso de este al otro lado de la estructura.

4. Ávila, S. (2019). *Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música* (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Se muestra la acústica arquitectónica y como esta será aplicada el proyecto, donde se tiene en cuenta el acondicionamiento óptimo en los espacios según el requerimiento, haciendo uso de materiales absorbentes para la reducción de los problemas acústicos en el auditorio, salas de ensayo, aulas de clase, entre otros ambientes que requieran su intervención, dando un tratamiento adecuado a los ambientes.

Este proyecto es conciso en la investigación por la aplicación correcta de criterios acústicos en los ambientes internos y la volumetría en general, lo que conlleva a determinar un comportamiento distinto de ondas sonoras dentro de los ambientes, ayudando a controlar el eco y las reverberaciones.

5. Burgos, L. y Miranda, L. (2019). *Centro de difusión de la música en Lima* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Definición del concepto de la música y su origen, haciendo hincapié en el problema que aquejan a este tipo de infraestructura y la solución a través de un acústico, para lograr espacios en condiciones de confort, por otra parte, se desarrolló una propuesta donde interviene los criterios de acondicionamiento acústico, aplicado en el auditorio, salas de ensayo, aulas de clase, entre otros, en conjunto de materiales que ayuden a la absorción del ruido interno.

La investigación muestra una importancia relevante de criterios técnicos y acústicos en la aplicación del auditorio donde la geometría determina un confort acústico, siendo pertinente el uso de materiales que se aplican en este tipo de recintos que también pueden ser aplicados donde se requiera su intervención.

## **1.5. Dimensiones y criterios arquitectónicos de aplicación**

### **1.5.1 Dimensiones**

- **Forma Geométrica**

Amorin, A. (2007). *Formas Geométricas E Qualidade Acústica De Salas De Aula: Estudo de caso em Campinas-SP* (Tesis de Maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. Conjunto de características de la forma geométrica arquitectónica según el espacio interior o exterior que requiera su diseño geométrico para evitar inteligibilidad.

- **Materiales Acústico Absorbentes**

Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. Conjunto de materiales constructivos para el tratamiento de acústico en el espacio interior arquitectónico para asegurar una disipación y absorción de las ondas según el caso.

- **Sistema De Construcción Y Difusores**

Jiménez, G. (2013). *Estudio y Diseño de Sistemas para el Acondicionamiento Acústico* (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Conjunto de métodos constructivos y difusores para la absorción, reflexión y difusión del sonido, ayudando a controlar el ruido producido en un espacio interior, aplicado en la función del espacio arquitectónico.

- **Focalizaciones Del Sonido**

Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. Conjunto de características que se deben tener en cuenta al momento de diseñar un espacio arquitectónico, para evitar ecos y reflexiones en distintos ángulos según la superficie interior.

### 1.5.2 Criterios arquitectónicos de aplicación

- **Criterios de dimensión forma geométrica:**

1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.

Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. El planteamiento de la forma geométrica beneficia a la acústica interna en los espacios pedagógicos, donde se necesita que los planos no sean paralelos, puesto que se evita las reflexiones, inteligibilidad de la palabra y otros efectos sonoros.

2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales. Amorin, A, (2007). *Formas Geométricas E Qualidade Acústica De Salas De Aula: Estudo de caso em Campinas-SP* (Tesis de Maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. El planteamiento afecta a los ambientes interiores con el ritmo no ortogonal permitiendo generar

reflexiones de sonido que sirven para conducir las ondas sonoras en distintos ángulos, logrando una mayor garantía de acondicionamiento acústico.

3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma curva en los planos exteriores de la volumetría. Rodríguez, E. (2001). *Análisis y balance acústico de los espacios arquitectónicos: propuesta de un modelo auxiliar para el diseño de espacios con características de confort acústico en arquitectura* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, D. F. de México, México. El planteamiento impide que las ondas sonoras producidas del exterior no ingresen de forma directa al interior de la edificación, haciendo que reboten y sean redireccionadas a los costados y al exterior, disminuyendo el ruido producido de las calles con afluencia de tránsito vehicular.
  4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio. Rodríguez, E. (2001). *Análisis y balance acústico de los espacios arquitectónicos: propuesta de un modelo auxiliar para el diseño de espacios con características de confort acústico en arquitectura* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, D. F. de México, México. El planteamiento genera jerarquías volumétricas, que conlleva a un ingreso con percepción visual de escala monumental, asimismo permite generar recorridos de integración desde el exterior al interior del proyecto.
- **Criterios de dimensión focalizaciones del sonido:**
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro. Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. El planteamiento ayuda a la dispersión sonora dentro del auditorio y aulas pedagógicas, puesto que su forma geométrica impide la concentración de reflexiones y la distorsión sonora dentro del ambiente.

6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior. Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. El planteamiento produce reflexiones rápidas en el uso del escenario ayudando a mejorar la calidad de sonido para los músicos, sabiendo el efecto sonoro en tal zona puede generar conflictos de interferencia de sonido “distorsión”.
  7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro. Amorin, A. (2007). *Formas Geométricas E Qualidade Acústica De Salas De Aula: Estudo de caso em Campinas-SP* (Tesis de Maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. El criterio beneficia a la absorción de reflexiones producidas en un punto específico, aportando un apartado acústico dentro de todas las zonas públicas y privadas de la edificación, mostrando una garantía de legibilidad de la palabra dentro de los espacios.
  8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores. Amorin, A. (2007). *Formas Geométricas E Qualidade Acústica De Salas De Aula: Estudo de caso em Campinas-SP* (Tesis de Maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. El planteamiento genera espacios conjugados de llenos y vacíos que permite una iluminación cenital y una mejor dispersión sonora, con efecto de eliminar y canalizar las ondas sonoras en espacios abiertos pedagógicos y aulas del proyecto.
- **Criterios de dimensión materiales acústico absorbentes:**
9. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro. Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. El planteamiento ayuda a la dispersión

sonora dentro del auditorio y aulas pedagógicas, puesto que su forma geométrica impide la concentración de reflexiones y la distorsión sonora dentro del ambiente.

10. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones en la superficie del plano superior. Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. El planteamiento produce reflexiones rápidas en el uso del escenario ayudando a mejorar la calidad de sonido para los músicos, sabiendo el efecto sonoro en tal zona puede generar conflictos de interferencia de sonido “distorsión”.

● **Criterios de dimensión sistema de construcción y difusores:**

11. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro. Amorin, A. (2007). *Formas Geométricas E Qualidade Acústica De Salas De Aula: Estudo de caso em Campinas-SP* (Tesis de Maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. El criterio beneficia a la absorción de reflexiones producidas en un punto específico, aportando un apartado acústico dentro de todas las zonas públicas y privadas de la edificación, mostrando una garantía de legibilidad de la palabra dentro de los espacios.

12. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de relación contigua con aberturas entre planos. Amorin, A. (2007). *Formas Geométricas E Qualidade Acústica De Salas De Aula: Estudo de caso em Campinas-SP* (Tesis de Maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. El planteamiento genera espacios conjugados de llenos y vacíos que permite una iluminación cenital y una mejor dispersión sonora, con efecto de eliminar y canalizar las ondas sonoras en espacios abiertos pedagógicos y aulas del proyecto.



- **Lista de criterios arquitectónicos de aplicación:**

Criterios en 3D:

1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.

Criterios de detalle:

1. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.
2. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.

Criterios de Materiales:

1. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.
2. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

- Según su profundidad: investigación descriptiva por describir el comportamiento de una variable en una población definida o en una muestra de una población.
- Por la naturaleza de los datos: investigación cualitativa por centrarse en la obtención de datos no cuantificables, basados en la observación.
- Por la manipulación de la variable es una investigación no experimental, basada fundamentalmente en la observación.

La presente investigación se divide en tres fases:

#### Primera fase, revisión documental

Método: Revisión de documentos primarios sobre investigaciones científicas.

Propósito:

- Precisar el tema de estudio y la variable.
- Identificar los criterios arquitectónicos de aplicación.
- Los criterios arquitectónicos de aplicación son elementos descritos de modo preciso e inequívoco, que orientan el diseño arquitectónico.

Materiales: muestra de artículos (10 investigaciones primarias entre artículos y tesis)

Procedimiento: identificación de los criterios arquitectónicos de aplicación más frecuentes que caracterizan la variable.

#### Segunda fase, análisis de casos

Método: Análisis de los criterios arquitectónicos de aplicación en planos e imágenes.

Propósito:

- Identificar los criterios arquitectónicos de aplicación en hechos arquitectónicos reales para validar su pertinencia y funcionalidad.
- Materiales: 5 hechos arquitectónicos seleccionados por ser homogéneos, pertinentes y representativos.
- Procedimiento:
- Identificación los criterios arquitectónicos de aplicación en hechos arquitectónicos.
- Elaboración de cuadro de resumen de validación de los criterios arquitectónicos de aplicación.

### Tercera fase, resultados

Método: Describir de manera cualitativa y gráfica los resultados obtenidos en el análisis de casos.

Propósito: Determinar los lineamientos teóricos de diseño arquitectónico.

## **2.2. Presentación de casos arquitectónicos**

### **Casos Internacionales:**

- Centro de congresos en Haute Saintonge
- Espacio Cultural de La Hague
- Escuela de música Yotoco

### **Casos Nacionales:**

- Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música
- Centro de Difusión de la Música en Lima

Tabla 1. Lista de relación entre casos, con la variable y el hecho arquitectónico

<b>CASO</b>	<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	<b>CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO</b>	<b>ESCUELA DE MÚSICA</b>
<b>01</b>	Centro de congresos en Haute Saintonge	X	
<b>02</b>	Espacio Cultural de La Hague	X	
<b>03</b>	Escuela de música Yotoco	X	X
<b>04</b>	Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música	X	X
<b>05</b>	Centro de Difusión de la Música en Lima	X	

*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.2.1. Centro de congresos en Haute Saintonge



*Figura 1. Vista General del caso 01*

*Fuente: Archdaily.pe*

#### Reseña del proyecto:

Este proyecto diseñado por el grupo de arquitectos TETRARC en el año 2017, está ubicado en la Jonza, Francia, funciona como un centro comunitario; el proyecto conceptualizado según su contexto para encajar a una futura construcción de edificios complementarios al proyecto, este edificio es solucionado en una volumetría geométrica euclidiana no ortogonal, con variaciones rítmicas en los planos, permitiéndole crear en su interior ambientes un acondicionamiento acústico adecuado en las salas de concierto; por otro lado, su volumen presenta aberturas cenitales y en los laterales para iluminar camerinos y oficinas, los ambientes se encuentran relacionados por un pasadizo y una escalera principal que permite recorrer todos los ambientes internos del proyecto.

El proyecto es pertinente debido a que cumple con criterios de acondicionamiento acústico solucionando la problemática de la acústica, haciendo uso de geometría euclidiana no ortogonal en la volumetría, diferenciándose por escalas humanas y monumentales, permitiendo en los espacios interiores lograr espacios no paralelos en sus paredes, evitando

tener reverberaciones en cada ambiente, así mismo, el proyecto muestra la mayor parte de criterios acústico geométricos en el diseño del auditorio, usando criterios geométricos no euclidianos convexos para ayudar a reflejar las ondas sonoras en el interior, el uso de materiales acústicos y resonadores para ayudar a la resonancia interna del auditorio, a su vez mediante la estructura se evita la interferencia de sonido entre los auditorios, haciendo uso de un buffer acústico que impide la filtración de sonido entre ambos; este proyecto sirve como modelo para nuevas propuestas de diseño arquitectónico que requieren el uso de acondicionamiento acústico mediante las soluciones planteadas en el proyecto.

### 2.2.2. Espacio Cultural de La Hague



*Figura 2.* Vista General del caso 02

*Fuente:* Archdaily.pe

#### Reseña del proyecto:

Este proyecto diseñado por el grupo de arquitectos Peripheriques Architects, Marin + Trotti Architects en el año 2015, está ubicado en la costa de Francia, Beaumont – Hague, presenta dos niveles y una fachada diseñada a base de criterios marcados por el clima del lugar, siendo éste su punto de partida en el diseño para el tratamiento exterior e interior del proyecto, el uso de paneles para frenar la cantidad de vientos producto de su ubicación y la

relación espacial entre el usuario – espacio, la afluencia de esta solución es pertinente para el acondicionamiento acústico de la parte interior del proyecto, siendo la geometría la garantía para un confort térmico y acústico adecuado dentro de la edificación.

Este proyecto plantea soluciones de acondicionamiento acústico precisos para el diseño, siendo aplicados en las aulas pedagógicas, auditorio y demás áreas a servir, los criterios acústicos que más resaltan en el proyecto es el uso de geometría euclidiana no ortogonal, eliminando a través de este, el paralelismo entre los muros internos, por otro lado, se hace uso de paneles irregulares con variaciones rítmicas en la parte superior del techo y se hace uso de impermeabilizante acústico en el sistema estructural del proyecto.

### 2.2.3. Escuela de música Yotoco



*Figura 3. Vista General del caso 03*

*Fuente: Archdaily.pe*

#### Reseña del proyecto:

Este proyecto diseñado por el grupo de arquitectos Espacio Colectivo en el año 2014, está ubicado en Yotoco, Colombia; el proyecto presenta un nivel y está ligado con el entorno que lo rodea, está diseñado bajo el concepto de crear un confort acústico en el

interior, mediante su composición volumétrica no euclidiana en forma elíptica, con variaciones de bloques rodeando un eje central, la geometría permite crear en su interior un control del sonido, por otro lado, el proyecto resalta su plataforma donde se genera una jerarquía para el ingreso y un gran encuentro entre la ciudad invitando a ingresar al proyecto.

En el mismo sentido, la parte interior del proyecto se aplican criterios de acondicionamiento acústico versátiles y adaptables a la necesidad, mediante techos y paredes no paralelos revestidos de material absorbente permitiendo un mejor manejo y reflexión del sonido en su interior, la geometría en el diseño del proyecto es el punto de partida, donde cada uno de los ambientes están diseñados con geometría no euclidiana para ayudar a controlar las reverberaciones y el eco producido en el interior.

#### **2.2.4. Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música**



*Figura 4. Vista General del caso 04*

*Fuente: Tesis de pregrado (Patricia, S., 2019) - URP*

#### Reseña del proyecto:

Esta tesis elaborada por Sheylla Patricia Ávila Llaves en el año 2019, está ubicada en Lima, Perú. La propuesta está desarrollada en base de la geometría no euclidiana



producto del requerimiento del espacio interior, generando bloques esféricos debido a la zonificación y uso de cada bloque, muestra una envolvente metálica que propicia una mayor adaptabilidad de la función arquitectónica, además sus espacios se encuentran articulado por una circulación radial, el complejo se distribuye a lo largo del terreno.

Esta propuesta es pertinente debido a que muestra criterios acústicos desde el exterior e interior del proyecto, predominando la geometría no euclidiana para un mayor control del acondicionamiento acústico interior, muestra soluciones aplicativos en el uso de materiales absorbentes, reflejantes y criterio geométrico interno de formas elípticas en el diseño de su auditorio y demás ambientes, en este mismo sentido la forma geométrica permite tener una capacidad mayor en los ambientes y una solución acústica complementada con materiales absorbentes y el uso de techos equipotenciales, el cual le ayuda a redirigir las ondas sonoras dentro del recinto

### **2.2.5. Centro de Difusión de la Música en Lima**



*Figura 5. Vista General del caso 05*

*Fuente: Tesis de pregrado (Sánchez, L., 2016) – UPC*

### Reseña del proyecto:

Esta tesis elaborada por Lucía Rosa Sánchez Portocarrero en el año 2016, está ubicada en Lima, Perú. La propuesta está situada dentro de una zona de patrimonio cultural por lo que es limitada al uso de geometría irregular en la envolvente arquitectónica, pero la limitante no impide a que en su interior se cree espacios con un adecuado acondicionamiento acústico mediante geometría euclidiana no ortogonal, distribuyendo sus ambientes y por medio de volúmenes de secuencia lineal, el uso de muros cortina para permitir una transparencia desde el exterior e interior.

En este sentido la propuesta aplica criterios de acondicionamiento acústico en el aula, auditorio y demás ambientes; el uso de geometría euclidiana no ortogonal en forma de trapezoide prima en la distribución y diseño de sus espacios, el uso de materiales aislante en toda su estructura permite controlar el ruido del interior, mediante estrategias de doble acristalamiento, material aislante en el piso y techos irregulares en interior.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

En esta investigación se hace uso de técnicas e instrumentos de recolección y métodos que sirven para concretar el estudio propuesto. Para el caso, se utilizará una Ficha de Análisis de Casos Arquitectónicos como instrumento de recolección y análisis de datos.

#### **2.3.1. Ficha de análisis de casos:**

La siguiente ficha de análisis de casos, servirá para el análisis preciso según los casos propuestos, tomando en cuenta las características generales del proyecto, la relación de la variable y los criterios arquitectónicos de aplicación, detallados con criterios como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Ficha modelo de estudio de caso/muestra

FICHA DE ANÁLISIS DE CASOS	
INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del proyecto:	Arquitecto (s):
Proyecto:	Área:
Ubicación:	Niveles:
Fecha del proyecto:	
RELACIÓN CON LA VARIABLE	
VARIABLE: CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO	
CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE APLICACIÓN	
	✓
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.</li> <li>2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.</li> <li>3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.</li> <li>4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.</li> <li>5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.</li> <li>6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.</li> <li>7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.</li> <li>8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.</li> <li>9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.</li> <li>10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.</li> <li>11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.</li> <li>12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.</li> </ol>	

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 3. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Título: “Criterios Geométricos de Acondicionamiento Acústico Pasivo en el diseño de espacios pedagógicos de educación superior musical en Trujillo 2020”					
Problema	Objetivo	Variable	Dimensiones	Criterios arquitectónicos de aplicación	Instrumentación
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿De qué manera los criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo condicionan al diseño de espacios pedagógicos de educación superior musical en Trujillo 2020?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar de qué manera los criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo condicionan al diseño de espacios pedagógicos de educación superior musical en Trujillo 2020.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Criterios Geométricos De Acondicionamiento Acústico Pasivo.</p> <p><b>Definición:</b></p> <p>El acondicionamiento acústico consiste en la legibilidad del sonido, de las formas geométricas y los materiales aplicados en el revestimiento de superficies interiores permitiendo conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que se haya previsto destinarlo.</p> <p>De Carrión, A. (1998). <i>Diseño acústico de espacios arquitectónicos</i>. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.</p>	<p><b>1. Forma Geométrica</b></p> <p>Amorin A, (2007). <i>Formas geométricas e qualidade acústica de salas de aula: estudo de caso em campinas-sp</i> (tesis de maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.</p> <p>Conjunto de características de la forma geométrica arquitectónica según el espacio interior o exterior que requiera su diseño geométrico para evitar inteligibilidad.</p> <p><b>2. Materiales acústico absorbentes</b></p> <p>Carrión, A. (1998). <i>Diseño acústico de espacios arquitectónicos</i>. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.</p> <p>Conjunto de materiales constructivos para el tratamiento de acústico en el espacio interior arquitectónico para asegurar una disipación y absorción de las ondas según el caso.</p> <p><b>3. Sistema de construcción y difusores</b></p> <p>Jiménez, G. (2013). <i>Estudio y Diseño de Sistemas para el Acondicionamiento Acústico</i> (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.</p> <p>Conjunto de métodos constructivos y difusores para la absorción, reflexión y difusión del sonido, ayudando a controlar el ruido producido en un espacio interior, aplicado en la función del espacio arquitectónico.</p> <p><b>4. Focalización del sonido</b></p> <p>Carrión, A. (1998). <i>Diseño acústico de espacios arquitectónicos</i>. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.</p> <p>Conjunto de características que se deben tener en cuenta al momento de diseñar un espacio arquitectónico, para evitar ecos y reflexiones en distintos ángulos según la superficie interior.</p>	<p>Criterios en 3D:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.</li> <li>2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.</li> <li>3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.</li> <li>4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.</li> <li>5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.</li> <li>6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.</li> <li>7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.</li> <li>8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.</li> </ol> <p>Criterios de detalle:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.</li> <li>10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.</li> </ol> <p>Criterios de Materiales:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.</li> <li>12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.</li> </ol>	<p>Ficha de análisis de casos</p>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS

### 3.1. Análisis de caso arquitectónico N° 1

Tabla 4. Ficha descriptiva del caso N° 1

INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del proyecto: Centro de congresos en Haute Saintonge	Arquitecto (s): TETRARC
Proyecto: Centro comunitario	Área: 4 900 m <sup>2</sup>
Ubicación: Jonza, Francia	Niveles: 2 niveles
Fecha del proyecto: 2017	
RELACIÓN CON LA VARIABLE	
VARIABLE: CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO	
CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE APLICACIÓN	✓
1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.	✓
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.	
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.	
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.	
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.	✓
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.	✓
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.	✓
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.	
9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.	✓
10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.	✓
11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.	
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.	

*Fuente: Elaboración propia*

Este proyecto hace uso del criterio de uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base trapezoidal, partiendo del uso de una forma geometría con base trapezoidal, garantiza crear en el interior ambientes no paralelos, uno de otros, ayudando a crear dinamismo en el recorrido de sus espacios y aportar al acondicionamiento acústico en el diseño de sus auditorios y complementarios.

El criterio uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones en la superficie del plano superior, tiene como finalidad garantizar espacios a dobles alturas en la parte de los escenarios, donde se requiere el uso de techos inclinados para ayudar a reflejar el sonido para los músicos.

El criterio generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro; el proyecto parte de la necesidad de evitar crear muros paralelos, planteándose hacer uso de una nueva geometría interna dentro del volumen general, creando una geometría euclidiana ortogonal, para albergar una mayor capacidad y para el acondicionamiento de paneles suspendidos y adosados a su estructura.

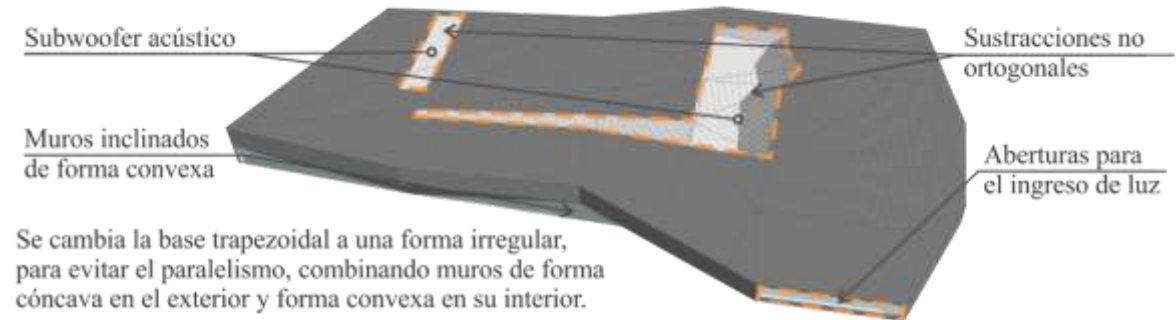
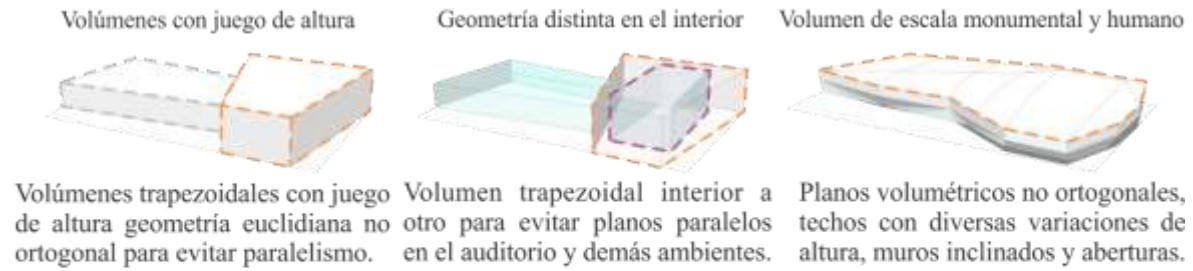
El criterio generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro, esta aplicado en el aspecto formal de la volumetría donde se muestra aberturas en los planos laterales y superior “techo”, donde las aberturas permiten controlar condiciones de confort acústico, eliminando la sonorización del ruido producido en el auditorio.

El uso del criterio de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos, esta aplicado en la parte del escenario permitiendo lograr mayores reflexiones para el orador y el uso de resonadores policilíndricos le permite lograr una mejor distribución del sonido desde la parte del escenario hacia el público, logrando que las ondas sonoras lleguen con mayor rapidez a ultima butaca del auditorio.

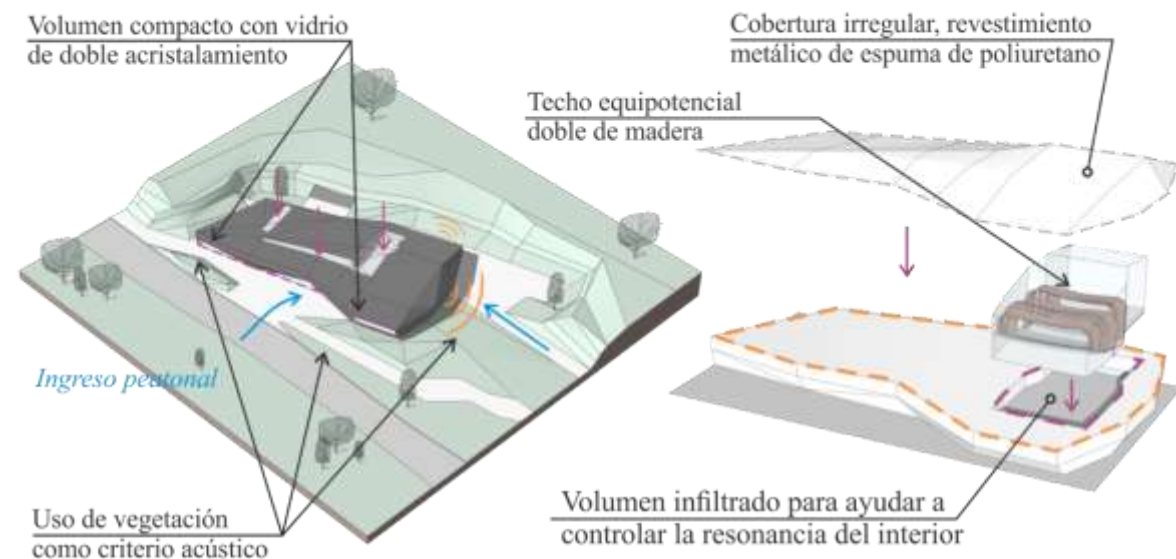
El uso de materiales tales como viruta de madera, lana de vidrio, cartón- yeso, chapa metálica, alfombra, fibra mineral con recubrimiento de tela, entre otros, estos materiales son aplicados en toda la edificación, debido al tamaño pequeño del proyecto y los espacios contiguos unos de otros, donde se requiere de la intervención para evitar que el sonido se filtre por el sistema estructural o cavidades vacías.

**Gráficos de 3D:**

Transformación volumétrica dependiente de variable acústica:



Emplazamiento exterior e interior del proyecto:



Estudio del Auditorio en 3D

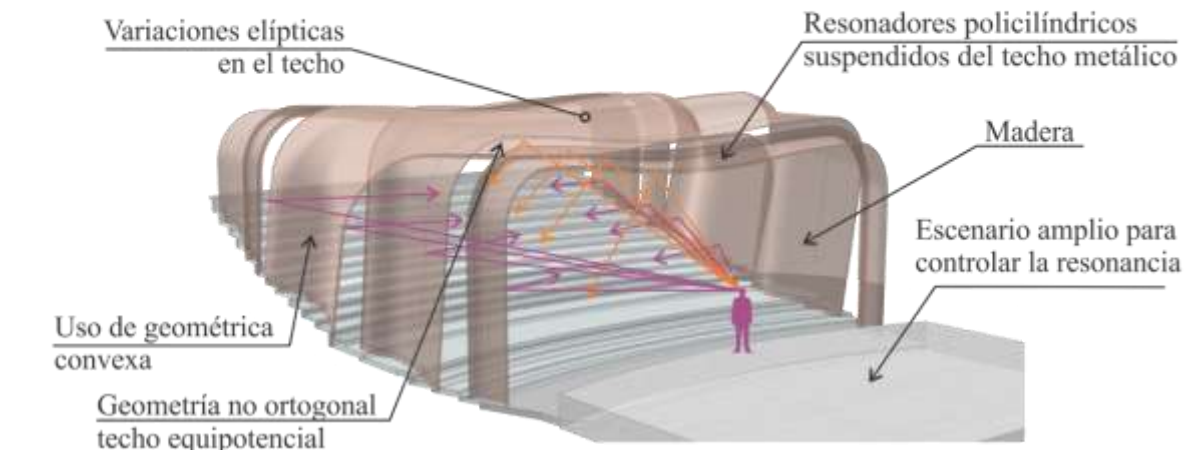
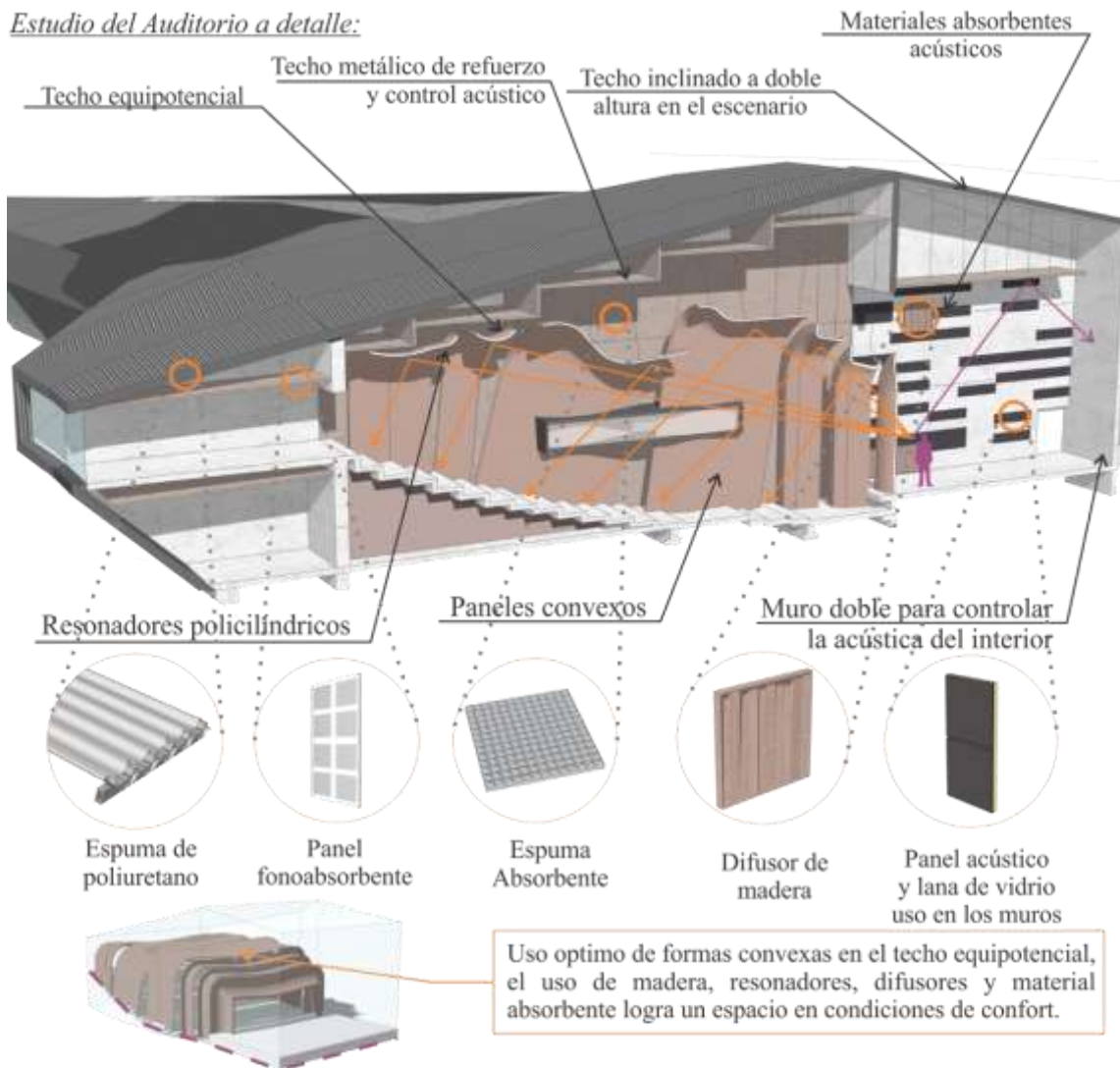


Figura 6. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 1. Fuente: Elaboración Propia

**Gráficos de detalle:**

*Estudio del Auditorio a detalle:*



**Gráficos de materiales y métodos constructivos:**

*Materiales en el proyecto:*

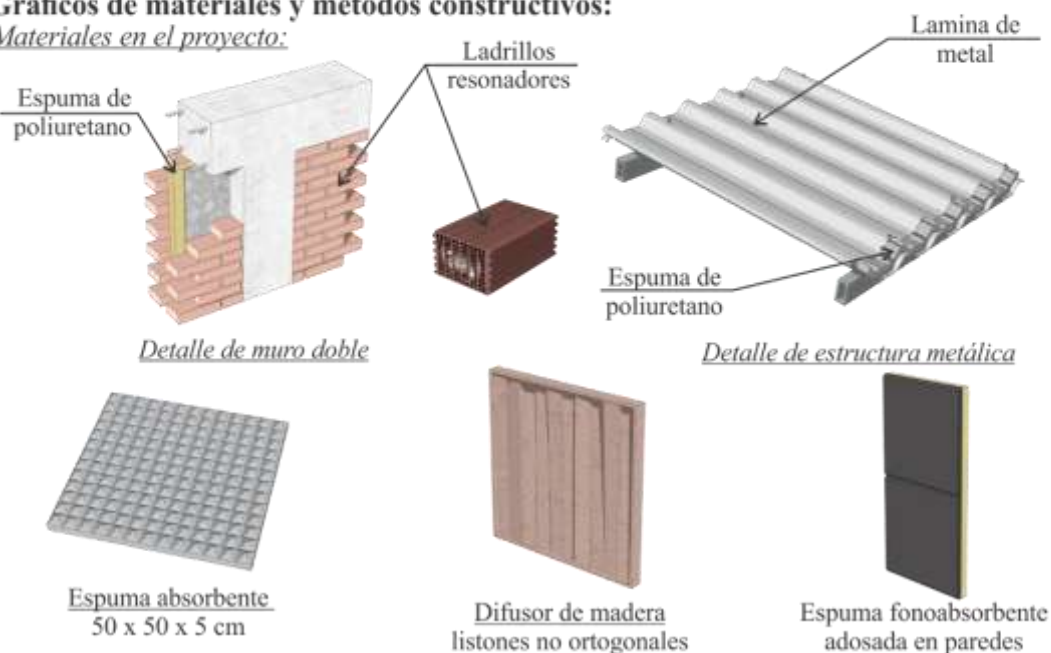


Figura 7. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 1  
Fuente: Elaboración Propia



### 3.2. Análisis de caso arquitectónico N° 2

Tabla 5. Ficha descriptiva del caso N° 2

FICHA DE ANÁLISIS DE CASOS	
INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del proyecto: Centro cultural de la Huege	Arquitecto (s): Peripheriques Architects,
Proyecto: Centro cultural	Marin + Trotti Architects
Ubicación: Beaumont – Hague, Francia	Área: 2 560 m <sup>2</sup>
Fecha del proyecto: 2015	Niveles: 2 niveles
RELACIÓN CON LA VARIABLE	
VARIABLE: CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO	
CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE APLICACIÓN	✓
1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.	✓
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.	✓
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.	
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.	✓
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.	
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.	
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.	✓
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.	
9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.	✓
10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.	
11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.	✓
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.	

*Fuente: Elaboración propia*

El uso del criterio volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal, esta aplicado en el aspecto formal mostrando un criterio adecuado e intencional, haciendo uso de geometría euclidiana de forma trapezoidal, permitiéndole mediante este eliminar el paralelismo en el interior y con garantías de tener un espacio adecuado para el aprendizaje e interacción de las personas.

El uso del criterio composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales, está presente en las sustracciones de la volumetría, debido a la necesidad del lugar “factor que condiciona al diseño acústico en su interior”, se hace uso de paneles con variaciones rítmicas no ortogonales en la parte interior y exterior del proyecto, con la finalidad de lograr un confort acústico y térmico.

El uso del criterio aplicación de volúmenes euclidianos en secuencia lineal de escala monumental, permite tener en su interior tener espacios de doble altura, siendo pertinente para lograr un mejor acondicionamiento acústico en salas de ensayo y espacios académico, los cuales requieren de amplios espacios para controlar el ruido producido por los instrumentos.

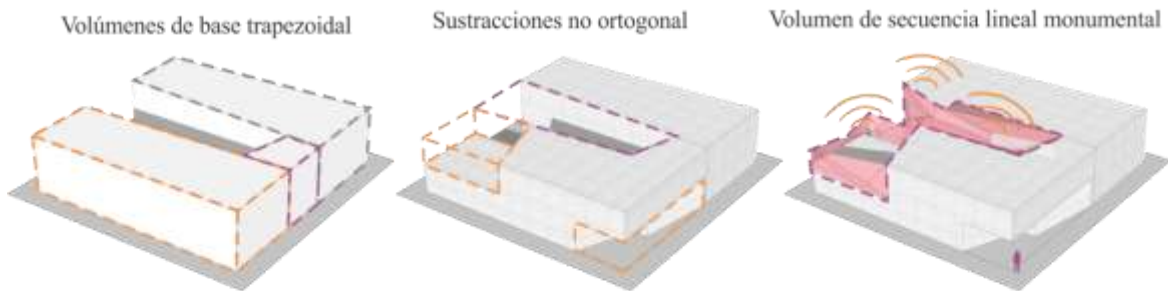
El uso del criterio generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro. Permite lograr un adecuado acondicionamiento se hace uso de planos flotantes inclinados que permite reflejar el sonido de una manera óptima, evitando la inteligibilidad de la palabra y una mejor sensación auditiva en la sonorización del espacio.

El uso del criterio aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría, están aplicados en toda la edificación, debido a que se debe tratar de eliminar las ondas sonoras y evitar la interferencia de sonido de un espacio y otro.

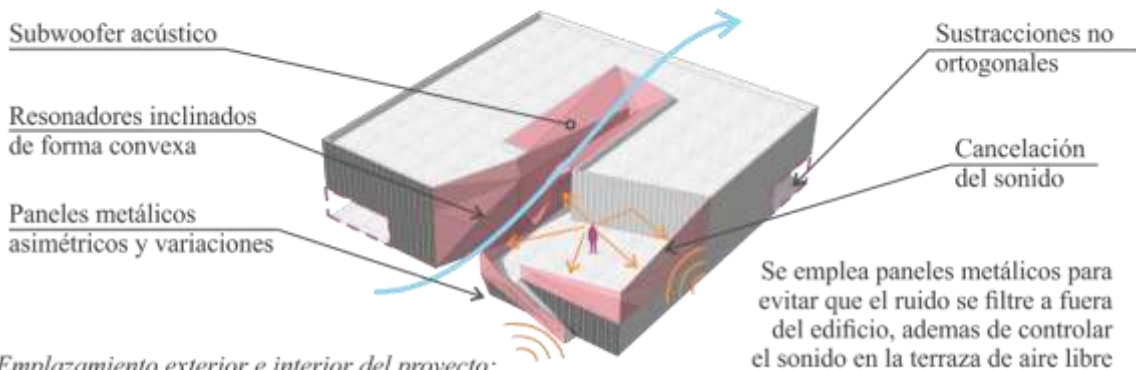
El uso del criterio aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa, El proyecto hace uso de aislante acústico para impedir que el ruido provocado en el espacio interior, pueda interferir en otro espacio donde la intervención del aislante es mediante una alfombra en el piso que impide la filtración del sonido.

**Gráficos de 3D:**

Transformación volumétrica dependiente de variable acústica:



Volúmenes trapezoidales de escala monumental, geometría euclidiana no ortogonal en el exterior  
 Sustracciones no ortogonales en el centro y lateral del volumen, para evitar planos paralelos en su interior  
 Planos no ortogonales, con diversas variaciones evitando que el sonido traspase del interior al exterior.



Emplazamiento exterior e interior del proyecto:



Estudio del Auditorio en 3D

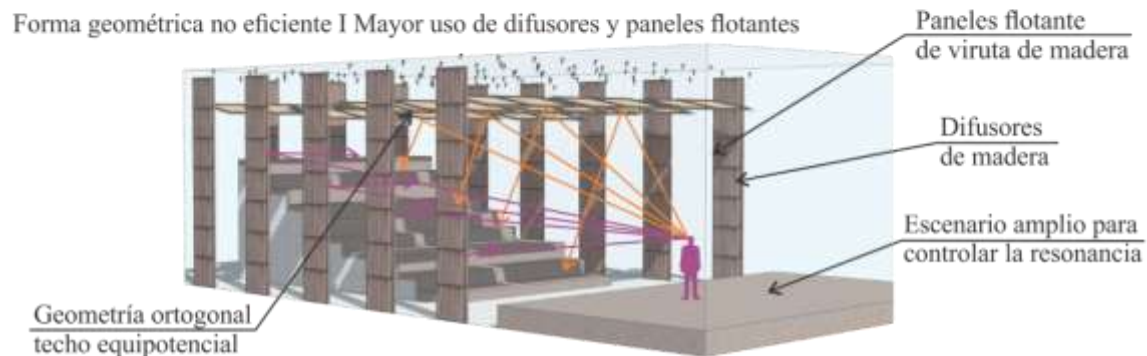
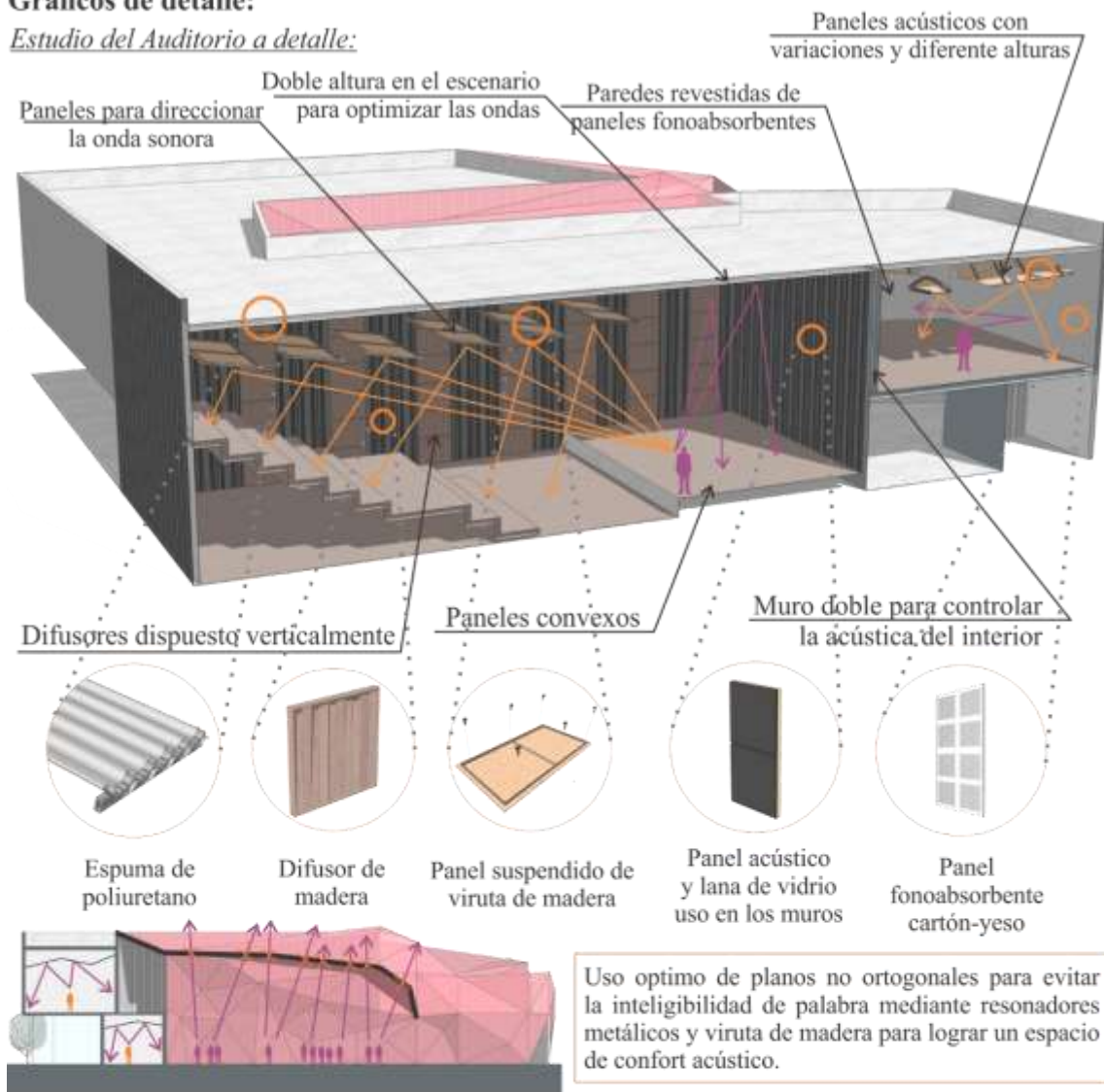


Figura 8. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 2. Fuente: Elaboración Propia

**Gráficos de detalle:**

*Estudio del Auditorio a detalle:*



**Gráficos de materiales y métodos constructivos:**

*Materiales en el proyecto:*

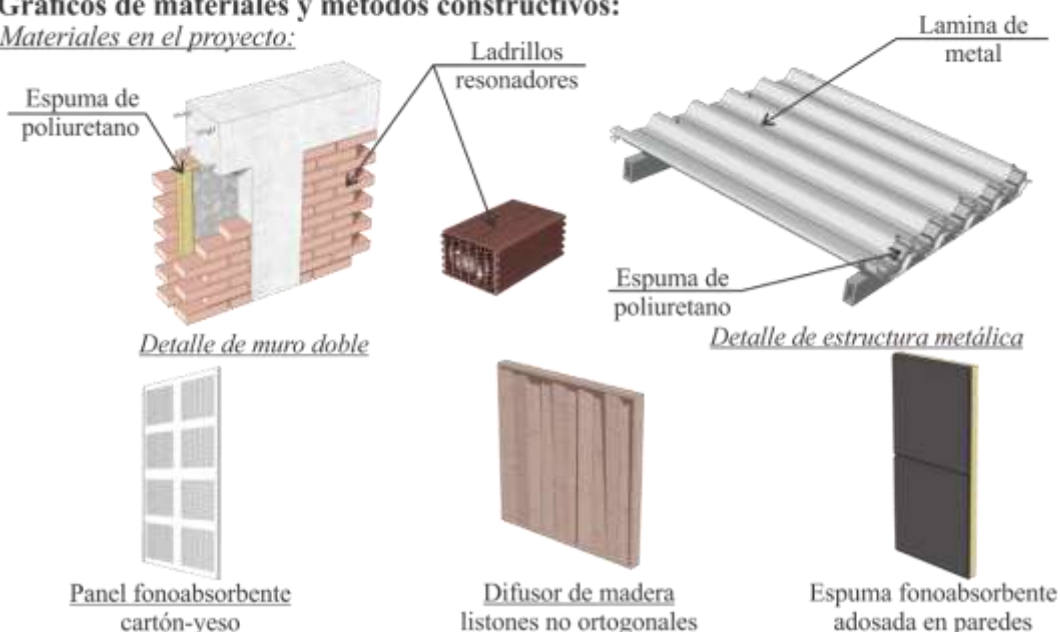


Figura 9. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 2

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Análisis de caso arquitectónico N° 3

Tabla 6. Ficha descriptiva del caso N° 3

FICHA DE ANÁLISIS DE CASOS	
INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del proyecto: Escuela de música Yotoco	Arquitecto (s): Espacio Colectivo
Proyecto: Escuela de música	Arquitectos
Ubicación: Yotoco, Colombia	Área: 750 m <sup>2</sup>
Fecha del proyecto: 2014	Niveles: 1 nivel
RELACIÓN CON LA VARIABLE	
VARIABLE: CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO	
CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE APLICACIÓN	✓
1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.	
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.	
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.	✓
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.	✓
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.	✓
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.	✓
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.	
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.	✓
9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.	
10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.	
11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.	✓
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.	

*Fuente: Elaboración propia*

El uso del criterio aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría, este proyecto priorizando el uso de formas cóncavas y convexas, logrando a través de su composición volumétrica de formas elípticas, un adecuado acondicionamiento acústico y térmico en el interior del proyecto, a su vez esta geometría permite que los espacios interiores no requieran de un uso mayor de condicionantes para mejorar la acústica del espacio, porque ninguno de los planos son paralelos entre sí.

El uso del criterio volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro, aplicado los volúmenes con base elíptica, dando una función dentro de su forma, considerando pertinente al auditorio, en su interior se diseña la cabina de control y el escenario con formas convexas, para evitar la concentración de ondas en un solo punto y dar pase a disposiciones sonoras que es uno de los principales problemas en la geometría del espacio de esta forma geométrica.

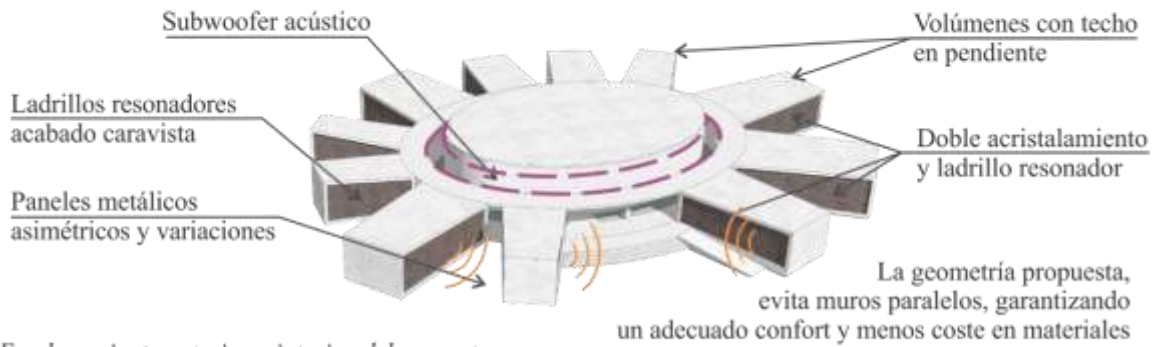
El uso del criterio volumetría euclidiana irregular con variaciones en la superficie del plano superior, esta aplicado en los bloques adosados dispuestos de manera radial, muestra una pendiente normativa, debido a que se trata de eliminar el paralelismo entre todas las caras de los cubículos pedagógicos, con la finalidad de hacer menor uso de materiales y métodos constructivos permitiendo un ahorro económico en su construcción.

El uso del criterio aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría, aplicados en los techos y paredes de la zona pedagogía y auditorio, estos métodos permiten lograr una mayor absorción del sonido y un menor uso de estos, por las condicionantes geométricas vistas en el anterior texto.

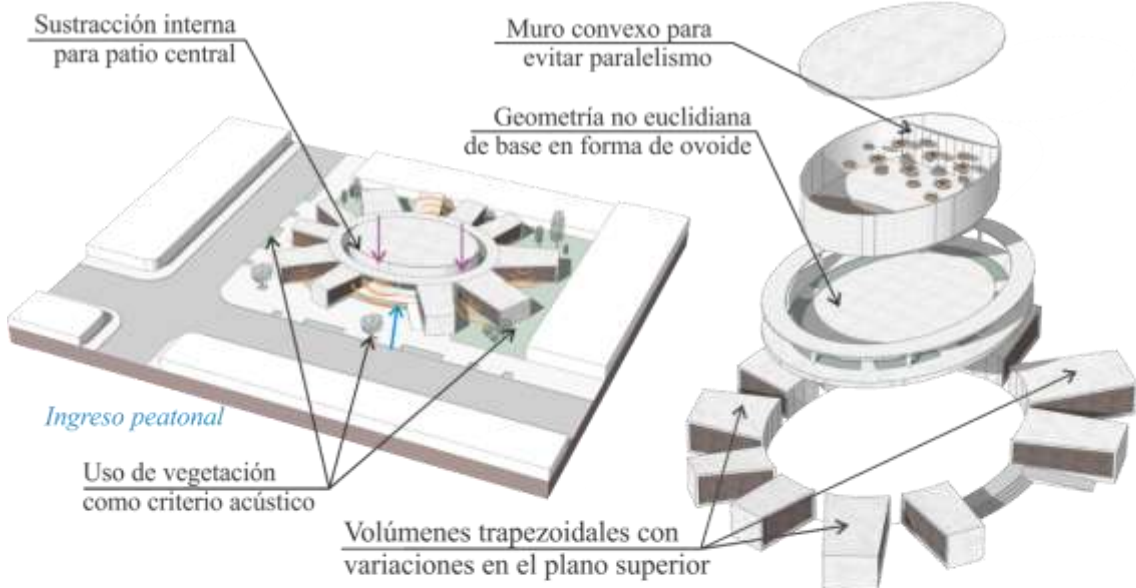
El uso del criterio de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio, son aplicados en el auditorio debido a que es uno de los espacios que más fuentes de sonido emite, siendo pertinente el uso de estos con el objetivo de para lograr una adecuada absorción del sonido, evitando las reflexiones de sonido y la inteligibilidad de la palabra.

**Gráficos de 3D:**

*Transformación volumétrica dependiente de variable acústica:*



*Emplazamiento exterior e interior del proyecto:*



*Estudio del Auditorio en 3D*

Forma geométrica eficiente | Menor uso de paneles flotantes

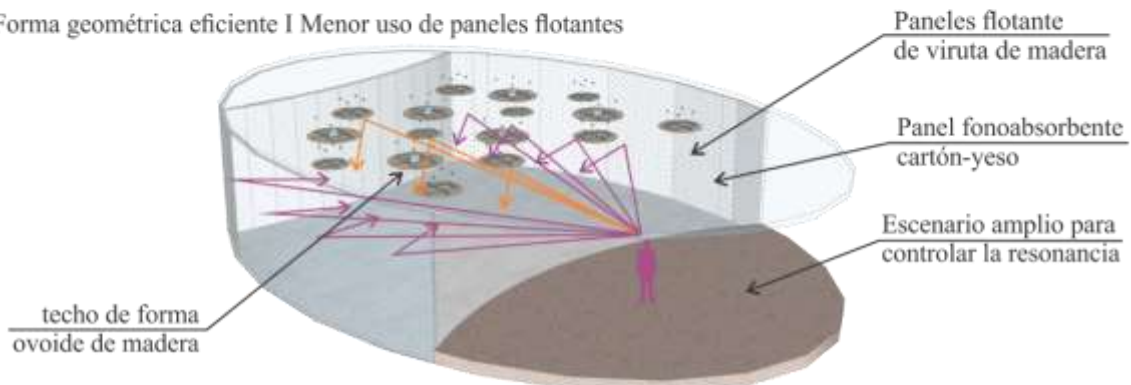
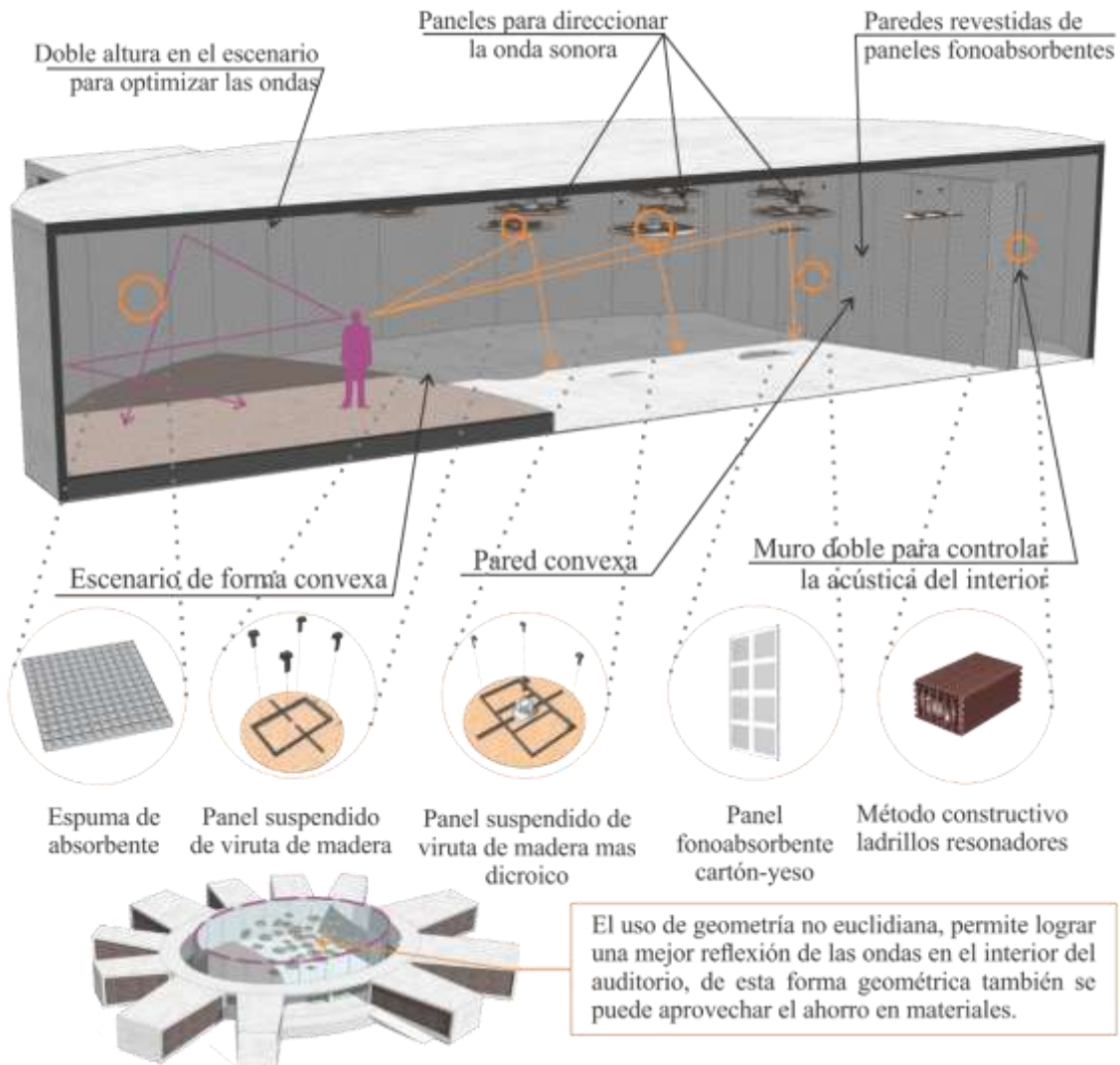


Figura 10. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 3. Fuente: Elaboración Propia

**Gráficos de detalle:**

*Estudio del Auditorio a detalle:*



**Gráficos de materiales y métodos constructivos:**

*Materiales en el proyecto:*



Figura 11. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 3  
Fuente: Elaboración Propia



### 3.4. Análisis de caso arquitectónico N° 4

Tabla 7. Ficha descriptiva del caso N° 4

FICHA DE ANÁLISIS DE CASOS	
INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del proyecto: Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música	Arquitecto (s): Sheylla Patricia Ávila
Proyecto: Escuela de Música	Llaves
Ubicación: Lima, Perú	Área: 24 000 m <sup>2</sup>
Fecha del proyecto: 2017	Niveles: 5 niveles
RELACIÓN CON LA VARIABLE	
VARIABLE: CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO	
CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE APLICACIÓN	✓
1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.	
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.	
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.	✓
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.	✓
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.	✓
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.	✓
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.	✓
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.	
9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.	✓
10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.	
11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.	✓
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.	

*Fuente: Elaboración propia*

El uso del criterio aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría, estas formas geométricas de bases elípticas y trapezoidales, están aplicados en la volumetría, permitiendo lograr espacios adecuados acústicamente, este criterio se

ve reflejado en la composición de volúmenes de los auditorios, donde el investigador determina que esta forma elíptica conviene más para el diseño de los auditorios.

El uso del criterio volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro, pertinente para la solución del problema de planos paralelos, se elimina al usar geométricas convexas en el interior, donde esta geometría es también usada para el exterior de los bloques educativos, su forma geométrica le permite hacer aberturas en los planos crear grandes ventanales y no siendo este uno de los problemas acústicos.

El uso del criterio volumetría euclidiana irregular con variaciones en la superficie del plano superior. Los bloques educativos están dispuestos de manera radial, presentando una variación irregular en el plano superior, garantizando la eliminación de planos paralelos, sabiendo que mientras más se elimine este, menor será el uso de materiales y métodos constructivos que se emplearán, permitiendo un ahorro económico en el acondicionamiento acústico.

El uso del criterio Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro, se muestra en el diseño del techo equipotencial del auditorio mediante planos flotantes inclinados, permitiendo reflejar el sonido desde el escenario hasta el último asiento del auditorio, los planos flotantes inclinados son determinados mediante un cálculo cuantitativo para ver los ángulos de inclinación que debe de tener estos.

El uso del criterio aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría, estos métodos son aplicados en la mayor parte de la edificación, especialmente en el auditorio, aplicándose en los muros, techos y paredes del espacio.

El uso del criterio materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio, son aplicados en cada ambiente de la edificación, donde la mayor parte del uso de están en las aulas pedagógicas y el auditorio.

**Gráficos de 3D:**

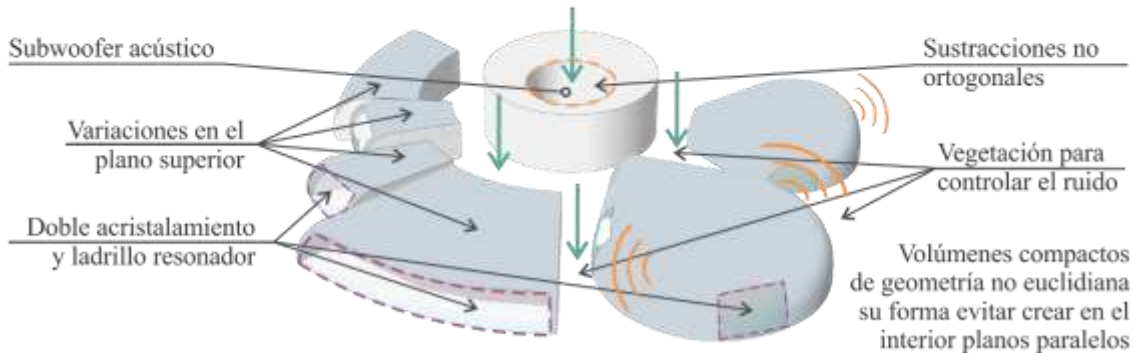
*Transformación volumétrica dependiente de variable acústica:*



Volúmenes trapezoidales de escala monumental, geometría euclidiana ortogonal en el exterior

Sustracciones no ortogonales en el centro y lateral del volumen, para evitar planos paralelos en su interior

Planos no ortogonales, con diversas variaciones evitando que el sonido traspase del interior al exterior.



*Emplazamiento exterior e interior del proyecto:*



*Estudio del Auditorio en 3D*

Forma geométrica eficiente | Mayor uso de paneles flotantes “techo equipotencial”

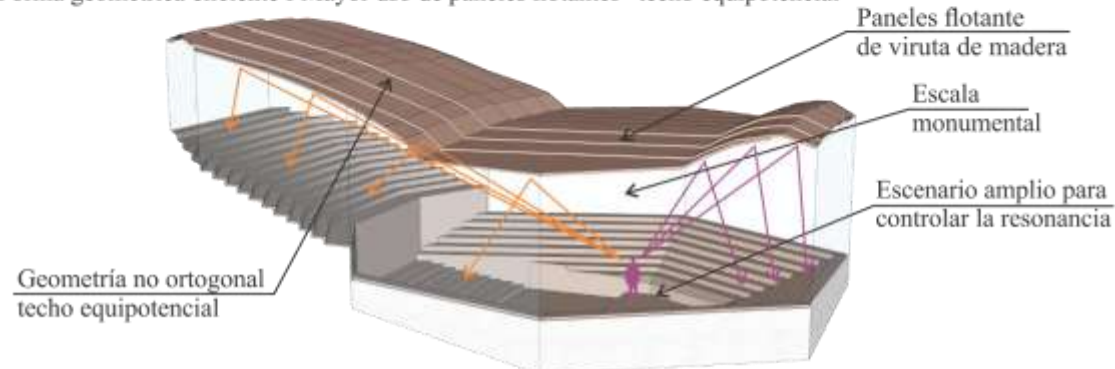
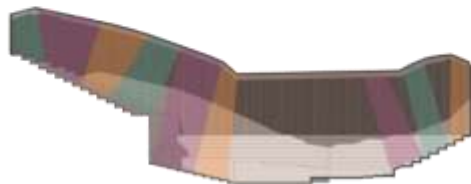
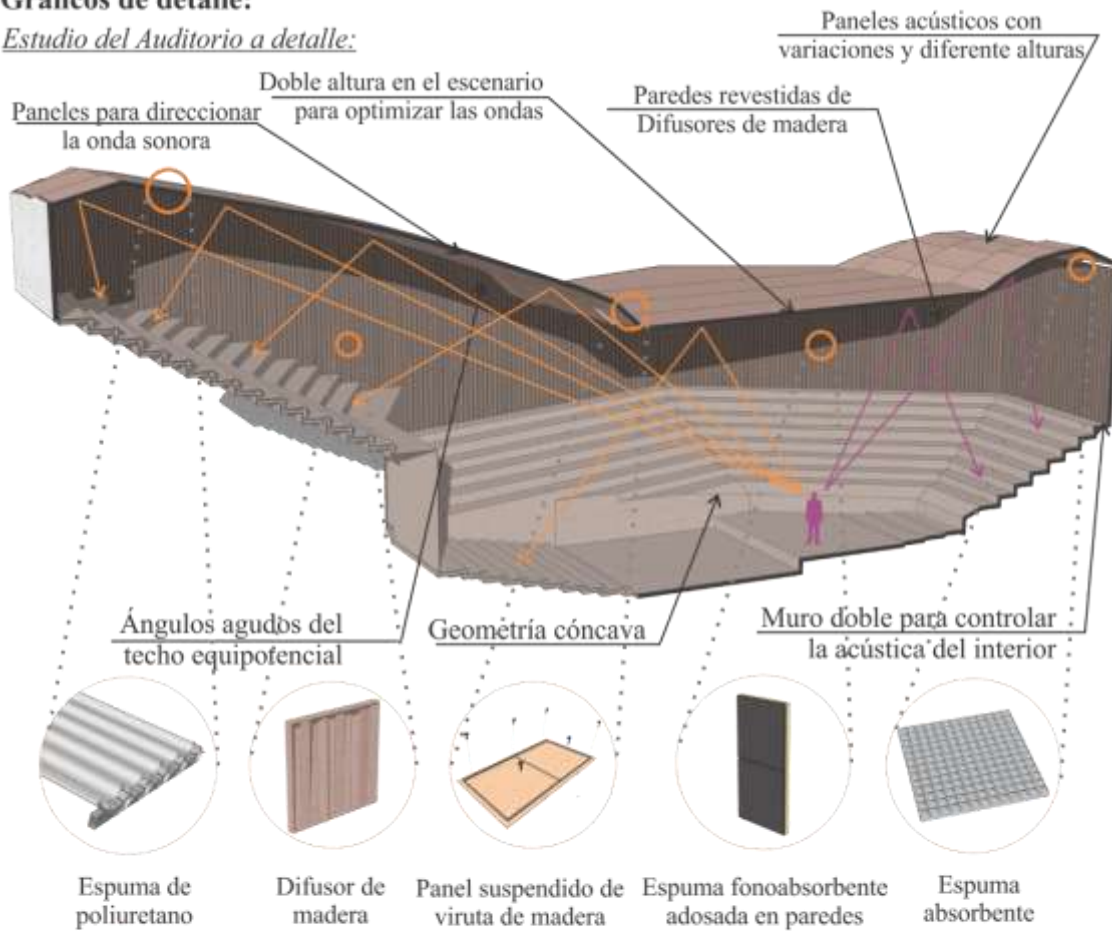


Figura 12. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 4 Fuente: Elaboración Propia

**Gráficos de detalle:**

*Estudio del Auditorio a detalle:*



La forma condiciona al auditorio a no tener planos paralelos, por lo que permite reflejar las ondas a todos los puntos del auditorio, logrando que puedan escuchar los de la primera y ultima fila.

**Gráficos de materiales y métodos constructivos:**

*Materiales en el proyecto:*

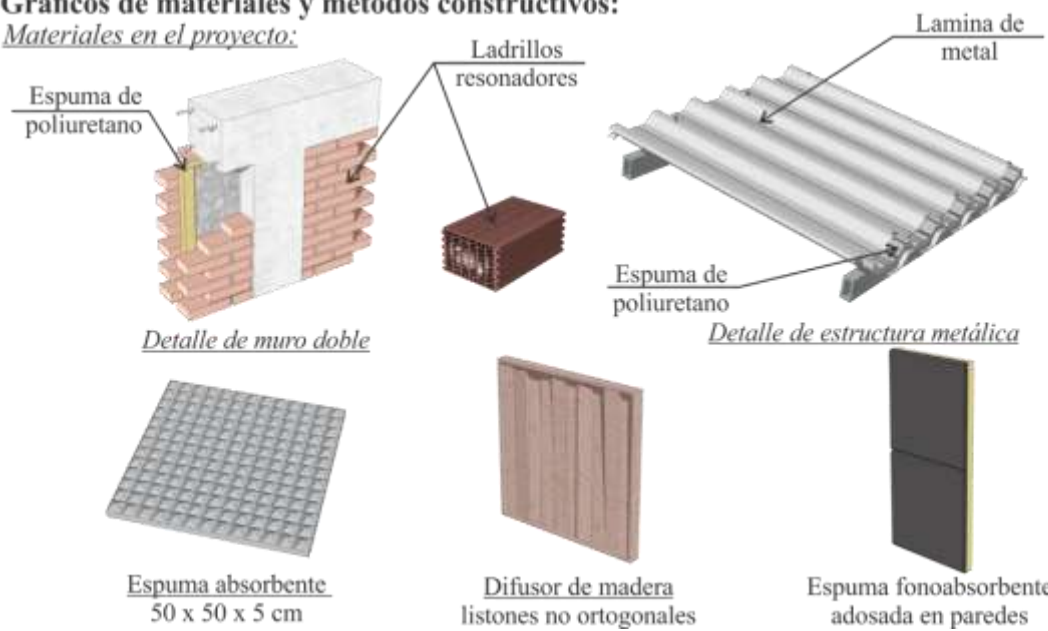


Figura 13. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 4. Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Análisis de caso arquitectónico N° 5

Tabla 8. Ficha descriptiva del caso N° 5

FICHA DE ANÁLISIS DE CASOS	
INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del proyecto: Centro de difusión de la música en Lima	Arquitecto (s): Lucía Rosa Sánchez Portocarrero
Proyecto: Centro de difusión	Área: 5 010 m <sup>2</sup>
Ubicación: Lima, Perú	Niveles: 5 niveles + 2 sótanos
Fecha del proyecto: 2016	
RELACIÓN CON LA VARIABLE	
VARIABLE: CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO	
CRITERIOS ARQUITECTÓNICOS DE APLICACIÓN	✓
1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.	✓
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.	
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.	
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.	✓
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.	
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.	✓
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.	✓
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.	✓
9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.	✓
10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.	
11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.	✓
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.	

*Fuente: Elaboración propia*

El uso del criterio volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal, es aplicado en los volúmenes generales, donde sus ambientes interiores requieren del uso de su geometría, con la finalidad de crear ambientes con planos no paralelos uno de otro, este criterio permite crear dinamismo en el recorrido de sus espacios y efectuar primordialmente en el acondicionamiento acústico, en el diseño del auditorio y áreas complementarios.

El uso del criterio aplicación de volúmenes euclidianos en secuencia lineal de escala monumental, su aplicación permite en el interior tener espacios de doble altura, controlando las ondas emitidas en estos espacios, siendo el uso óptimo de este criterio en salas de ensayo y espacios académico, los cuales requieren de amplios espacios para controlar el ruido producido por los instrumentos.

El uso del criterio generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro En su parte la propuesta, determina una geometría distinta a la forma exterior, donde el uso de geometría euclidiana no ortogonal es empleado en el auditorio, el cual requiere de formas geométricas de base trapezoidal y de formas convexas, para ayudar al acondicionamiento acústico del espacio.

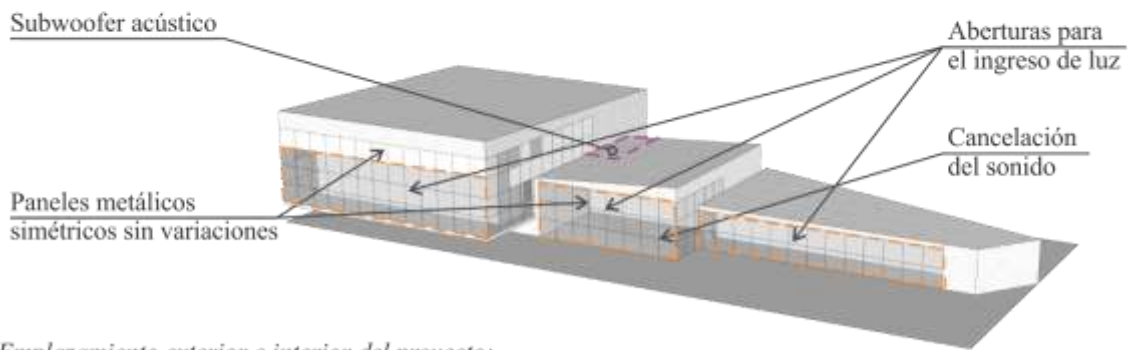
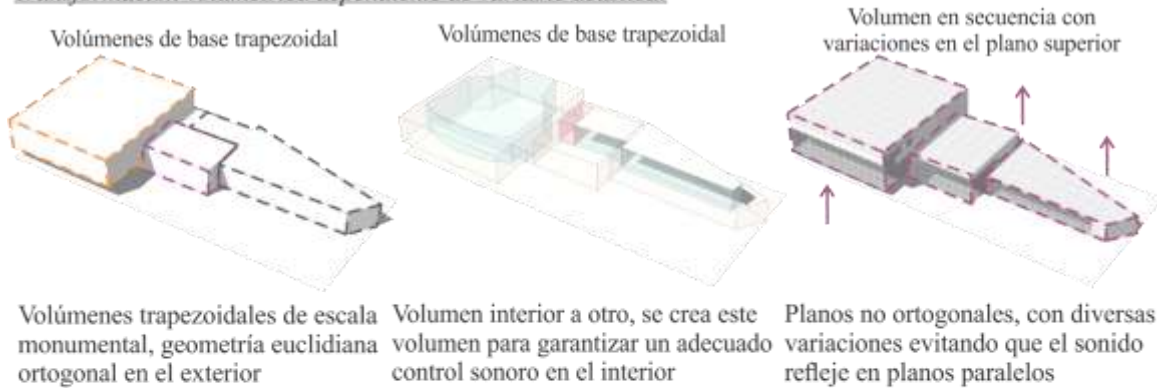
El uso del criterio Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría, estos métodos son aplicados en la mayor parte de la edificación, especialmente en acondicionamiento acústico del auditorio, aplicándose en los muros, techos y paredes del espacio.

El uso del criterio difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos, permite lograr una mejor distribución del sonido desde la parte del escenario hacia el público, logrando que las ondas sonoras lleguen con mayor rapidez a ultimo butaca del auditorio.

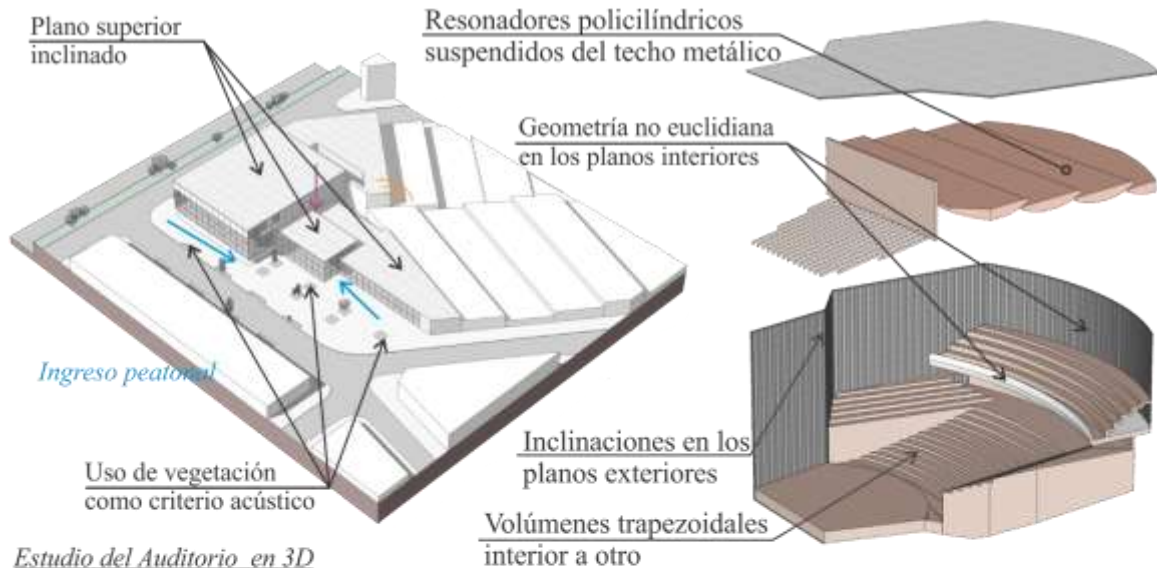
El uso del criterio materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio, son aplicados en cada ambiente de la edificación, donde la mayor parte del uso de están en las aulas pedagógicas y el auditorio.

**Gráficos de 3D:**

*Transformación volumétrica dependiente de variable acústica:*



*Emplazamiento exterior e interior del proyecto:*



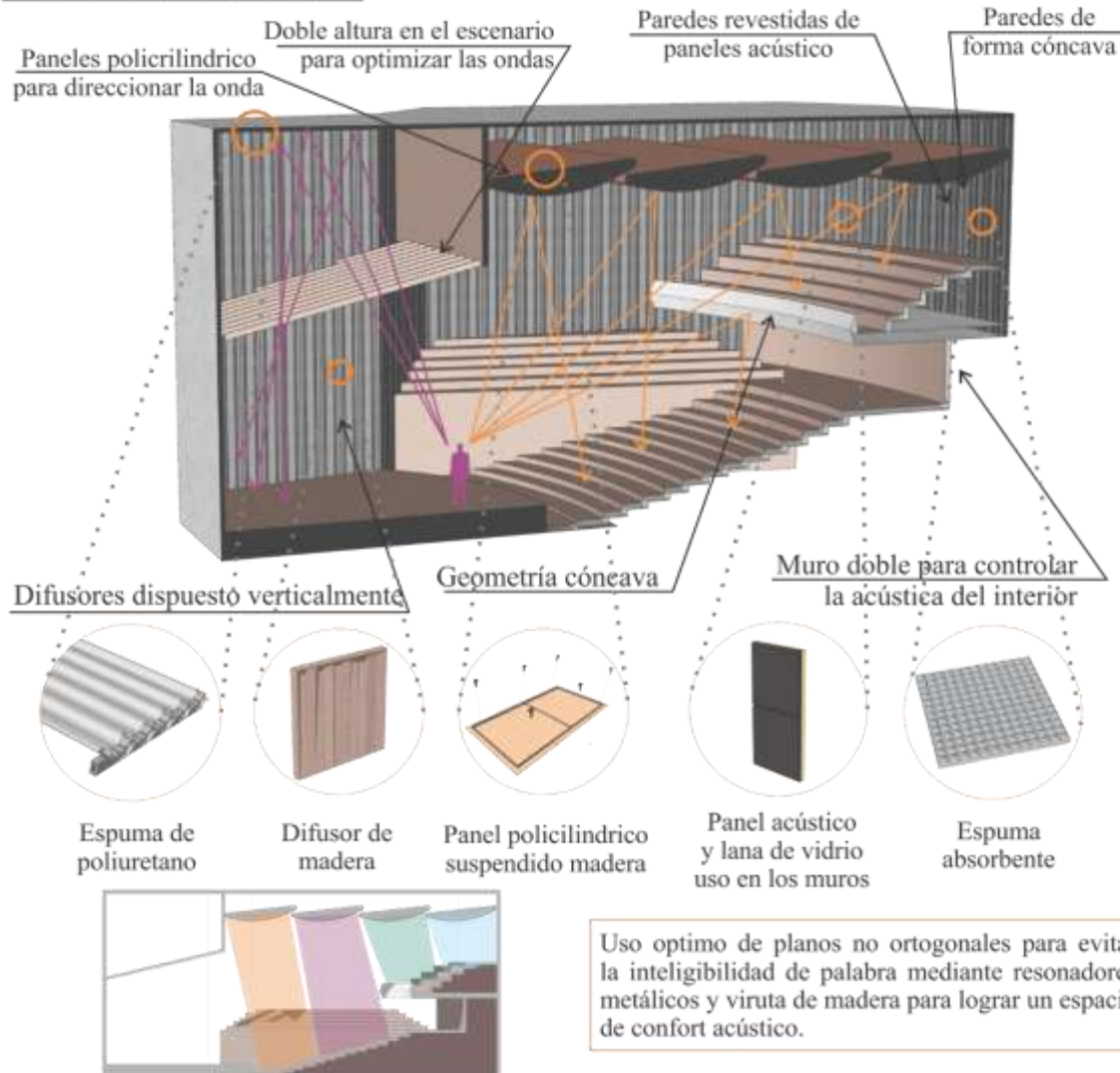
*Estudio del Auditorio en 3D*



Figura 14. Gráficos analíticos de la variable en 3D del caso N° 5. Fuente: Elaboración Propia

**Gráficos de detalle:**

*Estudio del Auditorio a detalle:*



**Gráficos de materiales y métodos constructivos:**

*Materiales en el proyecto:*

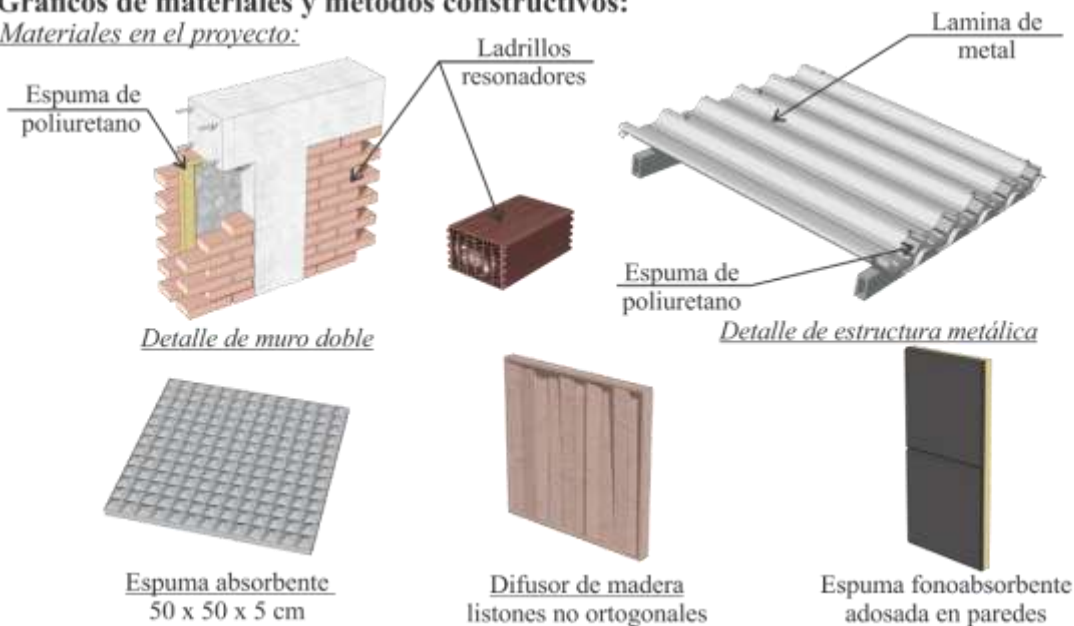


Figura 15. Gráficos analíticos de la variable de detalle y materialidad del caso N° 5

Fuente: Elaboración Propia



### 3.6. Cuadro resumen de comparación

Tabla 9. Cuadro comparativo de casos

VARIABLE	CASO N° 01	CASO N° 02	CASO N° 03	CASO N° 04	CASO N° 05	RESULTADOS
<b>CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO PASIVO</b>	Centro de congresos en Haute Saintonge	Espacio Cultural de La Hague	Escuela de música Yotoco	Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música	Centro de Difusión de la Música en Lima	
1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.	✓	✓			✓	Casos N° 1,2 y 3
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.		✓				Casos N° 1
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.			✓	✓		Casos N° 3 y 4
4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.		✓			✓	Casos N° 2 y 5
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.			✓	✓		Casos N° 3 y 4
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.	✓		✓	✓		Casos N° 1,3 y 4
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.	✓	✓		✓	✓	Casos N° 1,2,4 y 5
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.	✓					Casos N° 1
9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.		✓	✓	✓	✓	Casos N° 2,3,4 y 5
10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.	✓				✓	Casos N° 1 y 2
11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.	✓		✓	✓	✓	Casos N° 1,3,4 y 5
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.		✓				Casos N° 2

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Conclusiones de casos arquitectónicos

A partir del análisis de casos arquitectónicos y el cuadro comparativo, se obtuvieron las siguientes conclusiones, en los cuales se verifica el cumplimiento de los criterios de diseño, se muestran los criterios más frecuentes en los casos analizados:

1. Se verifica en los casos N° 1, 2, y 3, el criterio uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal.
2. Se verifica en los casos N° 1, el criterio uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales.
3. Se verifica en los casos N° 3 y 4, el criterio aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría.
4. Se verifica en los casos N° 2 y 5, el criterio aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio.
5. Se verifica en los casos N° 3 y 4, el criterio uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro.
6. Se verifica en los casos N° 1, 3 y 4, el criterio uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior.
7. Se verifica en los casos N° 1, 2, 4 y 5, el criterio generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro.
8. Se verifica en los casos N° 1, el criterio aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores.
9. Se verifica en los casos N° 2, 3, 4 y 5, el criterio aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría.
10. Se verifica en los casos N° 1 y 2, el criterio uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos.

11. Se verifica en los casos N° 1, 3, y 5, el criterio uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio.
12. Se verifica en los casos N° 2, el criterio aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa.

### **3.8. Lineamientos de diseño**

Continuando con la investigación, según el previo análisis de los casos y las conclusiones llegadas se determinan los siguientes lineamientos, que se tomaran como guía para lograr un diseño arquitectónico adecuado:

#### Lineamientos en 3D:

1. Uso de volúmenes euclidianos no ortogonales con base geométrica trapezoidal, para condicionar en el espacio interior un adecuado confort acústico, con garantías de eliminar el paralelismo entre planos, además de crear variaciones rítmicas en la fachada del proyecto y dinamismo en el espacio interior.
2. Uso de composición volumétrica euclidiana no ortogonal con sustracciones y variaciones rítmicas no ortogonales, para separar espacios que emiten ondas sonoras e impedir que el sonido traspase y cree distorsión en los ambientes, es ideal para diseñar espacios de servicio complementarios entre las dos fuentes sonoras, dando funcionalidad y confort acústico.
3. Aplicación de geometría no euclidiana de forma elíptica en los planos exteriores de la volumetría, para impedir el paralelismo interno y la disminución de recursos al momento de acondicionar un recinto con materiales acústicos de precio elevado, permitiendo ahorrar recurso al usar este tipo de geometría.

4. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal de escala monumental con función para auditorio, para lograr una adecuada reflexión interna del sonido, aplicándose en salas de ensayo y en el escenario de un auditorio, además de crear un juego volumétrico en el exterior.
5. Uso de volumetría convexa con relaciones espaciales de tipo espacio interior a otro, para evitar el encuentro entre sonidos, y permitir una mejor reflexión en el espacio interior, permitiendo acondicionar con una menor cantidad de materiales acústicos, además de crear un juego volumétrico en el techo y pasadizos del auditorio.
6. Uso de volumetría euclidiana irregular con variaciones asimétricas en la superficie del plano superior, para evitar y condicionar al espacio interior la eliminación del paralelismo entre planos, con garantías de evitar la propagación de sonido del espacio interior hacia el exterior, tratando de disminuir los techos equipotenciales en su interior y crear variaciones de desnivel con pendientes en la forma exterior.
7. Generación de volumen no ortogonal con planos inclinados de tipo espacio interior a otro, para generar una mejor reflexión y sonorización del espacio, aplicándose en el auditorio y área pedagógica., además de crear volúmenes retranqueados que permitirá cumplir con la norma vigente, si se usa estos volúmenes a gran altura.
8. Aplicación de volumetría euclidiana no ortogonal con aberturas entre planos exteriores, para lograr grandes aberturas en los planos exteriores, creando muros cortina con estrategia de doble acristalamiento para impedir la filtración del sonido al exterior.

Lineamientos de detalle:

9. Aplicación de métodos constructivos en madera, cartón-yeso, enchapado metálico y ladrillos resonadores en muros internos de la volumetría, para garantizar en el espacio una absorción, reflexión, eliminación del sonido producido por distintas fuentes de onda dentro de un espacio, además de crear diseños lúdicos, agradables a la vista en espacios

interiores, tales como ambientes de aprendizaje y auditorio.

10. Uso de difusores y resonadores policilíndricos en la estructura de soporte adosados o suspendidos, para lograr un adecuado direccionamiento de la onda y conseguir que la primera persona y última persona del auditorio puedan escuchar en el mismo intervalo de tiempo, además de crear una variación y juego volumétrico en el techo del auditorio y ambientes de aprendizaje.

Lineamientos de Materiales:

11. Uso de materiales de lana de vidrio, espuma de poliuretano, mortero poroso, viruta de madera, entre otros en muros de la zona pedagógica y auditorio, para impedir que la filtración de sonido interior salga hacia el exterior, con garantías de retener el sonido dentro de un mismo ambiente, además de permitir que la estructura sea reforzada.
12. Aplicación de aislante acústico para pisos con alfombra absorbente entre el piso y la losa, para impedir la propagación del sonido a otras áreas, con garantías de reflejar el sonido para que el músico pueda escucharse mejor, su aplicación es en salas de ensayo, auditorio y zona pedagógica.

## **CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Conclusiones teóricas**

A manera de colofón, se determinó que los criterios de acondicionamiento acústico pasivo están ligados a las dimensiones enfocadas al diseño de un espacio pedagógico de educación musical en Trujillo, donde por su parte, condicionan al diseño mediante el tipo de geometría espacial, la materialidad y el comportamiento sonoro dentro de un recinto, los cuales repercuten en el logro de aprendizaje de los estudiantes, teniendo una clara evidencia en los antecedentes teóricos, antecedentes arquitectónicos y los análisis de casos internacionales, notándose como las dimensiones actúan dentro de un espacio para lograr confort en el espacio.

Se logro definir que los criterios de 3D obtenidos mediante antecedentes teóricos y arquitectónicos, consigue una relación entre lo teórico y su aplicación en proyectos arquitectónicos, específicamente en espacios pedagógicos de una escuela de música, en donde la composición volumétrica de base trapezoidal no ortogonal con variaciones asimétricas ayuda a obtener un mejor control sonoro en el espacio interior, además de mostrar los efectos positivos para la composición y estructuración del edificio, los cuales pueden resultar propicios al momento de definir un edificio diseñado a base de criterios volumétricos acústicos.

Se concluye en los criterios de detalle, cumplieron la función de su uso puntual, cuando no se tiene un acondicionamiento acústico óptimo en el espacio interior de un edificio, definido previamente por la forma geométrica; donde la intervención de métodos constructivos en madera, metal, yeso – cartón, etc., adosados en su estructura, flotantes o de refuerzo permiten un confort acústico ideal para el espacio interior, así mismo estos métodos permiten acondicionar una estructura para evitar la filtración de ondas sonoras del espacio

interior al exterior y viceversa; estos métodos se lograron determinar al analizar los casos seleccionados, tomándose los criterios más importantes para la investigación.

Se concluye en los criterios de materialidad cumplieron su función, implementando su uso en todos los espacios de los casos analizados, determinándose que los materiales acústicos de absorción, eliminación o de reflejo del sonido, pueden ser empleados en distintas ocasiones y espacios, según la necesidad del espacio, donde los más comunes en su aplicación es espuma de poliuretano, lana de vidrio, mortero poroso, viruta de madera y aislantes acústicos para pisos, esto se logró determinar después de analizar los casos viéndose los criterios y características de mayor relevancia para la investigación.

#### **4.2. Recomendaciones para el proyecto de aplicación profesional**

Se recomienda que al analizar los criterios geométricos de acondicionamiento acústico pasivo como variable se debe tener en cuenta los principios de la acústica arquitectónica para entender el comportamiento de las ondas sonoras y el problema en el recinto, donde se requiera la intervención de criterios geométricos de acondicionamiento acústico, además de complementar con estudios de casos arquitectónicos y la repercusión que tiene con la variable y el objeto arquitectónico a diseñar, para lograr que los criterios geométricos de acondicionamiento acústico sean los que respondan a la solución al tipo de proyecto que se desea intervenir, evitando considerar criterios subjetivos de diseño compositivo en el exterior e interior del objeto arquitectónico.

Se recomienda para una mejor optimización del uso de criterios 3D, tener en cuenta la repercusión que tienen estos criterios volumétricos con el espacio interior, específicamente en espacios donde se requiere su intervención, tales como aulas pedagógicas, auditorios, , donde estos deberán ser configurados según la forma geométrica del volumen, en el mismo sentido estos criterios en 3D tendrán un valor agregado en el uso por la composición volumétrica los cuales serán en su mayoría irregulares para garantizar un acondicionamiento acústico y

aumentar el aprendizaje dentro de los espacios educativos, mejorando considerablemente el confort de la persona en espacio interior.

Se sugiere que los criterios de detalles sean empleados en espacios que previamente fueron diseñados y se requiera una intervención por remodelación, en el mismo sentido su aplicación debe ser en espacios que se requiera redireccionar el sonido, reflejar, absorber y eliminar el sonido, evitando la inteligibilidad de palabra dentro de un recinto.

Se recomienda que los criterios de materiales, sean utilizados según su característica y función de cada uno, viéndose las propiedades acústicas para determinar si el material es absorbente, reflejante o si elimina la onda sonora, para lograr y evitar que el sonido se disipe del interior de un recinto, además de proponer el uso mesurados de estos materiales en puntos estratégicos dentro de un recinto para lograr un adecuado acondicionamiento acústico.



## CAPÍTULO 5. ANEXOS

### Anexo N° 1: Conservatorio de música en el Distrito 17 de Paris



*Figura 16.* Espacio pedagógico interior, uso de geometría euclidiana no ortogonal



*Figura 17.* Espacio complementario a la pedagogía, uso de geometría euclidiana no ortogonal

## Anexo N° 2: Conservatorio Regional de Música Luis Duncker Lavalle



*Figura 18.* Volúmenes de geometría no euclidiana de forma elíptica



*Figura 19.* Fachada diseñada a base de muros no paralelos entre si



*Figura 20.* Espacio pedagógico sin materiales acústicos

**Anexo N° 3: Conservatorio Regional de Música Carlos Valderrama**



*Figura 21.* Espacio pedagógico sin uso de geometría espacial para evitar reverberaciones.

#### Anexo N° 4: Escuela de música Yotoco



*Figura 22.* Espacio interior haciendo uso óptimo de geometría espacial y materiales acústicos.

### Anexo N° 5: Conservatorio Nacional de Música



*Figura 23.* Espacio sin acondicionamiento acústico.



*Figura 24.* Espacio interior haciendo de materiales acústicos.

**Anexo N° 6: Conservatorio Regional de Música Carlos Valderrama**



*Figura 25.* Espacio interior haciendo uso de materiales acústicos no óptimos.

### Anexo N° 7: Teatro Agora de Países Bajos



*Figura 26.* Forma exterior definido a base de criterios acústico geométricos



*Figura 27.* Espacio interior definido a base de la onda sonora

### Anexo N° 8: Gran Teatro Nacional del Perú



Figura 28. Espacio interior definido a base de la onda sonora



Figura 29. Forma exterior definido a base de criterios acústico geométricos



**Anexo N° 9: Teatro Víctor Raúl Lozano Ibáñez**



*Figura 30.* Espacio interior definido a base de la onda sonora



*Figura 31.* Espacio interior haciendo uso óptimo de geometría espacial y materiales acústicos

## CAPÍTULO 6. REFERENCIAS

- Alsina, P. (2006). *El área de educación musical: Propuestas para aplicar en el aula*.  
Barcelona, España: Editoria GRAÓ
- Amorin A, (2007). *Formas geométricas e qualidade acústica de salas de aula: estudo de caso em campinas-sp* (tesis de maestría). Univeridade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Ávila, S. (2019). *Infraestructura Sostenible para el Conservatorio Nacional de Música* (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Balt Architects (2014, 26 de febrero) Conservatorio de Música en el Distrito 17. *Archidaily*.  
Recuperado de <https://www.archdaily.pe/pe/02-339169/conservatorio-de-musica-en-el-distrito-17-de-paris-basalt-architects>
- Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya.
- Espacio Colectivo (2015, 04 de marzo) Escuela de música Yotoco. *Archidaily*. Recuperado de [https://www.archdaily.pe/pe/763073/escuela-de-musica-yotoco-espacio-colectivo-arquitectos?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.pe/pe/763073/escuela-de-musica-yotoco-espacio-colectivo-arquitectos?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)
- Jiménez, G. (2013). *Estudio y Diseño de Sistemas para el Acondicionamiento Acústico* (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Mañó, J. (2010). *Aislamiento y Acondicionamiento Acústico de un Auditorio para Actuaciones en Directo de Bandas de Música* (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Peripheriques Architects (2016, 11 de marzo) Centro cultural de la Huego. *Archidaily*.  
Recuperado de [https://www.archdaily.pe/pe/783602/espacio-cultural-de-la-huego-peripheriques-architectes-plus-marin-plus-trotti-architects?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.pe/pe/783602/espacio-cultural-de-la-huego-peripheriques-architectes-plus-marin-plus-trotti-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

Rodríguez, E. (2001). *Análisis y balance acústico de los espacios arquitectónicos* (tesis de maestría) Universidad Autónoma Metropolitana, Distrito Federal, México.

Sánchez, L. (2016). *Centro de difusión de la música en Lima* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

TETRARC (2018, 09 de abril) Centro de Congresos en Haute Saintonge. *Archdaily*.

Recuperado de [https://www.archdaily.pe/pe/887914/centro-de-congresos-en-haute-saintonge-tetrarc?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.pe/pe/887914/centro-de-congresos-en-haute-saintonge-tetrarc?ad_source=search&ad_medium=search_result_all)

Valverde, J. (2015). *Estudio de acondicionamiento acústico en rehabilitación de recinto religioso como auditorio, sala de conferencias y de exposiciones* (tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Zapata, G., Goubert, B. y Maldonado, J. (2005). *Universidad, músicas urbanas, pedagogía y cotidianidad*. Ciudad de México, México: Universidad Pedagógica Nacional – UPN.