

AISLAMIENTO ACÚSTICO EN CUBETAS DE CARTÓN PARA VIVIENDAS CON
CUBIERTAS DE ZINC

JULIAN ANDRÉS ALARCÓN NEME

SEBASTIÁN FRANCO SÁNCHEZ



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

BOGOTÁ

2020

AISLAMIENTO ACÚSTICO EN CUBETAS DE CARTÓN PARA VIVIENDAS CON
CUBIERTAS DE ZINC

Julián Andrés Alarcón Neme

Sebastián Franco Sánchez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de

Tecnólogo en construcciones arquitectónicas

Directora de proyecto: Arq. Melisa Gálvez Bohórquez



Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Programa de Tecnología en Construcciones Arquitectónicas

Bogotá

2020

Tabla de contenido

Resumen	3
Abstract.....	4
Introducción	5
Problema.....	6
Justificación	9
Hipótesis	10
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos	11
Metodología.....	12
Marco teórico.....	15
Estudios de la ONG Techo.....	15
Estudios Acústicos y Problemas en Cubiertas de Zinc.....	16
Contaminación Acústica.....	17
Contaminación Acústica en cubiertas de zinc	18
Materialidad Tejas de Zinc	18
Especificaciones Técnicas	18
Solución a la contaminación acústica en las viviendas que implementan T.D.Z.....	19
Tipos de Aislamientos Acústicos	20

Aislamiento de Geotextil.....	20
Lanas Minerales (Fibra de vidrio y Lana de roca)	21
Aislamiento Asfáltico.....	22
Aislamiento de Poliuretano	22
Laminas Viscoelásticas de Alta Densidad.....	23
Funcionamiento de los aislamientos.....	23
Historia del Acondicionamiento y Aislamiento Acústico en la Arquitectura	24
Propuesta de aislamiento acústico	27
Acondicionador acústico	28
Función Acústica de las cubetas de cartón	28
Estado del arte.....	30
Placa Knauf Silentboard.....	30
Aísla sistema	31
Muro a base de paneles de huevo	32
CAPITULO 1 Materiales.....	33
Materiales	33
Cubetas de cartón	33
Láminas de cartón	34
Escuadra de Unión metálica.	34
CAPITULO 2 Conformación del aislamiento	35
Elementos que conforman las cubiertas de zinc.....	35

Sobre posición de cubetas de cartón.....	35
Encofrado de cubetas de cartón.....	36
Anclaje de Escuadras metálicas	37
Instalación del aislamiento	37
CAPITULO 3 Pruebas	38
Pruebas de sonido del aislamiento propuesto.....	38
Instalación de aislamiento propuesto para pruebas de sonido.....	39
Medición de sonido	39
CAPITULO 4 Fichas técnicas	41
CAPITULO 5 Resultados de pruebas de adsorción	47
Conclusión	50
Referencias	52
Anexos	56

Lista de Tablas

Tabla 1. Comparativa de Coeficientes de absorción acústica	12
Tabla 2 Pruebas Acústicas En Cubetas de Huevos.....	14
Tabla 3 Dimensiones de tejas de zinc.....	19
Tabla 4 Dimensiones de Tejas de Zinc.....	35
Tabla 5 Ficha técnica #1	41
Tabla 6 Ficha técnica #2.....	42
Tabla 7 Ficha técnica #3.....	43
Tabla 8 Ficha técnica #4.....	44
Tabla 9 Ficha técnica #5.....	45
Tabla 10 Ficha técnica#6.....	46
Tabla 11 Simulación de Pruebas en campo abierto.....	47
Tabla 12 Pruebas de lloviznas	48
Tabla 13 Simulación de pruebas en campo cerrado	49
Tabla 14 Costo de un panel de aislamiento acustico en cubetas de carton	60
Tabla 15 Comparacion de precios de aislamientos acusticos.....	60

Lista de Figuras

Figura 1 Pruebas de repercusión acústica empresa.	6
Figura 2 viviendas de ciudad Bolívar y su % de viviendas informales.	7
Figura 3 viviendas informales de ciudad Bolívar y Personas que no tienen vivienda digna en Bogotá.	8
Figura 4 Cubetas de cartón,	13
Figura 5 Comparativa de Coeficientes de absorción acústica en espuma fonoabsortora y caja de huevo.	14
Figura 6 Pobreza en las viviendas	15
Figura 7 Contaminación Acústica.	17
Figura 8 Aislamiento Geotextil	21
Figura 9 Lanas Minerales.	21
Figura 10 Aislamiento Asfáltico.....	22
Figura 11 Aislamiento de Poliuretano.	22
Figura 12 Laminas Viscoelásticas de Alta Densidad. Tomado de “Compuestos y paneles.	23
Figura 13 Comparativa de Coeficientes de absorción acústica	24
Figura 14 Teatro de Epidauro.	25
Figura 15 Templos Romanos.....	26
Figura 16 Espuma Acústica.....	27

Figura 17 Aísla sismtem.	31
Figura 18 muros constructivos en paneles de huevo.	32
Figura 19 Cubetas de cartón..	33
Figura 20 Láminas de cartón	34
Figura 21 Escuadra Metálicas.....	34
Figura 22 sobreposición de cubetas de cartón..	36
Figura 23 Encofra miento.....	36
Figura 25 Anclaje de escuadras a correas.....	37
Figura 24 Escuadras Metálicas.....	37
Figura 26 Anclaje de escuadras a correas.....	37
Figura 27 Sonómetro.	38
Figura 28 Aislamiento Acústico Propuesto.....	39
Figura 29 Medición de niveles de sonido.....	40
Figura 30 Simulación de pruebas en campo abierta.....	47
Figura 31 Pruebas de lloviznas.....	48
Figura 32 Simulación de pruebas en campo cerrado.....	49
Figura 33 Planta de cubierta con aislamiento acústico.....	56
Figura 34 Detalle en alzado de cubierta de zinc con aislamiento acústico en cubetas de cartón..	57

Figura 35 Corte.....	57
Figura 36 Caseta con aislamiento acústico.....	58
Figura 37 Caseta con aislamiento acústico en cubetas de cartón..	58
Figura 38 Pruebas de campo.....	59
Figura 39 Comparación de precios de aislamientos acústicos.	60

Dedicatoria

El presente trabajo se realizó con mucho esfuerzo y dedicación, recalcando que en el transcurso de su elaboración se presentaron diversos imprevistos y problemas pero esto sirvió como experiencia y motivación para seguir adelante y hacer valer toda nuestro esfuerzo, pero todo esto no se hubiera logrado sin el apoyo de nuestros padres en el transcurso de la carrera, ya que sin ellos no estaríamos donde estamos persiguiendo nuestros sueños para convertirnos en grandes profesionales que aporten y ayuden a la sociedad el día de mañana.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad la Gran Colombia por abrirnos las puertas y permitirnos formarnos para ser grandes profesionales en la disciplina de la Tecnología en Construcciones Arquitectónicas, igualmente le damos las gracias a todo el compendio de docentes que nos acompañaron en este proceso académico y nos aportaron de su conocimiento para formarnos como grandes profesionales que le puedan aportar a la sociedad.

Resumen

Como es sabido los tejados de zinc son muy comunes en las viviendas colombianas específicamente en las rurales y aquellas que no cuentan con altos recursos económicos en las ciudades, ahora bien cabe mencionar que a diferencia de otros tipos de cubiertas estas presentan ciertos beneficios y a su vez algunas desventajas recalando que en el mercado su precio puede ser muy bajo en comparación a otros tipos de cubiertas como lo pueden ser las de fibrocemento o una de metaldeck, siendo la de zinc una opción más asequible, pero con esto no se quiere decir que sean la mejor opción debido a ciertas deficiencias que afectan el confort de las personas en sus viviendas. En otros términos, el presente trabajo procuró indagar sobre una problemática en concreto la cual se fundamentó en la contaminación acústica que se presenta en las cubiertas de zinc debido a la materialidad del tejado, causando efectos en las personas ya sean físicos o psicológicos perturbando su rendimiento en su día a día para esto se analizó quiénes eran los usuarios que comúnmente utilizan este tipo de cubiertas en una de las localidades de Bogotá.

Dentro de este contexto se generó un interés por analizar el sistema constructivo de las cubiertas de zinc determinando sus falencias y sus problemáticas a nivel de confort acústico en la vivienda, conduciendo al presente trabajo a desarrollar un aislamiento auditivo en un material reciclado que permita un mejor acondicionamiento sensorial y que a su vez se acople fácilmente al sistema constructivo de las cubiertas de zinc para que de esta manera se genere una reducción considerable del ruido producido por los tejados.

Palabras claves: Cubiertas de zinc, confort acústico, contaminación acústica, aislamiento acústico, acondicionamiento sensorial.

Abstract

As it is known, zinc roofs are very common in Colombian homes, specifically in rural areas and those that do not have high economic resources in the cities. However, it is important to emphasize that unlike other types of roofs, these have certain benefits and some disadvantages, emphasizing that in the market their price can be very low compared to other types of roofs such as those made of fiber cement or metaldeck, with zinc being a more affordable option, but this does not mean that they are the best option due to certain deficiencies that affect the comfort of people in their homes. In other words, the present work tried to investigate on a problematic one in concrete which was based on the acoustic contamination that appears in the zinc covers due to the materiality of the roof, causing effects in the people already be physical or psychological disturbing its performance in its day to day for this was analyzed who were the users who commonly use this type of covers in one of the localities of Bogota.

Within this context, an interest was generated in analyzing the construction system of the zinc roofs, determining its shortcomings and its problems at the level of acoustic comfort in the home, leading to the present work to develop hearing insulation in a recycled material that allows better sensory conditioning and that in turn is easily coupled to the construction system of the zinc roofs so that this will generate a considerable reduction of noise produced by the roofs.

Keywords: Zinc covers, acoustic comfort, noise pollution, sound insulation, sensory conditioning.

Introducción

El actual trabajo busca desarrollar un aislamiento acústico que sirva para contrarrestar la contaminación auditiva presentada en las viviendas que implementan los tejados de zinc, tomando como apoyo estudios de repercusión acústica hechos por la empresa (ONDULIT, 2018) en diferentes tipos de cubiertas tales como las de fibrocemento, panel sándwich, panel coverpiu, aluminio-zinc y coverib, determinando que las que más ruido generan son la de zinc con un porcentaje de 84% al interior y al exterior un 30% debido a su materialidad.

Por otro lado, cabe entender que la contaminación auditiva genera diversas problemáticas en las personas según estudios de “la OMS, la CEE, la Agencia Federal de Medio Ambiente Alemana y el CSIC Español (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), los cuales llegaron a la conclusión de que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud” ECODES, 2005,(pàrr.1). Teniendo en cuenta lo mencionado previamente este proyecto analiza la viabilidad de utilizar un material reciclado (cubetas de cartón), como aislamiento acústico siendo este amigable con el medio ambiente, más económico y de una mayor accesibilidad en comparación de los aislamientos tradicionales (poliuretano, geotextil etc.) con el fin de dar una solución a nivel de confort en las viviendas.

Desarrollando la propuesta mediante la modulación de las cubetas de cartón conformando un aislamiento que posteriormente será instalado en las cubiertas de zinc comprendiendo cada una de las partes que la conforman y de esta manera generar la reducción de la contaminación acústica y mejorar el nivel de confort en las viviendas.

Problema

Las cubiertas de zinc son elementos ampliamente usados en la construcción, gracias a sus ventajas y a que se encargan de proteger a la edificación e igualmente proveen cobertura a las personas, pero al mismo tiempo presentan problemáticas donde se puede mencionar que la más común es la contaminación auditiva, la cual radica en el impacto de la lluvia con la lámina de zinc generando una vibración que radia ruido provocando efectos negativos de salud y de confort en las viviendas, esto se vio determinado por un estudio realizado en la empresa ONDULIT, (2018) donde se realizó una prueba de repercusión acústica en diferentes tipos de cubiertas y lo podemos observar en la Figura 1.

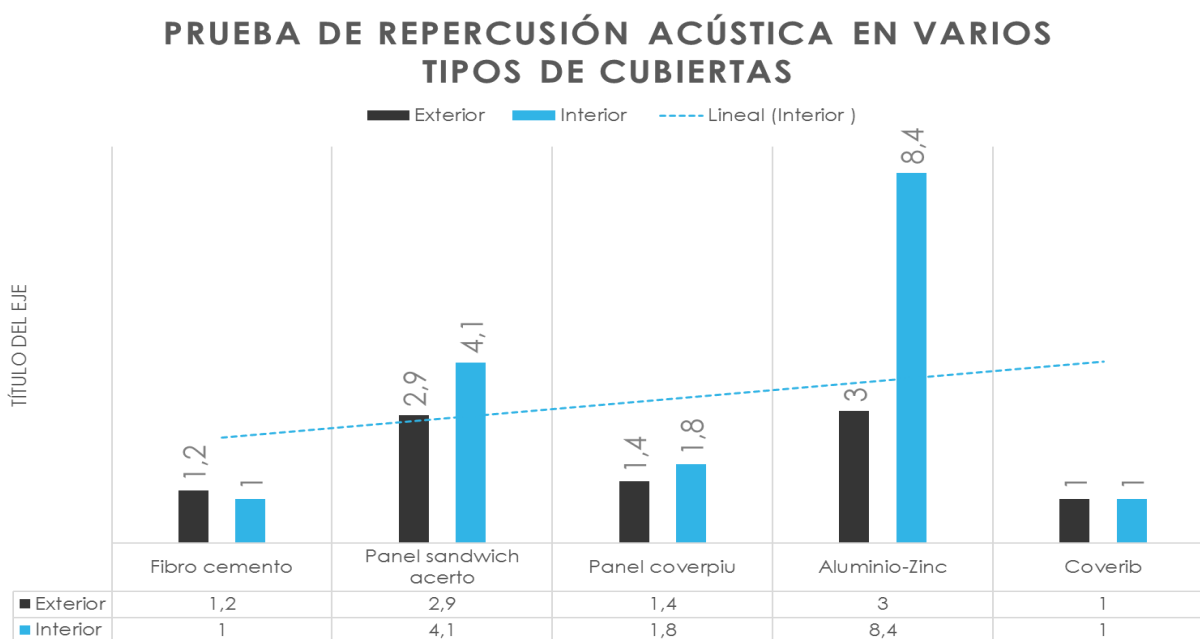


Figura 1 Pruebas de repercusión acústica empresa. Las pruebas de repercusión acústica que se realizaron en varios tipos de cubiertas dieron como resultado que los tejados de aluminio son los que más ruido generan tanto al interior y al exterior teniendo en cuenta que la barra de color ■ representa el ruido generado en el interior de la vivienda y el color ■ al exterior de esta. Adaptado de “Pruebas de repercusión acústica” por ONDULIT, 2018. Recuperado de <https://www.ondulit.com/es/poder-insonorizante.html>

Habría que decir también que la ONG TECHO (RCN, 2015) realizó estudios en la ciudad de Bogotá donde más de 230,000 bogotanos no tienen una vivienda digna, por lo tanto recurren a la implementación de los tejados de zinc debido a su bajo costo y fácil accesibilidad, por consiguiente se procedió a delimitar este estudio en la localidad de ciudad bolívar, la cual cuenta con una totalidad de 17,352 viviendas de las cuales el 9,7 % son viviendas ilegales y el 39,7 % ya son barrios informales legalizados (Secretaria Distrital del Habitat,2019) ,dejando como conclusión que los barrios más pobres de la ciudad sufren de esta problemática de la contaminación auditiva.

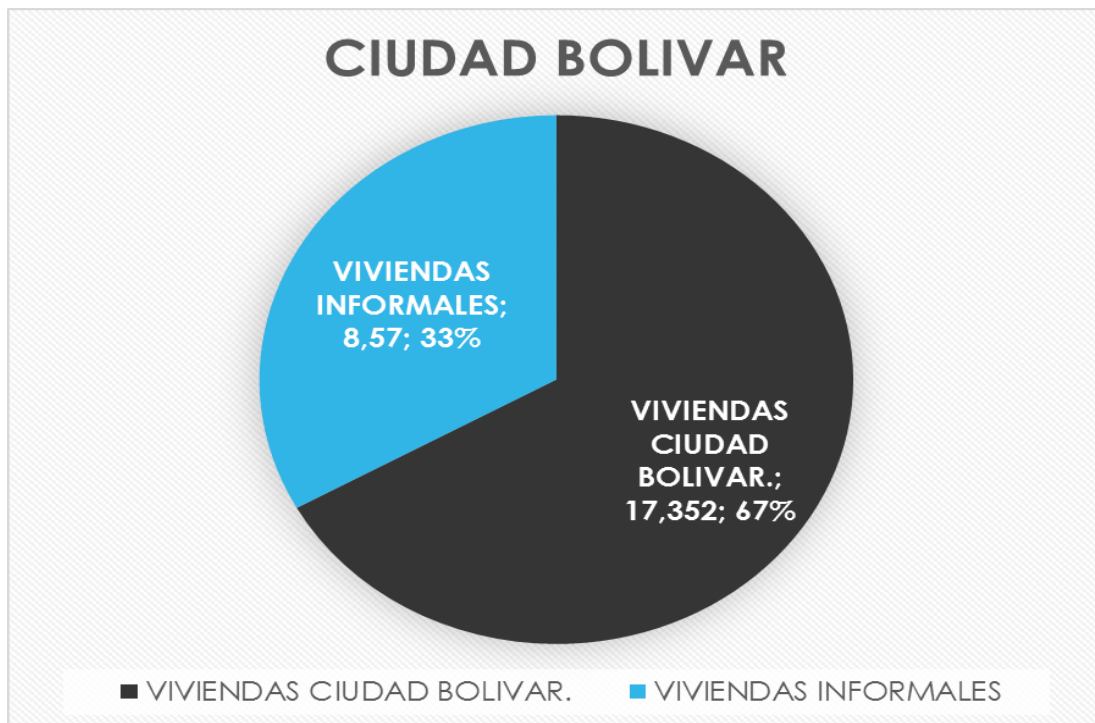


Figura 2 viviendas de ciudad Bolívar y su % de viviendas informales. La presente grafica representa el contraste de la cantidad de viviendas de ciudad bolívar en comparación a las viviendas informales de la misma donde el color ■ representa la cantidad de viviendas que hay en ciudad bolívar y el color ■ la cantidad de viviendas informales. Adaptado de “Diagnostico Ciudad Bolívar” por Secretaria Distrital de Habitat, 2019. Recuperado de http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Ciudad_Bolivar.pdf

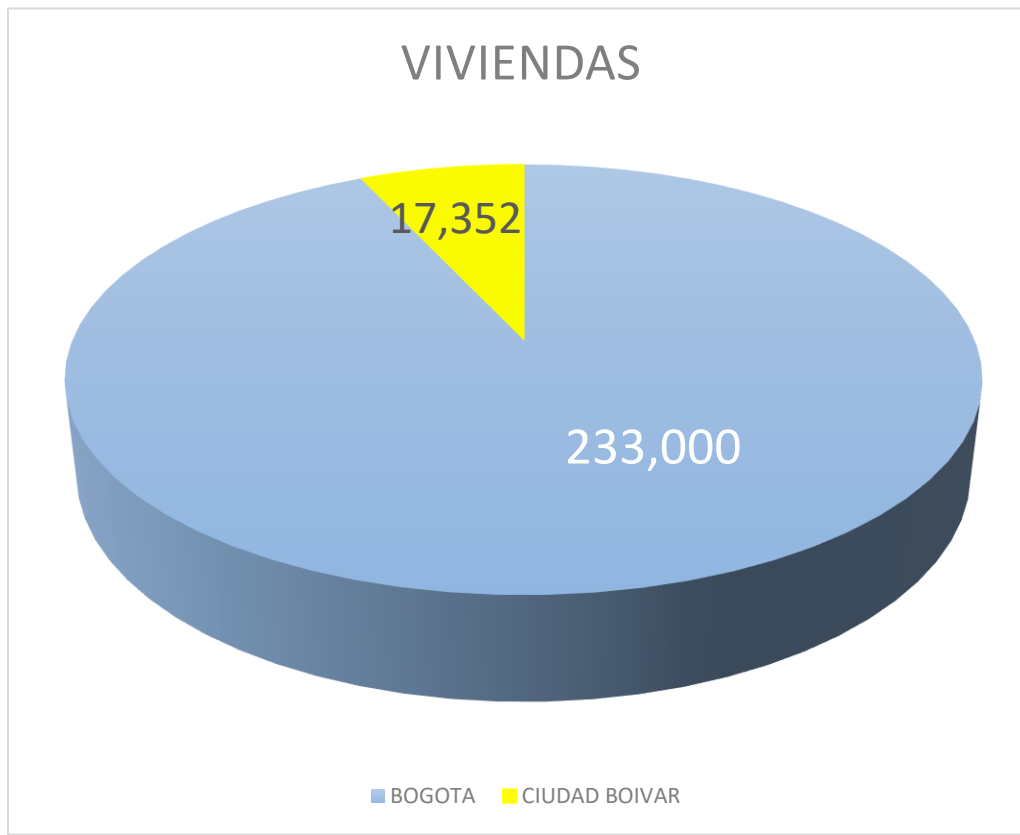


Figura 3 viviendas informales de ciudad Bolívar y Personas que no tienen vivienda digna en Bogotá. La presente grafica representa el contraste de la cantidad de personas que no tienen una vivienda digna en Bogotá en comparación a las viviendas informales de ciudad bolívar donde el color ■■■ representa la cantidad de viviendas infórmale que hay en ciudad bolívar y el color ■ la cantidad de personas que no tienen una vivienda digna en Bogotá. Adaptado de “Diagnostico Ciudad Bolívar” por Secretaria Distrital de Habitad, 2019 y "Según ONG, más 230.000 personas viven en asentamientos informales de Bogotá” por canal RCN,2015 Recuperado de http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Ciudad_Bolivar.pdf, <https://noticias.canalrcn.com/nacional-bogota/segun-ong-mas-230000-personas-viven-asentamientos-informales-bogota>

¿Cómo la implementación de un material reciclado en las cubiertas de zinc generará la disminución de la contaminación auditiva en las viviendas?

Justificación

Las cubiertas de zinc son elementos de cobertura que debido a su materialidad y a una serie de estudios de repercusión acústica realizados por la empresa ONDULIT, (2018) en diversos tipos de tejados, de los cuales los de aluminio generan un gran exceso de ruido tanto dentro y al exterior de edificaciones y viviendas, lo que genera una contaminación acústica que no permite tener un confort auditivo aceptable.

En este trabajo de investigación igualmente se realizó una recopilación de información sobre una población determinada de la ciudad de Bogotá, evidenciada en los estudios realizados por la ONG TECHO (2015) sobre la pobreza que sufren las personas en diversas partes de la ciudad, determinando que estas implementan en su gran mayoría cubiertas de zinc en sus viviendas.

Conforme a lo dicho previamente se tiene la intención de generar un mejoramiento a nivel de confort auditivo en las viviendas que utilizan tejados de zinc, por medio de la implementación de un elemento en base de cartón reciclado, (Maples), el cual se complementara con otros elementos que permitan mejorar las condiciones acústicas de estos espacios, contemplando que este material es de fácil acceso permitiendo contrarrestar la contaminación acústica y ayudar al medio ambiente.

Hipótesis

Tomando como referencia la contaminación auditiva generada por las cubiertas de zinc y las necesidades que sufren las personas de bajos recursos de ciudad bolívar debido a esta problemática. Se plantea la posibilidad de desarrollar un aislamiento acústico en cubetas de cartón con el fin de generar una disminución del ruido en las viviendas y a su vez producir un ambiente más confortable dentro de la misma.

Según ARTCHINST,(s.f.), esto se logrará gracias a las propiedades físicas y químicas de las cubetas de cartón mediante su adecuación en un sistema constructivo implementado en las cubiertas de zinc, generando un aislamiento y reducción del ruido que permita obtener un buen coeficiente de absorción en relación con el choque de gotas de lluvia en las techados de zinc y de esta manera mejorara el nivel de confort de la vivienda, cabe recalcar que ayudara al medio ambiente ya que es un material reciclado, permitiendo generar un menor impacto económico y ambiental.

Objetivo General

Diseñar un aislamiento acústico a partir de la utilización de cubetas de cartón como elemento difusor de ruido, adecuando su instalación en las cubiertas de zinc mediante paneles y módulos, con el fin de contrarrestar la contaminación auditiva y de esta manera producir un mejor nivel de confort en las viviendas.

Objetivos Específicos

- Analizar los componentes que conforman las cubiertas de zinc contemplando la implementación de estos, especificando algunas de sus partes como lo son sus correas, clavos de diferentes medidas, alambres, cumbreras y láminas de zinc, con el fin de adaptar un aislamiento acústico cuyo elemento principal sean las cubetas de cartón.
- Desarrollar un aislamiento acústico de carácter modular a partir de un material reciclado (cubetas de cartón), adecuando su instalación en las cubiertas de zinc y a su vez evaluando sus comportamientos acústicos a partir de ensayos realizados con sonómetros, con el fin de contrarrestar la contaminación auditiva en las viviendas.
- Determinar el comportamiento de las cubiertas de zinc en conjunto al modelo propuesto en cubetas de cartón y a su vez medir los niveles de ruido que se presentan con y sin el aislamiento, igualmente compararlo con los aislamientos tradicionales ya sean los de poliuretano o geotextil con el fin de demostrar que a partir de un material reciclado como las cubetas de cartón se puede generar una reducción del ruido.

Metodología

El presente proyecto tiene como fin el desarrollo de un aislamiento acústico de carácter modular en cubetas de cartón, instalándolo en las cubiertas de zinc teniendo en cuenta la comparación de diversos aislamientos acústicos tradicionales (poliestireno, geotextiles, etc.) (ver Tabla 1...) y de esta manera fundamentándolo mediante la toma de muestras acústica, específicamente ensayos con sonómetros los cuales permitirán medir los niveles de presión sonora contemplando y entendiendo la composición del espacio al que se va adecuar, teniendo en cuenta aspectos técnicos de las cubiertas tales como el distanciamiento de las correas y el material de las mismas para posteriormente generar un anclaje que permita la colocación del aislamiento y a su vez entender la materialidad que conforma dicho prototipo para así mismo adecuarlo de una mejor manera.

Tabla 1.

Comparativa de Coeficientes de absorción acústica

Materiales Acústicos del Mercado (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Espuma de poliuretano de 35 mm (Fonac)	0.11	0.14	0.36	0.82	0.90	0.97
Espuma de poliuretano de 50 mm (Fonac)	0.15	0.25	0.50	0.94	0.92	0.99
Espuma de poliuretano de 75 mm (Fonac)	0.17	0.44	0.99	1.00	1.00	1.00
Espuma de poliuretano de 35 mm (Sonex)	0.06	0.20	0.45	0.71	0.95	0.89
Espuma de poliuretano de 50 mm (Sonex)	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.00
Espuma de poliuretano de 75 mm (Sonex)	0.13	0.53	0.90	1.00	1.00	1.00
Lana de vidrio de 14 kg/m ³ y 25 mm de espesor	0.15	0.25	0.40	0.50	0.65	0.70
Lana de vidrio de 14 kg/m ³ y 50 mm de espesor	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
Lana de vidrio de 35 kg/m ³ y 25 mm de espesor	0.20	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00
Lana de vidrio de 35 kg/m ³ y 50 mm de espesor	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00

Nota: El presente cuadro da a conocer el resultado de diferentes pruebas de sonidos realizadas en diversos aislamientos acústicos teniendo en cuenta su grosor, teniendo en cuenta que la velocidad a la que la corriente cambia de sentido por segundo. Se mide en hercios (Hz), una unidad internacional de medida donde 1 hercio es igual a 1 ciclo por segundo. En su forma más básica, la frecuencia es cuántas veces se repite algo. Adaptado de "Datos útiles – Comparativa de Coeficientes de absorción acústica." por FONAC, (s.f.). Recuperado de (<http://sonoflex.com/fonac/datos-utiles-coeficientes-de-absorcion-acustica-comparativa/>)

En segunda instancia se tiene en cuenta la comparativa de absorción acústica que podemos observar anteriormente hay que recalcar que entre mayor sea el espesor de un aislante mayor absorción acústico podrá generar este, dicho esto tenemos que analizar las propiedades de absorción de las cubetas de cartón tomando como referencia su materialidad definiéndola como elementos hechos de papel y cartón reciclado.

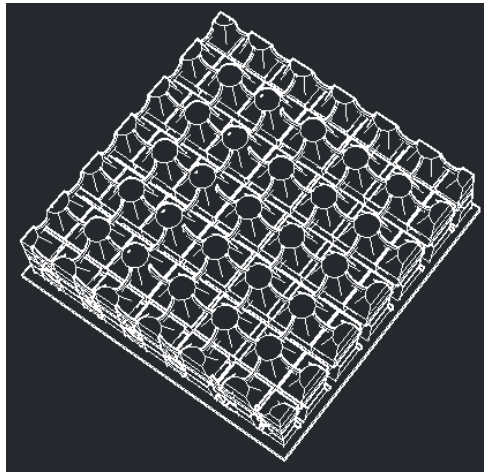


Figura 4 Cubetas de cartón, Elaboración propia.

Dicho lo anterior hay que mencionar que las cubetas de cartón tienen unos espesores mínimos, por lo tanto se procedió a indagar las propiedades de absorción de las cubetas de cartón en “Un reporte de Riverbank Acoustical Laboratories, (RAL), Una prueba que hicieron el 28 de marzo de 1988, conforme a los requerimientos de Standard Test Method for Sound Absorption,” REBASANDO,(s.f.),(párr.47), en donde se determinaron ciertos valores de adsorción en las cubetas, las cuales generan cierto grado de disminución del ruido pero no logran los niveles adecuados y lo podemos observar en la Tabla 12 y Figura 5.

Tabla 2

Pruebas Acústicas En Cubetas de Huevos

Frecuencia Hz	Coefficiente de Adsorción
100	0.00
125	0.01
160	0.00
200	0.07
250	0.07
315	0.07
400	0.13
500	0.44
630	0.73
800	0.74
1000	0.61
1250	0.52
1600	0.46
2000	0.48
2500	0.58
3150	0.59
4000	0.69
5000	0.82

Nota: En la presente tabla se midió el coeficiente de adsorción acústica que generan las cubetas de cartón. Adaptado de “Aislante acústico Con Cajas de Huevos” por RBO IDEAS Y RECURSOS , (1988). Recuperado de <https://rebasando.com/disenio-grafico/serigrafia/81-notifarendula/744-aislante-acustico-con-caias-de-huevos>

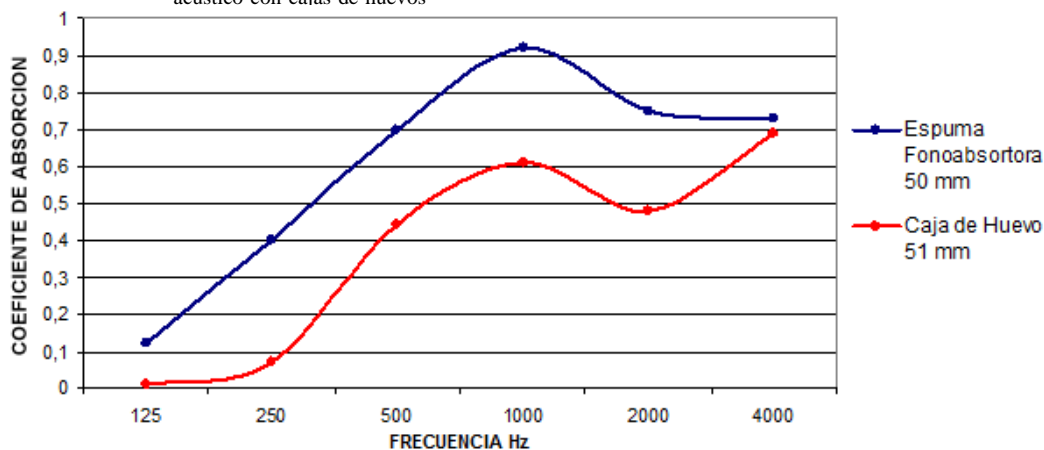


Figura 5 Comparativa de Coeficientes de absorción acústica en espuma fonoabsortora y caja de huevo. Tomado de “Aislante acústico Con Cajas de Huevos” por RBO IDEAS Y RECURSOS,(1988). Recuperado de <https://rebasando.com/disenio-grafico/serigrafia/81-notifarendula/744-aislante-acustico-con-cajas-de-huevos>

Comprendiendo la información suministrada el presente proyecto propone mejorar las condiciones de adsorción de las cubetas de cartón, realizando un encofrado de estas que permita implementar una sobreposición de los mapas con el fin de generar paneles que se acoplen en las cubiertas como se mencionó al inicio de la metodología, igualmente se puede mencionar que gracias a las pruebas realizadas en una vivienda se comprobó la capacidad de adsorción de estas.

Marco teórico.

Estudios de la ONG Techo

Para empezar cabe entender que según estudios realizados por la ONG TECHO, (2015), más de 230.000 personas viven en asentamientos informales en la ciudad de Bogotá específicamente en las localidades de Usme y Ciudad bolívar, de esta manera se comprende que más de 55.450 hogares son construidos de manera precaria (citado por canalrcn, 2015,parr.2) es decir en condiciones poco estables contemplando que implementan materiales como tejas de zinc, tablones, troncos etc. los cuales conforman dichas viviendas, a hora bien cabe decir que debido a la implementación de los elementos previamente mencionados estas no cumplen con las especificaciones y normativas de construcción Colombiana entendiendo que la manera que se construyen tampoco es la adecuada.



Figura 6 Pobreza en las viviendas tomado de “Reducir pobreza sigue siendo un reto en Bogotá” por, EL TIEMPO, (2017). Recuperado de <https://www.eltiempo.com/bogota/cifras-de-la-pobreza-en-bogota-segun-bogota-como-vamos-114830>

Estudios Acústicos y Problemas en Cubiertas de Zinc

En este orden se puede mencionar que debido a la escasez de recursos en la que viven estos ciudadanos surgen otras problemáticas a nivel de confort en las viviendas recalcando la contaminación acústica que se presenta en la cubiertas, evidenciados en estudios de repercusión acústica realizados por la empresa ONDULIT, (2018) la cual selecciono diversos tipos de tejados, (fibrocemento, panel sándwich, panel coverpiu, aluminio-zinc y coverib), ver Figura 7 *Prueba de repercusión acústica en varios tipos de cubiertas*, dando como conclusión que las cubiertas de zinc son las que más ruido generan tanto al interior como al exterior de una vivienda. De igual modo hay que mencionar que estas mismas presentan otro tipo de deficiencias, como lo son la poca reflexión de rayos solares, su deterioro el cual se ve demarcado por su vida útil y su interacción con los cambios climáticos.

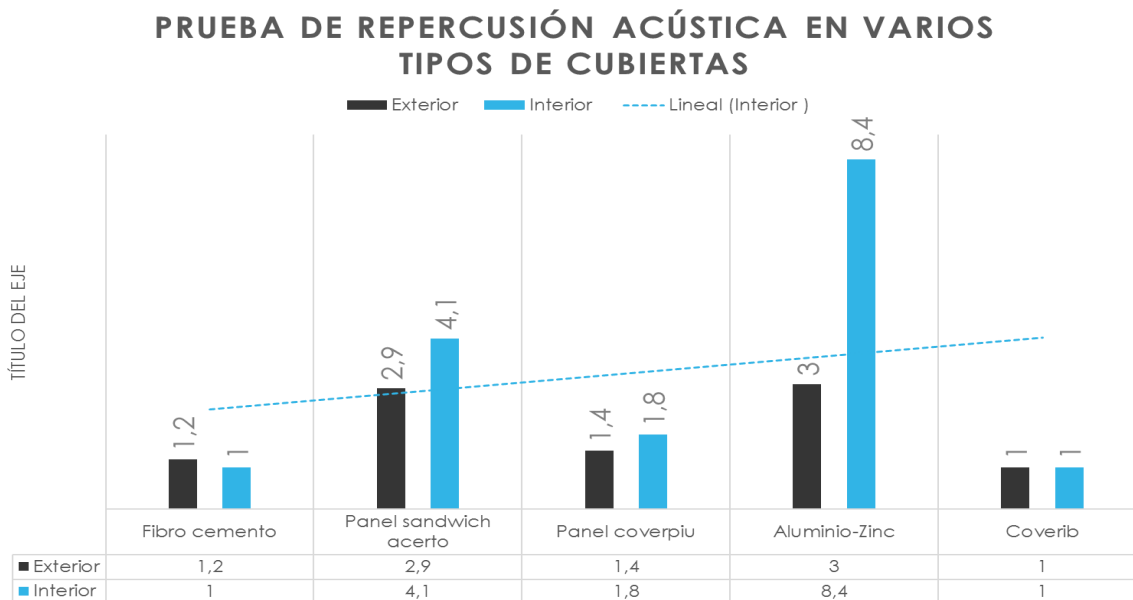


Figura 7 Pruebas de repercusión acústica empresa. Las pruebas de repercusión acústica que se realizaron en varios tipos de cubiertas dieron como resultado que los tejados de aluminio son los que más ruido generan tanto al interior y al exterior teniendo en cuenta que la barra de color ■ representa el ruido generado en el interior de la vivienda y el color ■ al exterior de esta. Adaptado de “Pruebas de repercusión acústica” por ONDULIT, 2018. Recuperado de <https://www.ondulit.com/es/poder-insonorizante.html>

Contaminación Acústica

Para entrar en contexto con lo previamente mencionado habría que decir que la contaminación acústica se entiende como un exceso de ruido el cual provoca molestias en las personas asimismo este se caracteriza por ser complejo de medir y cuantificar. Hoy en día este espectro se considera una gran preocupación por sus consecuencias; según científicos y expertos que tratan la materia, y numerosos organismos oficiales, tomando como referencia la OMS, la CEE, la Agencia Federal de Medio Ambiente Alemana y el CSIC Español (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), ECODES, (2005), los cuales han llegado la conclusión de

...que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud. Estos perjuicios varían desde trastornos puramente fisiológicos, como la pérdida progresiva de audición, hasta los psicológicos, al producir una irritación y un cansancio que provocan efectos como lo pueden ser el estrés, irritabilidad, disminución de rendimiento y de la concentración, agresividad, cansancio, dolor de cabeza, problemas de estómago, alteración de la presión arterial, alteración de ritmo cardíaco, depresión del sistema inmunológico (bajada de defensas), alteración de los niveles de segregación endocrina, vasoconstricción, problemas mentales, estados depresivos, etc.(parr.1)

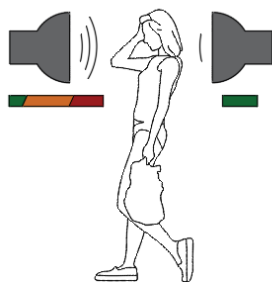


Figura 7 Contaminación Acústica. Elaboración propia.

Contaminación Acústica en cubiertas de zinc

De acuerdo con la información suministrada anteriormente y según, CECOR, (2015), se puede hablar sobre el porqué de la contaminación acústica en las cubiertas de zinc, ahora bien, el ruido que generan estas en la mayoría de las ocasiones se presenta en los días de lluvia ya que el impacto de las gotas de agua con la superficie del tejado produce una vibración que a su vez propaga ruido a lo largo de la estructura y sus espacios cerrados, generando incomodidad en las personas y bajos niveles de confort acústico en sus viviendas, produciendo los efectos ya mencionados anteriormente.

Materialidad Tejas de Zinc

Dentro de este contexto cabe mencionar que este problema se ve reflejado también en la materialidad de la cubierta, la cual según LA CAMPANA ,(s.f.).en este caso se define como un producto fabricado de lámina galvanizada es decir un acero que ha sido sometido a un proceso de inmersión a altas temperaturas, generando un recubrimiento al 100% de zinc, con la finalidad de prevenir corrosión igualmente este tipo de tejados implementan el Aluzinc, entendiendo este como una aleación de aluminio y zinc, añádase a este también que la teja cuenta con Sello de Calidad Icontec bajo la norma NTC 4011 [ASTMA653], y que a su vez es el más utilizado en el campo Colombiano.

Especificaciones Técnicas

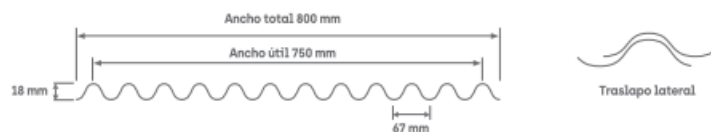


Figura 9 Especificaciones. Tomado de “Ficha técnica teja de zinc” por ACESCO, (2019). Recuperado de

<https://acesco.com.co/descargas/fichastecnicas/ficha-tecnica-zinc.pdf>

Tabla 3

Dimensiones de tejas de zinc.

Referencia (Dimensiones en pies)	Longitud [mts]	Peso *kg x Und			
		Espesor Final			
		0.17mm [Ca.1.35]	0.2mm [Ca.1.34]	0.23mm [Ca.1.33]	0.3mm [Ca.1.30]
3' x 7'	2.134	2.49	2.94	3.25	4.30
3' x 8'	2.438	2.85	3.36	3.71	4.92
**3' x 9'	2.743	-----	3.79	4.17	-----
3' x 10'	3.048	3.56	4.21	4.64	6.14
3' x 12'	3.658	4.27	5.05	5.56	7.37

Nota: En la presente podemos observar las diferentes dimensiones de las tejas de zinc contemplando su longitud y su peso. Tomado de "Ficha Técnica Teja de Zinc" por ACESCO, 2019 Recuperada de <https://acesco.com.co/descargas/fichastecnicas/ficha-tecnica-zinc.pdf>

Solución a la contaminación acústica en las viviendas que implementan T.D.Z

Llegado a este punto hay que entender que en la actualidad hay una gran variedad de soluciones para esta problemática de la contaminación acústica en las viviendas y que en su gran mayoría se ven reflejadas en la implementación de aislamientos acústicos con el fin de disminuir el ruido en los hogares, entendiendo estos como recursos empleados para impedir la propagación del sonido basándose en la utilización de materiales que cumplan con ciertas propiedades mecánicas determinadas en la *Ley de Masas*, que postula que al aumentar al doble dicha masa, lo cual crea un aumento de la Adsorción del sonido, teniendo en cuenta que

...no todos los ruidos son iguales, ni todos los espacios que pretenden reducir el ruido, tanto del interior al exterior como viceversa ejemplo los ruidos aéreos requerirán de un engrosamiento y sellado de las superficies que reciben esas ondas sonoras. Dependiendo de la frecuencia estos pueden transmitirse a la estructura, como el famoso sonido de graves. Los ruidos estructurales requerirán de una amortiguación que quiebre la conductividad de este, bien sea mediante una viga o una tubería. COMOINSONORIZAR, (s.f.), (parr.1)

Tipos de Aislamientos Acústicos

Para empezar esta parte del texto hay que tomar como referencia lo previamente explicado entendiendo que los aislamientos buscan mejorar el nivel de confort acústico en diferentes espacios ya sean viviendas, oficinas, auditorios etc. Dicho esto podemos repasar los distintos tipos de aislamientos que existen teniendo en cuenta el tipo de ruido que se produce en diferentes escenarios, teniendo en cuenta que estos se originan por una perturbación del aire que rodea fuentes sonoras produciendo una perturbación en dicho ambiente debido a esto en las cubiertas se requieren mediadas de engrosamiento, sellados de las áreas que recogen esas frecuencias de sonido y de esta manera determinar cómo las ondas se pueden transmitir a la estructura, otro tipo de ruido teniendo en cuenta lo previamente dicho son los estructurales los cuales se basan en la propagación de ruido dentro de la misma produciendo vibraciones por lo cual estas requieren de una mitigación que rompa la conductividad de este, bien sea mediante la implementación de una viga o una tubería, a hora bien existen diversos tipos de aislamientos acústicos como lo son:

Aislamiento de Geotextil

Según ACUSTIVAL,(2017). El geotextil esta producido por textiles reciclados en un 80% de su composición, su ciclo de vida es largo teniendo en cuenta que es un material sintético mas no un tejido, usualmente es utilizado como impermeabilizante, pero a su vez como aislante acústico por su enorme capacidad de absorción del ruido y en cuanto a su instalación lo podemos encontrar en muros y techos respectivamente.



Figura 8 Aislamiento Geotextil. Tomado de “Impermeabilización, drenajes y geotextiles” por AISLASUR,(2017). Recuperado de <https://aislasur.com/impermeabilizacion-drenajes-geotextiles/>

Lanas Minerales (Fibra de vidrio y Lana de roca)

Tomando en cuenta lo dicho por ACUSTIVAL, (2017)

Las lanas minerales (Fibra de vidrio y Lana de roca) de baja densidad son productos que adsorben el ruido aéreo y atenúan los ruidos propios de los paneles que los conforman, lo que los convierten en un buen material acústico dado su alta capacidad de adsorción de ruidos y su elasticidad. (parr.6)

Entendiendo igualmente que estas están propuestas principalmente para cumplir con un aislamiento térmico.



Figura 9 Lanas Minerales. Tomado de “Fibra de Vidrio como Aislante Acústico y Térmico” por AISLASUR, (2018). Recuperado de <https://aislasur.com/la-fibra-de-vidrio-como-aislante-acustico-y-termico/>

Aislamiento Asfáltico

Los aislamientos asfálticos son utilizados generalmente para la insonorización acústica es decir aislar acústicamente un recinto del exterior, teniendo en cuenta que es un material laminado flexible, compuesto por sustancias bituminosas procedentes del asfalto y que se adhieren sobre terrazas, tejados, azoteas de hormigón que absorbe los ruidos y los amortiguan. ACUSTIVAL, (2017).



Figura 10 Aislamiento Asfáltico. Tomado de “IMPERMEABILIZACIÓN CON TELA ASFÁLTICA DE TEJADOS Y CUBIERTA” por SONDITEJ,(s.f.). Recuperado de <https://sonditej.com/cubiertas-y-tejados-en-bizkaia/impermeabilizacion-con-tela-asfaltica-de-tejados-y-cubiertas-en-bizkaia/>

Aislamiento de Poliuretano

Uno de los aislamientos acústicos más comunes son los de poliuretano el cual aparece gracias a la unión del petróleo y el azúcar, desarrollando de esta manera excelentes cualidades de aislamiento, permitiendo que la presente obtenga una gran variedad de beneficios como lo son su bajo costo, su ligereza y su facilidad de instalación. ACUSTIVAL, (2017).



Figura 11 Aislamiento de Poliuretano. Tomado de “12 RAZONES PARA USAR EL POLIURETANO COMO AISLANTE TERMICO” por POLYTEK, (2015). Recuperado de <http://www.polytek.cl/12-razones-para-usar-el-poliuretano-como-aislante-termico/>

Laminas Viscoelásticas de Alta Densidad

Tomando como referencia a la empresa CHOVA IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTOS (s.f.), está compuesta de una base de grasa aditiva con plásticos. La cual permite un mejor aislamiento en diferentes espacios gracias a su materialidad.

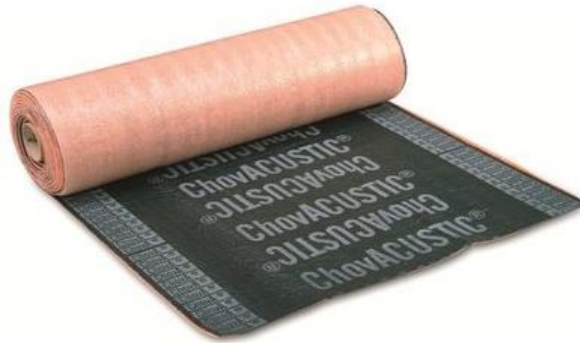


Figura 12 Laminas Viscoelásticas de Alta Densidad. Tomado de “Compuestos y paneles Multicapa” por CHOVA, (s.f.). Recuperado de <https://chova.com/productos/aislamiento-acustico/compuestos-y-paneles/>

Funcionamiento de los aislamientos

En segunda instancia hay que entender como estos aislamientos funcionan y para esto se realizan pruebas de aislamiento acústico para determinar el coeficiente de absorción que ofrecen y para realizar una medición el primer paso radica en la selección de los puntos óptimos es decir los puntos donde se genera mayor ruido, y posteriormente se utiliza un sonómetro el cual tiene como fin medir los niveles de Sonido que se generan en determinado lugar, un ejemplo de pruebas acústicas lo referenciamos en un estudio realizado por la empresa ACOUSTI/BLOK MÉXICO (s.f.), la cual realizo un aislamiento en base de un material flexible insonorizaste para uso residencial, comercial o industrial llamado Acoustiblok 3 mm (1/8”) al cual se le realizaron

pruebas de transmisión de sonido STC (Sound Transmission Class) teniendo en cuenta que estas representan la capacidad de bloqueo de sonido de un objeto tal como una pared o techo.

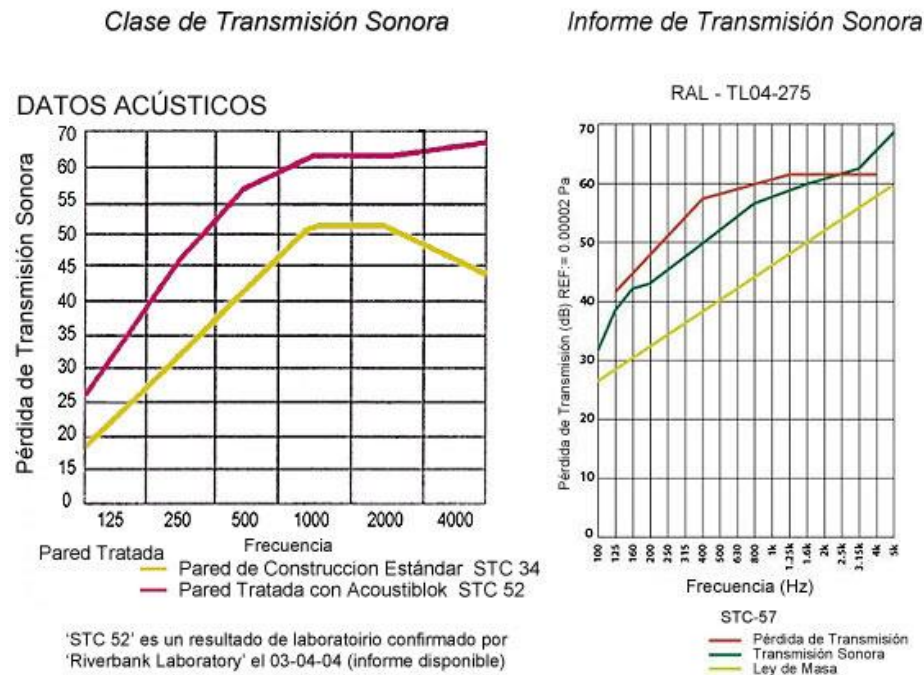


Figura 13 Comparativa de Coeficientes de absorción acústica Tomado de “Aislamiento acústico – Acoustiblok 3 mm” por ACOUSTIBLOK, (s.f.). Recuperado de <https://acoustiblok.com.mx/aislamiento-acustico-acoustiblok-3-mm/>

Historia del Acondicionamiento y Aislamiento Acústico en la Arquitectura

En cuanto a lo que se refiere a la evolución de los aislamientos y la acústica hay que mencionar que la arquitectura ha incursionado en estos temas desde hace mucho tiempo en donde el ser humano siempre busco la manera de resolver ciertas necesidades para mejorar su confort y el de los demás o con otro tipo de finalidades.

Entendiendo lo dicho anteriormente si retrocedemos en el tiempo, encontramos que la historia de la acústica se remonta en la época de la antigua Grecia y Roma, en donde se construían espacios para presentaciones artísticas como el canto o teatro para esto hay que

comprender que estos lugares generaban una acústica increíble gracias a la geometría con la que eran realizados, un ejemplo de estos podría ser el teatro de Epidauro el cual fue edificado en el siglo IV a. C. por el arquitecto y escultor Policleto el Joven, teniendo en cuenta que la acústica del teatro era extraordinaria en su locación más alta tomando como referencia sus gradas donde se puede oír a los actores hablando en voz baja.



Figura 14 Teatro de Epidauro. Tomado de “SITIOS PATRIMONIO DE LA UNESCO EN GRECIA. ¿CUÁLES SON?” por GRECA, (2019). Recuperado de <https://www.greca.co/es/blog/2019/9/16/sitios-patrimonio-de-la-unesco-en-grecia-cuales-son>

Por otra parte, los estudios más antiguos en esta rama datan del siglo I a.C., concretamente en el año 25 a.C, por Marco Vitrubio polio, un ingeniero militar de Julio Cesar, en su tratado De arquitectura (libri V, capítulo VII). Donde se describen varios diseños para la acústica de los antiguos teatros y posteriormente la acústica también formo parte de los templos religiosos (iglesias, catedrales), debido a que estos presentaban muchas problemáticas acústicas debido a sus cubiertas abovedadas y altas y la opción más óptima para esa época era la utilización de un “Tornavoz”, un sombrero en forma de concha que permitía impedir que el sonido del orador se diluyese entre los arcos y bóvedas, de esta manera estos sistemas de aislamientos fueron evolucionando pasando por variaciones atreves de los años como lo fue en el siglo XIX, donde el diseño acústico consiguió una gran importancia en la construcción llevando al hombre a

experimentar y crear métodos que ayudaran al mejoramiento de la acústica de las edificaciones y en general de la arquitectura expandiéndose por todo el mundo pasando por la Mesoamérica y evolucionando hasta la arquitectura moderna que nació a finales del siglo XIX

ACUSTIVAL,(2017)



Figura 15 Templos Romanos. Tomado de “TEMPLO ROMANO» La representación del culto a dioses y emperadores” por CULTURA 10, (2018). Recuperado de <https://www.cultura10.org/romana/templo/>

En segundo lugar, otro de los datos que se encuentran de la acústica se remontan a Pitágoras, donde el recalca la dependencia que hay entre la distancia de una entidad sonora y la elevación del ruido es decir la cantidad de acústica que se puede producir debido a esto, Pitágoras se encargó de realizar la primera prueba sonido en un experimento numérico ACUSTIVAL,(2017).

Propuesta de aislamiento acústico

En la actualidad podemos observar una gran variedad de aislantes acústicos como los mencionados previamente, pero si tenemos en cuenta el impacto que pueden tener dichos aislantes en el medio ambiente o en la economía de las personas debido a sus altos precios por consiguiente no todas las personas pueden obtener un sistema que aislé el ruido y que sea amigable con el medio ambiente de esta manera podemos empezar a hablar sobre la incursión en nuevos materiales que permitan generar un aislamiento acústico teniendo como base fundamental el cuidado del medio ambiente y la economía del hogar.



Figura 16 Espuma Acústica Tomado de “LOS MEJORES MATERIALES DE AISLAMIENTO ACUSTICO CASERO” por AISLAMIENTOS ACÚSTICOS, (2018). Recuperado de <https://aislamientosacusticos.org/insonorizacion-acustica?start=40>

Hoy en día en lo que se refiere a la industria de la construcción se ha generado una idea muy grande por cuidar el medio ambiente, mediante la implementación de materiales no contaminantes y otros reciclables que han permitido un gran desarrollo y una gran producción de innovaciones alrededor del mundo en el caso de los aislamientos acústicos el presente desea incursionar en la implementación de cubetas de cartón, cabe señalar que este material puede ser beneficioso por su bajo costo ya que es reciclable y a su vez permite contribuir al cuidado del planeta. Estas cubetas tradicionalmente se utilizan como envases en los cuales se colocan los

huevos y en un caso de aplicación más concreto se utilizan como acondicionadores acústicos gracias a su semejanza a los aislamientos acústicos tradicionales.

Acondicionador acústico

Con referencia a que las cubetas de cartón generalmente son utilizadas como acondicionadoras acústicas, hay que entender que este concepto consiste en controlar la propagación sonora en un mismo recinto para manejar el nivel sonoro y optimizar la calidad del sonido, (el ruido es generado y percibido en el mismo recinto).

Según la empresa ROCKWOOL ROCKFON, (2015), se puede decir que las cubetas de maples no son implementadas como aislamiento y que generalmente solo sirven como acondicionadores acústicos, comprendiendo que están conformadas por papel y cartón reciclado, siendo estos materiales esenciales para la fabricación de otros elementos como lo son las cajas y envases, encontrándolas en una gran diversidad de empresas que producen y comercializan las mismas haciendo de ellas un material de alto reciclaje permitiendo generar posibilidades de utilidad en la construcción como lo podemos determinar en este caso.

Función Acústica de las cubetas de cartón

Para entender cómo funcionan las cubetas de cartón en cuestión de la acústica cabe recalcar que lo que pretenden es conseguir que el sonido procedente de una fuente de ruido sea distribuido de una manera equitativa en todas sus direcciones, logrando un campo sonoro difuso ideal el cual podemos ver reflejado en las salas de conciertos, auditorios, teatros, palacios de congresos, edificios públicos, etc., Por eso, para el acondicionamiento acústico son tan utilizados, entendiendo de una mejor manera que las cubetas de cartón operan de manera similar a las espumas fonoabsorbentes debido a la similitud que presenta en su forma consiguiendo

resultados similares pero no iguales al aislamiento ya mencionado previamente ARTCHIST, (2015).

Como conclusión de este tema se puede mencionar que la acústica en las viviendas es muy importante desde tiempos remotos y que tenemos que tener un buen control de esta en nuestras viviendas y de otros espacios ya mencionados, como lo pueden ser los teatros o estudios de música pero tenemos que tener en cuenta que en la actualidad los sistemas tradicionales de aislamiento y acondicionamiento acústico llegan a tener un valor muy elevado en el mercado y no es posible generar su implementación en ciertas poblaciones rezagadas de estos privilegios, por tanto podemos encontrar una gran problemática en viviendas de bajos recursos que implementan cubiertas de zinc, optando por estas gracias a su valor económico y de fácil instalación pero con el contra de adquirir a su vez sus defectos y entre ellos el más recalcado en el presente trabajo ha sido el de la contaminación acústica, que generan las misma por ende se propone la incursión en nuevos materiales reciclados como opciones de aislamientos acústicos que permitan mejorar la calidad de vida de las personas y que estas conlleven un mejor confort en su día a día, teniendo como mayor referente la implementación de cubetas de cartón, las cuales sean intentado implementar como solución para este tipo de problemáticas pero no se ha llevado a cabo en su totalidad la capacidad que pueden tener.

Estado del arte

Placa Knauf Silentboard

Las innovaciones en el campo de las construcciones siempre van en aumento ya que siempre hay algo nuevo que descubrir o renovar y en el caso de los aislantes acústicos no es la excepción ya que desde hace muchos años se ha innovado en esta área y un ejemplo de esto es el de la empresa alemana Drywall Knauf, la cual en el año 2018 propuso

...la innovación al servicio del confort y la salud, lanz al mercado la nueva placa Knauf Silentboard, una solución única que ofrece 71 dBA con un espesor de tabique de tan sólo 15,5 cm, aislando del ruido a partir del nivel audible del ser humano (20 Hz). Todo gracias a una mayor densidad y a la especial composición de esta placa, con un núcleo que mejora la absorción acústica KNAUF, (2018) parr 1).



Figura 19 Placa Knauf Silentboard. Tomado de “KNAUF LANZA SILENTBOARD, UNA SOLUCIÓN INNOVADORA EN AISLAMIENTO ACÚSTICO, ÚNICA EN EL MERCADO” por KNAUF, (2018). Recuperado de <http://www.knauf.es/knauf/noticias/knauf-landa-silentboard-una-solucion-innovadora-en-aislamiento-acustico-unica-en-el-mercado.html>

Aísla sismtem

Igualmente podemos hablar del sistema aísla sismtem del año 2018, el cual es un aparato que fue desarrollado con el fin de mejorar antiguos sistemas de aislamiento acústico considerando algunos aspectos técnicos de los mismos.

Cabe señalar que el aísla sistem aporta múltiples ventajas como la mayoría de los aislamientos que existen en el mercado, entre ellas la de reducir el ruido generado al exterior de las viviendas, entendiendo que es una de las fuentes de contaminación acústica más común, también vale la pena recalcar su fácil instalación, eficiencia y rapidez. “Este método de aislamiento de la vivienda llega a tener un coeficiente de absorción acústica que va del 0,60 al 0,98 aunque la pared que queremos aislar en cuestión tenga incluso 4 cm de espesor” (AISLASISTEM, 2018,(parr.1).



Figura 17 Aísla sismtem. Tomado de “FORMACIÓN DE APLICACIÓN DE AISLAMIENTO PROYECTADO “por AISLASISTEM, (2019). Recuperado de <https://www.aislasistem.com/fr/formacion-de-aplicacion-de-aislamiento-proyectado/>

Muro a base de panales de huevo

En lo que refiere a innovaciones en cubetas de cartón encontramos que en la Universidad la Gran Colombia se realizó un muro a base de panales de huevo que sirve para construir viviendas amigables con el medio ambiente.

El modelo ya tiene patente como material para construcción con elementos reciclables. Se trata de un muro o panel a base de panales de huevo que sirve para construir viviendas amigables con el medio ambiente y es importante recalcar el ingenio y la innovación implementada en el proyecto, generando un impacto en estudiantes y emprendedores ya que se muestra que es posible utilizar este tipo de materiales para la construcción. Los arquitectos de Armenia lograron patentar ante la SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO (2019) la invención denominada: "sistema liviano de construcción de vivienda a partir de módulos a base de materiales reciclados y método de fabricación de este". (citado por RCNRADIO, 2019, parr.1)

Esta invención fue creada por los arquitectos Gladys Liliana Hernández y Luis Álvaro Carrillo, docentes de la facultad de Arquitectura e integrantes del grupo de investigación Territorio y Arquitectura Sustentable, que desarrollaron unos módulos para construcción de viviendas con productos reciclables como los paneles de huevo. (RCNRADIO, 2019)



Figura 18 muros constructivos en paneles de huevo. Tomado de “Quindianos recibieron patente por muros con reciclaje” por EL TIEMPO, (2019). Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/arquitecto-quindiano-obtuvo-patente-de-muros-de-reciclaje-415728>

CAPITULO 1 Materiales

Materiales

En el presente capítulo se contemplan los materiales implementados en el desarrollo del aislamiento acústico que se propone para de esta manera entender cada uno de sus componentes.

Cubetas de cartón

Las cubetas de cartón son el material seleccionado como aislante acústico para este proyecto contemplando diversas características de las cuales cabe recalcar que son un producto que adsorbe la calor y a su vez la preserva, se compone de elementos tales como papeles y cartones volviéndolo un material reciclable y biodegradable por ende no contamina igualmente es de fácil accesibilidad por su bajo costo, ahora bien las cubetas de cartón que se utilizaran para realizar el aislamiento tienen una dimensión de .30x30 cm



Figura 19 Cubetas de cartón. Elaboracion propia.

Láminas de cartón

Las láminas de cartón corrugado están conformadas por una estructura formada en su centro de papel ondulado (papel onda) el cual está fabricado con una fibra recuperada la cual se une a las láminas de cartón mediante diferentes grados de encolado, consolidado exteriormente por dos capas de papel (papeles liners o tapas) pegadas con adhesivo en las crestas de la onda a hora bien sus medidas son 93 x 33 cm y 83 x 33 cm



Figura 20 Láminas de cartón Elaboración propia

Escuadra de Unión metálica.

Las escuadras para uniones permiten conectar pequeños armazones de estructuras de carpintería en interiores y a exteriores, están hechas de acero galvanizado y se pueden encontrar diversos tamaños y ángulos para este caso en particular se optó por utilizar una de un Angulo de 90° con el fin de facilitar el anclaje entre paneles y la cubierta.

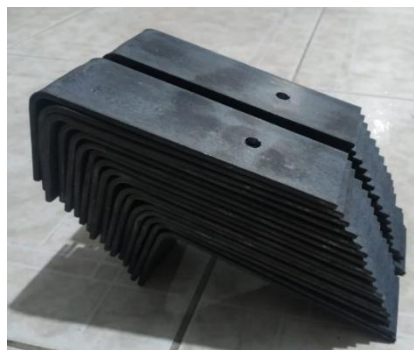


Figura 21 Escuadra Metálicas. Elaboración propia

CAPITULO 2 Conformación del aislamiento

Elementos que conforman las cubiertas de zinc.

Cabe señalar igualmente la importancia de conocer los elementos que conforman las cubiertas de zinc para que de esta manera se pueda instalar fácilmente el aislamiento acústico teniendo en cuenta las siguientes partes correas metálicas, de madera, clavos de diferentes medidas, alambres, cumbreras y tejas de zinc en las cuales se tendrán en cuenta aspectos como lo son sus dimensiones que podemos observar en la siguiente Tabla

Tabla 4

Dimensiones de Tejas de Zinc

Referencia (Dimensiones en pies)	Longitud (mts)	Peso *kg x Und			
		Espesor Final			
		0.17mm (CaL.35)	0.2mm (CaL.34)	0.23mm (CaL.33)	0.3mm (CaL.30)
3' x 7'	2.134	2.49	2.94	3.25	4.30
3' x 8'	2.438	2.85	3.36	3.71	4.92
**3' x 9'	2.743	-----	3.79	4.17	-----
3' x 10'	3.048	3.56	4.21	4.64	6.14
3' x 12'	3.658	4.27	5.05	5.56	7.37

Nota: En la presente podemos observar las diferentes dimensiones de las tejas de zinc contemplando su longitud y su peso. Tomado de "Ficha Técnica Teja de Zinc" por ACESCO, 2019 Recuperada de <https://acesco.com.co/descargas/fichastecnicas/ficha-tecnica-zinc.pdf>

Sobre posición de cubetas de cartón

Basándose en los materiales previamente expuestos el módulo se conformará mediante la sobreposición de dos cubetas de huevos separadas por tornillos dejando un espacio que permita una mejor distribución del sonido.



Figura 22 sobreposición de cubetas de cartón. Elaboración propia.

Encofrado de cubetas de cartón

Posteriormente se realizan cajas con las láminas de cartón de diferentes medidas y a su vez se procede a anclar las cubetas de cartón con las cajas con el fin de generar una mayor rigidez del aislamiento



Figura 23 Encoframiento. Elaboración propia.

Anclaje de Escuadras metálicas

Se procede a colocar las escuadras metálicas en las correas de la cubierta, mediante tornillos de $\frac{1}{4}$ y de 2.5 pulgadas de largo, que permitirán la unión de estos dos elementos, proporcionándoles una estabilidad teniendo en cuenta un distanciamiento de 18 cm entre ellas para la colocación de un panel.



Figura 25 Escuadras Metálicas. Elaboración



Figura 24 Anclaje de escuadras a correas Elaboración propia.

Instalación del aislamiento

Para culminar se instala el aislamiento en los anclajes colocados previamente, teniendo en cuenta que los paneles irán sobre la escuadra metálica la cual es el soporte de este.



Figura 26 Anclaje de escuadras a correas. Elaboración propia.

CAPITULO 3 Pruebas

Pruebas de sonido del asilamiento propuesto

Las pruebas de sonido son una parte esencial en este proyecto ya que son las que permitirán determinar si el aislamiento acústico propuesto es viable y de esta manera conocer su capacidad de adsorción del sonido a hora bien en cuanto a las pruebas de sonido se realizaron en el laboratorio de bioclimática de la Universidad La Gran Colombia en donde se pudo observar el comportamiento del asilamiento en cubetas de cartón mediante la utilización de un sonómetro con el fin de medir los niveles acústicos adsorbidos por el aislamiento propuesto.



Figura 27 Sonómetro. Elaboración propia

Teniendo en cuenta esto se procede a la instalación del aislamiento en el laboratorio para realizar las pruebas pertinentes y comparar los datos de niveles de absorción con otros tipos de aislamiento como lo son las espumas sonó adsorbentes y algunos que ya han desarrollado en la misma universidad.

Instalación de aislamiento propuesto para pruebas de sonido

En este punto ya se procedió a instalar lo que era el panel de cartón y ubicar el sonómetro a una distancia determinada con él fin de obtener un registro más exacto de absorción del sonido el cual sería medido en el laboratorio de bioclimática de la universidad la gran Colombia.



Figura 28 Aislamiento Acústico Propuesto. Elaboración propia.

Medición de sonido

Se midieron los niveles de sonido mediante la utilización del sonómetro el cual n permitió determinar los niveles de adsorción del sonido que genera el aislamiento arrojando una serie de resultados en la medida de HERTZ, comprendiendo esta como la que mide la propagación de las ondas de sonido, a hora bien al final de tomar los datos que arrojó el medidor se pudo determinar que el aislamiento propuesto absorbe un 27% del ruido.

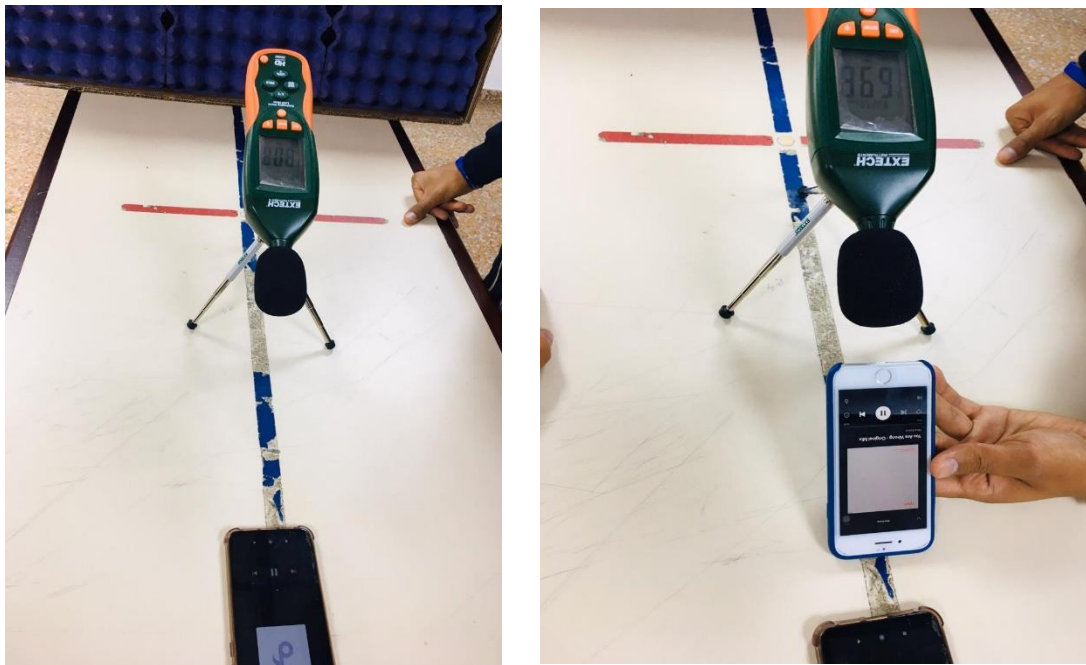


Figura 29 Medición de niveles de sonido. Elaboración propia

Cabe concluir que una vez instalado el aislamiento acústico en cubetas de cartón se determinara el comportamiento acústico de este mediante ensayos realizados con sonómetros y a su vez comparar los resultados con el coeficiente de adsorción de los aislamientos tradicionales, con el fin de mejorar el nivel de confort de la vivienda.

CAPITULO 4 Fichas técnicas

Tabla 5


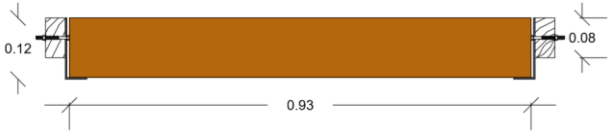
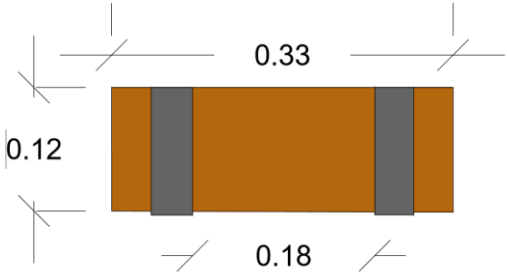
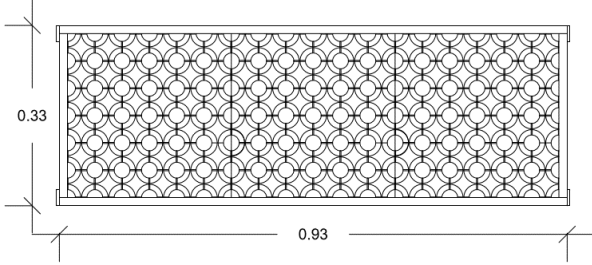
Ficha técnica #1

	FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO		PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS	
			F . T . 1	
Elaborado por: JULIAN ANDRES ALARCON NEME SEBASTIAN FRANCO SANCHEZ		Director de proyecto: MELISA GALVES BOHORQUES		FECHA: Mayo/16/2020
NOMBRE DEL PRODUCTO	PANEL DE AISLAMIENTO ACUSTICO EN LAMINAS Y CUBETAS DE CARTON			
DESCRIPCION	El panel de aislamiento acustico esta conformado por cubetas de huevos que estan sobre puestas una de otra, con el fin de generar un espacio entre ellas que permita una mejor distribucion del sonido, que a su vez estan encofradas por laminas de carton lo que les da una mayor rigidez y asimismo se puedan adecuar en la cubierta segun el distanciamiento de las correas .			
LUGAR DE ELABORACION	El panel de aislamiento acustico se elaboro en un una vivienda de ciudad bolibar que se prestaba para la toma de muestras acusticas y instalacion del mismo			
MATERIALES	CUBETAS DE HUEVO			
		LARGO	ANCHO	PESO
		30 cm	30 cm	57 +/-3
		COMPOSICION		
	Esta compuesta de maples o especificamente de carton reciclado			
	LAMINAS DE CARTON			
		LARGO	ANCHO	
		.93 cm	.33 cm	
		.73 cm	.33 cm	
		.53 cm	.33 cm	
		.12 cm	.33 cm	
	COMPOSICION			
Carton corrugado				
ESCUADRA DE UNION METALICA				
	LARGO	ANCHO	PERFORACION	
	.13 CM	4 CM	A 8 cm de su base	
	COMPOSICION			
Acero galvanizado				

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6


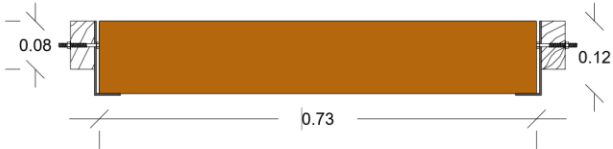
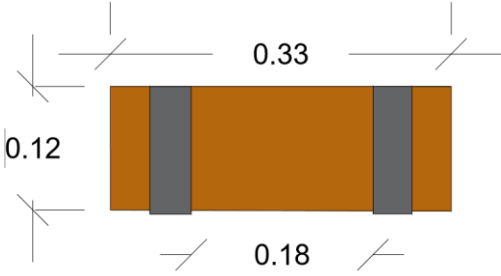
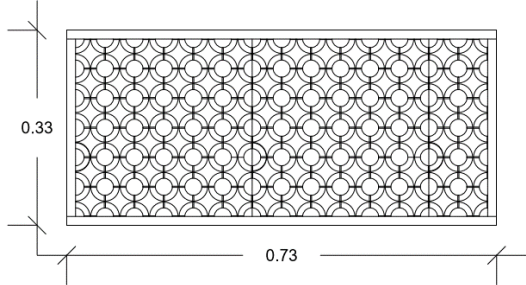
Ficha técnica #2

	<p>FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO</p>		<p>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS</p>
			<p>F . T . 2</p>
<p>Elaborado por: JULIAN ANDRES ALARCON NEME SEBASTIAN FRANCO SANCHEZ</p>	<p>Director de proyecto: MELISA GALVES BOHORQUES</p>	<p>FECHA: Mayo/16/2020</p>	
<p>PANEL #1 PLANO EN ALZADO</p>			
			
<p>PANEL #1 PLANO EN PLANTA</p>			
<p>MEDIDAS</p>	<p>ANCHO</p>	<p>LARGO</p>	<p>ALTO</p>
	<p>.33 cm</p>	<p>.93 cm</p>	<p>.12 cm</p>

Nota: Elaboración propia.

Tabla 7

Ficha técnica #3


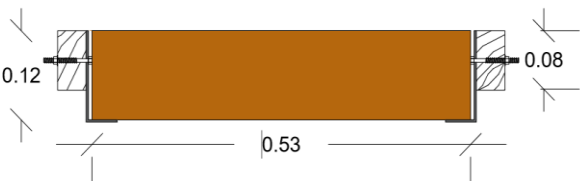
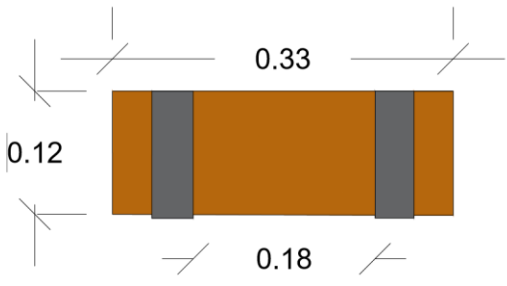
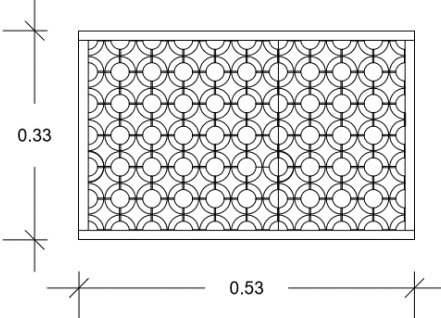
 <p> UNIVERSIDAD La Gran Colombia </p>	<p> FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO </p>		<p> PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS </p>
			<p> F . T . 3 </p>
<p> Elaborado por: JULIAN ANDRES ALARCON NEME SEBASTIAN FRANCO SANCHEZ </p>	<p> Director de proyecto: MELISA GALVES BOHORQUES </p>	<p> FECHA: Mayo/16/2020 </p>	
<p> PANEL #2 PLANO EN ALZADO </p>			
			
<p> PANEL #2 PLANO EN PLANTA </p>			
<p> MEDIDAS </p>	<p> ANCHO </p>	<p> LARGO </p>	<p> ALTO </p>
	<p> .33 cm </p>	<p> .73 cm </p>	<p> .12 cm </p>

Nota: Elaboración propia.

AISLAMIENTO ACÚSTICO CON CUBETAS DE CARTÓN (CDZ)

Tabla 8


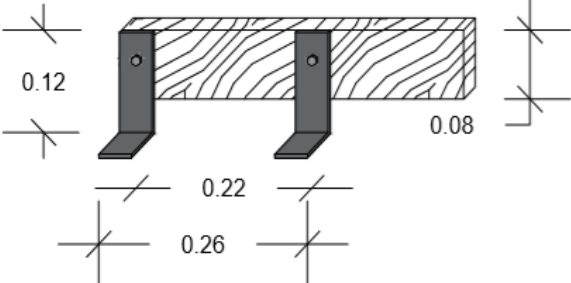
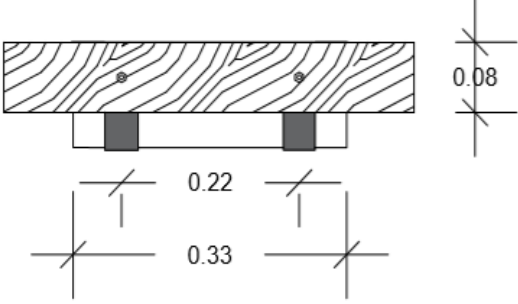

Ficha técnica #4

	FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO		PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
			F . T . 4
Elaborado por: JULIAN ANDRES ALARCON NEME SEBASTIAN FRANCO SANCHEZ	Director de proyecto: MELISA GALVES BOHORQUES	FECHA: Mayo/16/2020	
PANEL #3 PLANO EN ALZADO			
			
PANEL #2 PLANO EN PLANTA			
MEDIDAS	ANCHO	LARGO	ALTO
	.33 cm	.53 cm	.12 cm

Nota: Elaboración propia.

Tabla 9


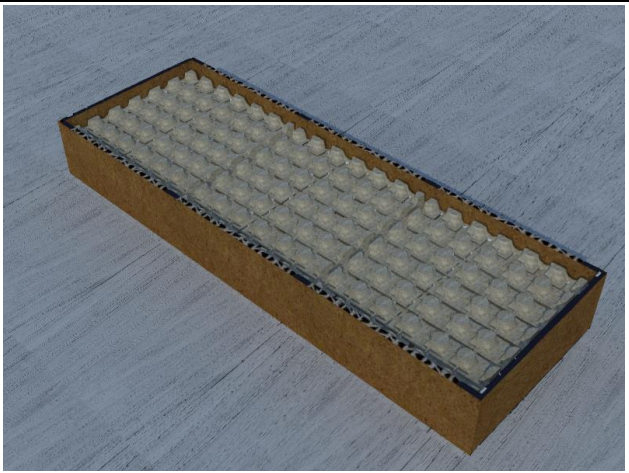
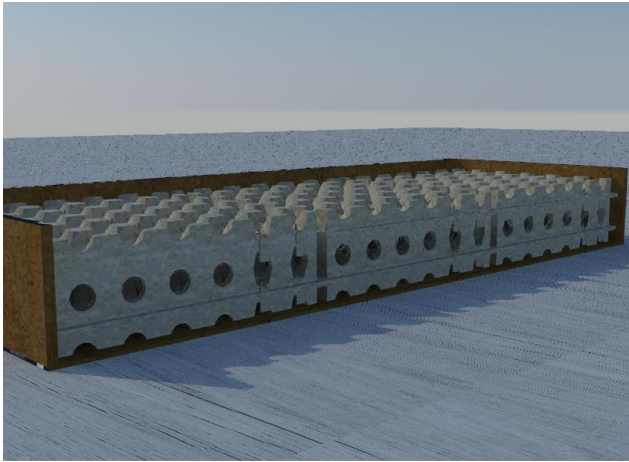
Ficha técnica #5

	<p>FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO</p>	<p>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS</p>
<p>Elaborado por: JULIAN ANDRES ALARCON NEME SEBASTIAN FRANCO SANCHEZ</p>		<p>F . T . 5</p> <p>FECHA: Mayo/16/2020</p>
<p>ANCLAJE DE ESCUADRAS METALICAS A CORREA</p>		
<p>La escuara metalica tiene que estar distanciada caa 22 cm contemplados desde su perforacion</p>		
<p>ANCLAJE DE ESCUADRAS METALICAS A CORREA VISTA POSTERIOR</p>		
<p>ANCLAJE DE ESCUADRAS METALICAS A CORREA</p>		

Nota: Elaboración propia.

Tabla 10

Ficha técnica#6

	<p>FICHA TECNICA DE PRODUCTO TERMINADO</p>		<p>PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS</p>
			<p>F . T. 6</p>
<p>Elaborado por: JULIAN ANDRES ALARCON NEME SEBASTIAN FRANCO SANCHEZ</p>	<p>Director de proyecto: MELISA GALVES BOHORQUES</p>	<p>FECHA: Mayo/16/2020</p>	
<p>MODELO 3D PANEL #1</p>			
<p>CORTE MODELO 3D PANEL #1</p>			
<p>MEDIDAS</p>	<p>ANCHO</p>	<p>LARGO</p>	<p>ALTO</p>
	<p>.33 cm</p>	<p>.93 cm</p>	<p>.12 cm</p>

Nota: Elaboración propia.

CAPITULO 5 Resultados de pruebas de adsorción

Tabla 11

Simulación de Pruebas en campo abierto

Datos de sonidos						
N° pruebas	Simulación de pruebas (en campo abierto)					Promedios
	1	2	3	4	5	
Sin aislamiento en decibeles	72,8	81,2	90,8	100,3	87,7	86,56
Con aislamiento en decibeles	63,2	70,5	79,9	83,4	67,7	72,94
Día	7 de mayo	7 de mayo	7 de mayo	7 de mayo	12 de marzo	
Absorción de sonido con aislamiento en porcentajes	-13%	-13%	-12%	-17%	-23%	-16%

Nota: La presente tabla da a conocer los resultados obtenidos de una serie de simulaciones de lluvia que se realizaron en una cubierta de zinc con un sonómetro, teniendo en cuenta aspectos como lo son los niveles de ruido de la cubierta sin el aislamiento, los cuales fueron medidos en decibeles y de igual manera el comportamiento de esta con el aislamiento propuesto y asimismo poder determinar los porcentajes de absorción de sonido que generan los paneles. Elaboración propia.

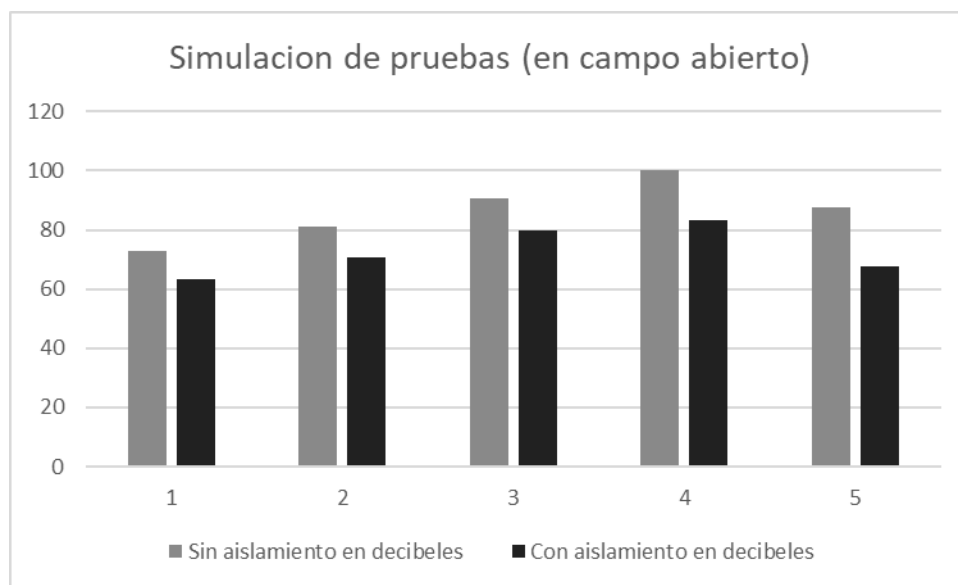


Figura 30 Simulación de pruebas en campo abierta. La presente grafica da a conocer la cantidad de ruido que genera una cubierta de zinc en un campo abierto, con y sin el aislamiento propuesto. Elaboración propia.

Tabla 12

Pruebas de lloviznas

Datos de sonidos						
N° pruebas	Pruebas de lloviznas					Promedios
	1	2	3	4	5	
Sin aislamiento en decibeles	82,7	94,1	82,1	70,2	96,1	85,04
Con aislamiento en decibeles	68,5	78,5	68,7	60,8	78,8	71,06
Dia	15 de marzo	20 de abril	12 de mayo	15 de mayo	17 de mayo	
Absorción de sonido con aislamiento en porcentajes	-17%	-17%	-16%	-13%	-18%	-16%

La presente tabla da a conocer los resultados obtenidos de una serie de pruebas realizadas en días de lluvia con un sonómetro, teniendo en cuenta aspectos como lo son los niveles de ruido de la cubierta sin el aislamiento, los cuales fueron medidos en decibeles y de igual manera el comportamiento de esta con el aislamiento propuesto y asimismo poder determinar los porcentajes de absorción de sonido que generan los paneles. (PROPIA..., 2020)

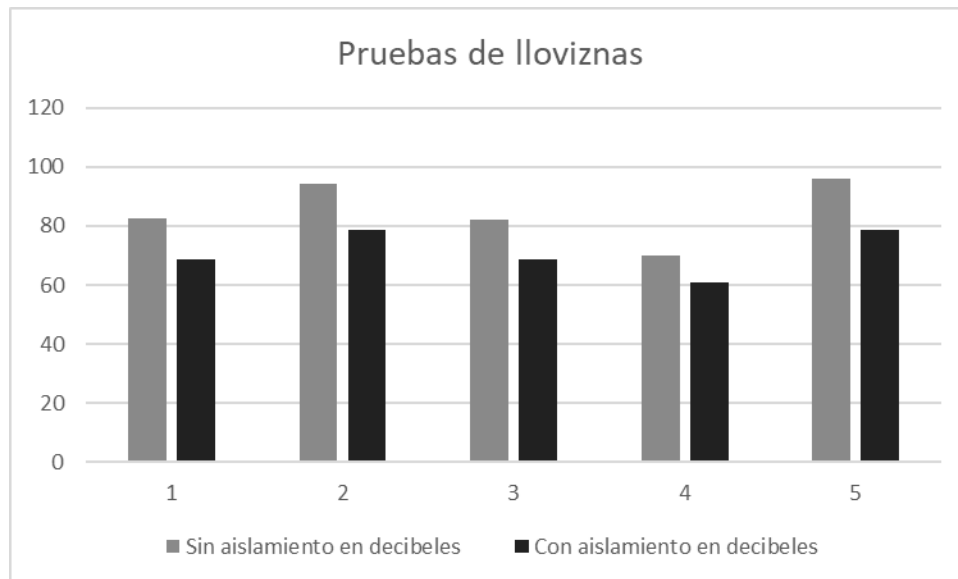


Figura 31 Pruebas de lloviznas. En la presente figura se determina la cantidad de ruido que genera una cubierta de zinc con y sin el aislamiento propuesto en un día de lluvia. Elaboración propia

Tabla 13

Simulación de pruebas en campo cerrado

Datos de sonidos						
	Simulación de pruebas (en campo cerrado)					Promedios
N° pruebas	1	2	3	4	5	
Sin aislamiento en decibeles	77,3	77,8	90,3	74,9	77,5	79,56
Con aislamiento en decibeles	52,1	62,1	73,1	60,1	60,3	61,54
Día	22 de mayo	22 de mayo	22 de mayo	22 de mayo	22 de mayo	
Absorción de sonido con aislamiento en porcentajes	-33%	-20%	-19%	-20%	-22%	-23%

Nota: La presente tabla da a conocer los resultados obtenidos de una serie de pruebas realizadas en días de lluvia en un espacio cerrado con un sonómetro, teniendo en cuenta aspectos como lo son los niveles de ruido de la cubierta sin el aislamiento, los cuales fueron medidos en decibeles y de igual manera el comportamiento de esta con el aislamiento propuesto y asimismo poder determinar los porcentajes de absorción de sonido que generan los paneles. Elaboración propia.

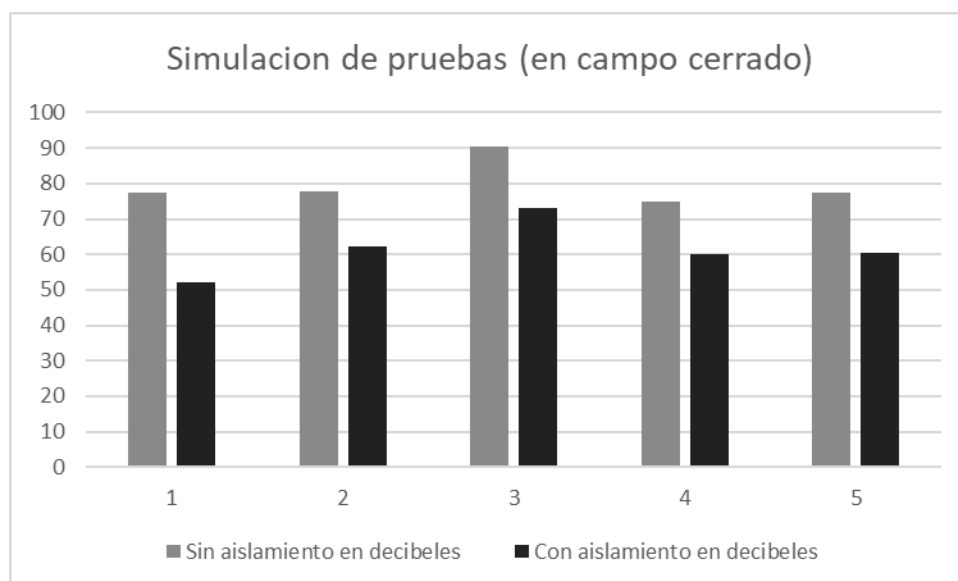


Figura 32 Simulación de pruebas en campo cerrado. En la presente figura se determina la cantidad de ruido que se genera por las cubiertas de zinc, con y sin el aislamiento propuesto en un campo cerrado. Elaboración propia.

Conclusión

Como conclusión hay que mencionar que la problemática de la contaminación acústica se pudo contrarrestar gracias al aislamiento propuesto en el presente proyecto, contemplando que el diseño de este permitió una adecuada instalación en las cubiertas de zinc, gracias al análisis de los elementos que conformaban la estructura del tejado, por ende se pudo elaborar un panel a medida de 93cm de largo, 33cm de ancho y 12cm de alto, el cual puede variar su tamaño dependiendo las luces que hay entre correas.

Cabe mencionar que los materiales implementados se complementaron de la mejor manera, entendiendo que las cubetas de maples estaban sobrepuestas para generar una mejor distribución y aislamiento del ruido, estas carecían de rigidez por lo tanto la combinación de las láminas de cartón sirvió como encofrado para las mismas, generando de esta manera una mayor estabilidad, posteriormente se anclo a la cubierta mediante unas escuadras metálicas, para luego realizar las pruebas con el sonómetro y determinar la absorción del sonido del panel evaluando diferentes tipos de espacios y condiciones como lo fueron las pruebas en días de lluvia y simulaciones en campos abiertos y cerrados.

Para finalizar hay que mencionar que se logró determinar que el aislamiento con cubetas de cartón cumplió con las expectativas esperadas llegando a generar una absorción y disminución del 33% del ruido en un espacio cerrado y 23% en uno abierto, teniendo en cuenta aspectos como lo son los niveles de sonido de la cubierta sin el aislamiento, los cuales fueron medidos en decibeles y a su vez el comportamiento de esta con el panel propuesto, para de esta manera determinar los porcentajes ya mencionados anteriormente, por ende el presente se convierte en una opción más económica y amigable con el medio ambiente, evidenciando esto en su costo de

producción por m², el cual es de 15.840 pesos y en su materialidad la cual en el transcurso del proyecto demuestra que es de alto reciclaje, mejorando de esta manera el nivel de confort acústico en la vivienda.

Referencias

ACESCO. (2 de marzo de 2019). Ficha técnica teja de zinc. Recuperado de <https://acesco.com.co/descargas/fichastecnicas/ficha-tecnica-zinc.pdf>

ACUSTIC/BLOK. (s. f.). Aislamiento acústico – Acoustiblok 3 mm. Recuperado de <https://acoustiblok.com.mx/aislamiento-acustico-acoustiblok-3-mm/>

ACUSTIVAL. (14 de junio de 2017). Evolución histórica de la acústica arquitectónica. Recuperado de <https://acustival.com/acustica-arquitectonica/>

ACUSTIVAL. (23 de octubre de 2017). Tipos de aislamientos acústicos Recuperado de <https://acustival.com/tipos-aislamientos-acusticos/>

AISLAHOGAR. (3 de julio de 2018). Proyección Aisla Sistem, la innovación en aislamiento. Recuperado de <https://www.aislahogar.es/proyeccion-aisla-sistem-innovacion>

AISLAMIENTOSACUSTICOS. (11 de agosto de 2018). Los mejores materiales de aislamiento acustico casero. Recuperado de <https://aislamientosacusticos.org/insonorizacion-acustica?start=40>

AISLASISTEM. (14 de junio de 2019). Formación de aplicación de aislamiento proyectado. Recuperado de <https://www.aislasistem.com/fr/formacion-de-aplicacion-de-aislamiento-proyectado/>

AISLASUR. (22 de noviembre de 2017). Impermeabilización, drenajes y geotextiles. Recuperado de <https://aislasur.com/impermeabilizacion-drenajes-geotextiles/>

AISLASUR. (24 de enero de 2018). Fibra de Vidrio como Aislante Acústico y Térmico.

Recuperado de <https://aislasur.com/la-fibra-de-vidrio-como-aislante-acustico-y-termico/>

ARTCHIST. (14 de septiembre de 2015). Tipos de materiales aislantes/ cajas de huevos/

Utilización como aislante acústico. Recuperado de

<https://artchist.blogspot.com/2015/09/tipos-de-aislantes-cajas-de-huevos.html>

CANALRCN. (7 de octubre de 2015). Según ONG, más 230.000 personas viven en

asentamientos informales de Bogotá. Recuperado de

<https://noticias.canalrcn.com/nacional-bogota/segun-ong-mas-230000-personas-viven-asentamientos-informales-bogota>

CECOR. (21 de mayo de 2015). Ruido de lluvia. Recuperado de

<http://www.cecorsl.com/2015/05/21/ruido-de-lluvia/>

CHOVA Impermeabilización y aislamientos. (s. f.). Compuestos y paneles multicapa.

Recuperado de <https://chova.com/productos/aislamiento-acustico/compuestos-y-paneles/>

CULTURA10. (6 de noviembre de 2018). TEMPLO ROMANO» La representación del culto a

dioses y emperadores Recuperado de <https://www.cultura10.org/romana/templo/>

ECODES. (28 de noviembre de 2005). Efectos de la contaminación acústica sobre la salud.

Recuperado de https://archivo.ecodes.org/web/noticias/efectos-de-la-contaminacion-acustica-sobre-la-salud#.XcynRh_Qg2w

EL TIEMPO. (30 de julio de 2017). Reducir pobreza sigue siendo un reto en Bogotá.

Recuperado de <https://www.eltiempo.com/bogota/cifras-de-la-pobreza-en-bogota-segun-bogota-como-vamos-114830>

ELTIEMPO. (24 de septiembre de 2019). Quindianos recibieron patente por muros con reciclaje.

eltiempo.com. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/arquitecto-quindiano-obtuvo-patente-de-muros-de-reciclaje-415728>

FONAC. (s. f.). Datos útiles – Comparativa de Coeficientes de absorción acústica. Recuperado

de <http://sonoflex.com/fonac/datos-utiles-coeficientes-de-absorcion-acustica-comparativa/>

GRECA. (16 de septiembre de 2019). Sitios patrimonio de la unesco en grecia. ¿cuáles son?

Recuperado de <https://www.greca.co/es/blog/2019/9/16/sitios-patrimonio-de-la-unesco-en-grecia-cuales-son>

KNAUF. (16 de septiembre de 2018). Knauf lanza silentboard, una solución innovadora en

aislamiento acústico, única en el mercado. Recuperado de <http://www.knauf.es/knauf/noticias/knauf-lanza-silentboard-una-solucion-innovadora-en-aislamiento-acustico-unica-en-el-mercado.html>

LA CAMPANA. (s. f.). Teja de zinc. Recuperado de <https://www.lacampana.co/producto-teja-de-zinc>

de-zinc

ONDULIT. (s. f.). Poder insonorizaste. Recuperado de [https://www.ondulit.com/es/poder-](https://www.ondulit.com/es/poder-insonorizante.html)

[insonorizante.html](https://www.ondulit.com/es/poder-insonorizante.html)

POLYTEK. (3 de octubre de 2015). 12 Razones para usar el poliuretano como aislante térmico.

Recuperado de <http://www.polytek.cl/12-razones-para-usar-el-poliuretano-como-aislante-termico/>

RECICLARIO. (s. f.). CAJA DE HUEVOS. Recuperado de

<http://reciclario.com.ar/reciclable/caja-de-huevos/>

REBASANDO. (s. f.). Rbo Aislante Acustico Con Cajas de Huevos. Recuperado de

<https://rebasando.com/disenio-grafico/serigrafia/81-notifarendula/744-aislante-acustico-con-cajas-de-huevos>

ROCKWOOL ROCKFON. (17 de marzo de 2015). Aislamiento y Acondicionamiento Acústico.

Recuperado de <https://promateriales.com/pdf/PM-85-7.pdf>

SECRETARIA DISTRITAL DEL HABITAT. (2019). Diagnóstico hábitat en cifras en las

localidades ciudad bolívar. Recuperado de

https://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Ciudad_Bolivar.pdf

SONDITEJ. (s. f.). Impermeabilización con tela asfáltica de tejados y cubiertas. Recuperado de

<https://sonditej.com/cubiertas-y-tejados-en-bizkaia/impermeabilizacion-con-tela-asfaltica-de-tejados-y-cubiertas-en-bizkaia/>

Anexos

ANEXO A Detalle planta de cubierta con aislamiento acústico en cubetas de cartón.

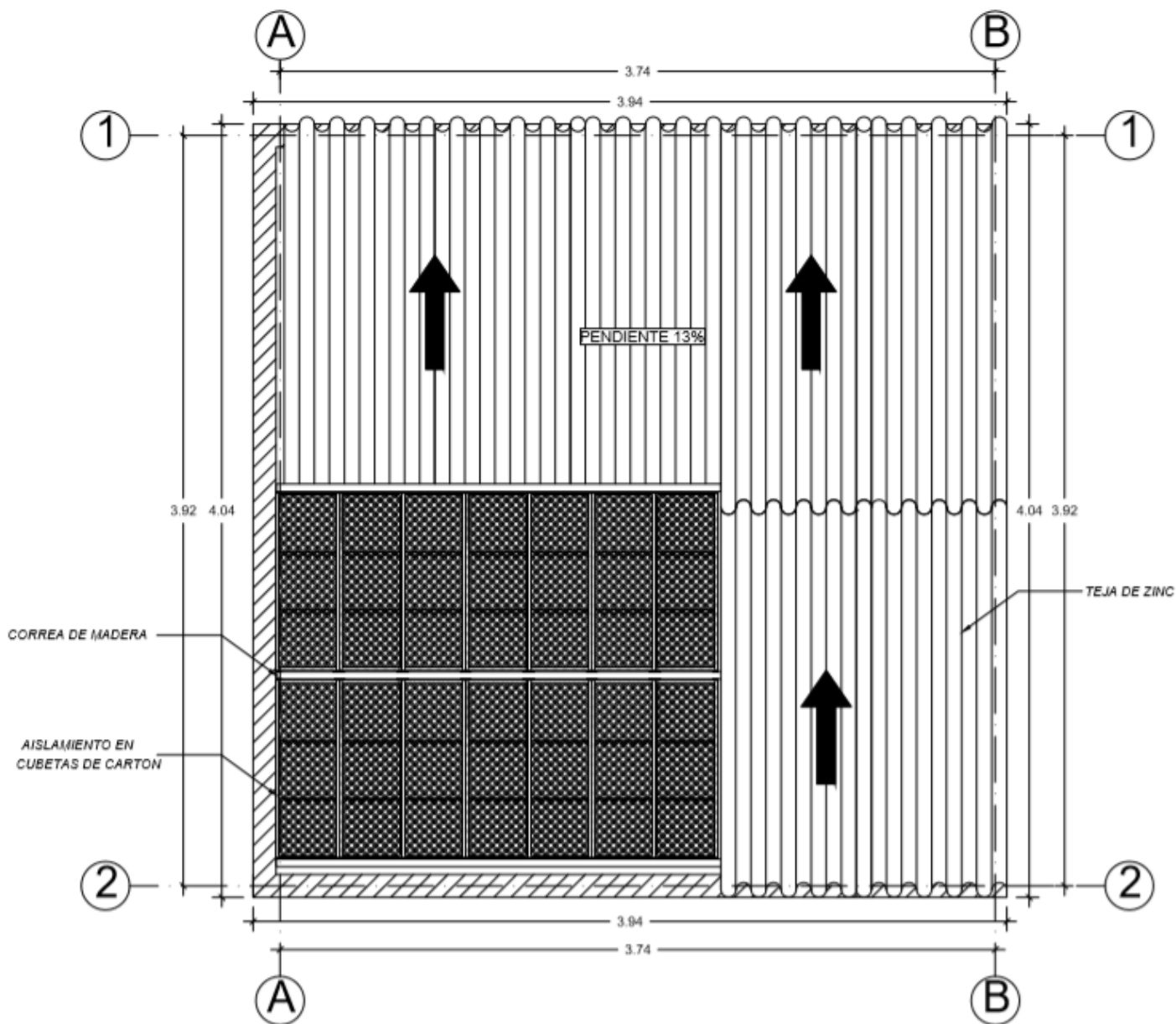


Figura 33 Planta de cubierta con aislamiento acústico. En la presente figura podemos determinar cómo van ubicados los paneles en la estructura del tejado de zinc recalcando que se implementan los paneles #1. Elaboración propia.

ANEXO B Detalle en alzado de cubierta de zinc con aislamiento acústico en cubetas de cartón

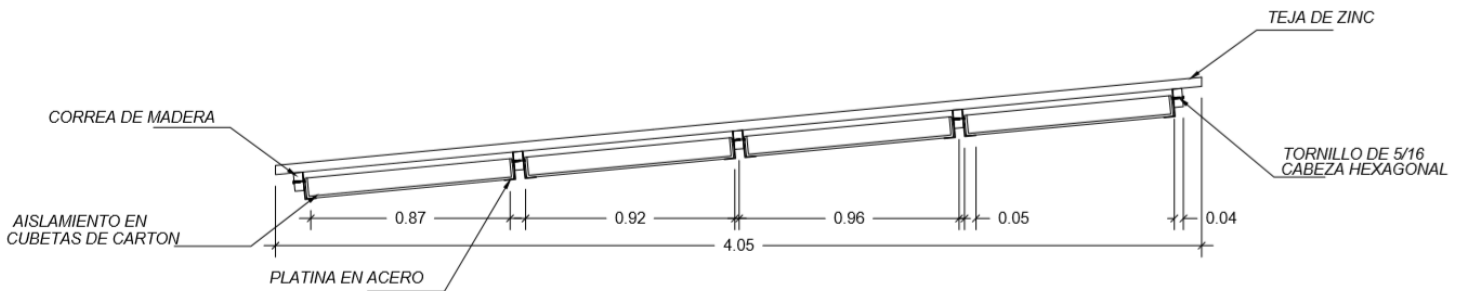


Figura 34 Detalle en alzado de cubierta de zinc con aislamiento acústico en cubetas de cartón. En la presente figura podemos observar el distanciamiento y el anclaje de los paneles de cartón en la cubierta. Elaboración propia.

ANEXO C Corte de cubierta de zinc con aislamiento acústico en cubetas de cartón.

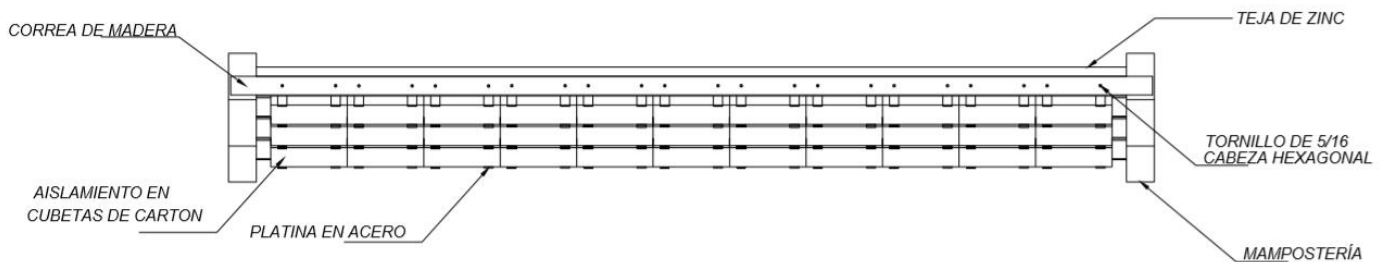


Figura 35 Corte. En la presente figura se pueden observar los diferentes componentes que conforman el sistema de aislamiento acústico en cubetas de cartón. Elaboración propia

ANEXO D Modelos 3D.

Se contempla la implementación del aislamiento acústico propuesto en una caseta y una casa que utiliza tejas de zinc, recalcando que los paneles implementados son los de (.93 cm de largo .33 cm de ancho y de alto .12 cm), el cual se acopla a la correa según el caso, hay que entender que el tamaño puede variar según el distanciamiento de los perfiles.

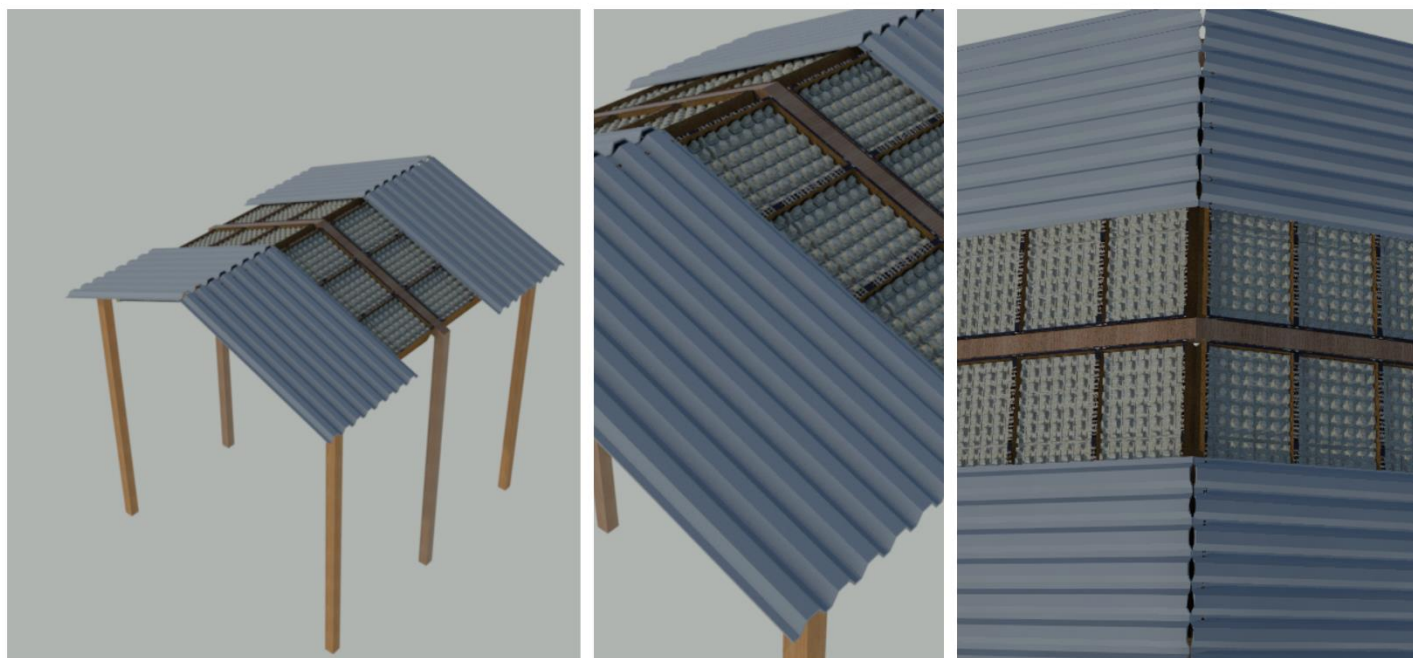


Figura 36 Caseta con aislamiento acústico. Elaboración propia.

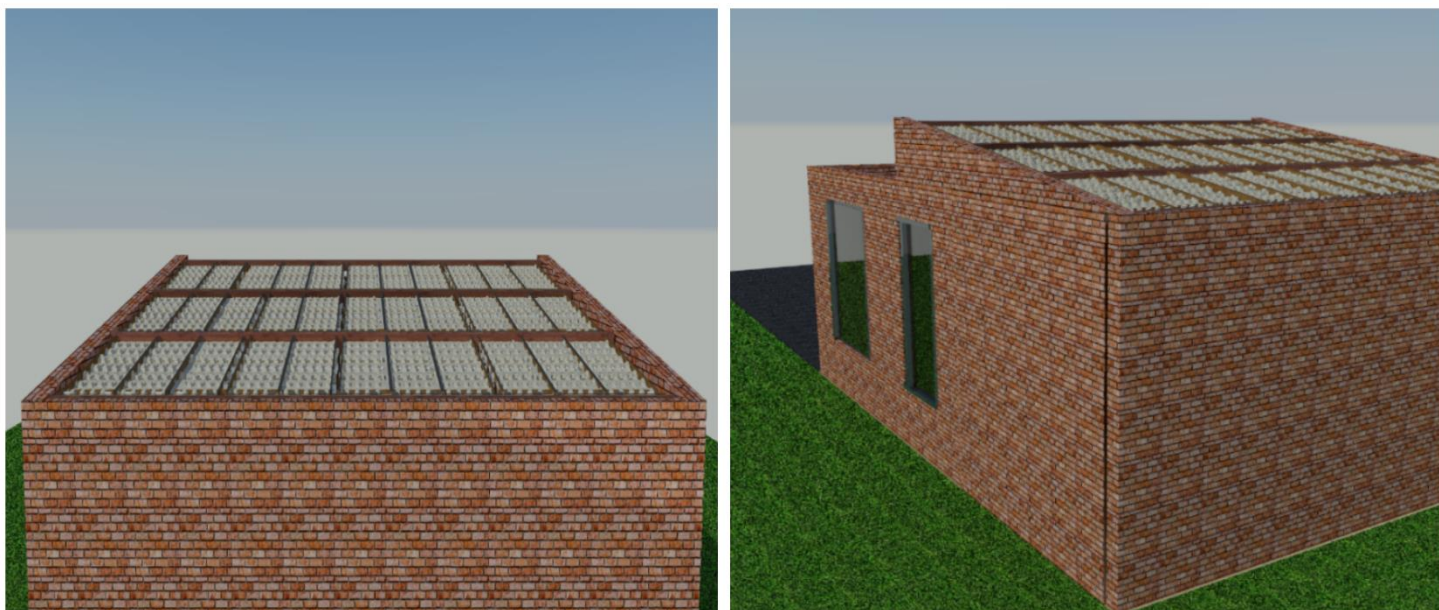


Figura 37 Caseta con aislamiento acústico en cubetas de cartón. Elaboración propia.

ANEXO E Registro fotográfico de pruebas de sonido con el panel instalado



Figura 38 Pruebas de campo. Elaboración propia

ANEXO F COSTOS

Tabla 14 *Costo de un panel de aislamiento acústico en cubetas de cartón*

	Precio por mayor	Cantidad por mayor	Precio por unidades	Se compraron para el panel	Precio al que salía la compra	Precio que se fue por un panel
Platinas	\$ 50.000,00	35	\$ 1.428,57	10	\$ 14.285,71	\$ 5.714,29
Tuercas	\$ 9.990,00	50	\$ 199,80	19	\$ 3.796,20	\$ 799,20
Tornillos	\$ 4.990,00	6	\$ 831,67	19	\$ 15.801,67	\$ 3.326,67
Broca para madera	\$ 6.500,00	1	\$ 6.500,00	1	\$ 6.500,00	\$ -
Laminas de carton	\$ 5.500,00	1	\$ 5.500,00	1	\$ 5.500,00	\$ 5.500,00
Cubetas de huevo	\$ -	100	\$ -	12	\$ -	\$ -
Silicona	\$ 12.000,00	1	12000	1	12000	\$ 500,00
Total del panel						\$ 15.840,15

La presente tabla da a conocer el costo de producción de un panel acústico en cubetas de cartón especificando el valor de cada una de sus partes. Elaboración propia

Tabla 15 *omparación de precios de aislamientos acústicos*

COMPARACION DE PRECIOS DE AISLAMIENTOS ACUSTICOS POR m2				
\$ 34.000,00	\$ 65.000,00	\$ 30.015,83	\$ 19.900,00	\$ 15.840,15
Espuma Acústica Grabación m2	Espuma Acústica Profesional Paneles m2	Aglomerado de corcho expandido m2	Frescasa con Foil m2	Panel acústico en cubetas de cartón por panel de m2

Nota: La presente tabla da a conocer el costo de diferentes aislamientos acústicos que hay en el mercado. Elaboración propia

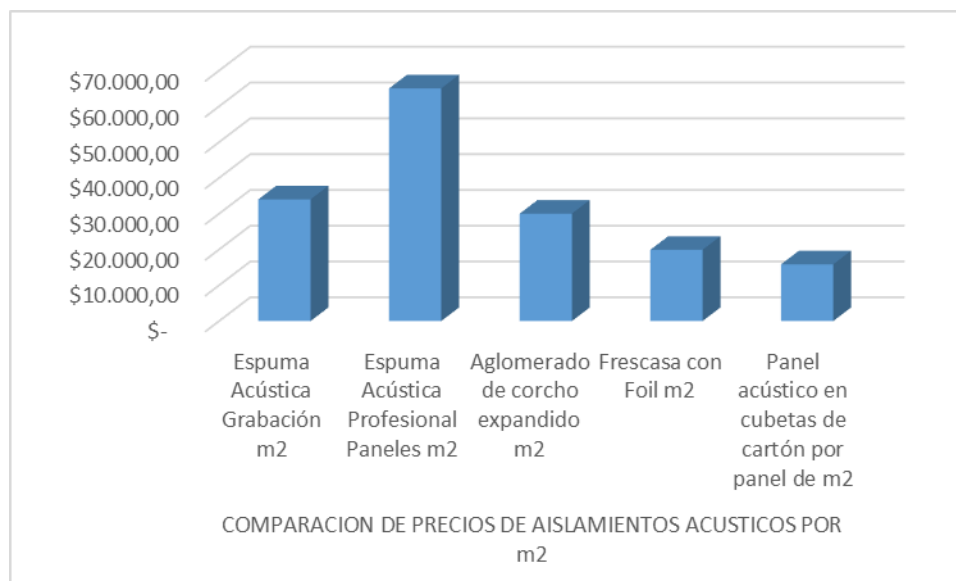


Figura 39 Comparación de precios de aislamientos acústicos. Elaboración propia

