

UCUENCA

Facultad de Artes

Carrera de Diseño

Analizar y estudiar, el aislamiento acústico de un espacio interior y generar una solución constructiva en base al concepto insonoro

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Diseñador de Interiores

Autor: Óscar Xavier Delgado Rojas
C.I.: 0301669917
reivax@outlook.com

Director: Mgt. Augusto Alonso Carrión Ordóñez
C.I.: 0103775409

Cuenca - Ecuador
24 junio 2022

RESUMEN.

El presente documento investigativo pretende evidenciar los problemas que surgen a causa de la contaminación acústica dentro de un espacio interior, el mismo que de no ser tratado a tiempo trae consigo factores negativos que afectan directamente a la salud y la calidad de vida de las personas.

En la actualidad los espacios interiores se han convertido en zonas de suma importancia y de gran intervención de diseño, es por ello que se propone un nuevo panel acústico que cubra todas las necesidades para llegar a niveles tolerables de ruido y reverberación. Entre sus cualidades mas significativas son, fácil de colocar, es de tipo modular, visualmente estético y altamente funcional, que ofrece soluciones de recubrimiento de paredes y logrando un excelente confort. Este documento se le puede tomar como un aporte y guía para el correcto proceso de acondicionamiento acústico de un espacio interior.

PALABRAS CLAVE.

Diseño interior. Aislamiento acústico. Absorción acústica. Acondicionamiento acústico. Ruido. Confort. Armonía.

ABSTRACT.

This research paper aims to show the problems that arise because of noise pollution within an interior space, the same that if not treated in time brings negative factors that directly affect the health and quality of life of people.

Today the interior spaces have become areas of great importance and great design intervention, which is why a new acoustic panel that covers all needs to reach acceptable levels of noise and reverberation is proposed. Among its most significant qualities are easy to install, it is modular, visually aesthetic and highly functional, offering solutions wall covering and achieving excellent comfort. This document will be taken as a contribution and guide for the correct process of acoustic conditioning of an interior space.

KEYWORDS.

Interior design. Acoustic insulation. Sound absorption. Acoustic conditioning. Noise. Comfort. Harmony

INDICE DE CONTENIDOS.

CAPÍTULOS.

1.1 El Sonido	25	1.9 Materiales absorbentes	37
1.1.1 Tono	25	1.10 Materiales aislantes	37
1.1.2 Timbre	25	1.11 Materiales utilizados en el medio	38
1.1.3 Onda sonora	25	1.11.1 Corcho	38
1.1.4 Eco	26	1.11.2 Lana de roca	39
1.1.5 Eco flotante	26	1.11.3 Poliestireno extruido (xps)	40
1.1.6 Reflexiones	27	1.11.4 Poli estireno expandido (eps)	40
1.1.7 Modos resonantes	27	1.11.5 Espuma de poliuretano	41
1.1.8 Reverberación	28	1.11.6 Gypsum	42
1.1.9 Tiempo de reverberación	28	1.11.7 Fibras minerales	42
1.1.10 Influencia del sonido	29	1.11.8 Lana de vidrio	43
1.2 El ruido	30	1.11.9 Madera	43
1.2.1 Fuentes de ruido	30	1.11.10 Caucho	44
1.2.2 Influencia del ruido	30	1.11.11 Fibras textiles	45
1.2.3 Molestias debidas al ruido	30	1.11.12 Micro cuero	45
1.3 Absorción de ondas de sonido	31	1.11.13 Cartón	46
1.3.1 Cámaras anecoicas	32	1.12 Coeficiente de absorción del material	46
1.3.2 Introducción a los materiales acústicos	33	1.12.1 Factor macizo	46
1.4 Propiedades acústicas de los materiales	33	1.12.2 Factor multicapa	46
1.4.1 Reflexión	33	1.12.3 Factor disipación	47
1.4.2 Absorción	34	1.13 Tabla comparativa de materiales	47
1.4.3 Difusión	34	1.13.1 Tabla de características visuales de materiales	48
1.4.4 Frecuencia	34	1.13.2 Tabla de características y funcionalidad de materiales	48
1.5 Propiedades de materiales	34	1.14 Conclusiones	49
1.6 La absorción acústica	35	2.1 Análisis de trabajos locales y nacionales	52
1.7 El aislamiento acústico	35	2.1.1 Problemática	52
1.8 El aislamiento térmico	36	2.1.2 Solución	52
1.8.1 Humedad del aire	36	2.1.3 Conclusiones	53
1.8.2 Velocidad del aire	37	2.1.4 Proceso de experimentación	54
1.8.3 Temperatura del aire	37	2.1.5 Detalles constructivos	56
1.8.4 Coeficiente de conductividad térmica	37	2.2 Análisis segundo trabajo	58
		2.2.1 Problemática	58
		2.2.2 Solución	58
		2.2.3 Conclusiones	59

2.2.4 Detalles constructivos	60	3.3 Emplazamiento	93
2.2.5 Geometría de ondas	61	3.3.1 Planta única de vivienda	94
2.2.6 Propuesta de diseño	62	3.3.2 Elevaciones	95
2.3 Niveles y decibelios	64	3.3.3 Secciones	96
2.4 El ruido en la ciudad de cuenca	65	3.4 Detalles constructivos	97
2.5 Trafico vehicular en cuenca	68	3.5 Posibles soluciones constructivas	97
2.6 Trafico aéreo en la ciudad de cuenca	70	3.6 Conclusiones	98
2.7 Sonómetro	71	3.7 Procesos de experimentación	99
2.8 Formula sabine	72	3.7.1 Proceso de aislamiento acústico	100
2.8.1 Formula sabine descomposición	72	3.7.2 Pruebas de ruido en maqueta	101
2.8.2 Frecuencias	73	3.7.3 Silencio total	101
2.8.3 Tiempos de reverberación	73	3.7.4 Conversación normal	101
2.8.4 Coeficiente de absorción acústica de los materiales	73	3.7.5 Trafico de ciudad	101
2.8.5 Ejemplo de formula sabine	76	3.7.6 Motocicleta con escape ruidoso	101
2.9 Análisis de los espacios interiores a Intervenir	77	3.7.7 Concierto de rock	102
2.10 Recopilación de datos	77	3.7.8 Despegue de avión	102
2.11 Condiciones de medición	77	3.8 Características estéticas y funcionales de materiales	103
2.12 Toma de datos y calculo de reverberación con sonómetro y formula sabine	77	3.9 Elaboración de un nuevo panel acústico	104
2.13 Medición de decibelios en sala	78	3.10 Panel acústico oscade01	104
2.14 Medición de decibelios en comedor	79	3.10.1 Segundo módulo	104
2.15 Medición de decibelios en cocina	80	3.10.2 Modulo de remate	105
2.16 Datos de sala comedor cocina formula sabine	81	3.10.3 Dimensiones módulo central	105
2.17 Medición de decibelios en sala de televisión	82	3.10.4 Creación súper módulo	106
2.18 Medición de decibelios en bar	83	3.10.5 Creación de prototipo	107
2.19 Datos sala de televisión y bar formula sabine	84	3.10.6 Organización de módulos	109
2.20 Medición de decibelios en dormitorio hijo	85	3.10.7 Render de módulos	110
2.21 Datos dormitorio hijo, formula sabine	86	3.10.8 Fabricación de prototipo	111
2.22 Medición de decibelios en dormitorio máster	87	3.11 Panel acústico oscade02	112
2.23 Datos dormitorio máster formula sabine	88	3.11.1 Segundo módulo	113
2.24 Conclusiones	89	3.11.2 Tercer módulo	113
3.1 Problemática del diseño actual de la vivienda	92	3.11.3 Cuarto módulo	114
3.2 Brief del cliente	92	3.11.4 Quinto módulo	114
		3.11.5 Creación de súper módulo	116
		3.11.6 Creación de prototipo	117

3.11.7 Organización de módulos	118	3.31 Datos de dormitorio máster	137
3.11.8 Render de módulos	119	3.31.1 Propuesta de panel oscade02	138
3.11.9 Fabricación de prototipo	120	3.32 Datos de sala de televisión y bar	139
3.12 Panel acústico oscade03	121	3.32.1 Propuesta de panel oscade03	140
3.12.1 Módulo de remate	121	3.32.2 Propuesta de panel oscade03	141
3.12.2 Creación de módulo	122	3.33 Conclusiones generales	142
3.12.3 Creación de prototipo	122	Anexos	144
3.12.4 Organización de módulos	123	Referencias bibliográficas	152
3.12.5 Render de prototipo	124		
3.12.6 Fabricación de prototipo	125		
3.13 Detalle constructivo de prototipos de paneles acústicos	126		
3.14 Presupuesto correspondiente al panel acústico oscade01	127		
3.15 Presupuesto correspondiente al panel acústico oscade02	127		
3.16 Presupuesto correspondiente al panel acústico oscade03	127		
3.17 Medición de decibelios con sonometro al panel acústico	128		
3.18 Medición decibelios exterior de panel oscade01	128		
3.19 Medición decibelios exterior de panel oscade02	129		
3.20 Medición decibelios exterior de panel oscade03	129		
3.21 Tabla de resultados decibelios con fuente de ruido exterior	130		
3.22 Conclusiones	130		
3.23 Medición de decibelios desde el interior	131		
3.24 Medición decibelios desde el interior de primer proceso de aislamiento acústico	131		
3.25 Medición decibelios interior de panel acústico oscade01	132		
3.26 Medición decibelios interior de panel acústico oscade02	132		
3.27 Medición decibelios interior de panel acústico oscade03	133		
3.28 Tabla de resultados de medición de decibelios con fuente de ruido interior	134		
3.29 Conclusiones	134		
3.30 Calculo de formula sabine con el nuevo panel acústico	135		
3.30.1 Datos de sala, comer, cocina	135		
3.30.2 Propuesta de panel oscade01	136		

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Óscar Xavier Delgado Rojas, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Analizar y estudiar, el aislamiento acústico de un espacio interior y generar una solución constructiva en base al concepto insonoro”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 24 de junio de 2022



Óscar Xavier Delgado Rojas

C.I: 0301669917

Cláusula de Propiedad Intelectual

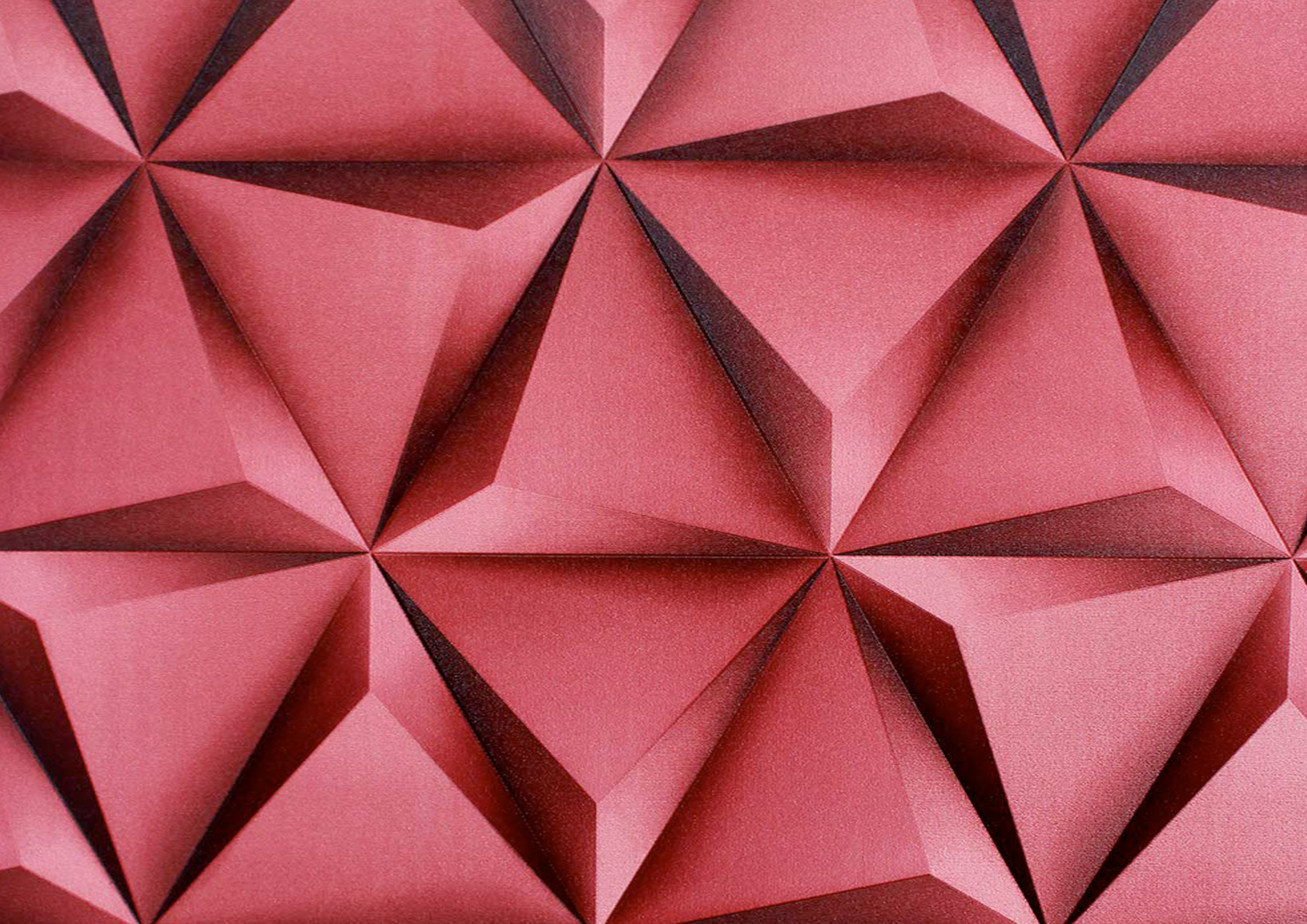
Óscar Xavier Delgado Rojas, autor/a del trabajo de titulación “Analizar y estudiar, el aislamiento acústico de un espacio interior y generar una solución constructiva en base al concepto insonoro.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 24 de junio de 2022



Óscar Xavier Delgado Rojas

C.I: 0301669917



AGRADECIMIENTO.

Primeramente agradezco a Dios, a mi madre y hermanos quienes a lo largo de mi vida me han apoyado y motivado para siempre seguir hacia adelante brindando sabiduría, fuerza y apoyo total. A mi director de tesis quien fue parte importante y fundamental por su generosa colaboración que impulso el desarrollo de este proyecto y hacerlo realidad.

DEDICATORIA.

Este proyecto de titulación lo dedico en especial a mi madre, quien es el pilar fundamental en mi vida, quien me a brindado su apoyo incondicional y soporte en cada momento, para seguir paso a paso cumpliendo metas, gracias a su esfuerzo, sacrificio y arduo trabajo diario, me a forjado como la persona quien ahora soy.

INTRODUCCIÓN.

El diseño interior hoy en día representa fundamentos básicos, tecnológicos y estéticos los cuales ayudan a mejorar la calidad de vida con una alta performance, destacando el confort interior con una función principal que es llegar a niveles óptimos de ruido y contaminación acústica esta no es mas que controlar el exceso de ondas sonoras que ingresan del exterior al interior de una casa.

Tomado en cuenta la necesidad de un control de la contaminación acústica que rodea el entorno en el cual nos desarrollamos, no siempre las funciones tradicionales suelen ser efectivas y resultan mas costosas y no muy estéticas se plantea un nuevo panel acústico el cual cumple todas las funciones a cabalidad para lograr una solución altamente profesional

La presente investigación tiene como objetivo generar una solución constructiva para recubrimiento de paredes con la combinación de diversas técnicas y materiales esto debido a sus grandiosas cualidades este panel acústico puede ser usado en diversas áreas.

La propuesta a sido diseñada a partir de muchos estudios y pruebas de laboratorio que implican mediciones y formulas para lograr espacios interiores funcionales y armónicas que cumplan con excelencia la capacidad de aislamiento y acondicionamiento acústico en un espacio interior.

OBJETIVOS

General:

Entender el acondicionamiento acústico, analizando la disposición y características de los materiales, mejorando el confort y calidad de vida en los espacios interiores.

Entender la disposición de cada material y sus características para mejorar el acondicionamiento acústico y de esta manera mejorar el confort y la calidad de vida dentro de las viviendas.

Específicos:

Analizar los materiales más frecuentes usados en la construcción interior de acuerdo a sus características y funcionalidades que están determinadas a cumplir cierta función específica.

Conocer los diversos materiales y su coeficiente de absorción ya sea por su textura, lanas, fibras, composición, etc. Usados en la construcción de espacios interiores. Identificar y analizar proyectos

a nivel local y nacional que sirvan como referencia para la realización de este proyecto.

Generar un diseño de soluciones acústicas viables mediante el conocimiento adquirido con la realización de esta investigación tanto en materiales como en diseño, para optimizar y aprovechar al máximo los espacios interiores.



UCUENCA

1.1 EL SONIDO.

El sonido es un fenómeno físico que afecta directamente las perturbaciones de las ondas sonoras las cuales se propaga en forma de partículas en los medios materiales y elásticos. Cuando los materiales vibran dentro de un medio, producen ondas longitudinales, y por ende, sonidos. Si el medio en el que se propaga es el aire, el sonido viaja a una velocidad de 343 m/s y que es capaz de excitar el oído humano para producir una sensación auditiva. (Jorge, 1987)

El sonido esta principalmente caracterizado por el tono y el timbre.

1.1.1 TONO.

Se denomina tono de una onda a la intensidad del sonido, y que el oído humano lo manifiesta como volumen siendo grave o agudo dependiendo de la frecuencia con la que se emita mediante los ciclos, es decir si la vibración es lenta produce un sonido grave de baja frecuencia por lo contrario si la vibración es rápida el sonido será agudo de alta frecuencia

Las ondas sonoras que son más intensas dependerán de la cantidad de armónicos que tenga un sonido y la intensidad de estos pudiendo ser de menor o mayor volumen, dependiendo directamente con la forma de la onda, pero el oído no es igualmente sensible a sonidos de todas las frecuencias. (Antonio, 2001)

1.1.2 TIMBRE.

El timbre es la fuente emisora de un sonido y la cualidad que

permite distinguir dos sonidos con la misma altura, frecuencia, Intensidad y tono, emitidos por dos elementos diferentes que se compone de un sonido fundamental llamado armónicos, (Armónicos: es la frecuencia mas compleja que alberga mayores notas musicales es la que determina la altura del sonido) la superposición de distintos armónicos son los que predominan y dan su forma característica a la onda sonora.

Esta es la forma como el sonido llega hasta nuestro cerebro es así como las ondas producidas por los cuerpos viajan a través de un medio y pasan por el oído. (Antonio, 2001)

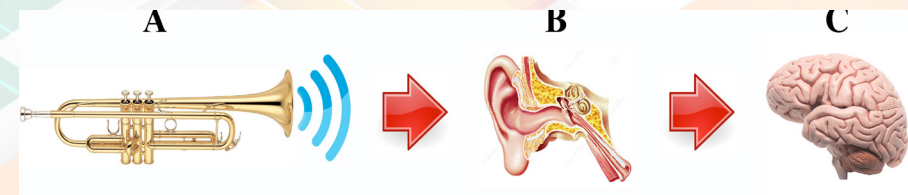


Figura 1: Transmisión del sonido.

1.1.3 ONDA SONORA.

Una onda sonora se propaga en el aire en forma de ondas longitudinales generando un sonido en forma de onda esférica. Una onda sonora esta compuesta por:

Presión: es el desplazamiento máximo de la onda, es decir, su amplitud e intensidad.

Compresión: las partículas se comprimen, a causa del aumento de presión.

UCUENCA

Depresión: las partículas se expanden, a causa de la disminución de la presión.

Tiempo: es el tiempo que tarda una onda en producir una oscilación completa provocando un movimiento en cadena. (Antoni, 2001)

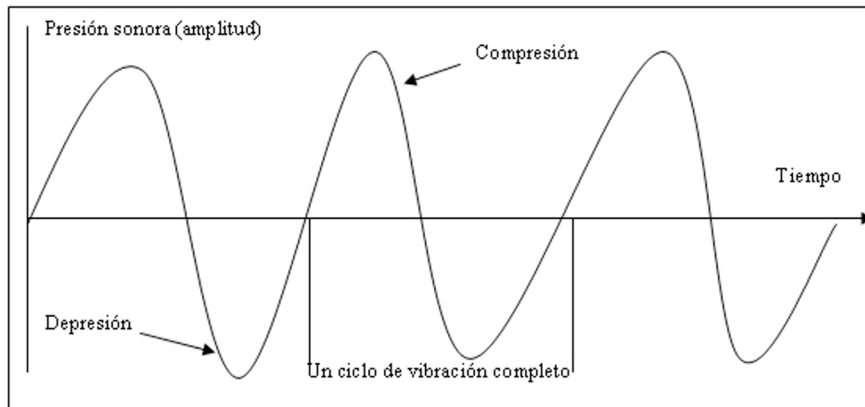


Figura 2: Onda sonora.

1.1.4 EI ECO.

El eco no es más que la repetición de un sonido cuando una onda sonora se refleja y regresa hacia su punto de emisión. Cierta retardo debe ser mayor a 50 milisegundos para que el oído humano lo pueda interpretar como dos sonidos independientes (José, 1969)

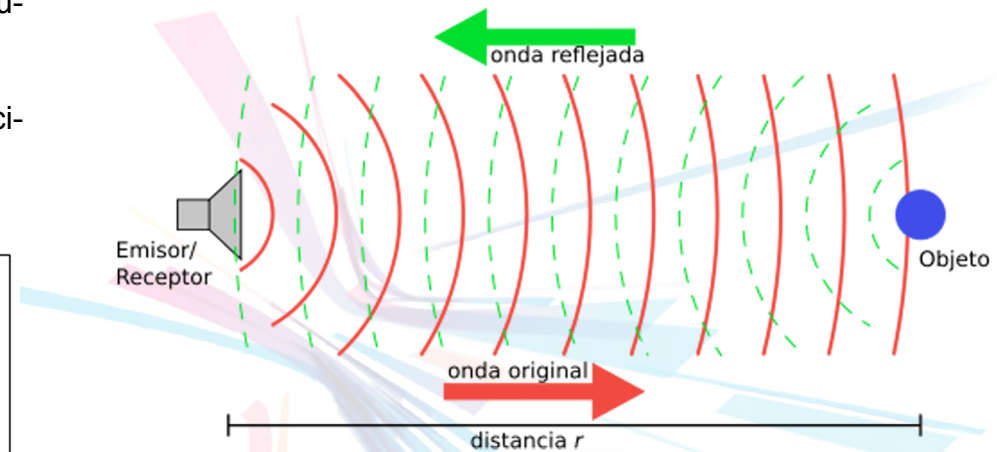


Figura 3: Eco

1.1.5 ECO FLOTANTE.

Se denomina así al efecto sonoro que se origina entre dos paredes paralelas, lisas y altamente reflexivas. Con lo que el sonido se refleja de una pared a otra, dando una serie de ecos los cuales van perdiendo intensidad lentamente. Se podría decir que la onda queda atrapada entre las dos paredes y su energía se refleja llegando a transformar el sonido en otro diferente al emitido inicialmente. Las ondas del eco flotante apenas pierden muy poca energía y llegan a nosotros con mayor intensidad es decir la onda sonora va a revotar 5,6,7 veces sin perder energía y esto produce un eco, normalmente ocurre en frecuencias medias y medias altas, donde los sonidos persistentes ocasionan agotamiento auditivo (José, 1969)

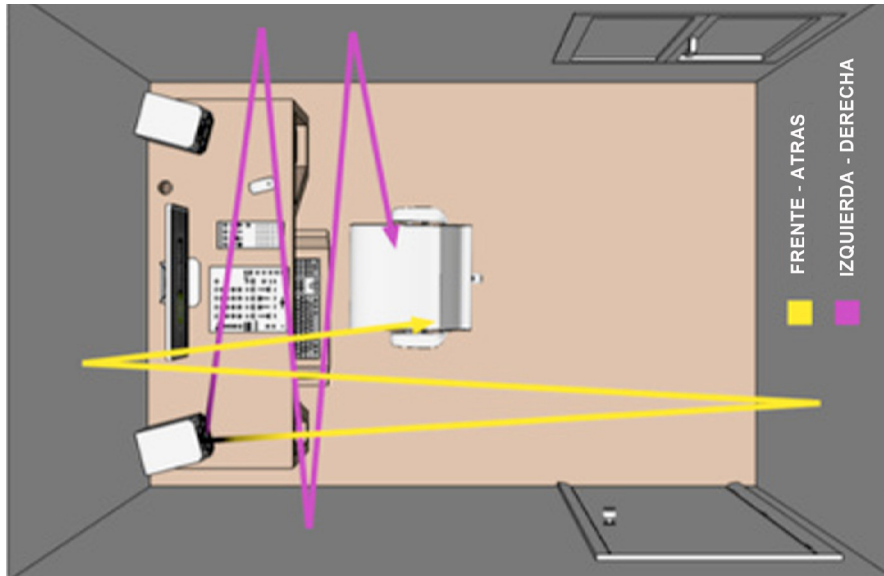


Figura 4 : Eco flotante.

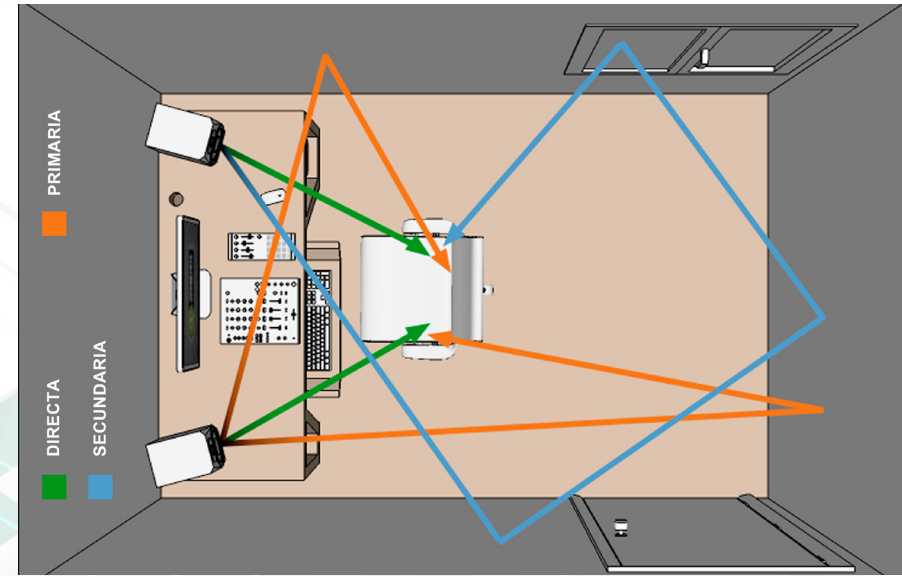


Figura 5: Reflexiones.

1.1.6 REFLEXIONES.

Las ondas reflejadas o reflexiones se propagan en todas las direcciones con igual probabilidad. En el gráfico se pueden apreciar las reflexiones primarias, las reflexiones secundarias. En general, las primeras reflexiones presenta un nivel energético mayor que las correspondientes a la cola reverberante, ya que son de un orden más bajo

La reflexiones se producen en milisegundos si sobrepasan los 0,2xm2 se considera como campo reverberante.

En espacios muy reverberantes se produce un eco que es muy perceptible. (Jorge, 1987)

1.1.7 MODOS RESONANTES.

Son efectos que se producen por combinar dos ondas, la onda de ida y la onda de vuelta, estas ondas en fase se anulan y en contra fase producen picos de ruido. Estos efectos son las mas difíciles de tratar porque se producen en todas las salas, son mas perceptibles y mas perjudiciales.

Si existe mucha cantidad de modos resonantes que interactúan unos con otros sus efectos van a quedar anulados porque unos con otros en fase se eliminan. (Jorge, 1987)

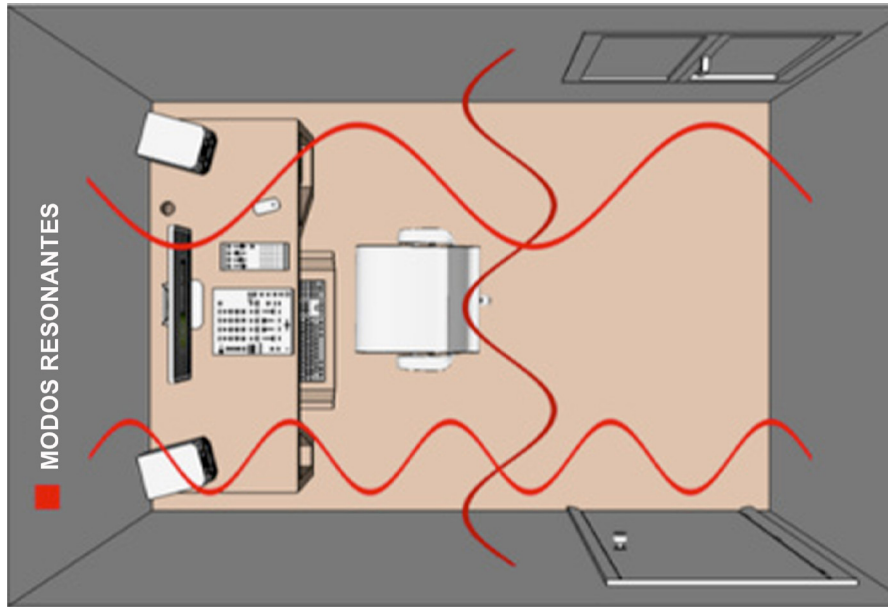


Figura 6: Modos resonantes.

1.1.8 REVERBERACIÓN.

La reverberación es la suma de ecos que se produce en un espacio cerrado después de la terminación de la fuente sonora original, para que la reverberación sea apreciada por el oído su tiempo de permanencia del sonido debe ser menor a 50 milisegundos de lo contrario se puede considerar como un eco. (José, 1969)

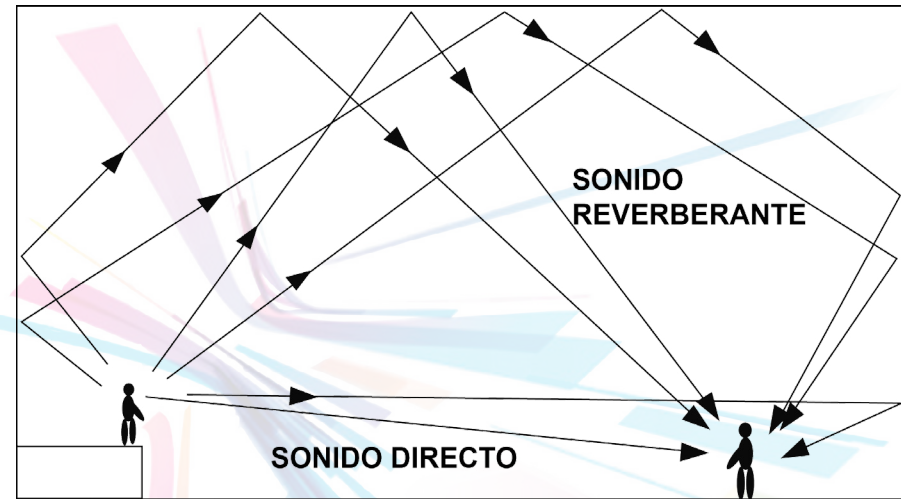


Figura 7: Reverberación.

1.1.9 TIEMPO DE REVERBERACIÓN.

El valor y parámetro óptimo que se utiliza para medir el tiempo de reverberación de un determinado espacio, es el $0,2 \text{ m}^2$ por cada metro cúbico del volumen total del espacio, es decir que la intensidad de un sonido disminuya a la millonésima parte de su valor inicial y la recepción de sus reflexiones. (Jose, 1969)

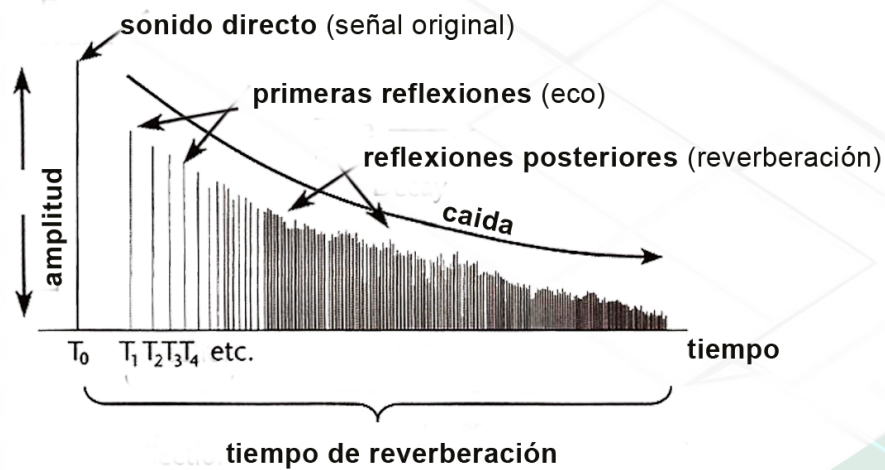


Figura 8: Tiempo de reverberación.



Figura 9: Influencia del sonido.

1.1.10 INFLUENCIA DEL SONIDO.

Tan grande es la influencia del sonido sobre los seres vivos, que se ha utilizado tanto para potenciar la agresividad como la tranquilidad, del mismo modo que se emplea para dormir, relajar, estimular o concentrar, todo dependerá del momento.

Así, por ejemplo, Aristóteles (384 a. C - 322 a. C) enseñaba que la música imita directamente (es decir, representa) las pasiones o estados del alma apacibilidad, enojo, valor, templanza, y sus opuestos y otras cualidades; por lo tanto, cuando uno escucha música que imita cierta pasión, es sumergido por la misma pasión. (Jorge 1987)

1.2 EL RUIDO.

El ruido considerado como la sensación inarticulada generalmente molesto para el oído humano. En el medio ambiente, se define como todo lo desagradable para el oído o, más exactamente, como todo sonido no deseado que interfiere en la comunicación entre las personas.

También conocido como contaminación acústica en la actualidad se encuentra entre los contaminantes más invasivos.

El ruido ajeno es más problemático porque tiene un impacto negativo sin nuestro consentimiento que afecta considerablemente la salud (Antoni 2001)

1.2.1 FUENTES DE RUIDO.

Las fuentes de ruido más importantes que se pueden encontrar en zonas habitadas son las siguientes:

Tráfico rodado: Escapes ruidosos, carrocerías en mal estado, altos parlantes, constituye la principal fuente de ruido en zonas urbanas.

Ferrocarriles: En general, la población expuesta al ruido del tráfico ferroviario es menor pero aun es importante.

Aeropuertos y aviación: Afecta a las personas que trabajan o habitan cerca del aeropuerto, la principal fuente de ruido en los aeropuertos se produce en las maniobras de aterrizaje y despegue por las turbinas y hélices.

Actividades industriales: Esta actividad es muy variada en intensidad y frecuencia, y depende de múltiples factores como maquinarias compresores, taladros, sierras etc.

Actividades recreativas: Son propias de áreas urbanas, las fuentes más problemáticas se ubican próximas a lugares de ocio nocturno como bares y discotecas.

Vecindario: Las actividades producidas a diario por las comunidades de vecinos: perros, equipos e instrumentos de música, voces, etc.

Instalaciones: Aparatos de climatización, ascensores, etc. (Antoni 2001)

1.2.2 INFLUENCIA DEL RUIDO.

El ruido se define como un sonido indeseable, los sonidos indeseados constituyen el problema público más generalizado en la sociedad actual, los efectos psicológicos del ruido son la sensación de desagrado, molestia y pérdida de concentración. La contaminación sonora, representa un problema ambiental para el hombre por las afectaciones a la salud que pueden ocasionar. La Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió en 1972 catalogarlo como un tipo más de contaminación, fue la primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana.

Los peligros por el ruido actualmente están identificados como un gran problema a resolver para la salud ambiental, Existen multitud de variables que permiten diferenciar unos ruidos de otros: su composición en frecuencias, su intensidad, su variación temporal, su cadencia y ritmo, etc.

1.2.3 MOLESTIAS DEBIDAS AL RUIDO.

Las molestias debidas al ruido dependen de numerosos factores. Algunos de los inconvenientes mas significativos producidos por el ruido son la pérdida auditiva, el estrés, la presión

alta, la pérdida de sueño, la distracción y la pérdida de productividad. Sonidos que durante la actividad laboral pasan desapercibidos, se convierten en ruidos perfectamente reconocibles en periodos de descanso que pueden provocar trastornos en la salud mental como cefaleas (dolor de cabeza), inestabilidad emocional, irritabilidad, agresividad síntomas de ansiedad, etc. Las molestias que produce un sonido están directamente relacionadas con la energía del mismo. A más energía (sonido más fuerte) más molestia. Es así como afecta la calidad de vida y la tranquilidad.(R. Cadiergues 1987)



Figura 10: Molestias del ruido.

1.3 ABSORCIÓN DE ONDAS DE SONIDO.

La absorción de un sonido es un fenómeno que afecta a la propagación. Se habla de absorción cuando el sonido se dispersa como consecuencia del encuentro con obstáculos que no le permiten reflejarse una parte de la energía sonora se disipa en forma de energía térmica. La obtención de los tiempos de reverberación más adecuados en función de la actividad a la cual se haya previsto destinar el espacio interior será la prevención o eliminación de ecos. Reducción del nivel de campo reverberante en espacios ruidosos (restaurantes, fábricas, salas, etc.).

La introducción de materiales acústicos son aquellos que presentan un gran número de canales a través de los cuales la onda sonora puede penetrar. La disipación de energía en forma de calor se produce cuando la onda entra en contacto con las paredes de dichos canales. Cuanto mayor sea el número de canales, mayor será la absorción producida.

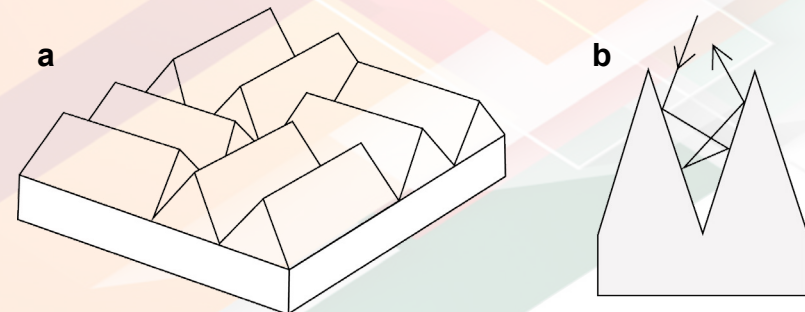


Figura 11; Absorción de ondas

(a) Muestra de material absorbente a base de poliuretánicas con terminación en cuñas anecoicas. (b) Mecanismo por el cual las cuñas logran gran absorción sonora. (Antonio 2001)

UCUENCA

La onda sonora incidente es parcialmente reflejada. La energía sonora no reflejada penetra en el material, se atenúa y alcanza de nuevo su superficie después de reflejarse en la pared rígida posterior. La energía remanente se divide, nuevamente, en una parte que atraviesa la superficie del material. Desde un punto de vista teórico, este proceso continúa indefinidamente.

Este fenómeno se da cuando una onda sonora retorna al propio medio de propagación tras incidir sobre una superficie. Cuando una forma de energía, como la luz o el sonido, se transmite por un medio y llega a un medio diferente, lo normal es que parte de la energía penetre en el segundo medio y parte sea reflejada. La principal característica de este fenómeno es que el ángulo con el que incide la onda sobre la superficie reflectante es el mismo ángulo con el que esta vuelve reflejada.

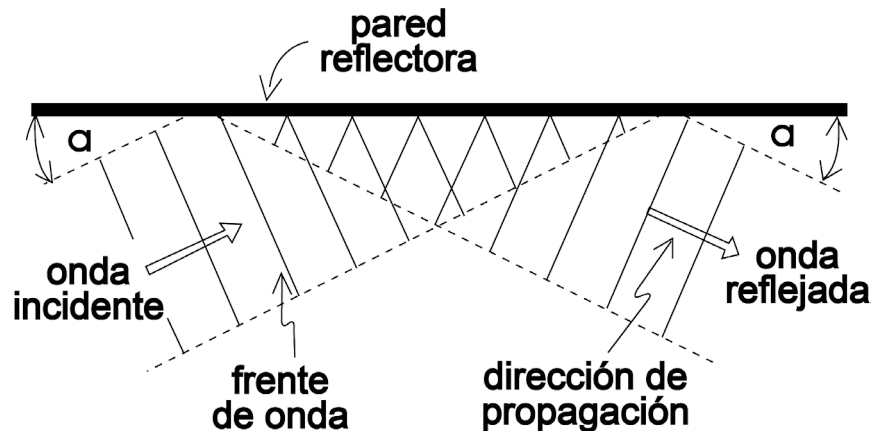


Figura 12: Absorción de ondas.

Obviamente no todas las superficies reflejan de igual forma el sonido, así, el sonido se refleja con facilidad en superficies duras y rígidas y mal en superficies blandas y porosas, perdiendo así energía, a esta pérdida de energía de la onda sonora cuando incide sobre una superficie se conoce como absorción. (Antoni 2001)

1.3.1 CÁMARAS ANECOICAS.

En 1936, en Nueva York, surge uno de los primeros recintos con un adecuado nivel de aislamiento contra el ruido y la vibración del exterior, cuyo espacio interior estaba construido con materiales absorbentes en toda su superficie y resultaba libre de reflexiones sonoras; nació así entonces la cámara anecoica.

Se construyó con placas de espuma de poliuretano en forma de cuñas piramidales (tipo wegde) para fines de investigación psicoacústica.

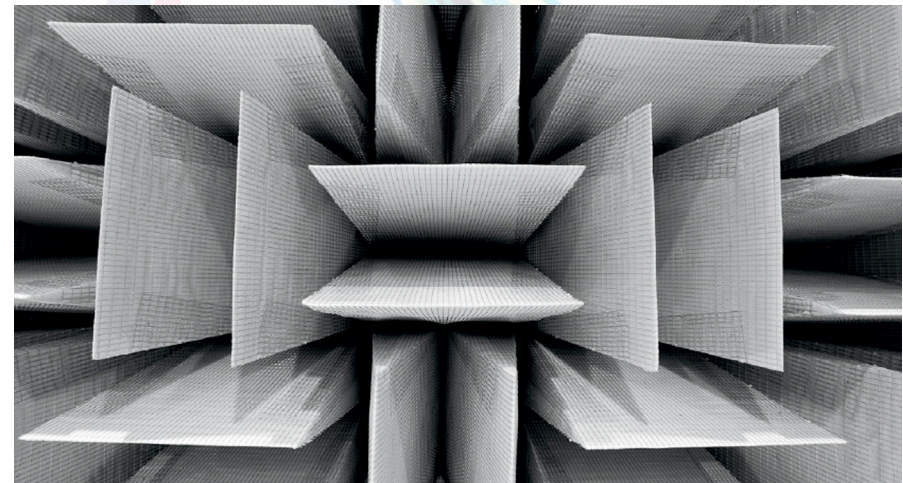


Figura 13: Cámaras anecoicas.

UCUENCA

Cámara anecoica (an significa sin; ecoico se refiere al eco. Anecoico es la capacidad de absorber las ondas sonoras sin reflejarlas)

La cámara en su totalidad se encuentra cubierta por materiales fonoabsorbentes, es decir, paneles a base de pirámides que pueden ser de caucho, espuma flexible de poliuretano, polietileno, fibra de vidrio y diversas clases de espumas. La terminación superficial de estas placas es en forma de cuñas y ángulos porque de esta forma aumenta la superficie efectiva de absorción y evita la reflexión de los sonidos (reverberación) que se origina por las superficies duras de paredes o techos de tal forma que con ello se consigue atenuar el nivel sonoro general absorbe hasta un 99.9% de las ondas.

Pues bien esto se basa en un principio técnico muy básico ya que las cuñas y ángulos que se entrecruzan en su superficie proporcionan una mayor área de dispersión de los sonidos que inciden sobre el material, a la vez que, debido a los ángulos que forman el sonido reflejado choca contra otra superficie absorbente, impidiendo la ocurrencia de resonancias o ecos indeseados. (Antoni 2001)

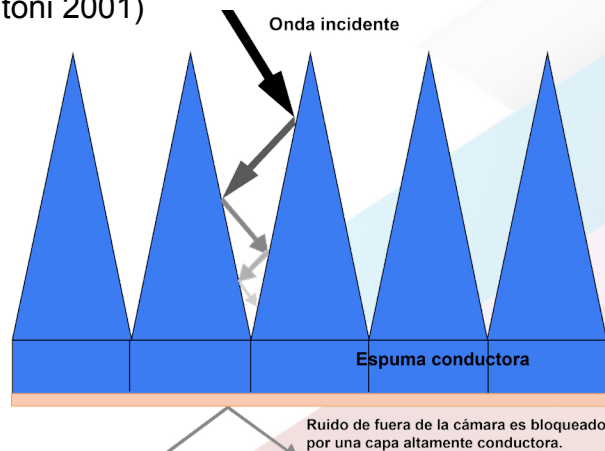


Figura 14: Absorción de ondas cámara anecoica.

1.3.2 INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES ACÚSTICOS.

En la construcción actual se utilizan diversos materiales que permiten obtener condiciones de aislamiento térmico y acústico muy notables, frente a las soluciones tradicionales.

Estos materiales, son los que denominamos con el nombre genérico de materiales de aislamiento y no sólo sirven para mejorar las condiciones térmicas o acústicas de un edificio. También determinados materiales se utilizan como aislamiento o protección frente al fuego.

La presente se centra en el estudio de aquellos productos que, por sus propias características, destacan por su capacidad de aislamiento térmico, y mucho más enfocado en su capacidad de aislamiento acústico.

1.4 PROPIEDADES ACÚSTICAS DE LOS MATERIALES.

Generalmente son cuatro las propiedades acústicas con los que se construyen los materiales absorbentes: reflexión, absorción, difusión y frecuencia.

1.4.1 REFLEXIÓN.

Se refiere a su principal función para hacer rebotar una onda de sonido desde su punto de inicio, causando un eco. Cada material de construcción presenta propiedades específicas de reflexión, que se pueden ajustar a la necesidad del diseño de interiores.

UCUENCA

1.4.2 ABSORCIÓN.

Todos los material posee propiedades de absorción o la capacidad para transformar las ondas de sonido en ondas de calor, culminando su viaje.

1.4.3 DIFUSIÓN.

La difusión consiste en la capacidad de cada material de redirigir las ondas de sonido en un determinado espacio.

1.4.4 FRECUENCIA.

Los materiales también tienen la capacidad de absorber y reflejar sonidos con frecuencias variables. (Miguel 1978)

1.5 PROPIEDADES DE MATERIALES.

Estas propiedades describen características como elasticidad, conductividad térmica y acústica, que por lo general no se alteran por otras fuerzas

Propiedades mecánicas: Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas:

Las principales son: dureza, resistencia, elasticidad, plasticidad, también podrían considerarse entre estas a la fatiga y la fluencia

Cohesión: Resistencia de los átomos a separarse unos de otros.

Plasticidad: Capacidad de un material a deformarse ante la acción de una carga, este proceso es irreversible.

Dureza: Es la capacidad de oponer resistencia a la deformación superficial por uno más duro.

Resistencia: Se refiere a la propiedad que presentan los materiales para soportar las diversas fuerzas.

Ductilidad y Maleabilidad: Se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse.

Elasticidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de volver a su estado inicial, al retirarse la carga.

Higroscopicidad: se refiere a la propiedad de absorber o exhalar el agua.

Conductividad térmica: es la propiedad de los materiales de transmitir el calor, (Ivor 1992)

1.6 LA ABSORCIÓN ACÚSTICA.

Se define como la capacidad de absorción de un material frente a un sonido es decir la relación entre la energía absorbida por el material y la energía reflejada por el mismo.

Cuando una onda sonora alcanza una superficie, la mayor parte de su energía es reflejada, pero un porcentaje de ésta es absorbido por el nuevo medio.

La propagación del sonido se ve limitado por las superficies que lo rodean. Las ondas sonoras, al chocar contra las paredes, pierden parte de su energía, al ser absorbida por el material que recubre dicha pared, pero aun reflejando el resto de energía al interior de las salas.

En el caso ideal que los materiales que constituyen las paredes fuesen totalmente absorbentes, no existirían ondas reflejadas y la propagación sería nula es decir una cámara anecoica. Si, por el contrario, las paredes del espacio fuesen totalmente reflejantes, las ondas sonoras sufrirían una serie de reflexiones; conocido como espacio reverberante.

La absorción acústica depende del grado de porosidad de la superficie del materia de esta manera hace que las ondas queden atrapados en los poros evitando las reflexiones convirtiéndolas en calor

Francesc Daumal define la acústica arquitectónica como: “Un conjunto de conocimientos configurándose un marco de disciplinas científico técnico artísticas que engloba las aplicaciones al diseño para la satisfacción del ser humano que habita los espacios. (Miguel 1978)

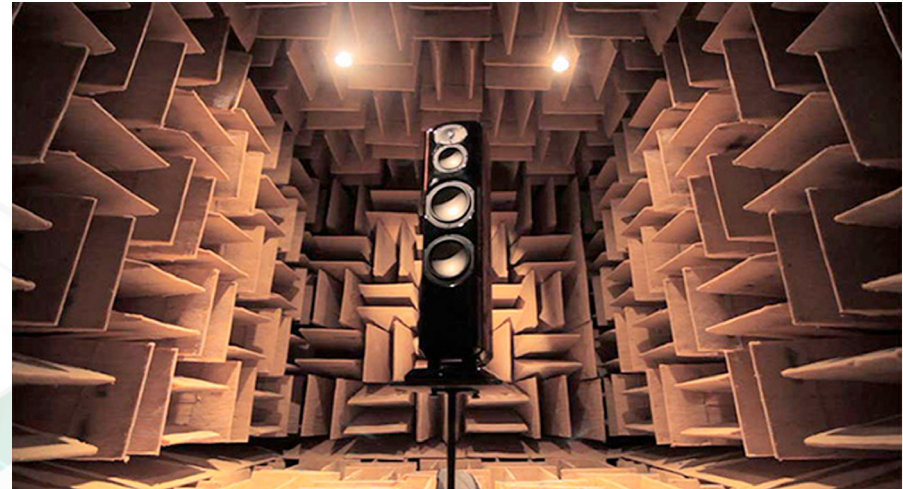


Figura 15: Absorción acústica.

1.7 EL AISLAMIENTO ACÚSTICO.

Aislamiento acústico se define a un sistema constructivo empleando materiales, técnicas y tecnologías desarrolladas para aislar o atenuar el nivel de contaminación acústica en un determinado espacio. Disipando la energía en el interior del medio de propagación de mayor o menor efecto.

La transmisión del sonido se realiza a través del aire para impedir que logre ingresar se suele actuar sobre las paredes (aislamiento de paredes) y de las ventanas (doble acristalamiento acústico).(Claude, 1977)



Figura 16: Aislamiento acústico.

1.8 EL AISLAMIENTO TÉRMICO.

Se define como aislante térmico aquel material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica, estableciendo una barrera al paso del calor entre dos medios. Todos los materiales oponen resistencia, en mayor o menor medida al paso del calor a través de ellos reduciendo el flujo térmico que no es más que la transferencia de calor entre dos ambientes que se encuentran a diferente temperatura.

Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta se llaman materiales aislantes. Como son las lanas minerales (lana de roca o de vidrio), poli estireno expandido, poli estireno extruido, espuma de poliuretano, corcho, Etc. (Miguel, 1978)



Figura 17: Aislamiento térmico.

1.8.1 HUMEDAD DEL AIRE

La humedad del aire se debe al vapor de agua presente en la atmósfera. La cantidad de vapor que puede absorber el aire va a depender de su temperatura. Generalmente el aire caliente admite más vapor llegando a constituir hasta el 5% del volumen a diferencia del aire frío. (Miguel, 1978)

1.8.2 VELOCIDAD DEL AIRE

Es la facilidad o la velocidad a la que el aire se mueve en un ambiente ya sea abierto o cerrado. Este parámetro ambiental afecta a la velocidad de la pérdida de calor del cuerpo. Velocidad que a la vez varía dependiendo de la intensidad y la velocidad del aire por lo tanto esta tiene consecuencias que van más allá del confort térmico y que vale mencionar, que una corriente de aire se hace perceptible cuando sobrepasa los 0.3 m/s. (R.M.E 1967)

1.8.3 TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura seca del aire es la que rodea al individuo. La diferencia entre esta temperatura seca y la de la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire, conocido como el intercambio de calor por convección. Este es uno de los parámetros principales que incide en el flujo del calor entre el cuerpo y el ambiente. (R.M.E 1967)

1.8.4 COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.

Es el valor específico de cada material, el cual hace referencia a la capacidad que posee el material para conducir el flujo calórico, independientemente del espesor y de cómo este construido.

Mientras menor sea el coeficiente de conductividad térmica de los materiales aislantes mayor será la capacidad de aislamiento térmico. (R.M.E 1967)

1.9 MATERIALES ABSORBENTES.

Son materiales con capacidad de absorber niveles muy altos de contaminación acústica son utilizados para acondicionamiento y confort de los espacios acústico, ya que absorber la mayor parte de la energía que reciben. Evitando reflexiones indeseadas, que pueden perjudicar la acústica del espacio, al introducir distorsiones. (Miguel, 1978)



Figura 18: Materiales Absorbentes.

1.10 MATERIALES AISLANTES.

La función de los materiales aislantes acústicos es impedir que un sonido penetre en un espacio o que salga de él, por lo tanto debe reflejar o absorber la mayor parte de la energía que reciben y atenuar el paso del ruido entre ambientes. A pesar de ello, hay que diferenciar entre aislamiento acústico y absorción acústica:

UCUENCA

- El aislamiento acústico, proporcionar una protección al espacio interior contra la penetración del ruido, al tiempo, que evita que el sonido salga hacia el exterior.
- En cambio, la absorción acústica, lo que pretende es mejorar la propia acústica del espacio interior, controlando el tiempo de reverberación. A esta técnica se le conoce también como acondicionamiento acústico.(Miguel, 1978)

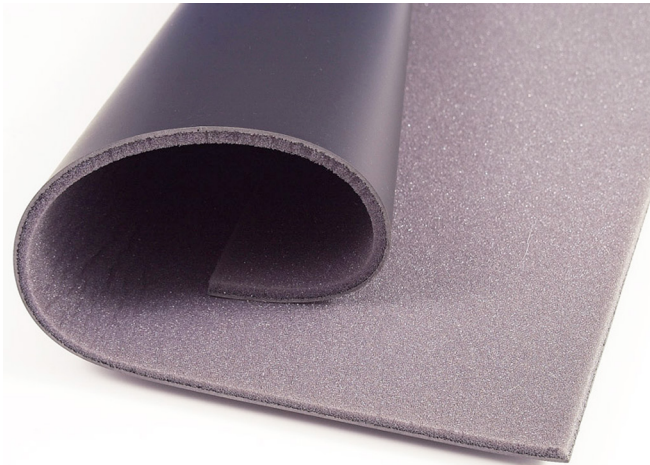


Figura 19: Materiales aislantes.

1.11 MATERIALES UTILIZADOS EN EL MEDIO.

Mediante investigaciones con el fin de recopilar información sobre los materiales de absorción acústica más comunes utilizados en el medio se pudo conocer e identificar los diversos materiales que a continuación se detallan.

1.11.1 CORCHO.



Figura 20: Corcho.

UCUENCA

Es un producto natural que esta formado de corcho triturado y hervido a altas temperaturas el corcho posee cualidades únicas e inigualables generalmente viene en aglomerados formando paneles, no necesita de protección contra hongos

El 88% de su volumen es aire, lo que se traduce en una densidad baja, se puede comprimir hasta casi la mitad sin perder ninguna flexibilidad, posee gran adherencia que dificultan su deslizamiento.

El corcho es prácticamente impermeable a líquidos y gases lo que le permite envejecer sin deteriorarse, su función de aislante acústico es treinta veces superior al del hormigón.

CARACTERÍSTICAS.

Dimensiones: existentes en planchas: 915 x 610 mm

Densidad: 110kg/m³

Granulometría: 2 - 5 mm

Materiales: aglomerado de corcho natural

En caso de incendio no produce gases tóxicos.

Una vez acabada su vida útil, es un material reciclable y biodegradable.

1.11.2 LANA DE ROCA.



Figura 21: Lana de roca.

Es un material fabricado a partir de la roca volcánica. Se utiliza principalmente como aislamiento térmico aislando tanto de temperaturas bajas como altas, como acondicionador acústico evitando reverberaciones y ecos excesivos protección contra el fuego pues conserva sus propiedades mecánicas intactas incluso a temperaturas superiores a 1000°C

CARACTERÍSTICAS.

Densidad: 30 - 160 kg/m³,

Coefficiente de conductividad térmica: 0,041 w/ (m * k).

Protección pasiva contra el fuego

Imputrescible

Resistente a la humedad

Material incombustible.

1.11.3 POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS).



Figura 22: Poliestireno extruido.

El Poli estireno Extruido (XPS), es un material aislante duradero, de buen rendimiento resistente y de baja absorción de agua, de elevadas prestaciones mecánicas y no se pudre y de prestaciones mecánicas altas.

Posee una conductividad térmica típica presenta una baja absorción de agua, unas prestaciones mecánicas muy altas y una densidad en torno a los 33kg/m³

CARACTERÍSTICAS.

Espesores: desde 30mm. a 100mm, a mayor espesor

Mayor capacidad de aislamiento térmico.

Densidad en torno a los 33kg/m³

Superficie: Lisa, y Acanalada

Sin piel excelente adherencia para aislamiento exterior

Los paneles permite garantizar la continuidad del aislamiento.

1.11.4 POLI ESTIRENO EXPANDIDO (EPS).



Figura 23: Poliestireno expandido.

El poli estireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, utilizado en el sector del envase y la construcción.

Su cualidad más destacada es su higiene al no constituir microorganismos. El poli estireno es más ligero, lo que conlleva mayor flotabilidad y velocidad pero menor flexibilidad.

Resistente a la humedad y absorción de impactos Sin embargo, tiene como desventaja el hecho de ser fácilmente inflamable y además es atacado por ciertos tipos de disolventes, barnices o pinturas.

Otra de las aplicaciones del poli estireno expandido es la de aislante térmico en el sector de la construcción, utilizándose como tal en fachadas, cubiertas, suelos, etc.

CARACTERÍSTICAS.

Posee un buen comportamiento térmico en densidades que van de 12 kg/m³ a 30 kg/m³

Es fácil atacable por la radiación ultravioleta por lo cual se lo debe proteger de la luz solar

Posee alta resistencia a la absorción de agua

No forma llama ya que al quemarse se sublima

1.11.5 ESPUMA DE POLIURETANO.



Figura.24: Espuma de poliuretano.

Es un material plástico poroso formado por una agregación de burbujas, son ampliamente utilizadas y son materiales bien conocidos posee un excelente rendimiento como aislante acústico.

CARACTERÍSTICAS.

Buen coeficiente de conductividad térmica

No constituye alimentos para gusanos e insectos,

Resistente a hongos,

Resistente al vapor de agua

Es liviano, rígido, estable.

Para aislaciones entre -200 grados C a 110 grados C.

1.11.6 GYPSUM.



Figura 25: Gypsum.

El cartón yeso, o placa de yeso laminado es un material de construcción utilizado para la ejecución de interiores y revestimientos de techos y paredes. Consiste en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, por lo que sus componentes son generalmente yeso y celulosa. Se comercializa en medidas de 1.22x2.44cm.

CARACTERÍSTICAS

Resistencia al fuego, no es inflamable.
Buen aislamiento acústico, en combinación con algún material absorbente colocado en su interior de la cámara de aire.
No resistente la humedad solo pequeñas salpicaduras.

1.11.7 FIBRAS MINERALES



Figura 26: Fibras minerales.

Disponible de .60 X .60cm Y .60 X 120cm

La fibra mineral están elaboradas a base de lana mineral, fibra de papel, perlita, almidón y otros aditivos. Este producto es apropiado para soportar altas temperaturas y niveles elevados de humedad. Adicionalmente ofrecen resistencia al fuego.

Entre sus principales ventajas se encuentra su elevada capacidad de absorción del sonido, lo que lo convierte en un producto ideal para ser instalado en oficinas, auditorios, instituciones educativas y lugares con alto tráfico de personas.

1.11.8 LANA DE VIDRIO.



Figura 27: Lana de vidrio.

La lana de vidrio es una fibra mineral fabricada con millones de filamentos de vidrio unidos con un aglutinante. Es un material aislante térmico y acústico sumamente eficiente siendo un material muy apropiado para aislaciones acústicas.

CARACTERÍSTICAS.

Aplicación en cubierta inclinada

- Divisiones interiores y techos
- Conductos de aire acondicionado
- Aislamiento acústico para suelos
- Aislamiento acústico para falsos techos
- Cubiertas y fachadas de doble chapa metálica
- Aislamiento de techos
- Material incombustible
- Aislamiento de conductos de aire acondicionado
- Ofrece gran calidad de aislamiento y confort térmico
- Resistente a la humedad
- No produce microorganismos

1.11.9 MADERA.



Figura 28: Madera.

Un material versátil y atractivo, utilizado frecuentemente en la fabricación de sistemas para la mejora acústica de espacios

Su principal característica es su rigidez, la cual le permite menores niveles de vibración, en respuesta a las ondas sonoras que percibe absorbiendo diferentes tipos de frecuencias.

Los mdf, los aglomerados, son usados para desarrollar materiales de aislamiento acústico, como puertas, divisiones y difusores entre otros, los cuales son utilizados para equilibrar los ecos en un espacio interior

1.11.10 CAUCHO



Figura 29: Caucho.

El caucho reciclado es usado para aislamiento de vibraciones por vía sólida o estructural, especial para la construcción de suelos flotantes.

El caucho es la mejor solución para la realización de suelos flotantes de forma rápida, precisa y efectiva, sin temor a roturas o puentes acústicos inesperados.

Ventajas:

Impermeable a todo tipo de fluidos. Resistente a los agentes atmosféricos. Alta durabilidad. Reciclado. Fácil colocación. Sorprendente reducción a ruido de impacto y vibraciones, la más alta del mercado.

CARACTERÍSTICAS

- . Material: Caucho reciclado prensado.
- . Carga de trabajo: De 150 a 1500 Kg/m².
- . Dimensiones: Placas de 1000 x 500 mm.
- . Espesor: 50 mm
- . Peso: 20 Kg/m².
- . Reducción global de las vibraciones: 22 dB.

1.11.11 FIBRAS TEXTILES

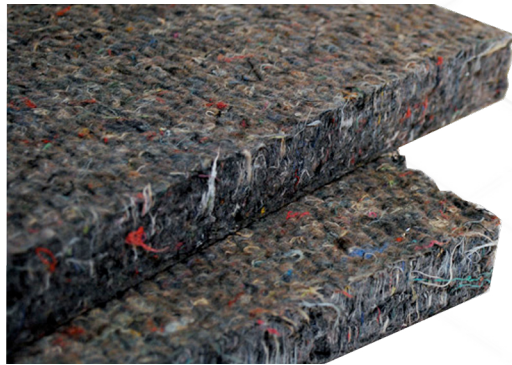


Figura 30: Fibras textiles.

Material para el aislamiento térmico y acústico hecho en fibras recicladas para el aislamiento acústico y térmico de los espacios techos, paredes y pisos.

Disponibles en fieltros tamaño panel de diferentes espesores a partir de 30 kg/mc, y tablas con una mayor densidad, hasta 50 kg/mc. No contiene aditivos contaminantes. Es un producto fácilmente reutilizable, y por consiguiente, también en la fase de desmontaje es reciclable.

Ventajas

De fácil y rápida aplicación. Óptimo aislante térmico y acústico fonoabsorbente (reducen la reflexión del ruido), producto natural y eco compatible, imputrescible, inatacable por los roedores, no necesita de ningún tratamiento anti polillas, antialérgico, obtenido sin aditivos de componentes químicos y aglutinantes, no atacable por agentes atmosféricos y químicos naturales, resistente al envejecimiento y no necesita de ninguna mantenimiento.

1.11.12 MICRO CUERO.



Figura 31: Micro cuero.

El micro cuero, proviene de una capa de tejido animal y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad bastante apropiadas el cuero puede ser moldeado y retendrá su nueva forma.

CARACTERÍSTICAS.

- Alta resistencia a la flexión
- Transpirable
- Resistente al moho
- Amoldable
- Aislante térmico
- Resistencia al fuego
- Resistente al agua
- Resistencia a los hongos
- Sanitario
- Solidez al doblado
- Resistencia a la tracción y al desgarro
- Antialérgico
- Resistencia a la abrasión

1.11.13 CARTÓN.



Figura 32: Cartón.

El cartón es un material fuerte, ligero esta fabricado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra de celulosa virgen de especies vegetales o de papel reciclado. El cartón es más grueso, duro y resistente que el papel. Las fibras largas y fuertes utilizadas para fabricar cartón facilitan que pueda ser reciclado varias veces.

El cartón es relativamente barato de fabricar, el grosor y volumen son aspectos significativos en la elaboración del cartón el papel es un material 100% biodegradable y reciclable y sirve para fabricar papel nuevo.

Es un material fuerte con grandes virtudes donde sobresale la facilidad del moldeado, ligero, fuerte puede servir de estructura pues el cartón es un material muy sencillo de trabajar

1.12 COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LOS MATERIALES.

Todos los materiales tienen un coeficiente de absorción unos en mayor cantidad que otros esto dependerá de su composición entre mas poroso mas absorbente y mientras mas lisos mas reflejantes es decir si un material tiene 0.3 de absorción a una cierta frecuencia, esto significa que va absorber el 30 por ciento y el otro 70 por ciento restante de la energía sonora que no es absorbida se refleja

El coeficiente de absorción es una forma de medir la capacidad o la eficiencia de absorción acústica que tiene un material. Se define como el cociente entre la energía absorbida y la energía total reflejada.

Existen factores que pueden ayudar a intensificar su eficiencia al coeficiente de absorción de los materiales, que pueden ser el factor macizo, el factor multicapa y el factor de disipación.

1.12.1 FACTOR MACIZO.

El aislamiento acústico se consigue principalmente por la masa de los elementos constructivos: a mayor masa, mayor resistencia opone al choque de la onda sonora y mayor es la atenuación del campo reverberan.

Por esta razón, no conviene hablar de aislantes acústicos específicos, puesto que son los materiales normales solamente en mayor espesor (Rosello, 2001)

1.12.2 FACTOR MULTICAPA.

Cuando se trata de elementos constructivos constituidos por varias capas, una disposición adecuada de ellas puede mejorar

el aislamiento acústico y térmico hasta niveles superiores a los que la suma del aislamiento individual de cada capa, pudiera alcanzar.

Cada elemento o capa tiene una frecuencia de resonancia que depende del material que lo compone y de su espesor. Si el sonido (o ruido) que llega al elemento tiene esa frecuencia producirá la resonancia y al vibrar el elemento, producirá sonido que se sumará al transmitido. Por ello, si se disponen dos capas del mismo material y distinto espesor, y que por lo tanto tendrán distinta frecuencia de resonancia, la frecuencia que deje pasar en exceso la primera capa, será absorbida por la segunda. (Rosello, 2001)

1.12.3 FACTOR DISIPACIÓN.

También mejora el aislamiento acústico si se dispone entre las dos capas un material absorbente. Estos materiales suelen ser de poca densidad (30 kg/m^3 - 70 kg/m^3) y con gran cantidad de poros y se colocan normalmente porque además suelen ser también buenos aislantes térmicos.

Así, un material absorbente colocado en el espacio cerrado entre dos tabiques paralelos mejora el aislamiento que ofrecerían dichos tabiques por sí solos.

Un buen ejemplo de material absorbente es la lana de roca, o la fibra de vidrio actualmente los más utilizados en este tipo de construcciones. (Rosello, 2001)

1.13 TABLA COMPARATIVA DE MATERIALES.

Esta tabla de materiales lo que pretende es identificar todas las cualidades, debilidades y fortalezas de los materiales de acuerdo a su composición y origen.

La conductividad y el coeficiente siendo estos el factor más importante ya que de él depende la capacidad de absorción de cada uno de los materiales, sin dejar de lado todas sus otras características las cuales hacen únicos a cada material y así se pueden usar en diferentes espacios para cumplir ciertas necesidades ya sean de aislantes, de absorbentes y aislantes térmicos.

Los materiales presentan sus diversos colores, texturas, tamaños unos con cualidades de resistencia al fuego, al agua otros con la capacidad de ser estructurales o con la capacidad de amoldarse a diferentes formas y figuras.

Lo más importante y lo que representa a los diseñadores es buscar las mejores combinaciones, la mejor funcionalidad y así explotar las características de cada material, en este caso en particular se inclina por la línea del material más estético el más gustoso al ojo y a la sensación del tacto, sin dejar de lado la funcionalidad para la cual fue diseñado cada elemento ya sea estructural decorativo etc.

1.13.1 TABLA DE CARACTERÍSTICAS VISUALES DE MATERIALES.

MATERIAL	ESTÉTICO	TEXTURA	FORMATO	COLOR	CONFORT	BIODEGRADABLE
Corcho	No	Si	.60x.90m	Café	Si	Si
Lana de Roca	No	No	Rollo	Blanco	No	No
Poliestireno extruido	No	No	Plancha	Café	No	No
Poliestireno expandido	No	No	Plancha	Blanco	No	No
Espuma de poliuretano	No	No	Plancha	Multicolor	No	No
Gypsum	Si	Si	1.22x2.44m	Blanco	Si	No
Fibras minerales	No	Si	.60x1.20m	Multicolor	No	Si
Lana de vidrio	No	No	kg	Blanco	No	No
Madera	Si	Si	m	Multicolor	Si	Si
Caucho	No	No	.50x.50m	Multicolor	No	No
Fibras textiles	No	No	.50x.50m	Multicolor	No	Si
Micro cuero	Si	Si	2.50x12m	Multicolor	Si	Si
Cartón	No	No	.70x1m	Blanco	No	Si

1.13.2 TABLA DE CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDAD DE MATERIALES.

Tabla 1, 2: Cuadro de características de materiales.

MATERIAL	ORIGEN	CONDUCTIVIDAD	ACÚSTICO	RESISTE AGUA	INFLAMABLE	COSTO	OBSERVACIONES
Corcho	Vegetal	0.045	Si	Si	No	\$9.50	Propenso a roturas
Lana de Roca	Mineral	0.86	Si	Si	No	\$17	Retiene el polvo
Poliestireno extruido	Sintético	0.42	Si	Si	Si	\$4	Altamente inflamable
Poliestireno expandido	Sintético	0.06	Si	Si	Si	\$6	Desvanecimiento a la laca
Espuma de poliuretano	Sintético	0.72	Si	No	Si	\$15	Propenso a roturas
Gypsum	Mineral	0.05	Si	No	No	\$14	Propenso a frisaduras
Fibras minerales	Mineral	0.60	Si	Si	No	\$6	Fonoabsorbente
Lana de vidrio	Mineral	0.70	Si	Si	No	\$10	Produce picazón
Madera	Vegetal	0.12	Si	No	Si	\$17	Multifunción
Caucho	Mineral	0.05	Si	Si	Si	\$9	Puede ser toxico
Fibras textiles	Mineral	0.21	Si	No	Si	\$7	No necesita manutención
Micro cuero	Animal	0.55	Si	Si	No	\$12m	Alergénico
Cartón	Vegetal	0.10	Si	No	Si	\$3.90	Altamente inflamable

1.14 CONCLUSIONES.

El sonido puede llegar a ser la mejor terapia de relajación, cuando la armonía fluye en un solo sentido y todas las ondas están equilibradas y calculadas.

El ruido es una onda sonora que rebota cientos de veces produciendo contaminación acústica, sino se controla adecuadamente puede causar muchos problemas tanto de salud como de confort.

La combinación de materiales y técnicas, puede hacer de un espacio libre de ruido, mas acogedor y confortable eliminando el eco y la reverberación que son la principal causa de molestia al oído.

Existen materiales que dependiendo de sus características, densidades y propiedades, pueden ser aislantes acústicos o absorbentes, con el fin de ayudar a acondicionar un espacio de la mejor forma posible, llegando a niveles excelentes tanto de audición y confort.

Existen diversos materiales que se comercializan dentro de nuestro medio, los cuales se pueden adquirir de manera muy sencilla y realizar pruebas con el fin de conocer mas de cerca sus propiedades, para poderlos usar en el ámbito de la construcción, sabiendo que sus resultados serán óptimos.

Dichos materiales a parte de ayudar con la contaminación acústica, también ayudan a la prevención de incendios ya que algunos son ignífugos, también a la salud porque poseen cualidades anti bacterianas.

Conocer e identificar el comportamiento de los materiales siempre resultara beneficioso y obtener mas alternativas que puedan ser consideradas para la producción de determinado producto en función de sus necesidades, resaltar sus características y cuales podrían ser sus virtudes y debilidades permite a los diseñadores, productores crear nuevas y mejores posibilidades en torno al material, a fin de identificar si es la mejor opción o si dichas características responden a las necesidades físicas y de forma pertinente al producto utilizado .



CAPÍTULO II
NIVELES Y DECIBELIOS.

2.1 ANÁLISIS DE TRABAJOS LOCALES Y NACIONALES.

A continuación se realizó un análisis de dos tesis publicada en el año 2014 en la universidad del Azuay y otra publicada en la universidad Católica de Loja en el año 2014 respectivamente en donde destaca la importancia del aislamiento acústico.

Análisis de la primera tesis

TITULO:

Experimentación con la pulpa de papel para: Diseñar un sistema de acondicionamiento acústico.

AUTOR:

Danilo Bermeo.

2.1.1 PROBLEMÁTICA.

El principal problema que enfrenta este proceso de investigación es el excesivo ruido que existe en los locales comerciales y restaurantes, en la ciudad de Cuenca el ruido proviene de diversos factores los cuales sobrepasan los niveles de tolerancia acústica que serían 50 decibelios según la organización mundial de la salud.

La función principal que enfrentan los materiales constructivos es la de cumplir a cabalidad su objetivo para los cuales fueron creados y diseñados existen diversos materiales tanto acústicos como absorbentes acústicos, aislantes térmicos que brindan sus características para proponer diversas soluciones

constructivas ya sea mediante materiales ya constituidos como también mediante fases de experimentación de materiales con diversas técnicas y combinaciones ya sea de manera artesanal o industrial. Los problemas que acogen a este proceso de investigación de experimentación de materiales, es un control de calidad minucioso tanto en combinación de materiales, tiempo de fraguado para conseguir una mezcla exacta para generar un material poroso y absorbente acústico con las mismas características entre un panel y otro, al ser de materiales reciclados las cualidades físicas y químicas del papel no son idénticas.

Los paneles por sí solos no son capaces de sostenerse y necesitan de otros elementos como son malla, zinc, madera y perfiles metálicos tracks and studs para su instalación. Por sus compuestos y fabricación son propensos a fisuras y roturas. El proceso de fabricación de cada panel implica mucho tiempo según las pruebas existieron muchos paneles que fueron más reflexivos que absorbentes acústicos esto debido a los materiales y a su acabado liso y baja densidad.

En la prueba realizada con el sonómetro se pudo apreciar que solo un panel tuvo las características de absorción acústica.

El confort acústico es fundamental en las necesidades básicas ya sean funcionales, tecnológicas y estéticas para el desarrollo del ser humano en un ambiente de confort.

2.1.2 SOLUCIÓN.

Con la finalidad de dar una solución al problema del ruido en los locales comerciales y restaurantes, se plantearon algunas secciones constructivas a partir del papel reciclado, el cual con la combinación de otros materiales se crearon paneles de cierta porosidad, densidad y niveles mínimos de absorción

UCUENCA

acústica, dichos paneles fueron empleados en una propuesta de diseño con niveles aceptables de absorción, reflexión y confort acústico.

Los paneles acústicos cumplen a cabalidad su función para la que fueron creados, los niveles de absorción acústica fueron comprobados por las lecturas del sonómetro disminuyendo el eco y la reverberación dentro de los espacios interiores.

También cabe recalcar que el reciclado del papel y el manejo responsable de los recursos del planeta ayudara a mejorar de cierta manera la contaminación ambiental.

2.1.3 CONCLUSIONES.

Con la creación de nuevos materiales el principal problema sería resolver de cierta manera la contaminación acústica en los locales comerciales y restaurantes, para ello a este material fabricado a base de papel reciclado se realizan pruebas de campo en todas sus características físicas y químicas, esto va a dar como resultado si el material es fiable, si es de fácil obtención, si brinda alguna protección contra otros factores como las bacterias, el fuego, la humedad, en caso de incendio si emite gases tóxicos etc esas serian sus principales características a resolver.

Al ser un material que esta creado de manera artesanal va a variar sus propiedades entre uno y otro, ya que las condiciones ambientales influyen directamente en el secado y fraguado de cada panel.

La combinación de materiales entre un lote de producción y otro puede variar y con esto los resultados también pueden variar

Los niveles de absorción acústica fueron mínimos es decir en comparación con otros materiales que existen en el mercado local que son industrializados y sus propiedades y densidad siempre serán las mismas.

También cabe recalcar que el reciclado del papel y el manejo responsable de los recursos del planeta ayudara a mejorar de cierta manera la contaminación ambiental.

Son algunos puntos a considerar pero mas allá de eso hoy en día se toma muy a pecho la contaminación acústica, la cual ya esta considerada como causante de varias enfermedades es por ello que todos los métodos que se puedan crear para combatir el ruido, será innovadora con favorable aceptación, cada día son mas las personas que buscan combatir la contaminación acústica, esperemos en un futuro se logre espacios libres de ruido y con mayor confort acústico.

A continuación se detalla el proceso de experimentación, se usara el que obtuvo los mejores resultados dentro de todas las experimentaciones de pruebas de paneles absorbentes, realizadas con papel reciclado para el acondicionamiento acústico.

UCUENCA

2.1.4 PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN.



Figura 33: Pulpa de papel. Danilo Barrera 2014.

Licuada del papel reciclado recortado en secciones pequeñas previamente mojado por 2 días para obtener la pulpa de papel.



Figura 34: Secado de papel. Danilo Barrera 2014.

Obtenida la pulpa de papel se procede a secar en el horno por 20 minutos para eliminar el exceso de agua.



Figura 35: Mezcla de ingredientes. Danilo Barrera 2014.

Mesclar cola blanca y agua en proporciones iguales y agregar a la pulpa de papel para juntar todas las partículas.



Figura 36: Pasta de papel. Danilo Barrera 2014.

Mesclar y batir bien la pulpa con cola blanca y agua hasta obtener una pasta uniforme, consistente y pegajosa.



Figura 37: Mezcla de ingredientes. Danilo Barrera 2014.

Para mejorar la mezcla de pulpa de papel en 8.8 onzas agregar polvo de viruta 8 onzas, yeso 16cs cola blanca 16cs, ácido bórico 8cs mesclar bien hasta obtener una pasta homogénea.



Figura 38: Cascarilla de arroz. Danilo Barrera 2014.

También se agrego 1.75 onzas de cascarilla de arroz para dar mayor porosidad al panel y tenga mayor absorción acústica.



Figura 39: Pasta de papel terminada. Danilo Barrera 2014.

Una vez obtenida la mezcla de todos los ingredientes este sería el resultado, y estaría lista para ser usada y fabricar los distintos paneles acústicos absorbentes



Figura 40: Panel absorbente. Danilo Barrera 2014.

Finalmente colocar la mezcla en los moldes de madera de 0.60cm por 0.30 cm dejar secar por 2 días para evitar fisuras y estarían listos para ser usados

2.1.5 DETALLES CONSTRUCTIVOS.

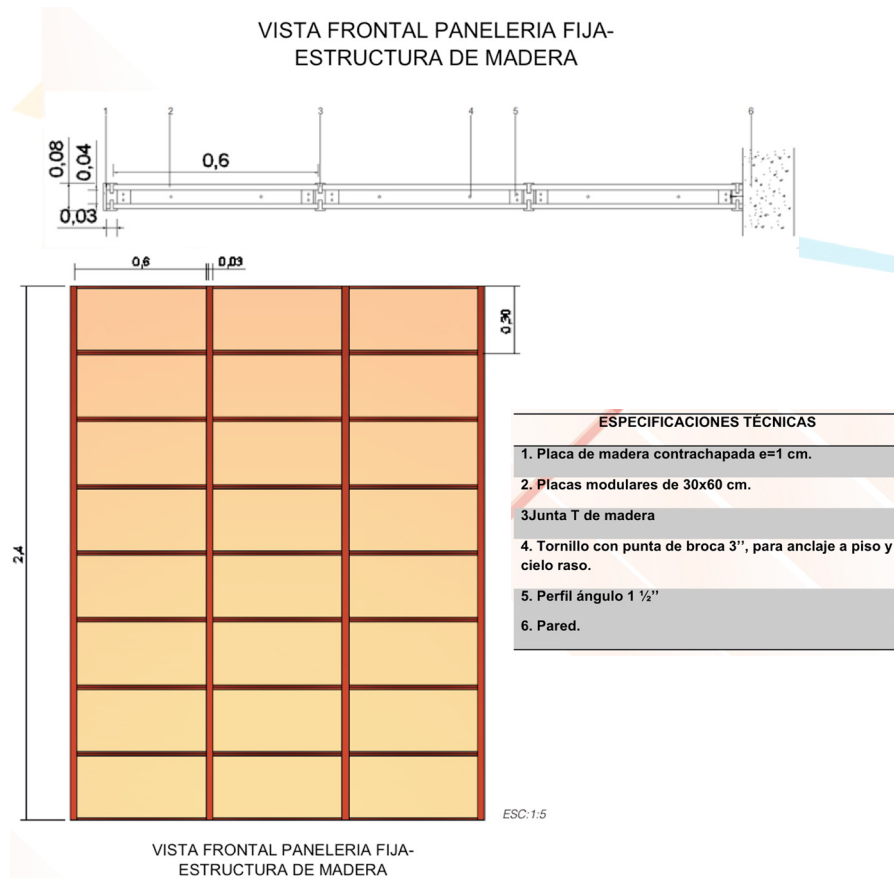


Figura 41: Detalle constructivo. Danilo Barrera 2014.

Para esta propuesta constructiva, se usó un entramado de madera de 0.30cm por 0.60cm, anclando de manera fija los paneles absorbentes cumpliendo la doble función de dividir espacios interiores, como también la de acondicionamiento acústico, en la absorción del ruido y la reverberación. A continuación un ejemplo del panel ya estructurado y funcionando.



Figura 42: Render de propuesta. Danilo Barrera 2014.

DETALLE CONSTRUCTIVO PARED Y CIELO RASO.

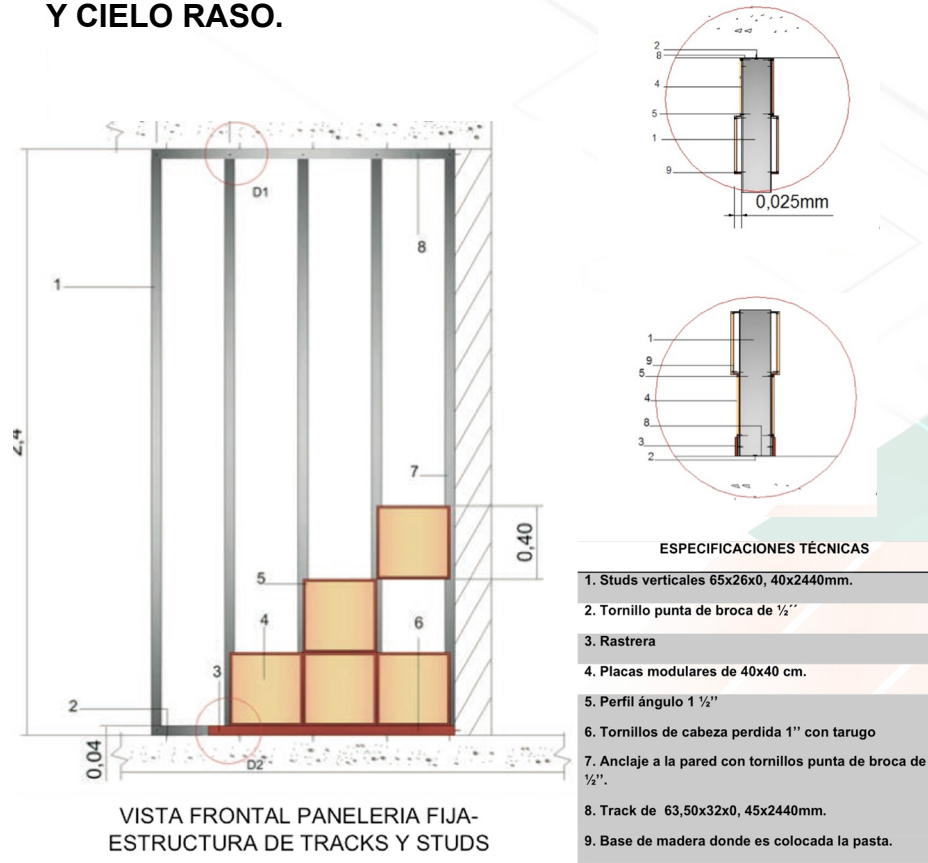


Figura 43: Detalle constructivo. Danilo Barrera 2014.

Para esta sección constructiva se optó por usar la estructura de tracks studs con paneles absorbentes de 0.40cm por 0.40cm que van desde el piso hasta el cielo raso del entre piso, para mayor control de la contaminación acústica en lugares que existe demasiado eco y reverberación. A continuación un ejemplo de este sistema constructivo.



Figura 44: Render de propuesta. Danilo Barrera 2014.

2.2 ANÁLISIS SEGUNDO TRABAJO.

TITULO:

Evaluación acústica del teatro y sala de cine Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”. Núcleo Loja.

AUTOR:

Vanessa Verónica Cruz Vallejo,

2.2.1 PROBLEMÁTICA.

Existen diversos factores al momento de intervenir en un espacio ya creado y que tenga problemas de contaminación acústica sobre todo en edificaciones antiguas que no contaban con un estudio previo del sonido y sus efectos, para lo cual se debe realizar una valoración acústica completa para llegar a una propuesta de corrección de las condiciones acústicas actuales del teatro y mejorar el comportamiento acústico deficiente que presenta ahora, que afectan directamente el desenvolvimiento de las actividades culturales.

Cambiará la percepción acústica de los usuarios ya que la sociedad exige mejores estándares con absoluta nitidez y fiabilidad manipulando los materiales en función es decir, la capacidad de ser absorbentes, reflejantes y difusores; pues, estos pueden elevar o disminuir el tiempo de reverberación. Contribuir a la elaboración de estrategias acústico arquitectónicas en cuanto a materiales que ayuden a disipar el sonido y eliminar el eco y reverberaciones. Existen descompensaciones de sonido tanto en las primeras filas como en sector posterior de los palcos La forma y los ma-

teriales de este teatro están determinados a un comportamiento acústico deficiente y que no favorece al desarrollo

2.2.2 SOLUCIÓN:

La tecnología hoy esta a la vanguardia de la construcción es por eso que se han creado diversos programas que día a día nos facilitan con la simulación de espacios cada vez mas reales se han convertido en herramientas tecnológicas que elaboran y simulan diversas condiciones.

En esta ocasión se a utilizado el programa EASE 4.3 usado con el fin de estudiar el comportamiento sonoro de las diferentes superficies, el programa permite introducir valores para obtener datos mas cercanos a la realidad, incluso permite calcular elementos por separado como pueden ser paredes, ventanas, techos y pisos.

Se calcularon datos matemáticos, geométricos y la simulación en el software tanto en acondicionamiento primario, que es la fase de diseño previo a la construcción y analiza el posible efecto de cada material dentro del espacio, como el acondicionamiento secundario, que se aplica como corrección a un espacio incorrecto es decir a un espacio creado como el teatro y consiste en barias técnicas como materiales y difusores.

Se usaron materiales aislantes en paredes, cielo raso y ventanas. Para tratamiento acústico de cielorrasos se pueden emplear plafones fonoabsorbentes basados en fibra de vidrio o fibras celulósicas, se instalan suspendidas por medio de bastidores a cierta distancia del techo.

En la parte frontal del escenario se colocaron planchas de madera aglomerada que sirve como material reflejante para llegar

UCUENCA

con las ondas del sonido hasta las parte posterior del teatro sin perder intensidad

En puertas placa de yeso laminado y relleno acústico multicapa, en ventanas doble acristalamiento con cámara de aire.

El uso de la tecnología en combinación con algunos materiales con características absorbentes brindan la total garantía de crear un espacio libre de contaminación acústica con un máximo de confort

2.2.3 CONCLUSIONES:

Este software será una herramienta didáctica que facilite la tarea del estudio acústico

Con este método se logra realizar un control de los ruidos del exterior hacia el interior con la combinación de materiales acústicos mejorando la disipación de los sonidos atreves de las superficies.

Los principales materiales que sirvieron para la corrección de este espacio fueron en el cielo raso paneles acústico contrachapados de madera en combinación con la fibra de vidrio.

Para las paredes de fondo se utilizaron madera básica con difusores la cual ayuda absorber el eco y la reverberación

Para los escenarios se utilizaron paneles reflectantes de contrachapado esto lo que hace es intensificar la onda inicial del sonido

Para puertas y ventanas se utilizaron doble acristalamiento y puestas tamboreadas

La tecnología cada día nos ayuda a superar errores humanos ayudándonos a llegar a un confort acústico de gran gusto.

La planificación será muy importante al momento de construir evitando errores y sobre todo evitando la contaminación acústica a la que a diario nos enfrentamos.

A continuación el procedimiento de toma de datos y proceso de diseño con diversos materiales y técnicas para generar un acondicionamiento optimo para la sala del teatro.

2.2.4 DETALLES CONSTRUCTIVOS.

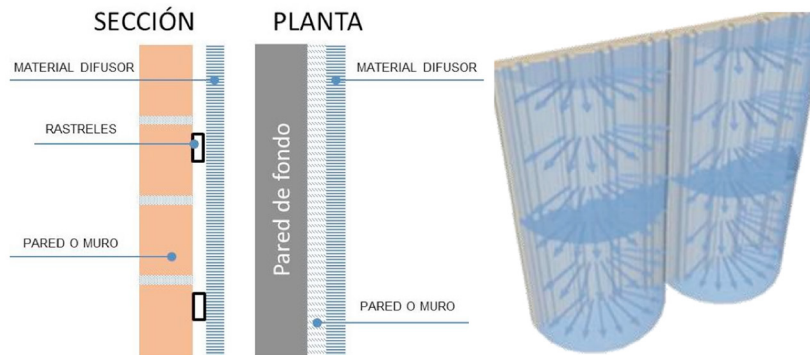


Figura 45: Detalle constructivo pared. Vanessa Cruz 2014.

Detalle constructivo de las paredes de fondo, sobre las paredes de albañilería se coloca una subestructura de rastreles de madera contrachapada de 9mm de espesor que soporta el revestimiento de los paneles horizontales.

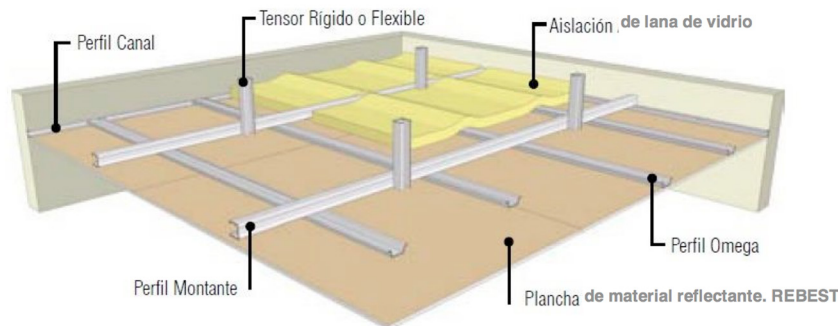


Figura 46: Detalle constructivo cielo raso. Vanessa Cruz 2014.

Para el tratamiento acústico de cielo raso se emplean plafones fonoabsorbentes basados en fibra de vidrio; con diversas terminaciones superficiales reflectantes como el contrachapado. En general se instalan suspendidas por medio de bastidores a cierta distancia del techo

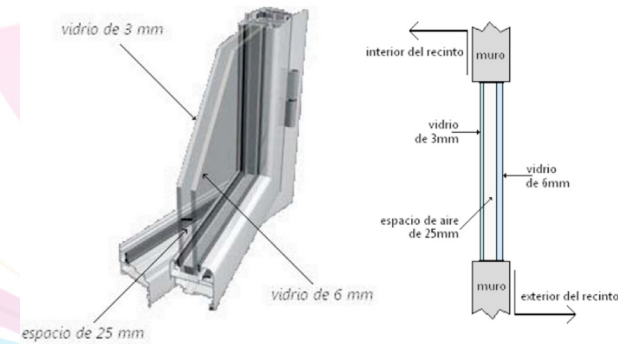


Figura 47: Detalle constructivo ventana. Vanessa Cruz 2014.

Detalle constructivo de ventana hermética, es decir, una ventana de doble vidrio con un espacio de 25 mm. el vidrio que estará en la parte interna del recinto será de 3mm, el vidrio que estará en la parte exterior será el de 6mm de espesor. Esto ayudara considerablemente al control del ruido, evitando en lo posible la aparición de resonancias.

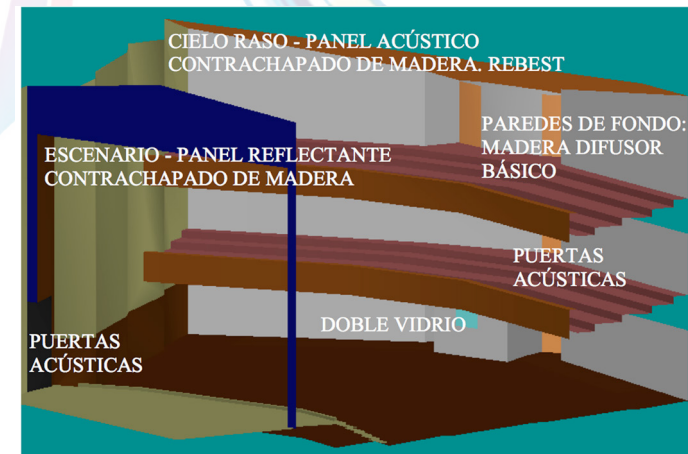


Figura 48: Materialidad. Vanessa Cruz 2014.

Vista general y ubicación de los materiales utilizados dentro del área a intervenir con acondicionamiento acústico.

2.2.5 GEOMETRÍA DE ONDAS.

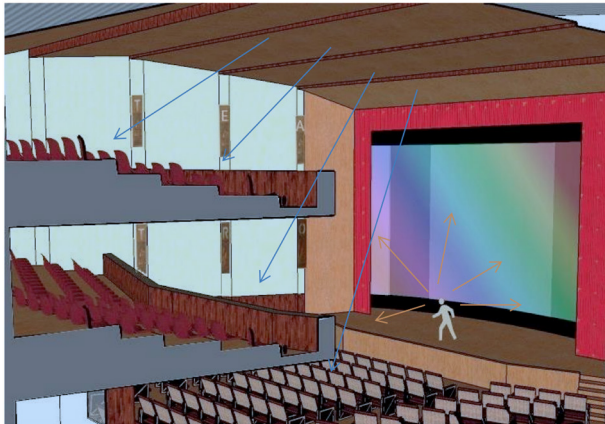


Figura 49: Geometría de ondas. Vanessa Cruz 2014.

La geometría del cielo raso y paredes del escenario se inclinan, de forma tal que, cuando los rayos sonoros procedentes del orador, situado en el escenario, incidan sobre la superficie, se refleje y se dirija hacia el área de audiencia y refuerce el sonido.

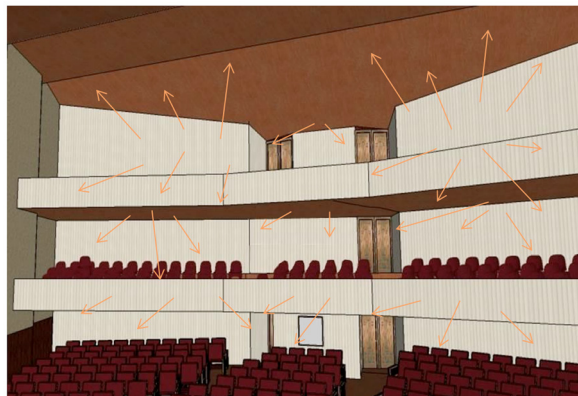


Figura 50: Geometría de ondas. Vanessa Cruz 2014

Converger las reflexiones mediante la disposición de los planos del cielo raso. La audición musical requiere que las reflexiones vayan decayendo gradualmente en intensidad a medida que se distancian más de la llegada del sonido directo.

DEMOSTRACIÓN EN EASE 4.3 VERSION DEMO.

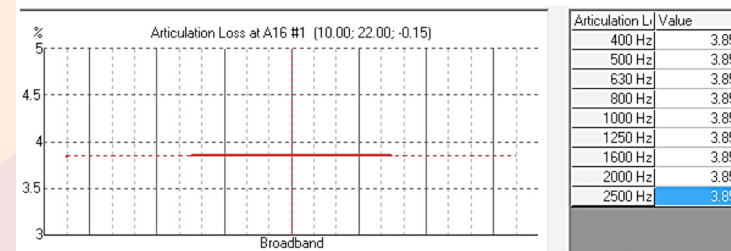
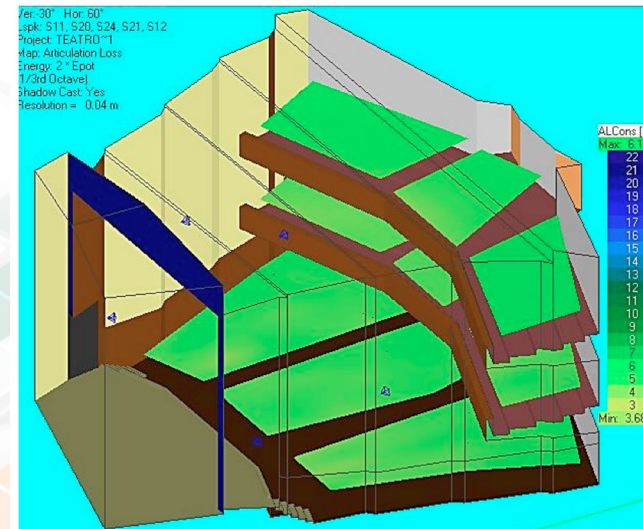


Figura 51: Simulación virtual. Vanessa Cruz 2014

En la gráfica se muestra el resultado de la propuesta y su elaboración virtual en EASE 4.3. Versión demo. Obteniendo un valor global de 3.85 decibelios, Se redujo el tiempo de reverberación en función de su uso y volumen, clasificado como buena, es decir, que la sala de audiencia y palcos tiene valores aceptables, una vez trabajada con los materiales propuestos.

2.2.6 PROPUESTA DE DISEÑO.

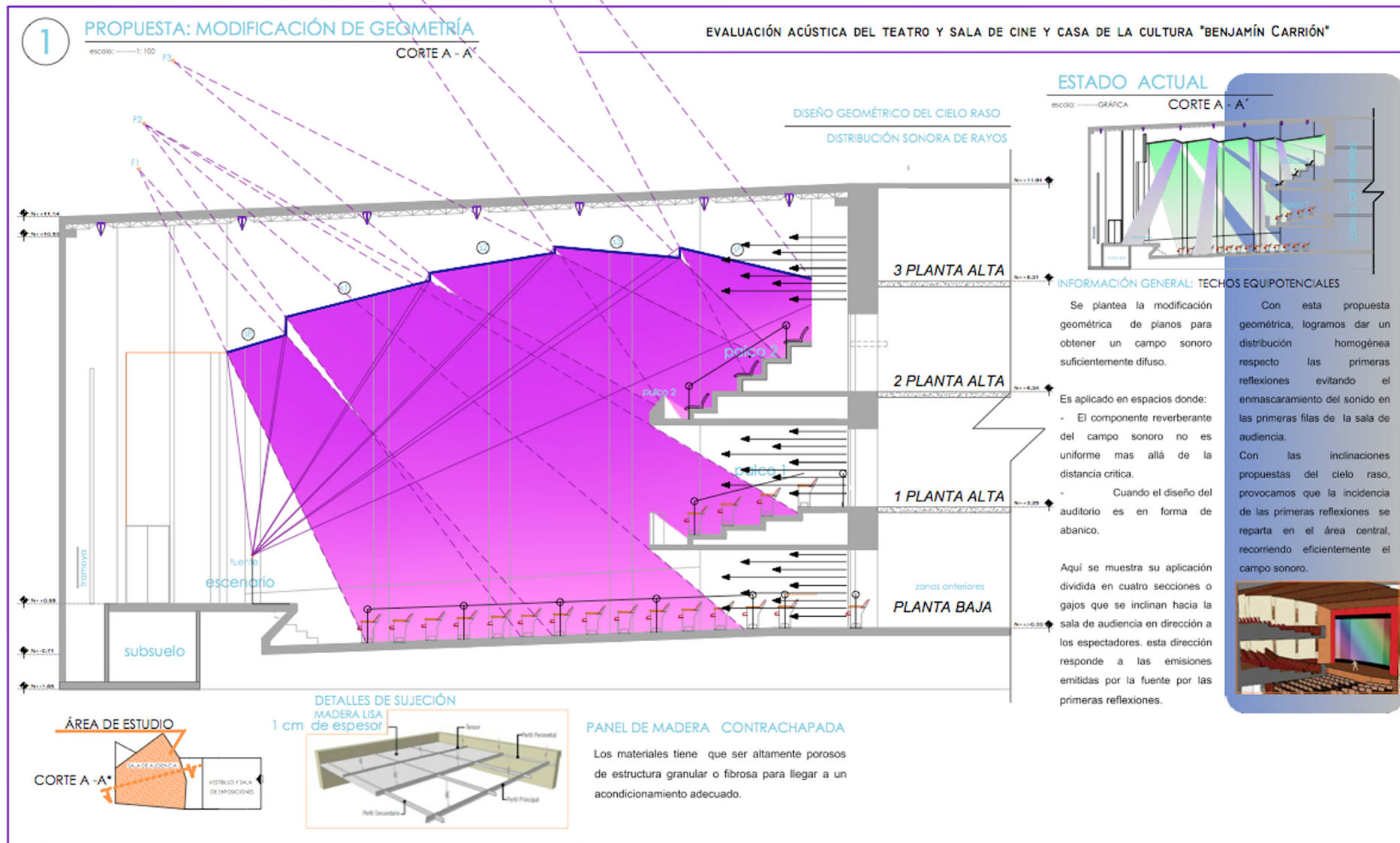


Figura 52: Propuesta de diseño. Vanessa Cruz 2014.

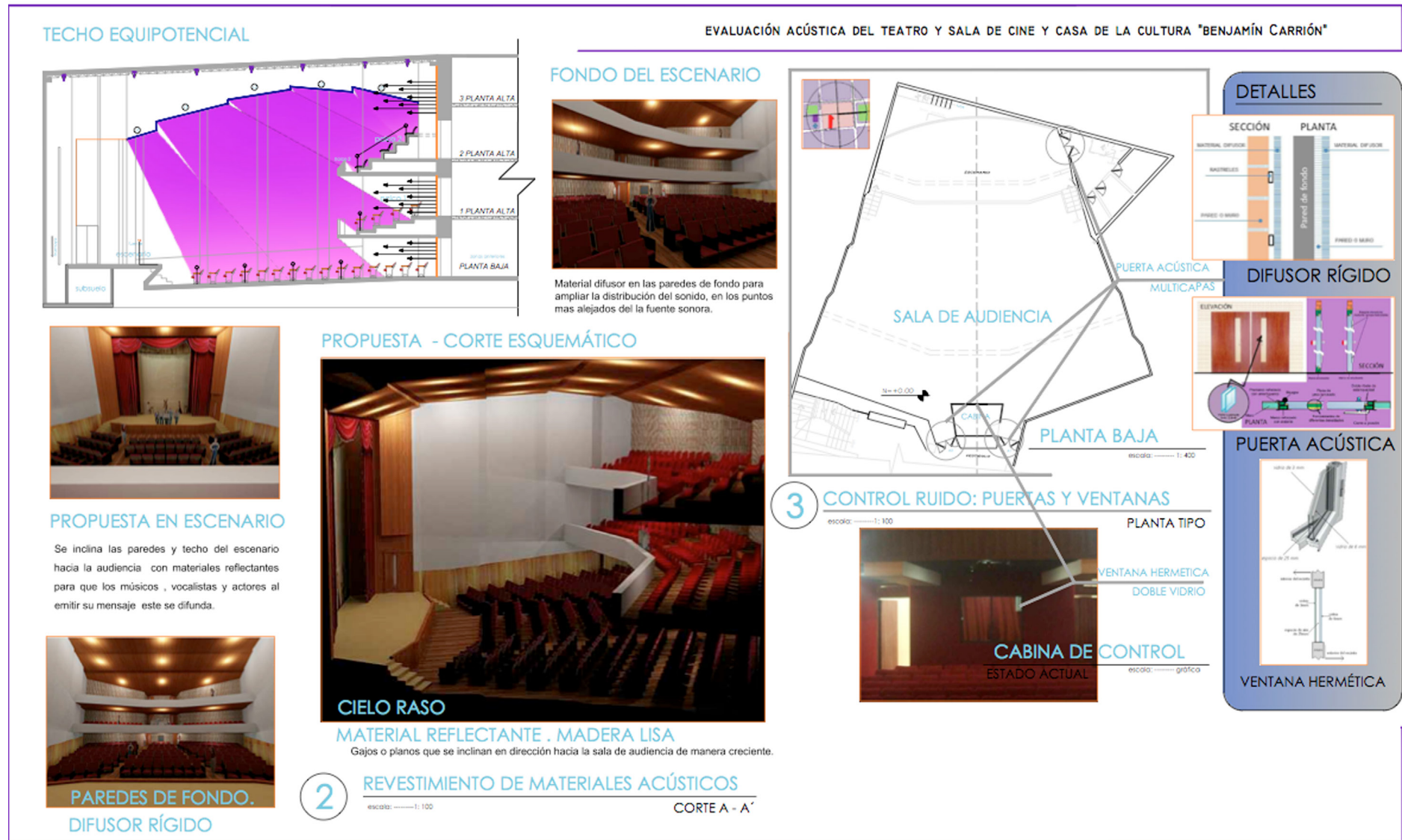


Figura 53: Propuesta de diseño. Vanessa Cruz 2014.

2.3 NIVELES Y DECIBELIOS.

Los unidad de medida de los niveles de un ruido son los decibelios su símbolo es (db), Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el oído humano puede soportar 55db sin alterar su salud, ruidos mayores a 65db pueden provocar malestares físicos como la sordera.

Un sonido de 70 db produce efectos psicológicos negativos, el sonido se vuelve dañino a los 75 db, 80 y 90 db, puede producir reacciones de estrés, cansancio y alteración del sueño, puede producir perturbaciones de conducta. Los ruidos entre 100 y 110 db, denominado “umbral del dolor”, pueden llegar a ocasionar lesiones del oído medio. El exceso de ruido puede causar traumas psicológicos, económicos, sociales y fisiológicos.

Sobrepasando los 120 db, el oído necesita más de 16 horas de reposo para compensar 2 horas de exposición.

Si llega a los 180 db incluso puede llegar a causar la muerte. Estos son algunos decibelios que soportamos en nuestro día a día el cual provoca lesiones permanentes como son:

- Alteraciones en la coordinación del sistema nervioso central.
- Alteraciones en el proceso digestivo.
- Aumento de la tensión muscular y presión arterial.
- Dificultades para conciliar el sueño.
- Irritabilidad momentánea.
- Bajo rendimiento de la memoria.
- Desórdenes de atención.

El ruido repercute negativamente en los niños afectando el aprendizaje; afecta directamente su concentración y atención, pues altera la capacidad de escuchar y retrasa el aprendizaje de la lectura. Dificulta la comunicación verbal, favoreciendo el aislamiento, la poca sociabilidad y, además, aumenta el riesgo de sufrir estrés. (José, 1969)

SALUD Y NIVELES DE RUIDO

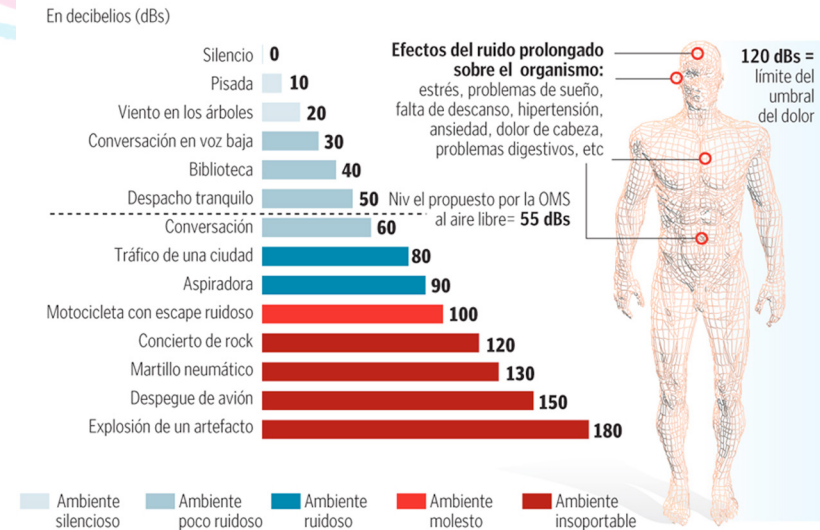


Figura 54: Niveles y decibelios.

UCUENCA

2.4 EL RUIDO EN LA CIUDAD DE CUENCA.



Figura 55: Ruido en Cuenca.

Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca, por su arquitectura, su diversidad cultural, es llamada la Atenas del Ecuador, se encuentra a una altura media de 2550m.snm. Su población bordea los 331.000 habitantes, fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. El principal atractivo es su centro histórico pero a la vez este es la principal fuente de ruido de la ciudad de Cuenca. Existen sectores como las calles aledañas al Parque Calderón, que sobrepasan los 70 decibelios esto debido a la presencia de autos y comercios. Eliminar totalmente el ruido urbano es imposible, pero sí se puede llegar a niveles tolerables, la organización mundial de la salud establece niveles de tolerancia comprendidos entre 55 y 60 decibelios.

Concienciar a la población sobre las causas y los efectos del ruido en el bienestar y la calidad de vida es, el objetivo de la campaña “Desde Hoy Cuenca Sin Ruido”, cuyo lanzamiento se efectuó el 3 de febrero de 2016.

La Municipalidad de Cuenca dirige la iniciativa a los conductores, transeúntes, dueños o encargados de locales comerciales, estudiantes y ciudadanía en general. La estrategia promovida por la Comisión de Gestión Ambiental, por sus siglas (CGA), es trabajar en los ejes: prevención en el uso de la bocina; reducción del uso de elementos que afecten el sistema de escape de los vehículos; disminución del uso de equipos de sonido en alto volumen en los vehículos al transitar; prevención en el uso de altavoces y equipos de sonido en los locales comerciales; información sobre el uso de las alarmas en viviendas o vehículos, sin monitoreo o sistema que permita su desactivación remota y la reducción de los niveles de ruido generado por el uso de la radio al interior del transporte urbano.

La CGA mediante monitoreos de ruido en la ciudad efectuados con la Universidad del Azuay estableció que el 70 % del ruido ambiental es producido por el tránsito vehicular en horas pico, actividades comerciales y el uso indiscriminado de bocinas.

El nivel de presión sonora en toda la ciudad de Cuenca supera los 70 decibelios.

El alcalde de Cuenca Marcelo Cabrera, recalcó que con la campaña se concienciará a la ciudadanía sobre las causas y los efectos del ruido en nuestra salud.

“Propongámonos por nosotros disminuir los niveles de ruido en

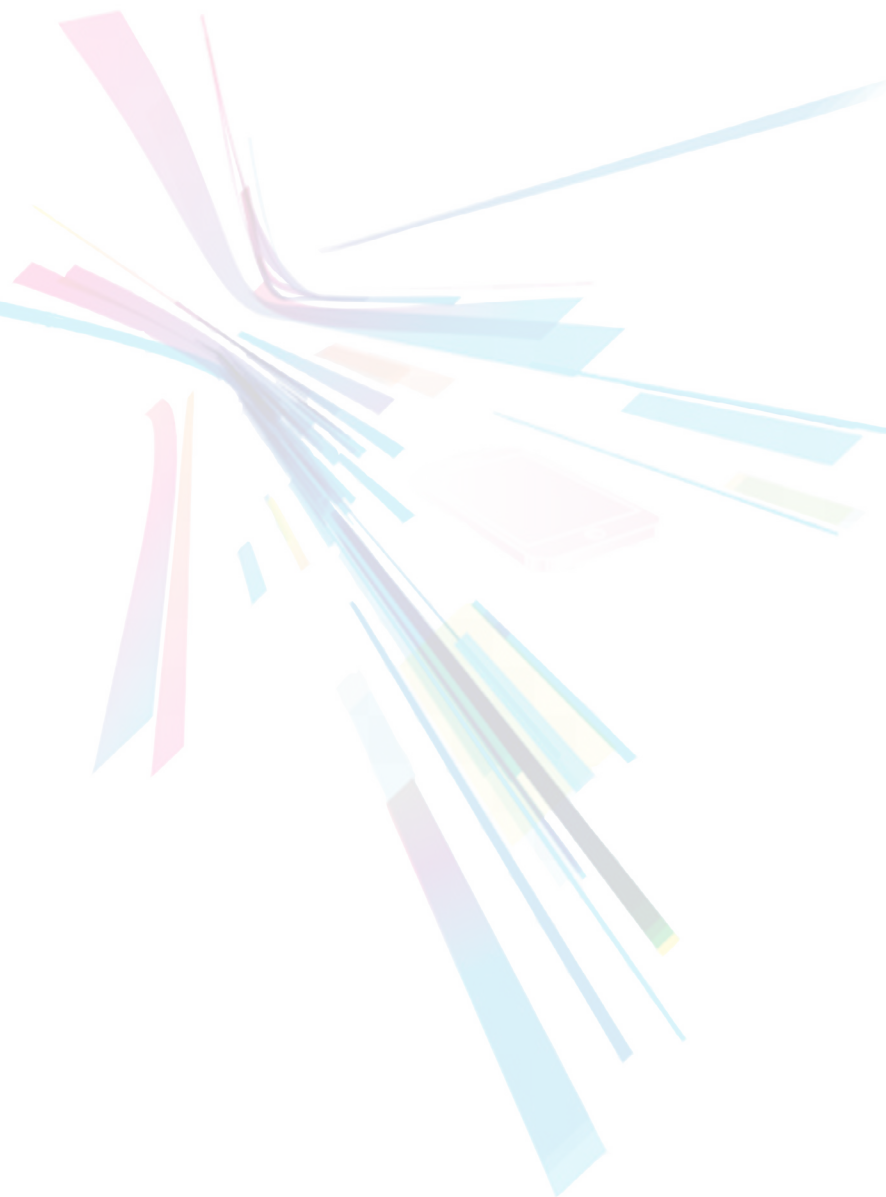
UCUENCA

nuestras actividades diarias, para que Cuenca siga siendo una de las mejores ciudades para vivir”, afirmó el Primer Personero Municipal.

Los lugares con principales problemas de ruido son: Centro Histórico, Bajada del Centenario, avenida Don Bosco y Av. De las Américas; mercado El Arenal y la zona del colegio Sagrados Corazones en las horas pico.

La Administración Municipal 2014-2019 como parte de las acciones comprometerá a las universidades a trabajar en educación ambiental, charlas de concienciación, visitas a los agentes principales de fuentes sonoras, entrega de adhesivos, vallas, entrega de material informativo a la ciudadanía, entre otros. (Gad. municipal 2014)

La Municipalidad de Cuenca, la Comisión de Gestión Ambiental, CGA, y la Universidad del Azuay, UDA, a través del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador, IERSE, desde el año 2009 investiga el comportamiento de las emisiones sonoras en Cuenca, con el objetivo de evaluar y de conseguir un registro de ruido ambiental 2014, en 30 sitios de monitoreo permanente.



Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca 7hoo

Escala de ruido ambiente dB (Decibeles)

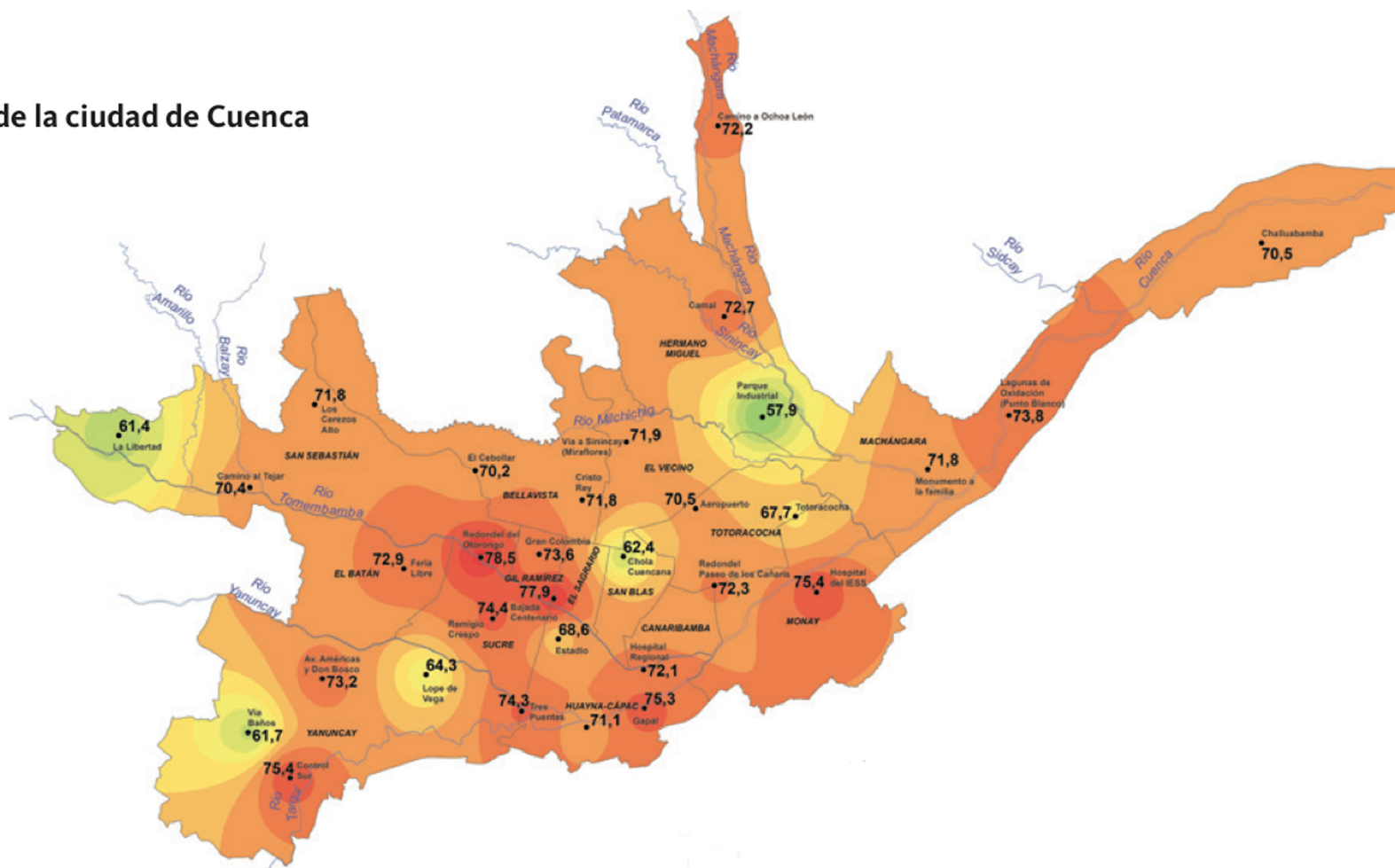
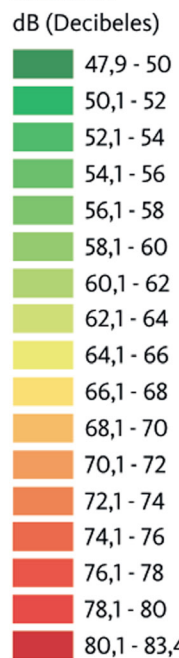


Figura 56: Mapa de ruido ciudad de Cuenca.
Elaborado por: Equipo Técnico del IERSE-UDA-2018.

UCUENCA

El análisis del ruido ambiental se hizo en siete horarios diferentes: 07:00, 08:00, 10:00, 13:00, 18:00, 21:00 y 22:30. Además se clasificó a la ciudad en cinco categorías: Hospitalaria y educativa, Residencial, Comercial, Industrial y Mixta

Referencias.

En la parroquia Totoracocha el punto de monitoreo se ubicó en la avenida Los Andes, los niveles sobrepasan lo recomendado. A las 07:00 y a las 18:00 con 66,1 y 70,3 decibelios , respectivamente, cuando lo recomendado es máximo 50 decibelios.

En las cercanías al Hospital Regional los niveles van entre 63,7 y 69,8 decibelios, mientras que en el IESS varían entre 66,8 y 71,5 decibelios. Para estas zonas la recomendación permitida es 45 decibelios, entre las 07:00 y 10:00 y de 35 decibelios desde las 13:00 en adelante.

Además el IERSE, recordó que las afecciones auditivas se complican cuando alguien se somete sin protección a ruidos que superan los 85 decibelios por más de 16 horas.

Documento completo de los mapas de ruido de la ciudad de Cuenca realizadas en le año 2018 en la pagina oficial del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador.

2.5 TRAFICO VEHICULAR EN CUENCA.



Figura 57: Trafico vehicular en Cuenca.

En la ciudad de Cuenca circulan diariamente 115.000 vehículos, siendo uno de los parques automotores mas grandes a nivel nacional, esto con respecto a la cantidad de personas que viven en Cuenca, con una proyección de crecimiento de 10.000 vehículos por año. En Cuenca hay 475 buses urbanos, que cubren 28 rutas y movilizan a un promedio de 400.000 personas por día.

Las vías con mayores problemas de circulación vehicular son, la Avenida de las Américas y Solano, con un promedio de 80.000 vehículos por día, la Huayna Cápac, con más de 50.000 por día, la Gran Colombia, con unos 25.000 vehiculos por día.

UCUENCA

En el Centro Histórico existen problemas de nivel de presión sonora de 72.1 y 73.7 db. El 71.4 % de zonas registran una presión inaceptable a causa del alto tránsito vehicular, locales comerciales e industrias.

El 5.4 % abarca a sectores, cuyos niveles son peligrosos al superar los 75 db, básicamente por el tráfico. El 23.2 % de los sitios tienen niveles de ruido aceptables y corresponden a zonas residenciales, en las que no hay exceso de circulación vehicular.

Los que emiten más ruido son los vehículos livianos porque corresponden al 75% del parque automotor, mientras que los buses son el 6%.

El ruido proveniente de los vehículos de todo el parque automotor de la ciudad de Cuenca ocupa un 70% del total, el otro 30% se debe al excesivo uso de bocinas, carrocerías mal ajustadas, motores en mal estado, resonadores, tubos de escape sin silenciadores, alarmas, altos parlantes entre otros.

Según investigaciones, las personas que viven en zonas donde el ruido generado por el tráfico supera los 60 decibelios tienen un 4% más de probabilidades de morir, que la gente que vive en zonas más tranquilas

El ruido agrava la hipertensión, los problemas, de sueño o estrés que son los factores de riesgo conocidos de las enfermedades cardiovasculares.

Todo esto hace que el problema se siga agudizando cada día sin poder encontrar una solución.

La campaña “Desde Hoy Cuenca Sin Ruido”, cuyo lanzamiento se efectuó el 3 de febrero de 2016, lo que pretende es concienciar a la población sobre las causas y los efectos del ruido en el bienestar y la calidad de vida. (Diario el Tiempo. Diario El Mercurio 2016)



Figura 58: Medición de decibelios con sonómetro.

2.6 TRAFICO AÉREO EN LA CIUDAD DE CUENCA.



Figura 59: Trafico aéreo.

El Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca cuenta con las siguientes características:

El aeropuerto se encuentra ubicado a 2532 metros sobre el nivel del mar con una temperatura referencial de 24 grados centígrados. La operación del aeropuerto se inicia a las 6h00 y termina a las 21h00.

Las características de la pista son:

- Largo: 1900 metros.
- Ancho: 36.00 metros.
- Área total de 68.400 metros cuadrados
- Se encuentra al norte en el casco urbano de la ciudad

De las actividades que se desarrollan en el aeropuerto, las principales fuentes de emisión de ruido y vibraciones son las operaciones de despegue y aterrizaje de las aeronaves, llegando a los 115 db lo cual esta considerado como el umbral de dolor para el oído humano y puede causar serios e irreparables riesgos al oído medio.

A mayor volumen del avión mayor ruido causaran. Afectando primordial mente a la población que habita en las áreas cercanas al aeropuerto,

La revista científica Bristish Medical Journal muestran por primera vez una relación estadística entre vivir cerca de un aeropuerto y el incremento del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

El resultado de este estudio, indica que el riesgo de padecer problemas cardiovasculares graves, es entre un 10 y un 20% más alto, entre el grupo de población que sufre los efectos del ruido del aeropuerto.

La Dirección General de Aviación Civil es la entidad responsable de verificar el cumplimiento de los niveles de emisión de ruido de aeronaves, es decir controlan el nivel de ruido que producen los motores al momento de despegar de no cumplir con los niveles mínimos de ruido estos serán multados y sujetos a revisión mecánica.

2.7 SONÓMETRO.



Figura 60: Sonómetro.

El sonómetro es un instrumento de medición que sirve para medir niveles de presión sonora. En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio su símbolo es db.

Cuando el sonómetro se utiliza para medir lo que se conoce como contaminación acústica (ruido molesto de un determinado paisaje sonoro) hay que tener en cuenta qué es lo que se va a medir, pues el ruido puede tener multitud de causas y proceder de fuentes muy diferentes.

Para hacer frente a esta gran variedad de ruido ambiental (continuo, impulsivo, etc.) Se han creado sonómetros específicos que permitan hacer las mediciones de ruido pertinente.

- Sonómetro de clase 0: se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: permite el trabajo de campo con precisión.
- Sonómetro de clase 2: permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- Sonómetro de clase 3: es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

En este caso usaremos el sonómetro de clase 2 utilizado para las pruebas de campo posteriores. (Claude, 1977)

2.8 FORMULA SABINE.

Wallace Sabine era un profesor asistente de física en la Universidad de Harvard. En octubre de 1898, después de miles de mediciones meticulosas, Sabine publicó su ecuación para calcular el tiempo de reverberación de una habitación, y así nació la ciencia de la acústica arquitectónica.

Sabine descubrió que el tiempo de reverberación, como él la llamaba, se relaciona únicamente con el volumen de la habitación, y la capacidad de absorción de los materiales en las superficies de paredes, techos, suelos y objetos.

La tradición a colocado tal importancia en la obra de Sabine, que su ecuación se ha convertido en el punto de partida para los cálculos acústicos durante más de un siglo, siendo el principal referente estándar para citar el tiempo de reverberación.

Con el fin de llegar a esta ecuación, Sabine tuvo que hacer varias suposiciones de simplificación y así obtener la fórmula.

$$Rt = \frac{0.161 \times V}{A}$$

Debido a su trabajo pionero, Sabine colaboro en el diseño de la nueva Boston Music Hall, situado en la ciudad de Boston, en el estado de Massachusetts, que fue abierto por primera vez al público en octubre de 1900. Este edificio todavía se considera entre uno de las tres mejores salas de concierto de todo el mundo.

El conocimiento de esta fórmula ayudara a calcular todos los espacios a intervenir de manera directa determinando su tiempo de reverberación.

A continuación la descripción de la fórmula, el significado de cada letra y el proceso de cálculo, la fórmula proporciona el resultado en segundos.

2.8.1 FORMULA SABINE DESCOMPOSICIÓN.

$$Rt = \frac{0.161 \times V}{A}$$

Rt = Tiempo de reverberación

0.161 = La constante de la fórmula

V = Volumen total en metros cúbicos

A = Coeficiente de absorción total

Obtención del coeficiente de absorción total (A)

$$= \frac{0.161 \times V}{S_{xa}}$$

El coeficiente de absorción total (A) se obtiene multiplicando la superficie total de un material en metros cuadrados (m²) por su coeficiente de absorción (a) en la frecuencia que deseamos saber en el tiempo de reverberación

S = Superficie en metros cuadrados

a = Coeficiente de absorción

S_{xa} = A (coeficiente de absorción total)

$$= \frac{0.161 \times V}{\sum S_i a_i}$$

Por último queda realizar la operación.

2.8.2 FRECUENCIAS.

Existen tres tipos de frecuencias dentro de la formula sabine entre las mas usada se encuentra, la frecuencia media 500Hz (500 significa que se reporta 500 veces por segundo de tiempo de respuesta de una onda, Hercios o Hertz que es la unidad de medida de frecuencias por sus siglas Hz). Es la frecuencia mas común y la mas efectiva para el cálculo de reverberación, ya que esta frecuencia es audible para todas las personas, a diferencia de la frecuencia baja y alta que es mas audible para los animales. El margen de frecuencias audibles asignado convencionalmente va desde los 16Hz a los 20.000Hz, por debajo están los infrasonidos y por encima los ultrasonidos. (Claude, 1977)

Baja Frecuencia	Media Frecuencia	Alta Frecuencia
125Hz 250Hz	500Hz 1000Hz	2000Hz 4000Hz

2.8.3 TIEMPOS DE REVERBERACIÓN.

Los tiempos de reverberación óptimos dados en segundos. Para una frecuencia media de 500Hz, en función del volumen del local y del uso que se vaya a dar al espacio interior son.

En aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupantes y mobiliario) cuyo volumen sea menor a 350m³ su tiempo de reverberación sera de 0,7 segundos.

En aulas y salas de conferencias incluyendo el mobiliario que sean menores a 350m³ su tiempo de reverberación sera de 0.5 segundos.

Restaurantes y comedores vacíos incluyendo el mobiliario su tiempo de reverencio sera de 0.9 segundos

Salas de cine 1.0 segundos.

Teatro de opera 1.2 segundos.

Salas de conciertos 1.2 segundos.

Salas de conciertos sinfónicas 1.8 segundos.

Iglesia, catedral y canto coral 1.5 segundos.

Locutorio de radio 0.4 segundos.

Sala de grabación 0.1 segundos.

Sala de estar 1.4 segundos. (José, 1969. R. cadiergues1987)

2.8.4 COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES.

Todos los materiales absorben un porcentaje de sonido que propagan. La capacidad de absorción del sonido de un material es la relación entre la energía absorbida por el material y la energía incidente reflejada por el mismo

A continuación una tabla de los materiales más comunes usados en el medio con su coeficiente de absorción acústica, en las tres frecuencias de la formula Sabine, la cual proporcionara la información necesaria para calcular el coeficiente de absorción total de un espacio interior.(Antoni,2001)

COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA DE LOS MATERIALES DE FORMULA SABINE.

DESCRIPCIÓN	BAJA FRECUENCIA		MEDIA FRECUENCIA		ALTA FRECUENCIA	
	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ
CORCHO	0.035	0.039	0.045	0.050	0.055	0.055
CAUCHO	0.09	0.11	0.17	0.29	0.30	0.27
ESPUMA DE POLIURETANO 50 mm	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.01
FIBRA DE VIDRIO MANTA	0.19	0.53	0.81	0.91	0.94	0.98
FIBRAS TEXTILES	0.17	0.18	0.21	0.50	0.63	0.83
FIBRAS MINERALES	0.15	0.70	0.60	0.60	0.75	0.75
GYPSUM	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
LANA DE VIDRIO PANEL 50 mm	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
LANA DE VIDRIO FIELTRO 50mm	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
LANA DE ROCA MANTA	0,29	0,7	1,19	1,04	1,14	1,06
LANA DE ROCA 50MM	0.23	0.59	0.86	0.86	0.86	0.86
MADERA AGLOMARADA	0.47	0.42	0.50	0.55	0.58	0.63
MADERA PANEL (a 5cm de pared)	0.30	0.25	0.20	0.17	0.15	0.10
POLIESTIRENO EXPANDIDO	0.17	0.25	0.73	1.14	0.99	1.02
POLIESTIRENO EXTRUIDO	0.16	0.23	0.75	0.95	0.97	0.97
LANA MINERAL	0.70	0.45	0.65	0.60	0.75	0.65
BLOQUE DE CONCRETO	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
MUROS MAMPOSTERÍA ENLUCIDA	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
PISOS DE HORMIGÓN	0,1	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
SUELO DE MADERA	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
PUERTA DE MADERA SÓLIDA	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
PAREDE, MADERA, 25mm CON CAMÁRA DE AIRE	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
MADERA PINTADA	0,11	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10

DESCRIPCIÓN	BAJA FRECUENCIA		MEDIA FRECUENCIA		ALTA FRECUENCIA	
	125HZ	250HZ	500HZ	1000HZ	2000HZ	4000HZ
DOBLE ACRISTALAMIENTO, 2-3MM DE VIDRIO	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
PUERTA DE HIERRO	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
LADRILLO SIN ESMALTAR	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
LADRILLO SIN ESMALTAR, PINTADO	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
BLOQUE DE HORMIGÓN, PINTADO	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08
SUELO, HORMIGÓN	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02
CONCRETO SIN PINTAR	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
HORMIGÓN LISO PINTADO	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
BALDOSA CERÁMICA LISAS	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
PARED DE BLOQUES	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
PAREDES DE LADRILLO PINTADAS	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
PAREDES DE LADRILLO SIN PINTAR	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
SUELO DE CAUCHO	0,02	0,04	0,05	0,05	0,10	0,05
ALFOMBRA PESADA	0,02	0,06	0,14	0,37	0,6	0,65
CORTINA DE TERCIOPELO	0,14	0,35	0,55	0,72	0,7	0,65
VIDRIO, PANEL DE VIDRIO CHAPA GRUESA	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
VIDRIO, CRISTAL DE VENTANA ORDINARIA	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04

Tabla 3: Cuadro de coeficiente de absorción formula Sabine.

2.8.5 EJEMPLO DE FORMULA SABINE.

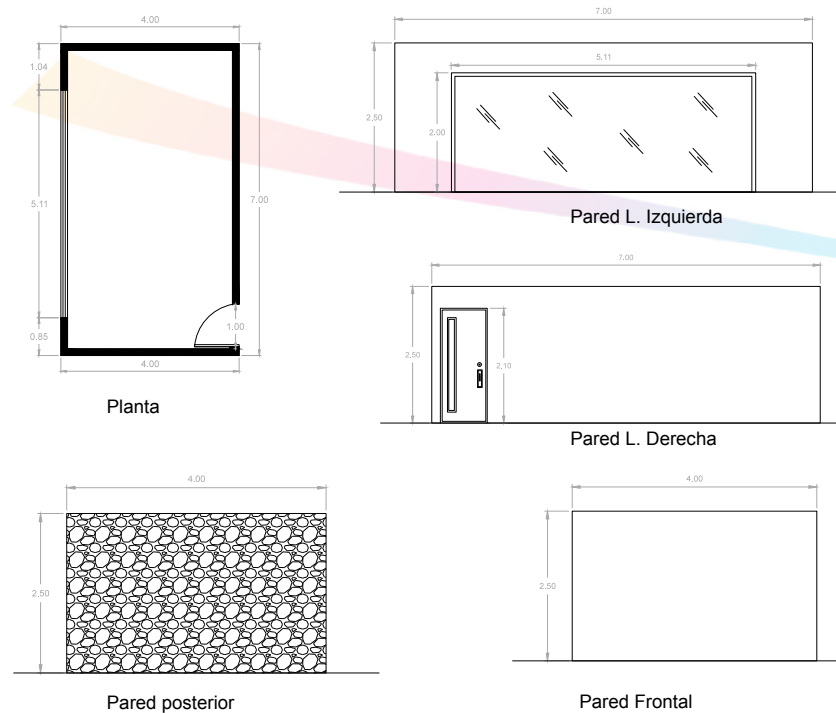


Figura 61: Planos

DATOS:

Volumen total = 67.20m³
 Pared frontal ladrillo enlucido = 9.68m²
 Pared posterior recubrimiento de piedra = 9.68m²
 Pared l. derecha ladrillo enlucido = 14.70m²
 Pared l. izquierda ladrillo enlucido = 6.60m²
 Ventana = 10.20m²
 Puertas madera = 2.10m²
 Pisos = 28m²
 Cielo raso = 28m²

Media frecuencia 500Hz	C. Absorción
Pared frontal ladrillo enlucido	0.02
Pared posterior recubrimiento de piedra	0.03
Pared l. derecha ladrillo enlucido	0.02
Pared l. izquierda ladrillo enlucido	0.02
Ventana	0.02
Pisos flotante	0.04
Puertas de madera	0.06
Cielo raso	0.05

Tabla 4: Coeficiente de absorción de materiales

Superficies	m ²	Material	C. Absorción
Paredes	30.98	Ladrillo enlucido	0.02
Pared	9.68	Piedra	0.03
Puertas	2.10	Madera	0.06
Pisos	28	Piso flotante	0.04
Ventana	10.20	Vidrio	0.02
Cielo raso	28	Gypsum	0.05

Tabla 5: Coeficiente de absorción de materiales

$$R_{t500hz} = \frac{0.161 \times 67.20}{(30.98 \times 0.02) + (9.68 \times 0.03) + (2.10 \times 0.06) + (28 \times 0.04) + (10.20 \times 0.02) + (28 \times 0.05)}$$

$$R_{t500Hz} = \frac{10.81}{3.8}$$

R_{t500Hz} = R// 2.84 segundos

Lo recomendado es 0.7 segundos

2.9 ANÁLISIS DE LOS ESPACIOS INTERIORES A INTERVENIR.

Establecida la fuente sonora, la ubicación del equipo de medición, así como los puntos de adquisición de datos dentro de los lugares mas problemáticos de la vivienda, la medición se realiza de forma manual, las configuraciones que utiliza para las obtención de decibelios de ruido son:

La Posición del sonómetro a 1 metro de la superficie del piso, por encima del suelo que corresponde a la altura promedio de los oyentes sentados en la sala, y no menos de 1.50 metros de cualquier superficie reflectante en la sala vacía.

Se programan horarios para las mediciones, la ubicación y el posicionamiento del sonómetro para cada medición, establecido por cada parámetro acústico

2.10 RECOPIACIÓN DE DATOS.

Para la recopilación de datos se usa el sonómetro digital sound level meter sl – 814. El procedimiento fue el siguiente:

2.11 CONDICIONES DE MEDICIÓN.

Se realizó en estado desocupado o sala vacía, Se registran datos por intervalos de 5 minutos, con el fin de cubrir todas las variaciones significativas en la emisión de las ondas sonoras.

Las mediciones tienen que ser omnidireccionales, para poder tener un resultado mas exacto de todos los espacios interiores de la vivienda.

2.12 TOMA DE DATOS Y CALCULO DE REVERBERACIÓN CON SONÓMETRO Y FORMULA SABINE.

El procedimiento de toma de datos de las ondas sonoras se realizo en las horas pico, es decir en la mañana de 07h00 a 08h00 en la tarde de 13h00 a 14h00 y finalmente de 17h00 a 18h00, la medición de los puntos se realizo tres por cada espacio, con un lapso de 5 minutos de duración, para poder tomar los datos con las lectura mas altas de decibelios, los datos de los puntos se tomaron tres en la mañana, tres en la tarde y tres en la noche con un total de 9 puntos de cada espacio para poder realizar las comparaciones necesarias.

2.13 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN SALA.

7 a 8 am	1 a 2 pm	5 a 6 pm
64,2	69,7	67,7
58,3	74,5	85,9
73,4	82,3	89,5

Tabla 6 Medición decibelios en sala.

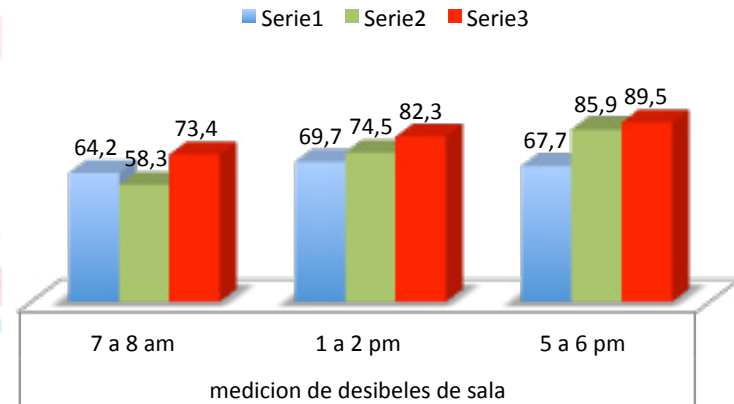


Tabla 7. Gráfico de decibelios en sala.



Figura 62: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 63: Medición decibelios en sonómetro.

2.14 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN COMEDOR.

7 a 8 am	1 a 2 pm	5 a 6 pm
63,2	72,3	75,3
78,2	74,6	85,6
85,3	87,4	93,2

Tabla 8: Medición decibelios en comedor.

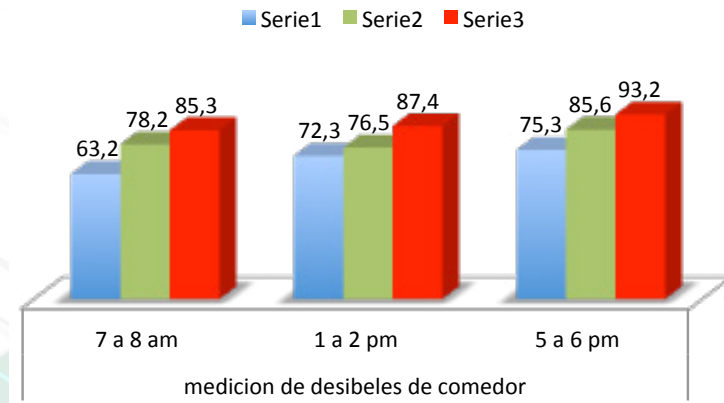


Tabla 9. Gráfico de decibelios en comedor.



Figura 64: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 65: Medición decibelios en sonómetro.

2.15 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN COCINA.

7 a 8 pm	1 a 2 pm	5 a 6 pm
78,3	76,5	73,4
84,7	88,7	79,5
89,5	93,6	96,8

Tabla 10: Medición decibelios en cocina.

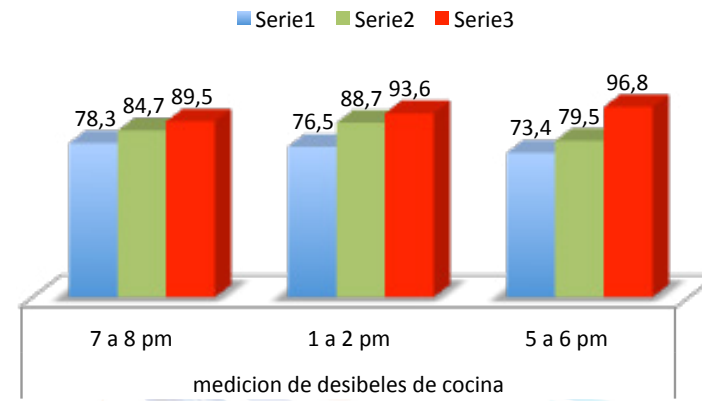


Tabla 11. Gráfico de decibelios en cocina.



Figura 66: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 67: Medición decibelios en sonómetro.

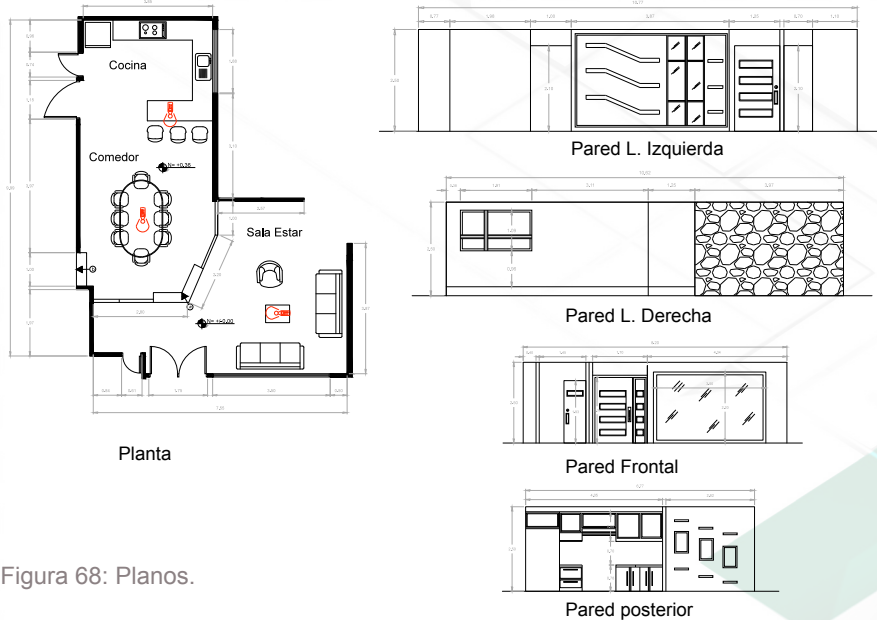


Figura 68: Planos.

2.16 DATOS DE SALA COMEDOR COCINA FORMULA SABINE:

- Volumen total = 150.65m³
- Pared frontal ladrillo enlucido = 7.84m²
- Pared posterior ladrillo enlucido = 3.48m²
- Pared l. derecha ladrillo enlucido = 11.39m²
- Pared l. derecha recubrimiento de piedra = 9.55m²
- Pared l. izquierda ladrillo enlucido = 8.72m²
- Pared l izquierda de madera = 9.55m²
- Pared de madera 6.50m²
- Puertas madera = 7.34m²
- Pisos = 64.26m²
- Cielo raso = 64.26m²
- Ventana = 9.46m²

Media frecuencia 500Hz	C. Absorción
Pared frontal ladrillo enlucido	0.02
Pared posterior ladrillo enlucido	0.02
Pared l. derecha ladrillo enlucido	0.02
Pared l. izquierda ladrillo enlucido	0.02
Pared de madera	0.06
Recubrimiento de piedra	0.03
Puertas madera	0.06
Pisos	0.01
Cielo raso	0.05
Ventana	0.02

Tabla 12: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

Superficies	m ²	Material	C. Absorción
Paredes	31.43	Ladrillo enlucido	0.02
Pared	16.05	Madera	0.06
Pared	9.55	Piedra	0.03
Puertas	7.34	Madera	0.06
Pisos	64.26	Cerámica	0.01
Ventana	9.46	Vidrio	0.02
Cielo raso	64.26	Gypsum	0.05

Tabla 13: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

$$Rt_{500hz} = \frac{0.161 \times 150.65}{(31.43 \times 0.02) + (16.05 \times 0.06) + (9.55 \times 0.03) + (7.34 \times 0.06) + (64.26 \times 0.01) + (9.46 \times 0.02) + (64.26 \times 0.05)}$$

$$Rt_{500Hz} = \frac{24.25}{6.33}$$

$$Rt_{500Hz} = 3.83 \text{ segundos}$$

Lo ideal y recomendado para este espacio es 1.4 segundos.

2.17 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN SALA DE TELEVISIÓN.

7 a 8 am	1 a 2 pm	5 a 6 pm
69,5	73,9	81,1
78,4	84,0	86,2
86,2	94,1	91,3

Tabla 14: Medición decibelios en sala de televisión.

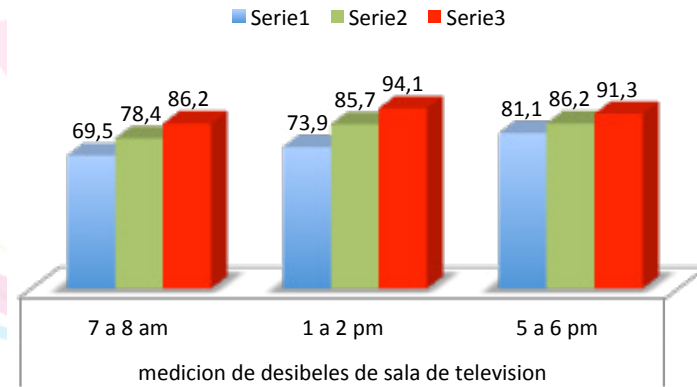


Tabla 15. Gráfico de decibelios en sala de televisión.



Figura 69: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 70: Medición decibelios en sonómetro.

UCUENCA

2.18 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN BAR.

7 a 8 pm	1 a 2 pm	5 a 6 pm
72,3	68,4	74,5
82,5	79,3	81,2
95,0	88,7	84,7

Tabla 16: Medición decibelios en bar.

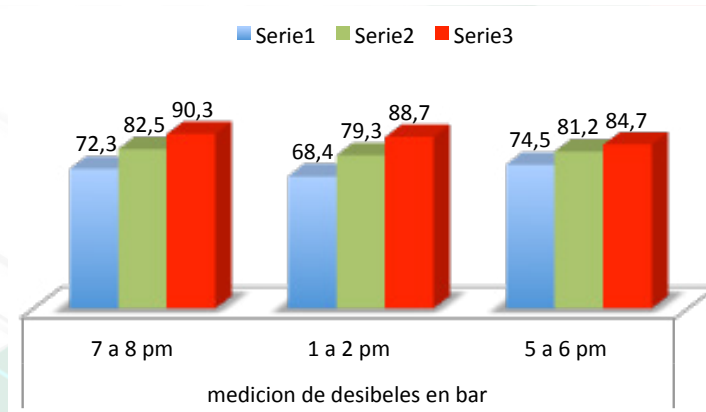


Tabla 17: Gráfico de decibelios en bar.



Figura 71: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 72: Medición decibelios en sonómetro.

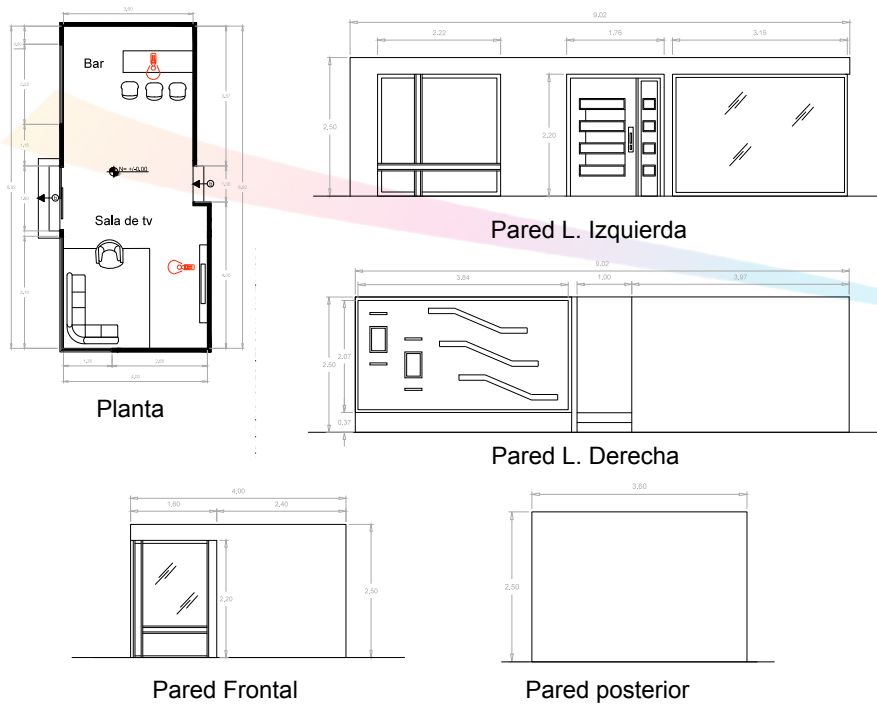


Figura 73: Planos.

2.19 DATOS SALA TV, BAR FORMULA SABINE :

Volumen total = 84.22m³
 Pared frontal ladrillo enlucido = 6.48m²
 Pared posterior ladrillo enlucido = 9m²
 Pared l. derecha ladrillo enlucido = 11.65m²
 Pared l. derecha de madera = 8.28m²
 Pared l. izquierda ladrillo enlucido = 6.64m²
 Puertas madera = 3.96m²
 Pisos = 33.69m²
 Cielo raso = 33.69m²
 Ventana = 15.22m²

Media frecuencia 500Hz	C. Absorción
Pared frontal ladrillo enlucido	0.02
Pared posterior ladrillo enlucido	0.02
Pared l. derecha ladrillo enlucido	0.02
Pared l. derecha de madera	0.06
Pared l. izquierda ladrillo enlucido	0.02
Puertas madera	0.06
Pisos	0.01
Cielo raso	0.05
Ventana	0.02

Tabla 18: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

Superficies	m2	Material	C. Absorción
Paredes	33.77	Ladrillo enlucido	0.02
Puerta pared	12.24	Madera	0.06
Pisos	33.69	Piso cerámica	0.01
Ventana	15.35	Vidrio	0.02
Cielo raso	33.69	Gypsum	0.05

Tabla 19: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

$$R_{t500hz} = \frac{0.161 \times 84.22}{(33.77 \times 0.02) + (12.24 \times 0.06) + (33.69 \times 0.01) + (15.35 \times 0.02) + (33.69 \times 0.05)}$$

$$R_{t500Hz} = \frac{13.55}{3.71}$$

R_{t500Hz} = R// 3.65 segundos

Lo recomendado es 1.4 segundos

UCUENCA

2.20 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN DORMITORIO HIJO.

7 a 8 am	1 a 2 pm	5 a 6 pm
66,4	78,3	75,2
69,7	80,6	82,7
74,9	86,7	90,5

Tabla 20: Medición decibelios en dormitorio hijo.

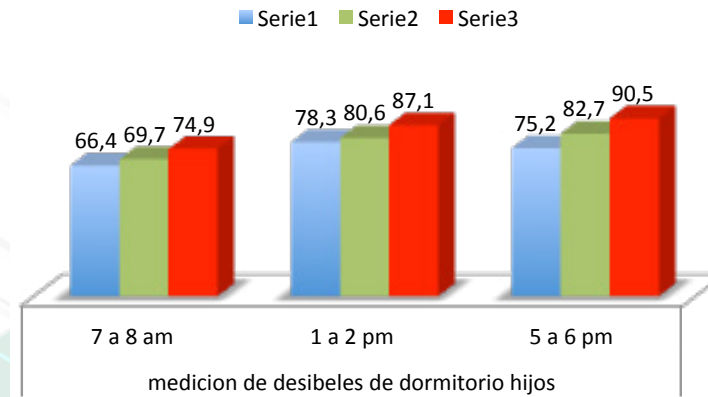


Tabla 21. Gráfico de decibelios en dormitorio hijo.



Figura 74: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 75: Medición decibelios en sonómetro.

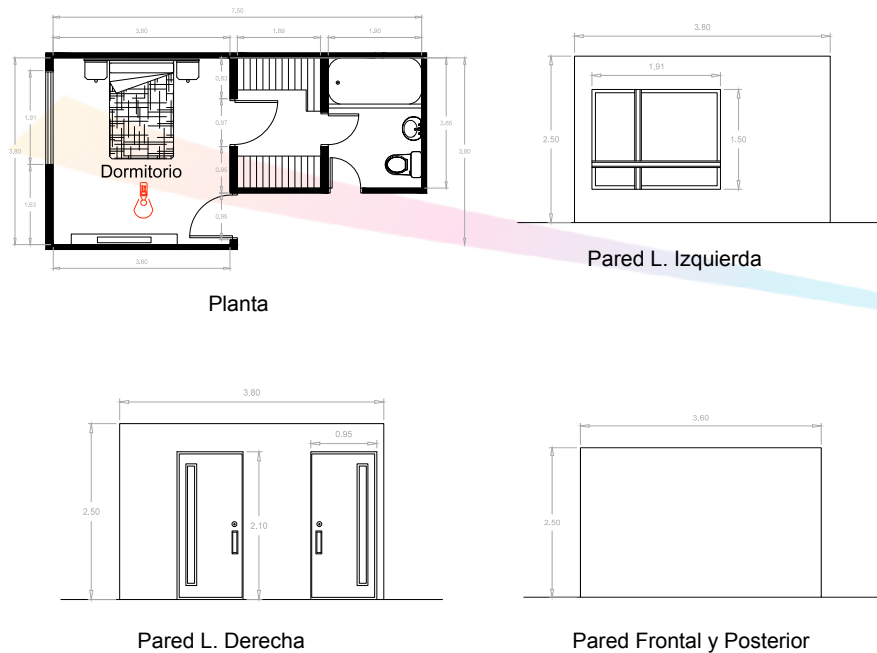


Figura 76: Planos.

2.21 DATOS DORMITORIO HIJO, FORMULA SABINE:

Volumen total = 34.20m³

Pared frontal ladrillo enlucido = 9m²

Pared posterior ladrillo enlucido = 9m²

Pared l. derecha ladrillo enlucido = 5.51m²

Pared l. izquierda ladrillo enlucido = 6.64m²

Puertas madera = 3.99m²

Pisos = 13.68m²

Cielo raso = 13.68m²

Ventana = 2.86m²

Media frecuencia 500Hz	C. Absorción
Pared frontal ladrillo enlucido	0.02
Pared posterior ladrillo enlucido	0.02
Pared l. derecha ladrillo enlucido	0.02
Pared l. izquierda ladrillo enlucido	0.02
Puertas madera	0.06
Pisos	0.04
Cielo raso	0.05
Ventana	0.02

Tabla 22: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

Superficies	m ²	Material	C. Absorción
Paredes	30.15	Ladrillo enlucido	0.02
Puertas	3.99	Madera	0.06
Pisos	13.68	Piso flotante	0.04
Ventana	2.86	Vidrio	0.02
Cielo raso	13.68	Gypsum	0.05

Tabla 23: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

$$R_{t500hz} = \frac{0.161 \times 34.20}{(30.15 \times 0.02) + (3.99 \times 0.06) + (13.68 \times 0.04) + (2.86 \times 0.02) + (13.68 \times 0.05)}$$

$$R_{t500Hz} = \frac{5.50}{2.1}$$

$$R_{t500Hz} = R // 2.61 \text{ segundos}$$

Lo recomendado es 0.9 segundos

2.22 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EN DORMITORIO MÁSTER.

7 a 8 am	1 a 2 pm	5 a 6 pm
83,5	93,4	95,1
94,9	99,6	102,3
105,7	101,9	109,4

Tabla 24: Medición decibelios en dormitorio máster.

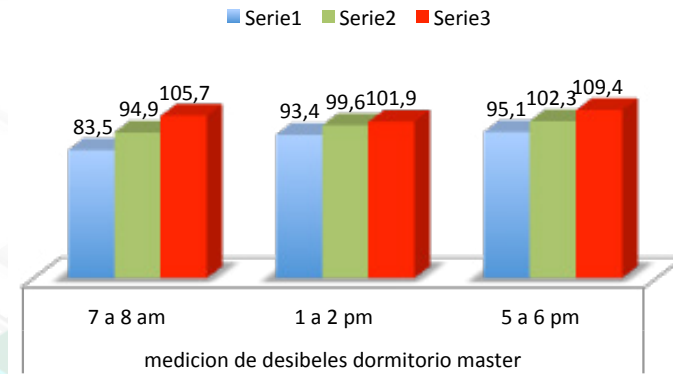


Tabla 25: Gráfico de decibelios en dormitorio máster.



Figura 77: Medición decibelios en sonómetro.



Figura 78: Medición decibelios en sonómetro.

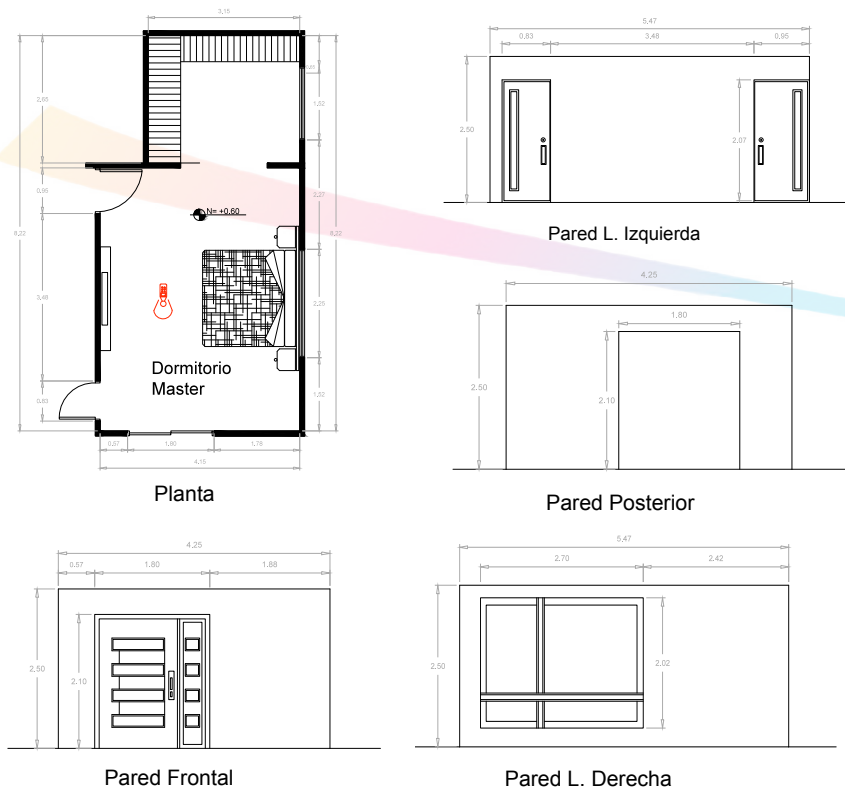


Figura 79: Planos.

2.23 DATOS DORMITORIO MÁSTER FORMULA SABINE:

Volumen total = 56.75m³

Pared frontal ladrillo enlucido = 6.84m²

Pared posterior ladrillo enlucido = 6.84m²

Pared l. derecha ladrillo enlucido = 8.22m²

Pared l. izquierda ladrillo enlucido = 9.94m²

Puertas madera = 7.51m²

Pisos = 22.70m²

Cielo raso = 22.70m²

Ventana = 5.45m²

Media frecuencia 500Hz	C. Absorción
Pared frontal ladrillo enlucido	0.02
Pared posterior ladrillo enlucido	0.02
Pared l. derecha ladrillo enlucido	0.02
Pared l. izquierda ladrillo enlucido	0.02
Puertas madera	0.06
Pisos	0.04
Cielo raso	0.05
Ventana	0.02

Tabla 26: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

Superficies	m ²	Material	C. Absorción
Paredes	31.84	Ladrillo enlucido	0.02
Puertas	7.51	Madera	0.06
Pisos	22.70	Piso flotante	0.04
Ventana	5.45	Vidrio	0.02
Cielo raso	22.70	Gypsum	0.05

Tabla 27: Coeficiente de absorción acústica de materiales.

$$R_{t500hz} = \frac{0.161 \times 56.75}{(31.84 \times 0.02) + (7.51 \times 0.06) + (22.70 \times 0.04) + (5.45 \times 0.02) + (22.70 \times 0.05)}$$

$$R_{t500Hz} = \frac{9.13}{3.21}$$

R_{t500Hz} = R// 2.84 segundos

Lo recomendado es 0.9 segundos

2.24 CONCLUSIONES.

La contaminación acústica que genera el tráfico rodado y aéreo dentro de la ciudad de Cuenca ha llegado a niveles intolerables viéndose afectado en un 90% del perímetro urbano a lidiar con esta amenaza que puede llegar a causar un sinnúmero de enfermedades que dejan secuelas irreparables en las personas

El correcto uso del sonómetro en conjunto con la fórmula Sabine nos puede facilitar el trabajo para identificar puntos con exceso de contaminación acústica los cuales pueden llegar a sobrepasar los niveles óptimos de que son de 50 decibelios al sobrepasar esta cantidad puede llegar al umbral del dolor el cual puede causar daños irreversibles a la salud humana

El emplear técnicas y materiales para combatir el ruido cada vez se va a volver más habitual ya que la ciudad está creciendo de manera muy acelerada y cada vez los niveles de contaminación acústica van a ser mayores

La combinación de materiales resulta ser la mejor opción para garantizar un nivel excelente de protección hacia el ruido a este incluyendo una cámara de aire el resultado queda cien por ciento garantizado y cumplirá la función para la cual fue desarrollado



CAPÍTULO III

DISEÑOS Y SOLUCIONES.

3.1 PROBLEMÁTICA DEL DISEÑO ACTUAL DE LA VIVIENDA.

La principal problemática que enfrenta este proyecto a resolver es la insonorización de un espacio interior, empleando técnicas y materiales estudiados en este proceso de investigación, el objetivo es llegar a un espacio lleno de confort acústico y buen estilo de vida eliminando el ruido, la reverberación y toda la contaminación acústica.

Los niveles y decibelios son demasiado altos en este sector. Los tiempos de reverberación también son muy exagerados dejando con eco los espacios interiores, las paredes poseen materiales muy reflexivos como piedra, porcelanato y cemento enlucido, no tiene materiales porosos que son los que ayudan absorber las reflexiones de las ondas del sonido.

En las horas pico es cuando la presencia de ruido se hace más evidente pues llega a niveles que sobrepasan los 90 decibelios.

Todo esto sin dejar de lado el aislamiento térmico, ya que en el medio que esta ubicado geográficamente la vivienda requiere de un tratamiento para poder combatir los cambios bruscos de temperatura, tratando de mantener una temperatura interna de 18 grados que es la ideal para un buen confort.

Posterior realizada la toma de datos dentro de la vivienda, se realiza la propuesta en base a los datos sonoros obtenidos, enfocándose en paredes, puertas, ventanas, pisos y cielo raso, aplicando secciones constructivas en base al acondicionamiento acústico, para llegar a los niveles tolerables para el oído humano y obtener un espacio de confort.

3.2 BRIEF DEL CLIENTE.

Entre las exigencias del cliente esta solucionar el problema acústico de los espacios de mayor contaminación acústica como son, la sala de televisión, la sala de estar y el dormitorio máster, siendo estos lugares los mas afectados por estar mas cerca a la vía publica, que es una zona de alto trafico vehicular y en donde los niveles de ruido llegan a sobrepasar los 80 decibelios.

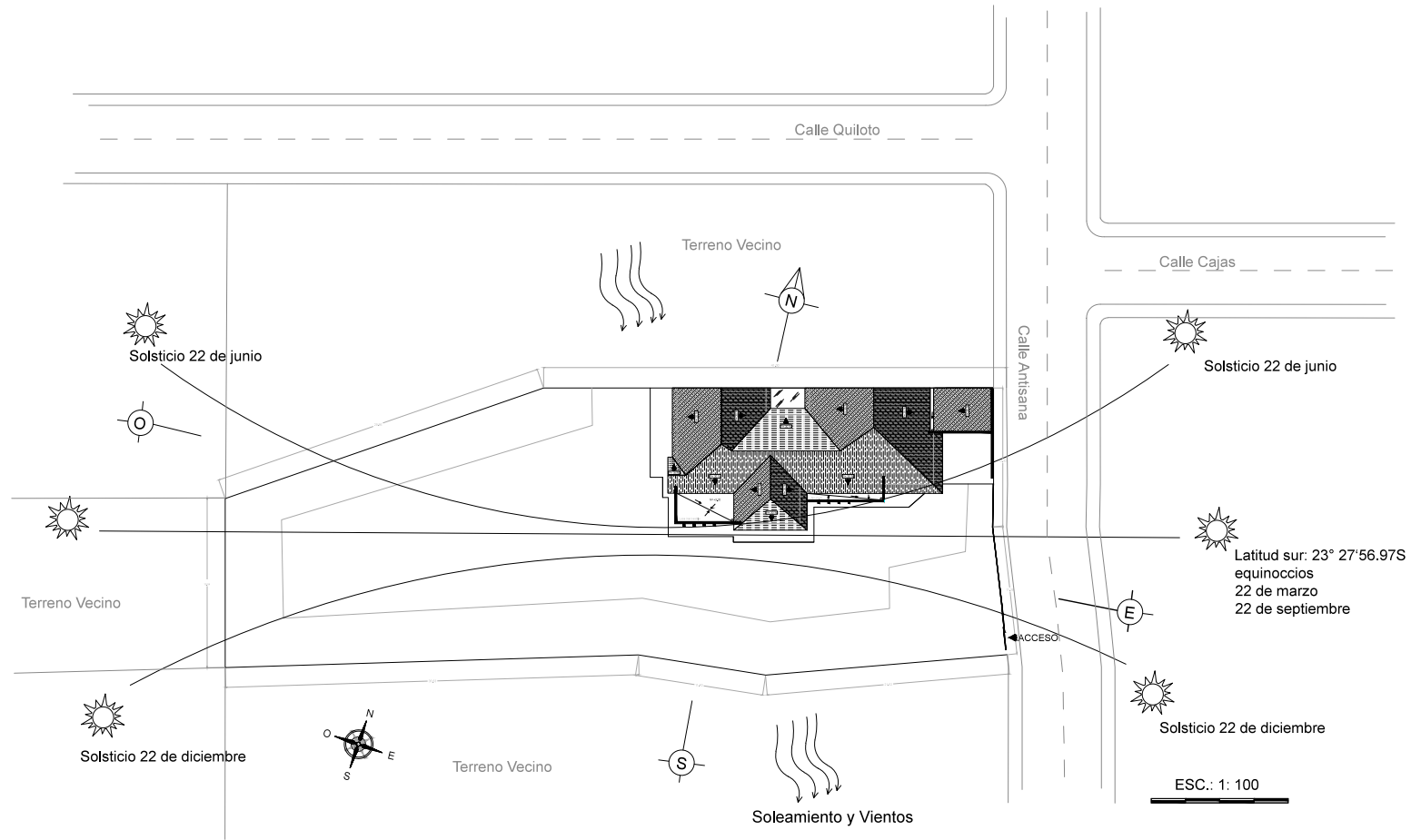
La vivienda se encuentra ubicada en el sector de Totoracocha, entre las calles Antisana y Cajas, que es uno de los sectores más afectados incluso con trafico aéreo al estar muy cerca del aeropuerto.

Las necesidades que se deben cumplir con este proyecto son esenciales para el correcto funcionamiento de todos los espacios, tomando como punto referente lo estético de cada elemento acústico que se vaya a integrar, que sea fácil de colocar, que no implique demoliciones o construcciones extras, fácil de limpiar, resistente al fuego y agua, que sea visualmente llamativo, que tenga varias opciones de color y textura, que cumpla su función a cabalidad fusionando materialidad y armonía.

Utilizar los elementos acústicos solo en lugares estratégicos y áreas problemáticas disminuyendo los costos al mínimo, la producción de estos elementos deben ser económicos y versátiles

Los elementos que se vayan a integrar deben formar parte del diseño ya existente en una armonía total, los resultados deben ser notables al momento de volver a realizar los cálculos y mediciones necesarias dentro del espacio interior.

3.3 EMPLAZAMIENTO.



EMPLAZAMIENTO

Figura 80: Emplazamiento de vivienda.

3.3.1 PLANTA ÚNICA DE VIVIENDA.

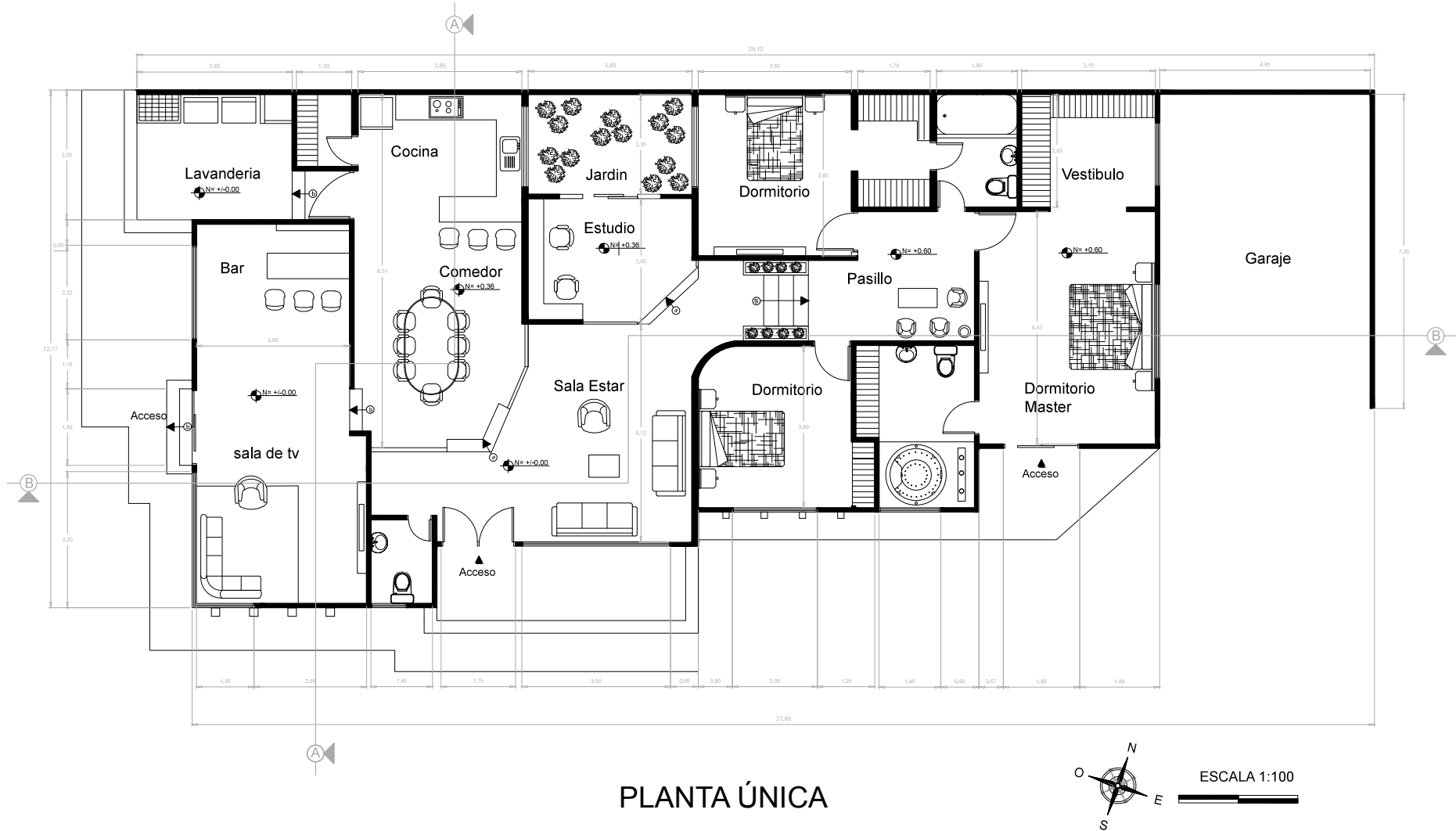
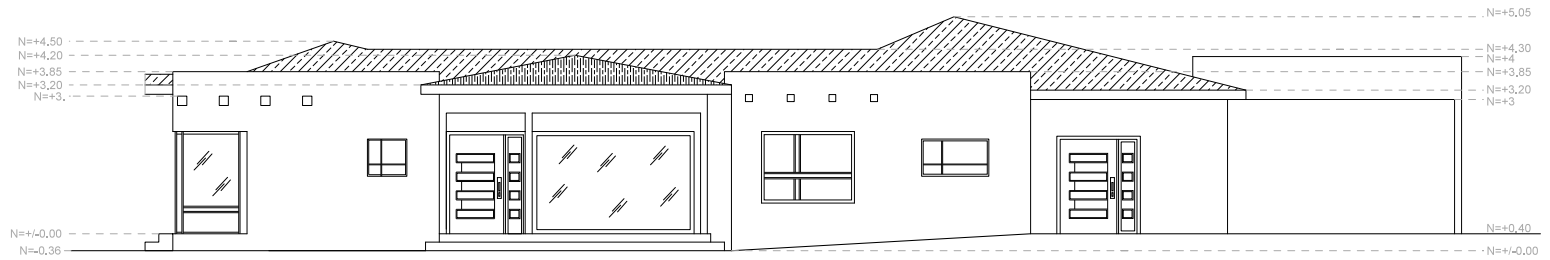


Figura 81: Planta única.

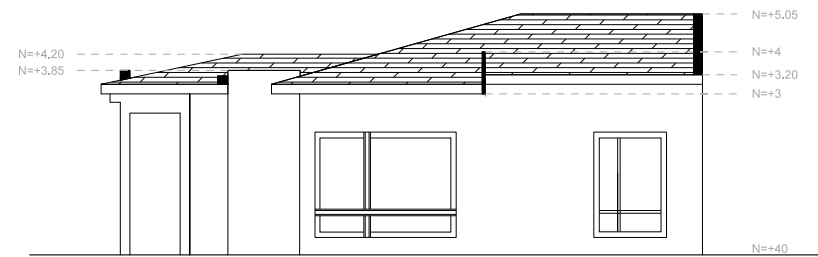
3.3.2 ELEVACIONES.



ELEVACIÓN FRONTAL



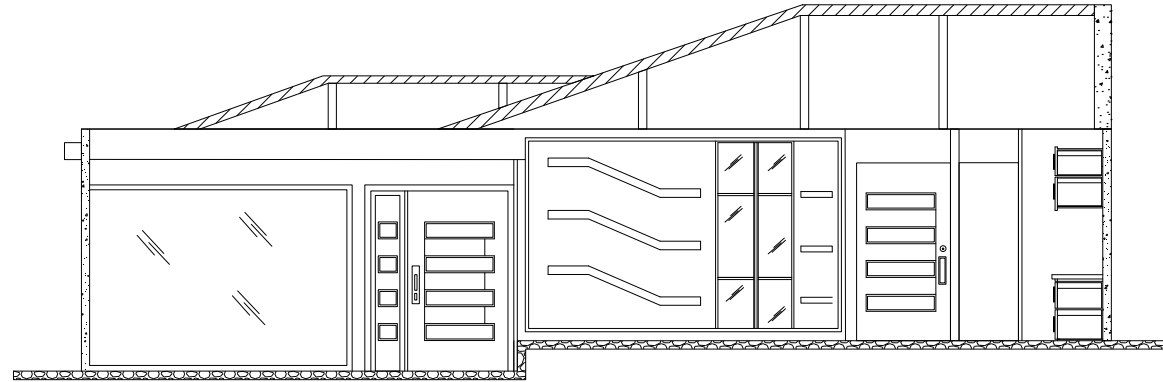
ELEVACIÓN L. IZQUIERDA



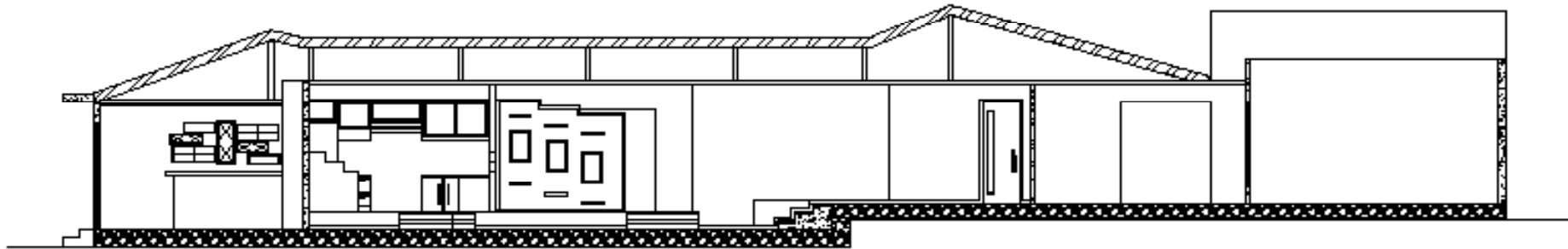
ELEVACIÓN L. DERECHA

Figura 82: Elevaciones.

3.3.3 SECCIONES.



SECCIÓN A - A



SECCIÓN B - B

Figura 83: Secciones.

3.4 DETALLES CONSTRUCTIVOS.

Lo primero, que se debe tener en cuenta son los conceptos claros, cuando hablamos de cómo resolver los detalles constructivos de un espacio interior.

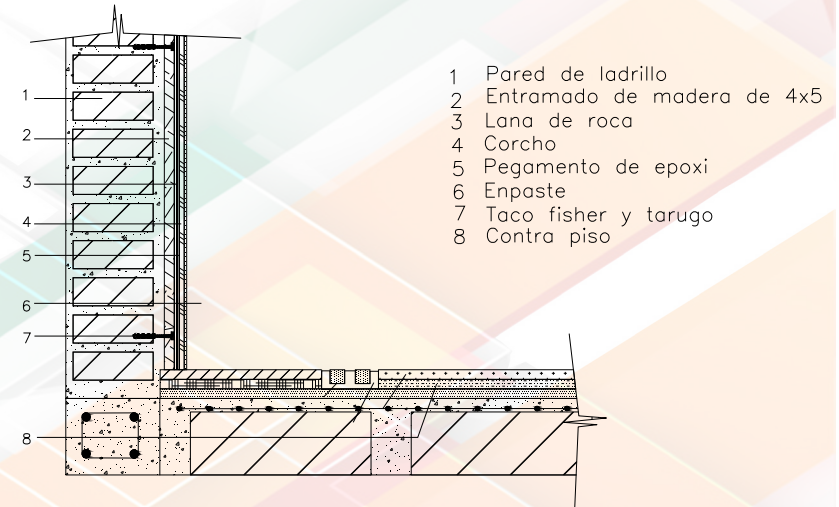
El diseño de los detalles constructivos de un modo correcto es un proceso ambicioso, en el cual las expectativas formales deben converger con aquello que es técnicamente factible, realmente estamos hablando de resolver dudas y técnicas sobre cómo se debe construir.

Además, el diseño de los detalles constructivos sirve de base para la descripción de cada material, así como para el cálculo de los costos. Únicamente mediante el diseño correcto pueden evitarse los errores de ejecución y los consecuentes problemas arquitectónicos. Por ello, una buena definición de los detalles constructivos es una condición previa para que el proceso constructivo se desarrolle sin incidencias ni deficiencias.

Los detalles constructivos son técnicas muy concisas donde se especifican los problemas o patologías que sufre un determinado espacio, como por ejemplo el problema acústico que se presenta en la sala de televisión. Para ello mediante los detalles constructivos se interviene con recubrimiento de paredes, pisos, techos, ventanas, puertas y de esta forma buscar la combinación perfecta de materiales que ayuden a disminuir la reverberación de dicho espacio. A continuación los detalles de cada elemento con sus respectivos materiales, una vez resuelto los detalles volveremos hacer el cálculo para saber el resultado del tiempo de reverberación óptimo para este espacio.

3.5 POSIBLES SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA DE AISLAMIENTO ACUSTICO EN PARED



SECCIÓN CONSTRUCTIVA DE PUERTA

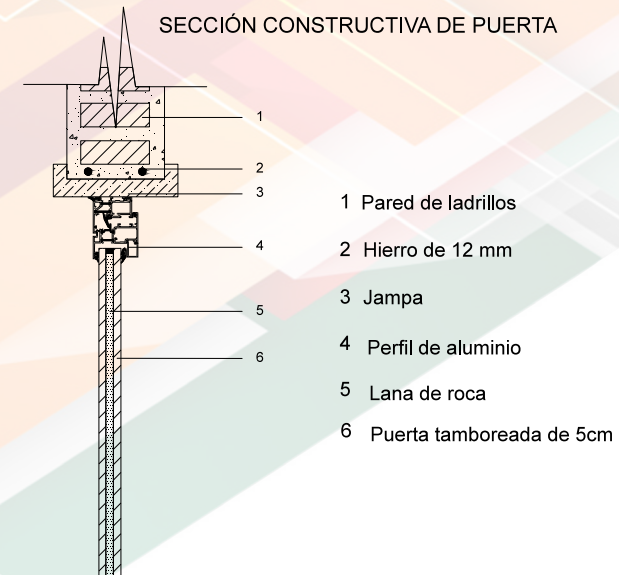
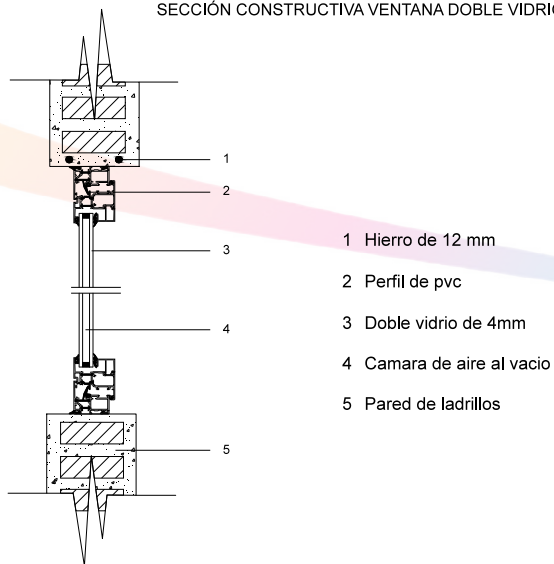
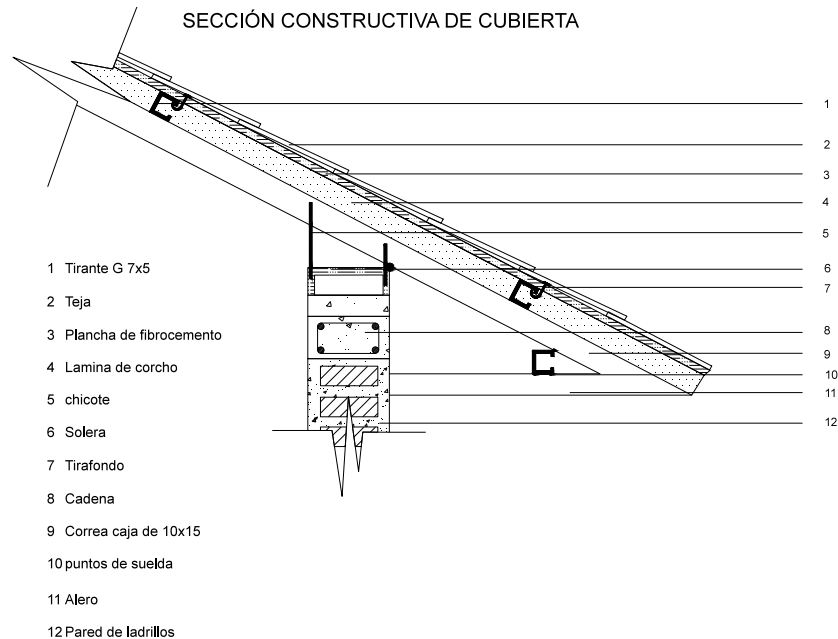


Figura 84: Detalles constructivos.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA VENTANA DOBLE VIDRIO



SECCIÓN CONSTRUCTIVA DE CUBIERTA



SECCION CONSTRUCTIVA DE PISOS

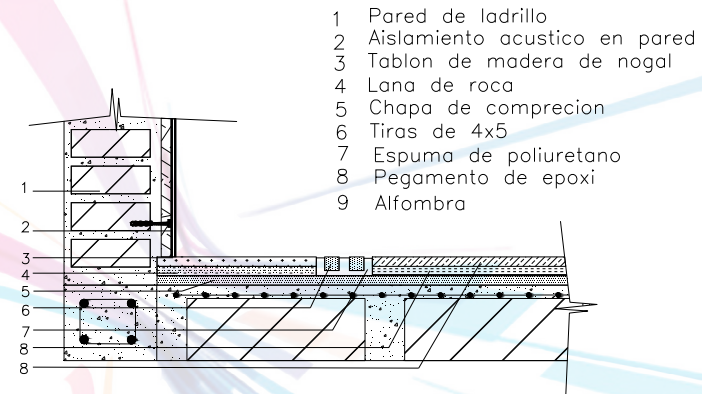


Figura 85: Detalles constructivos.

3.6 CONCLUSIONES.

Entre los principales inconvenientes que presentan estas posibles soluciones constructivas son: que al ser una casa que ya estaba construida y sin un previo estudio acústico muchas de las paredes ya presentaban los acabados finales, todas las puertas y ventanas ya estaban instaladas, al proponer la doble pared como solución constructiva esto iba a genera perdida de espacio ademas que se tendría que rehacer los acabados de puertas como son las jampas y los acabados en reboque de ventanas, volver a instalar las rastreras lo que genera un gasto extra dentro del presupuesto a más de estos problemas constructivos las terminaciones no son estéticas son formas muy básicas y cuadradas que recubren paredes completas, el corcho como acabado final esta expuesto a roturas por ser un material frágil y no es estético ni duradero.

Con estas consideraciones se pretende fabricar un nuevo panel acústico que cumpla con todos los requisitos y así remplazar a estas posibles soluciones constructivas.

UCUENCA

3.7 PROCESOS DE EXPERIMENTACIÓN.

Para este proceso de experimentación se realizó una maqueta de 0.50cm de ancho, 0.50cm de alto y 0.50cm de profundidad en plancha mdf de 9mm, para realizar las medidas acústicas con el sonómetro. A dicha maqueta se le tomaron las lecturas en dos fases la primera lectura sin ningún material aislante adicional y posterior las lecturas con tratamiento acústico al interior, luego se compararon las lecturas del tratamiento acústico, con resultados muy satisfactorios a continuación se detalla el proceso.

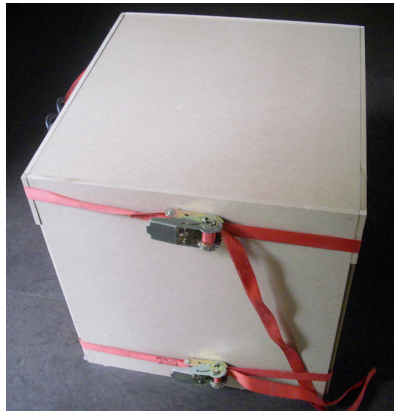


Figura 86: Maqueta.

La maqueta, fue pegada con goma blanca y sellada por todos sus lados usando correas de tensión, para impedir fugas o espacios sin pegar por donde se pueda filtrar el ruido.



Figura 87: Maqueta.

La parte superior de la maqueta es desmontable, para poder acceder al interior facilitando la colocación de los diversos materiales aislantes.



Figura 88: Maqueta



Figura 89: Maqueta

En una de las caras, en el punto medio de la maqueta, se perforo una caladura para introducir el micrófono del sonómetro y realizar las lecturas correspondientes.

Una vez cerrada la maqueta sin ningún recubrimiento interior se procede a la toma de datos, para obtener las lecturas de los decibelios exponiendo a diversos sonidos e intensidad.

3.7.1 PROCESO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO.



Figura 90: Maqueta.

Se construye un entramado de madera con una separación de 10 centímetros con tiras de madera mdf de 1x1 centímetros esto en todas las caras.



Figura 92: Maqueta.

Una vez colocada la manta de fibra de vidrio, se procede a recubrir todo el espacio con planchas de corcho de 1.5 milímetros de espesor.



Figura 91: Maqueta.

En los espacios libres se coloca manto de fibra de vidrio recortados y simplemente colocados sin pegamento alguno.



Figura 93: Maqueta.

Al igual que en la etapa anterior se realizó una caladura en las planchas de corcho para poder introducir el micrófono del sonómetro.

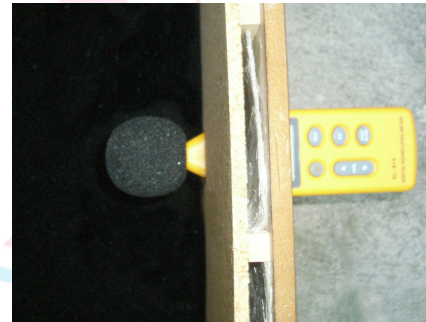


Figura 94: Maqueta.

Como aquí se puede observar la unión de estos materiales deja una cámara de aire interior la cual ayuda a absorber los niveles extremos de reverberación y contaminación acústica.



Figura 95: Maqueta.

Finalmente culminado este proceso en todas las caras de la maqueta se vuelve a tomar los datos con el sonómetro y se comparan con los datos obtenidos anteriormente sin el proceso de aislamiento acústico.

UCUENCA

3.7.2 PRUEBAS DE RUIDO EN MAQUETA.

A continuación el registro fotográfico de lo que fue las pruebas a la que se sometió la maqueta. Las medidas de decibelios fueron tomadas con el sonómetro antes y después del aislamiento acústico, se utilizó un parlante de 15 pulgadas marca NPI con 30000 watts de salida los resultados fueron altamente satisfactorios llegando a reducir hasta un 18% de contaminación acústica.

3.7.3 SILENCIO TOTAL.

Antes



Figura 96: Medición decibelios.

Después



Figura 98: Medición decibelios.

3.7.4 CONVERSACIÓN NORMAL



Figura 97: Medición decibelios.



Figura 99: Medición decibelios.

3.7.5 TRÁFICO DE CIUDAD.

Antes



Figura 100: Medición decibelios.

Después



Figura 102: Medición decibelios.

3.7.6 MOTOCICLETA CON ESCAPE RUIDOSO.



Figura 101: Medición decibelios.



Figura 103: Medición decibelios.

3.7.7 CONCIERTO DE ROCK.

Antes



Figura 104: Medición decibelios.

Después



Figura 106: Medición decibelios.

3.7.8 DESPEGUE DE AVIÓN.



Figura 105: Medición decibelios.



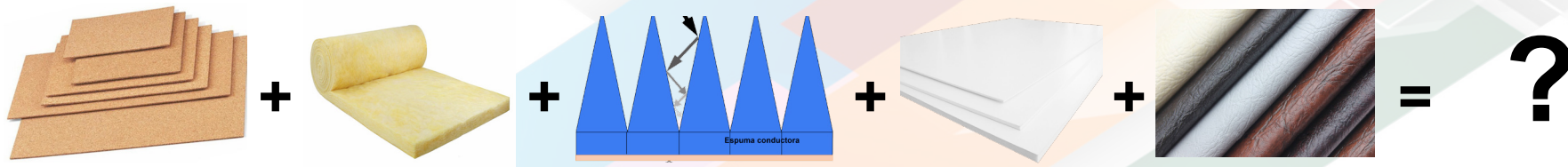
Figura 107: Medición decibelios.

3.8 CARACTERÍSTICAS ESTÉTICAS Y FUNCIONALES DE LOS MATERIALES.

MATERIAL	ESTÉTICO	TEXTURA	FUNCIONAL	ESTRUCTURAL	COLOR	CONFORT	PORCENTAJE
Corcho	70%	80%	100%	46%	Café	79%	75%
Lana de Roca	16%	60%	89%	0%	Multicolor	75%	48%
Poliestireno extruido	31%	43%	72%	0.4%	Blanco	36%	36.48
Poliestireno expandido	33%	45%	68%	0.4%	Blanco	38%	36.88%
Espuma de poliuretano	28%	19%	87%	0.2%	Multicolor	59%	38.64%
Gypsum	85%	67%	90%	11%	Multicolor	72%	65%
Madera	87%	89%	75%	100%	Multicolor	54%	81%
Fibras minerales	25%	37%	70%	0.2%	Multicolor	73%	41.04%
Lana de vidrio	30%	40%	100%	0%	Multicolor	57%	45.40%
Micro cuero	100%	100%	82%	0%	Multicolor	97%	75.80%
Caucho	20%	37%	89%	0.7%	Multicolor	16%	32.54%
Fibras textiles	14%	28%	71%	0%	Multicolor	55%	33.60%
Cartón	48%	30%	44%	20%	Blanco	17%	31.80

Tabla 28: Cuadro de características y funciones.

Entre los materiales que sobresalen por sus características dentro de este estudio son: el corcho, la fibra de vidrio, el cartón y el cuero. Con el correcto uso de estos materiales y lo aprendido por las cámaras anecoicas, se pretende desarrollar un nuevo elemento más acorde a las necesidades básicas exigentes para el aislamiento acústico.

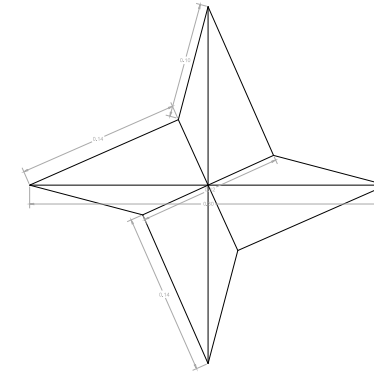
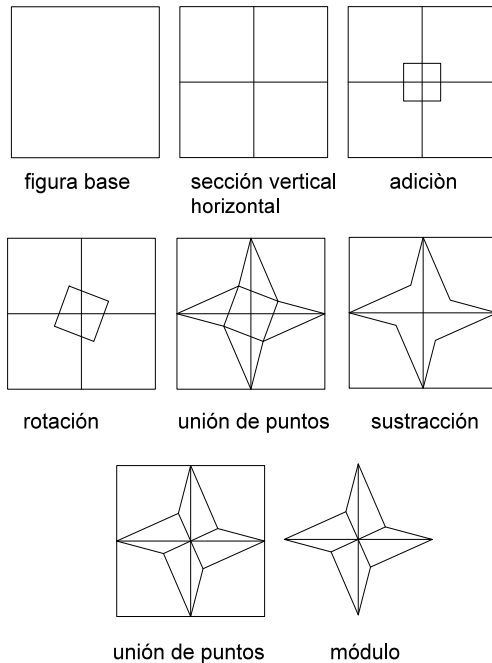


Al inicio se encuentra el corcho, que tiene una excelente capacidad de absorber la contaminación acústica, mas la manta de fibra de vidrio la cual es la encargada de absorber el eco de la cámara de aire, que se generan por los picos de las cámaras anecoicas, luego se encuentra el cartón, que es el material estructural para el nuevo elemento, ayudando a dar un sinnúmero de formas y finalmente se encuentra el micro cuero, que es el elemento estético y que da la terminación al producto final.

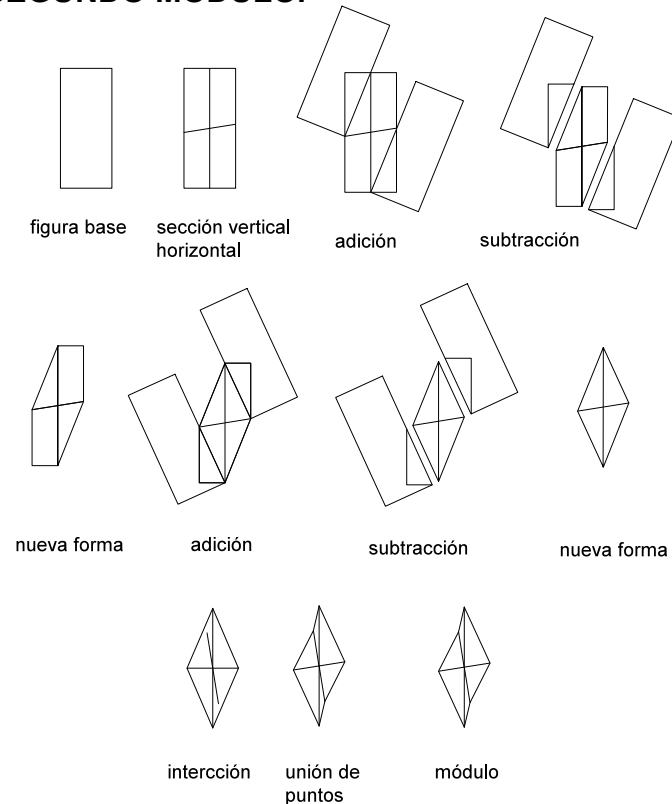
3.9 ELABORACIÓN DE UN NUEVO PANEL ACÚSTICO

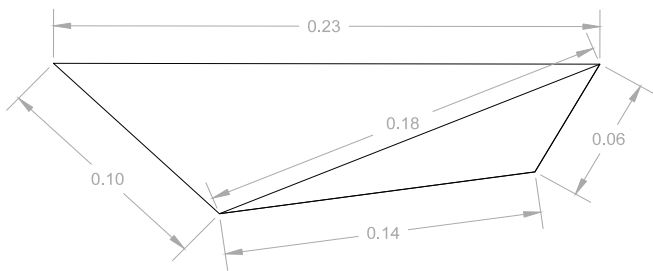
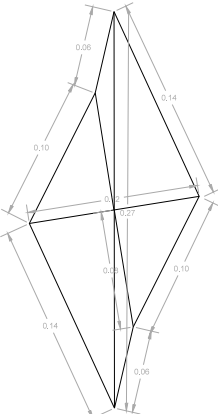
El proceso de investigación reveló que la combinación de materiales, con una cámara de aire interior es la más eficiente en cuanto a la absorción acústica, pero en cuanto a la función estética el resultado final no es tan agradable a la vista, además que la doble pared reduce el espacio habitable, es por eso que a continuación se detalla el proceso para la creación de un nuevo elemento acústico, incorporando los picos y aristas que fueron tomados de la cámara anecoica la cual tiene resultados de laboratorio confirmados que funcionan y absorben hasta 99.9%, con esta información y conocimientos a continuación el proceso creativo de la propuesta del nuevo panel acústico

3.10 PANEL ACÚSTICO OSCADE01

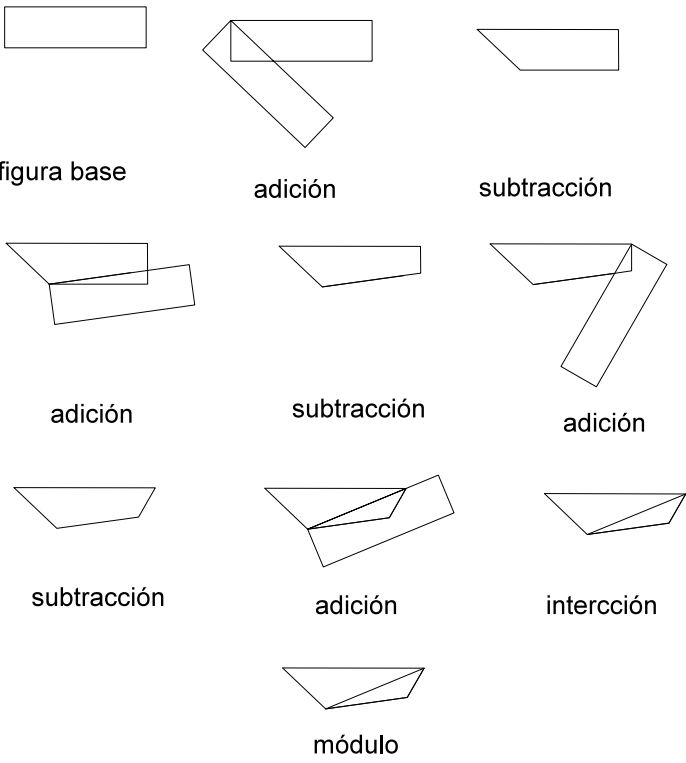


3.10.1 SEGUNDO MÓDULO.





3.10.2 MÓDULO DE REMATE



3.10.3 DIMENSIONES MÓDULO CENTRAL

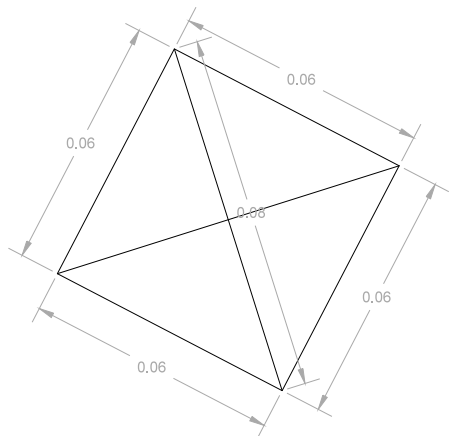


Figura 109: Elaboración panel acústico.

3.10.4 CREACIÓN DEL SÚPER MÓDULO.

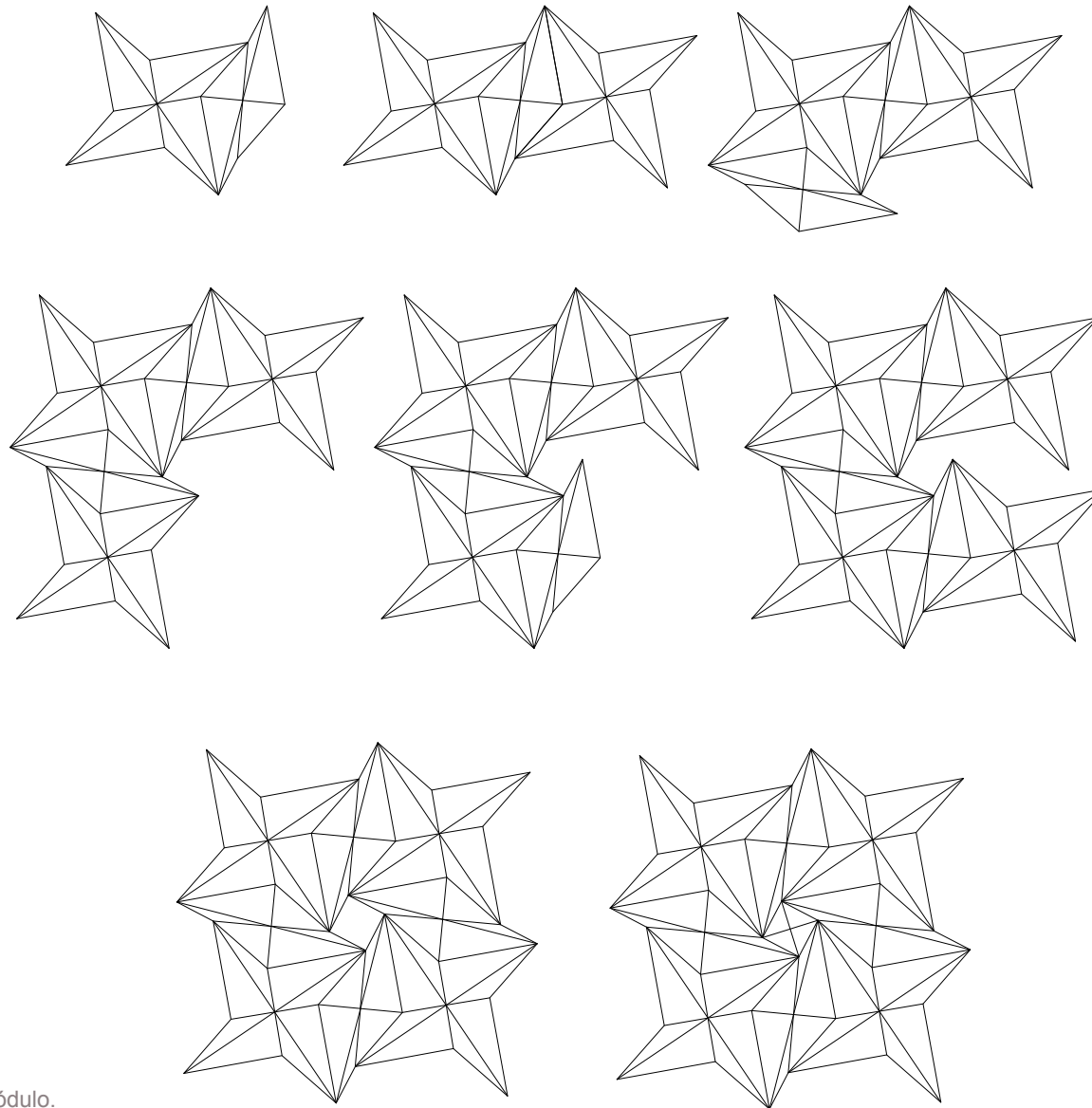
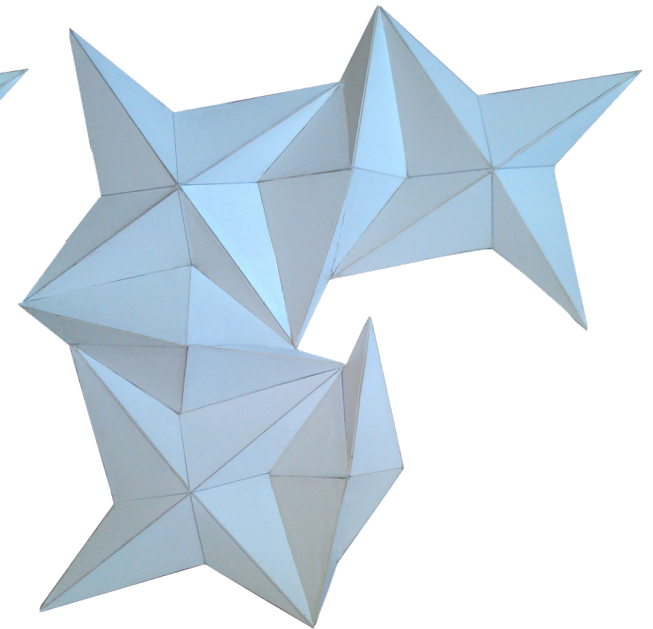
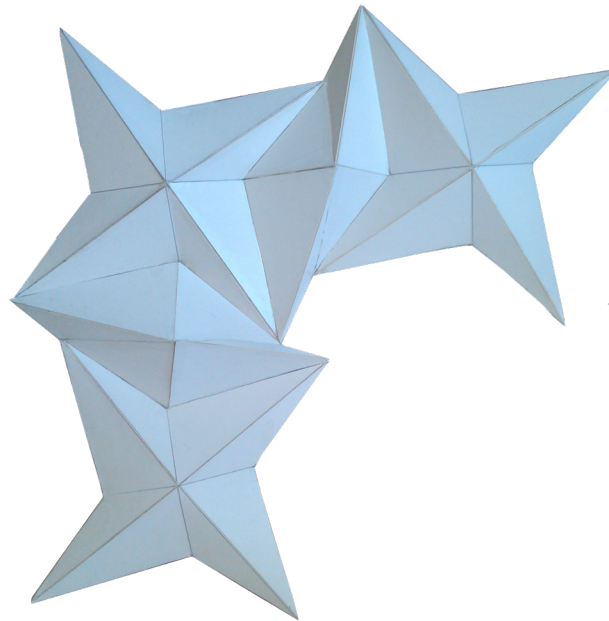
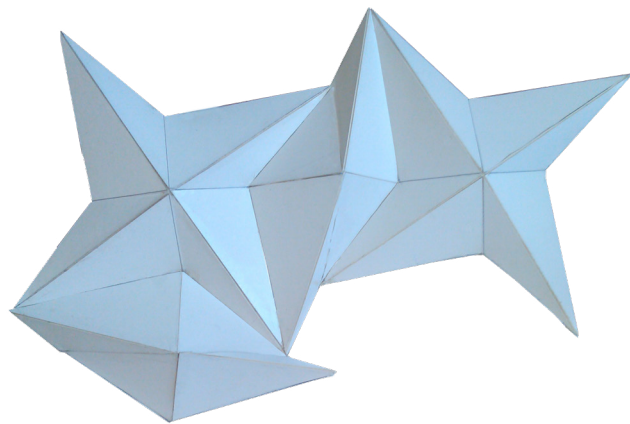
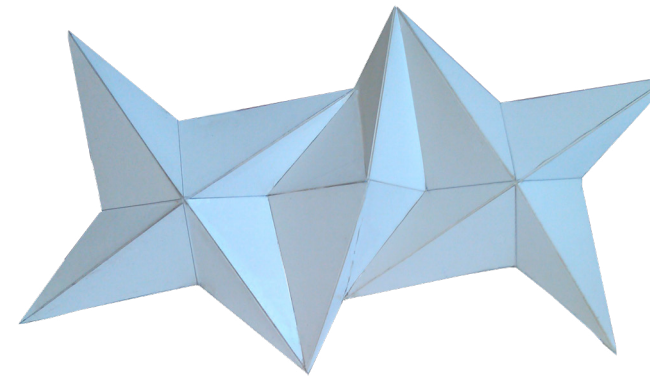
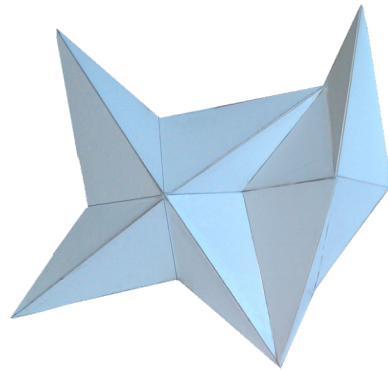
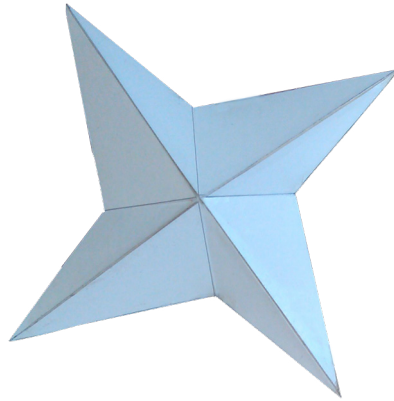


Figura 110: Creación súper módulo.

3.10.5 CREACIÓN PROTOTIPO.



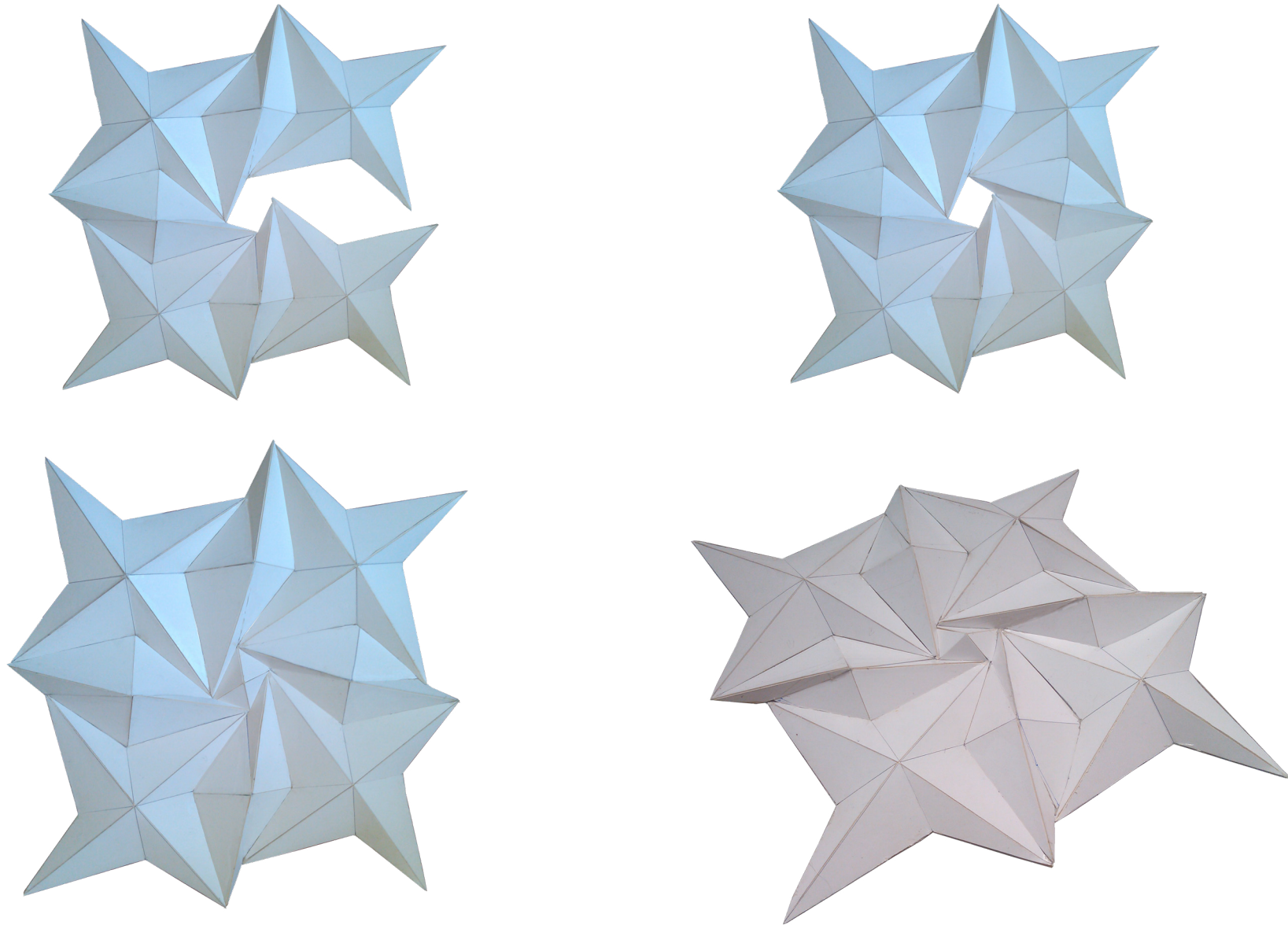


Figura 111: Creación prototipo.

3.10.6 ORGANIZACIÓN DE MÓDULOS.

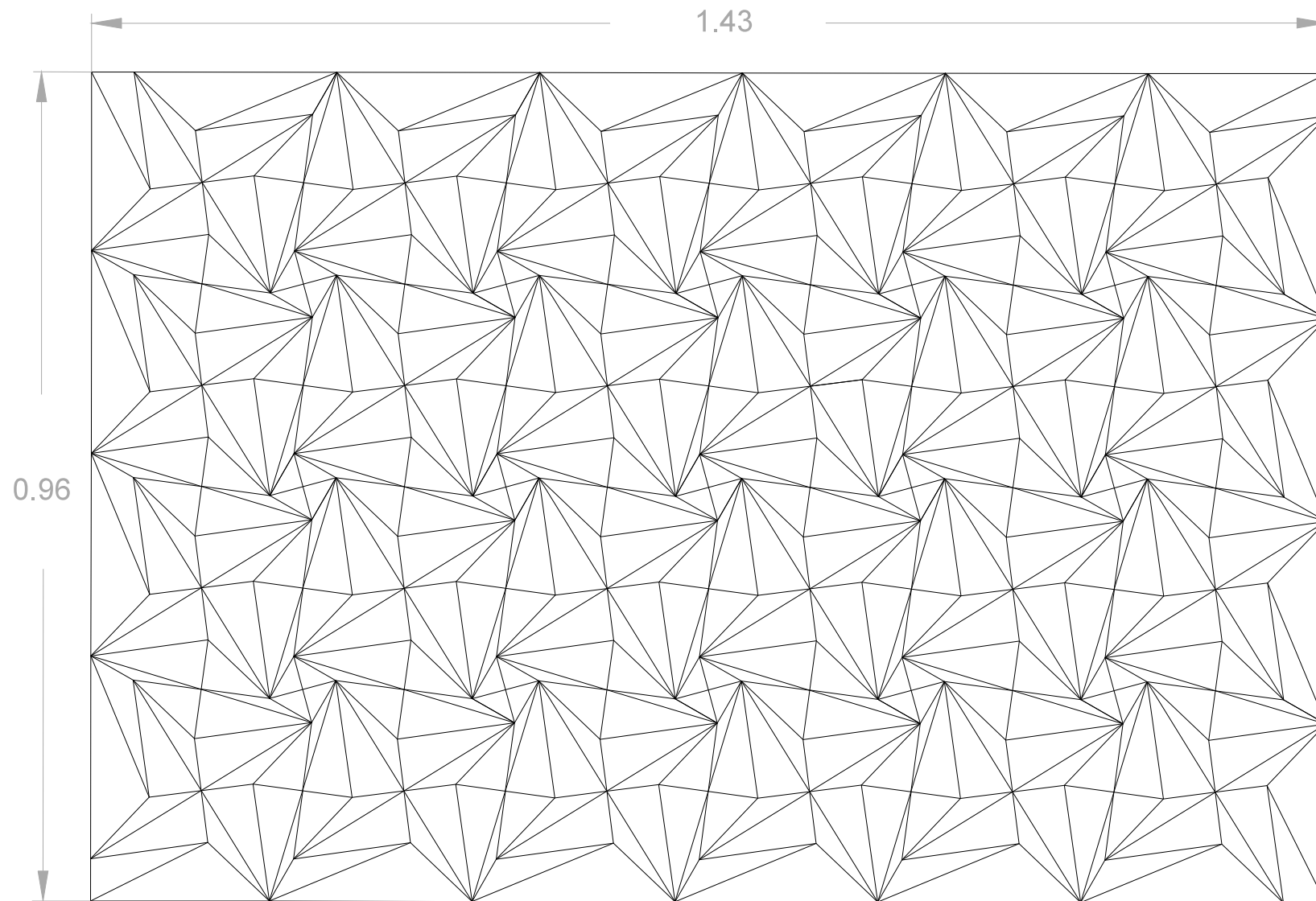


Figura 112: Organización de módulos.

3.10.7 RENDER DE MÓDULOS.

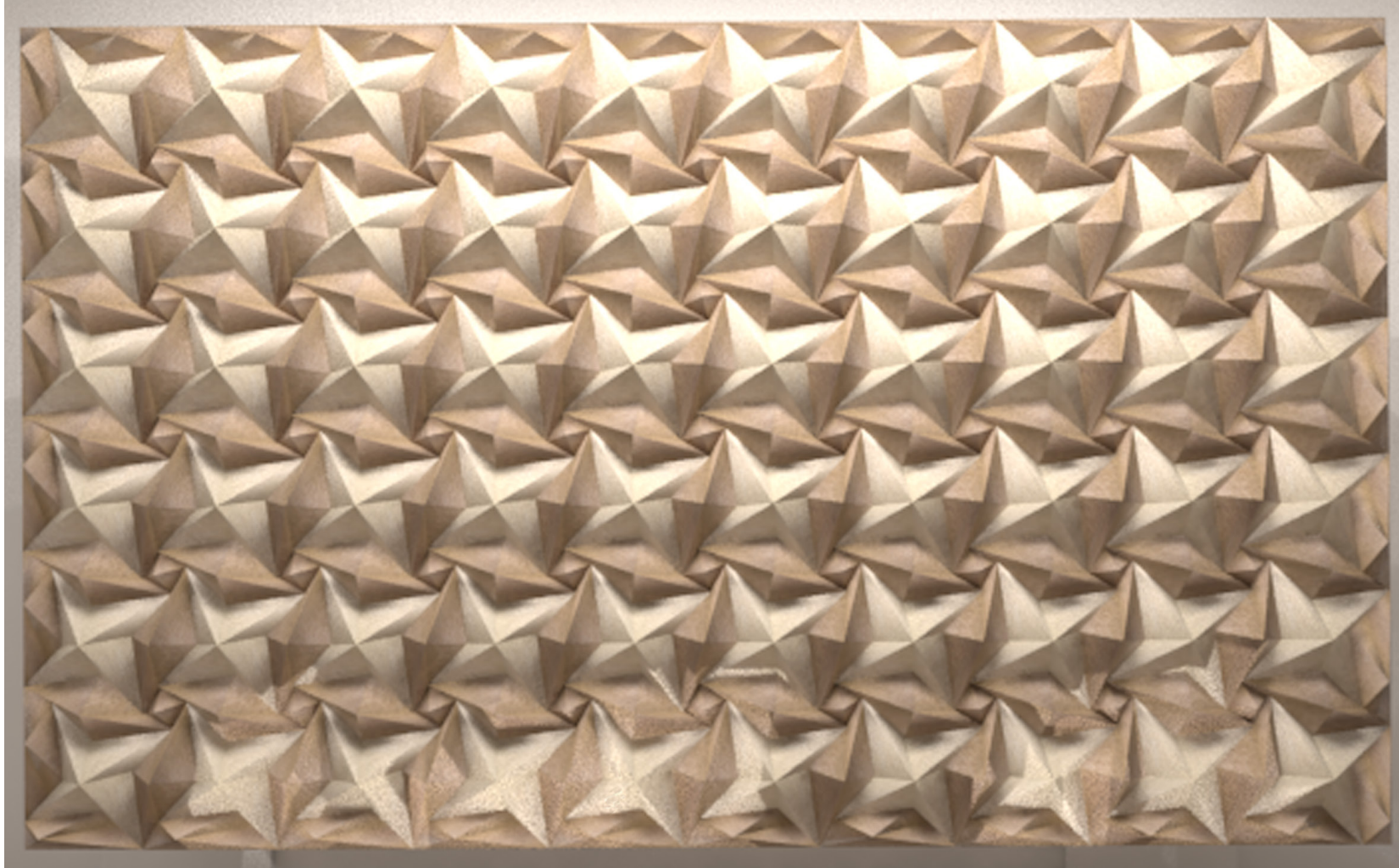
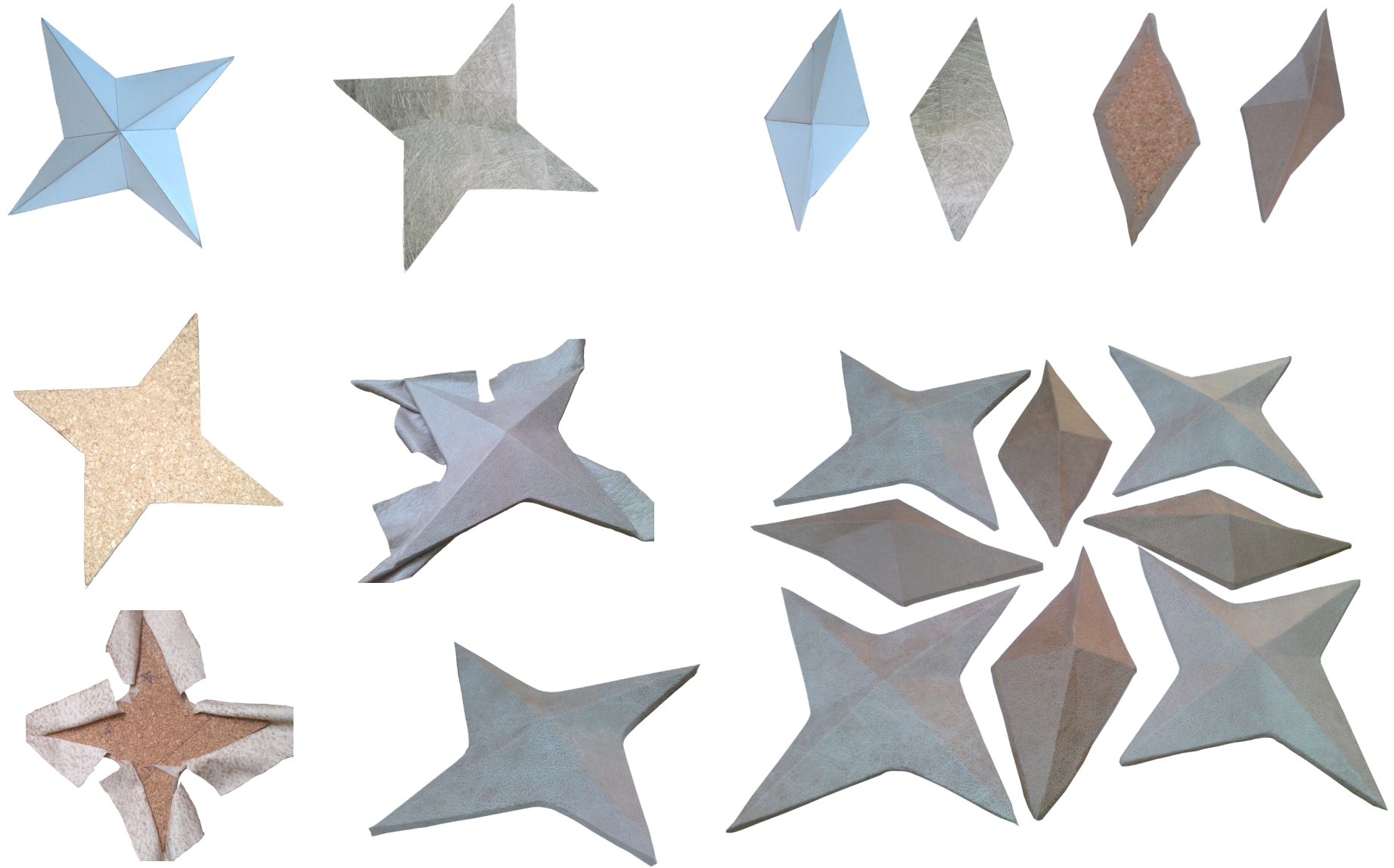


Figura 113: Render de módulos.

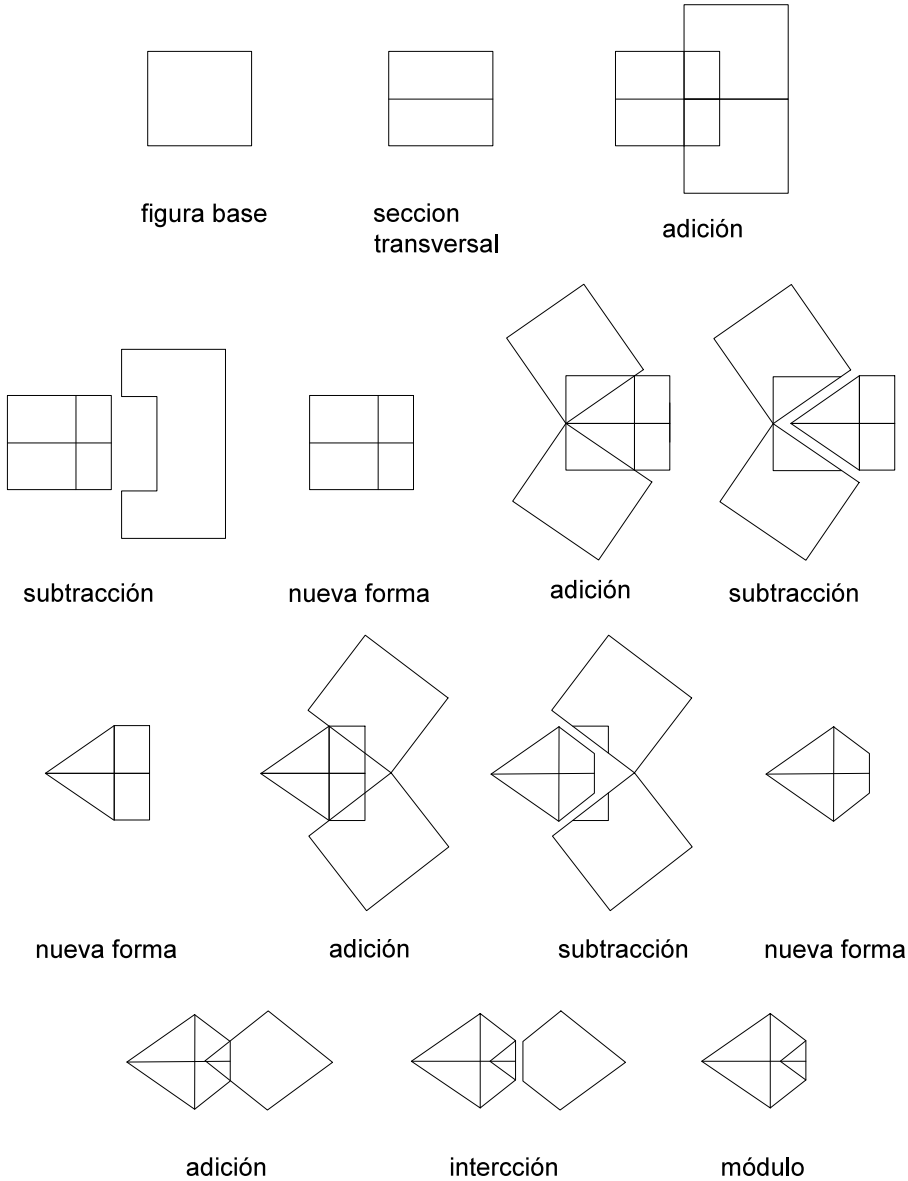
3.10.8 FABRICACIÓN DE PROTOTIPO.

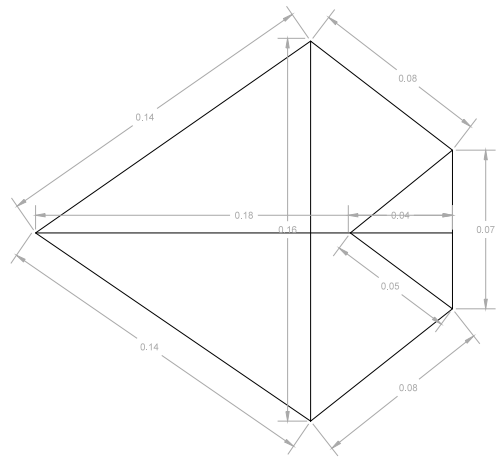


3.11 PANEL ACÚSTICO OSCADE02.



Figura 114: Fabricación prototipo.





3.11.1 SEGUNDO MÓDULO.

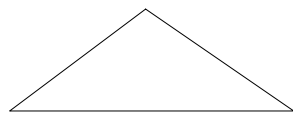
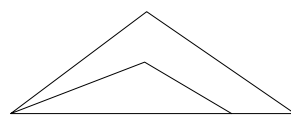
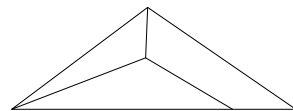


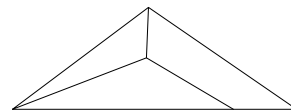
figura base



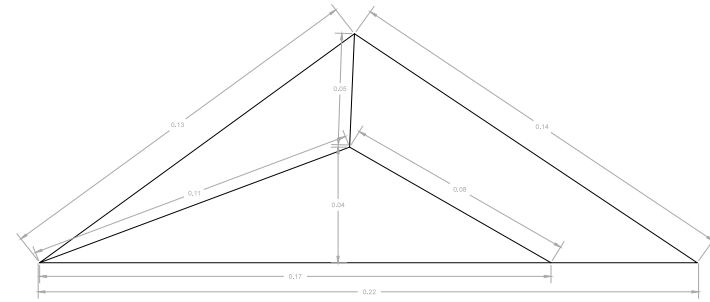
cambio de tamaño



extrusión



módulo



3.11.2 TERCER MÓDULO.

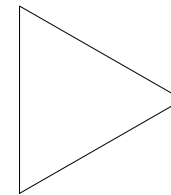
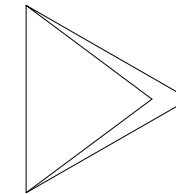
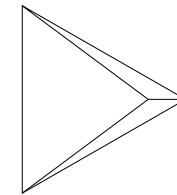


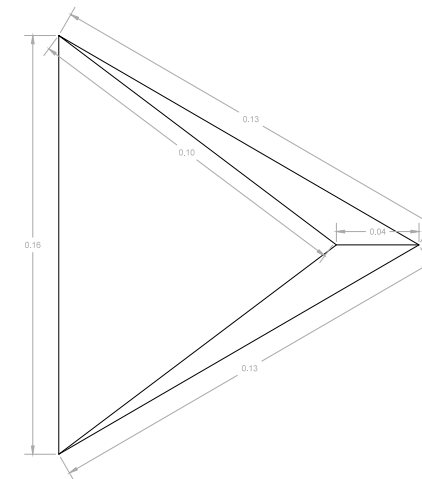
figura base



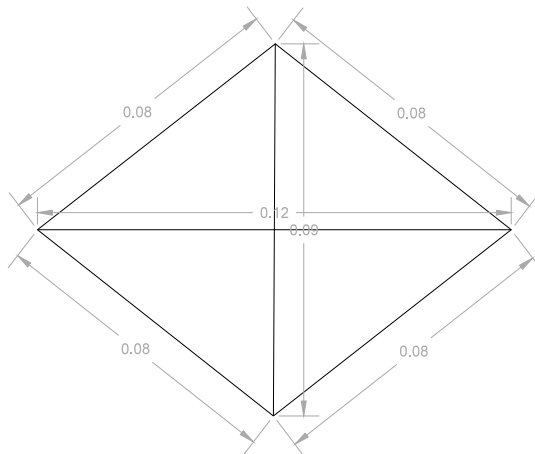
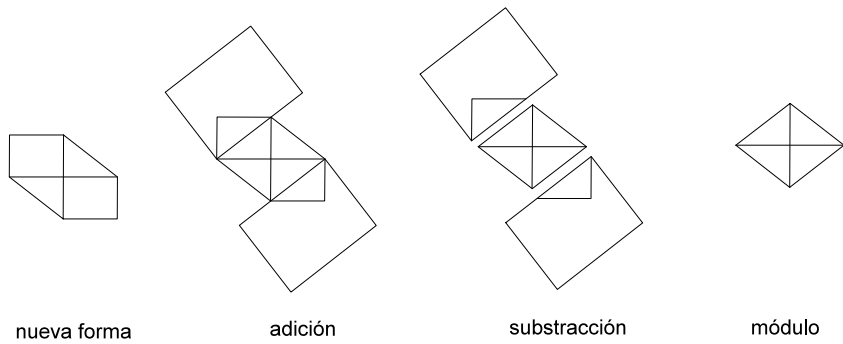
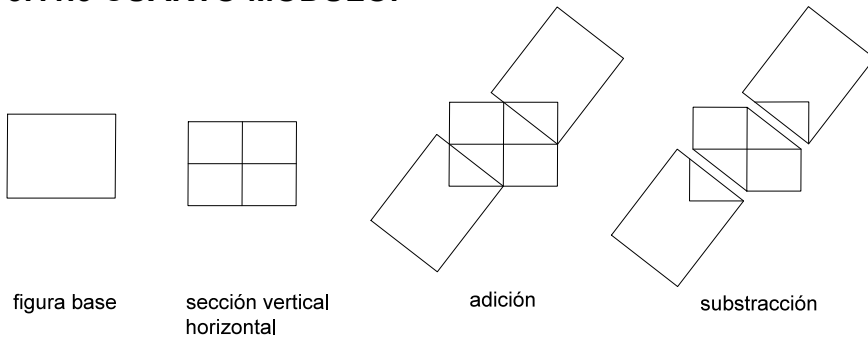
cambio de tamaño



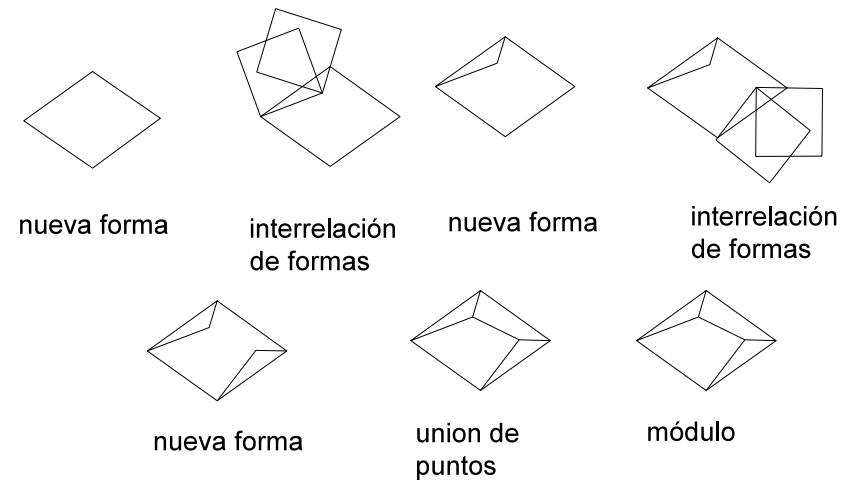
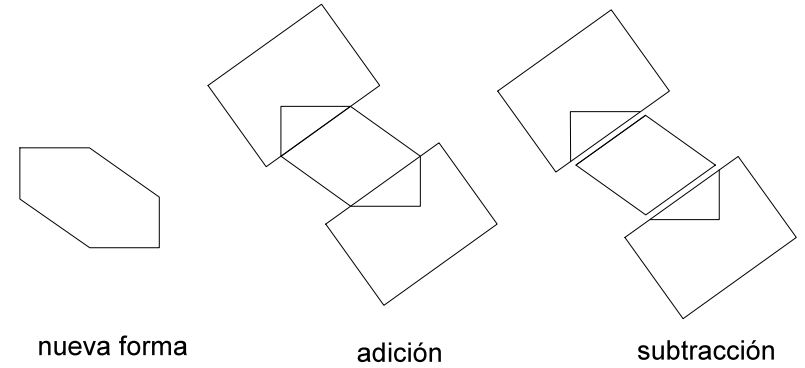
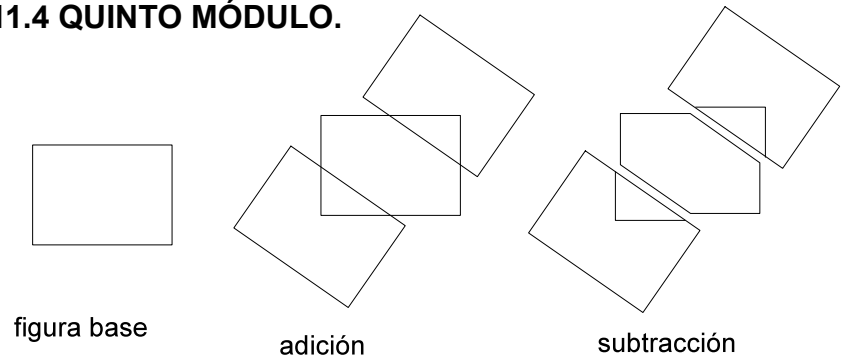
extrusión



3.11.3 CUARTO MÓDULO.



3.11.4 QUINTO MÓDULO.



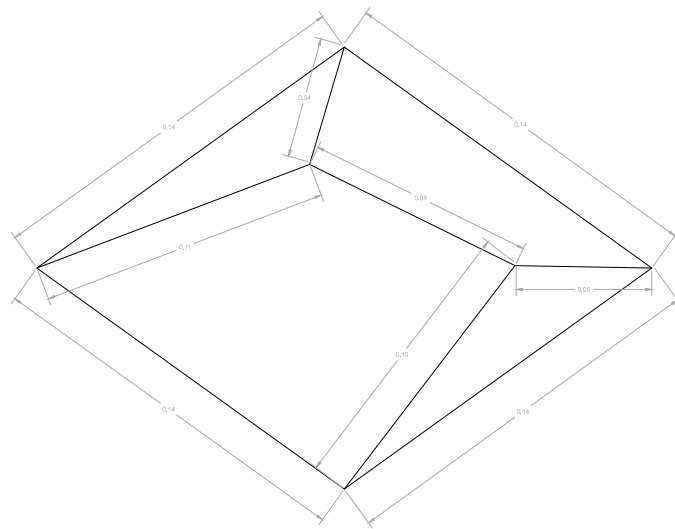


Figura 115: Elaboración panel acústico.

3.11.5 CREACIÓN DEL SÚPER MÓDULO.

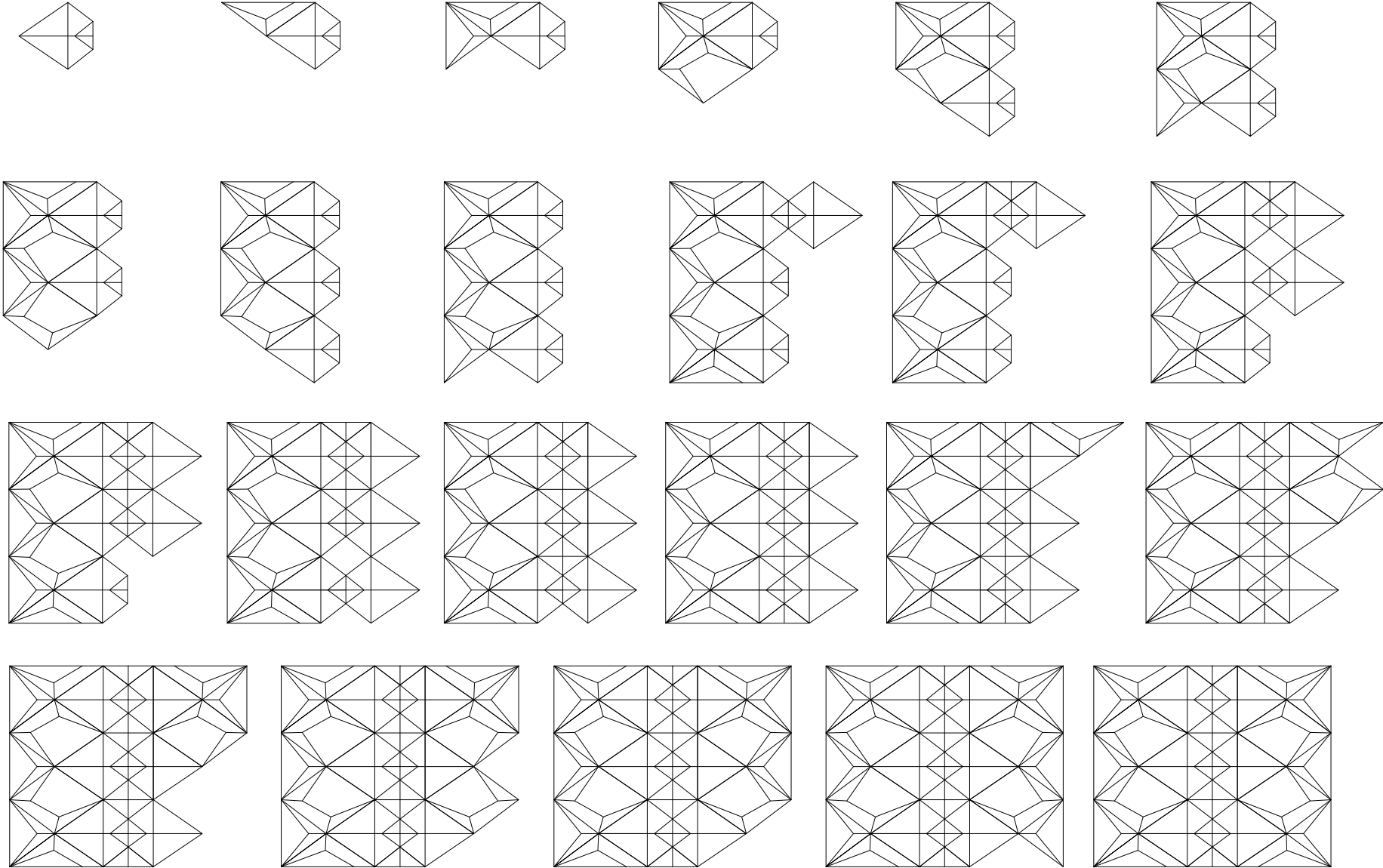


Figura 116: Creación súper módulo.

3.11.6 CREACIÓN DE PROTOTIPO.

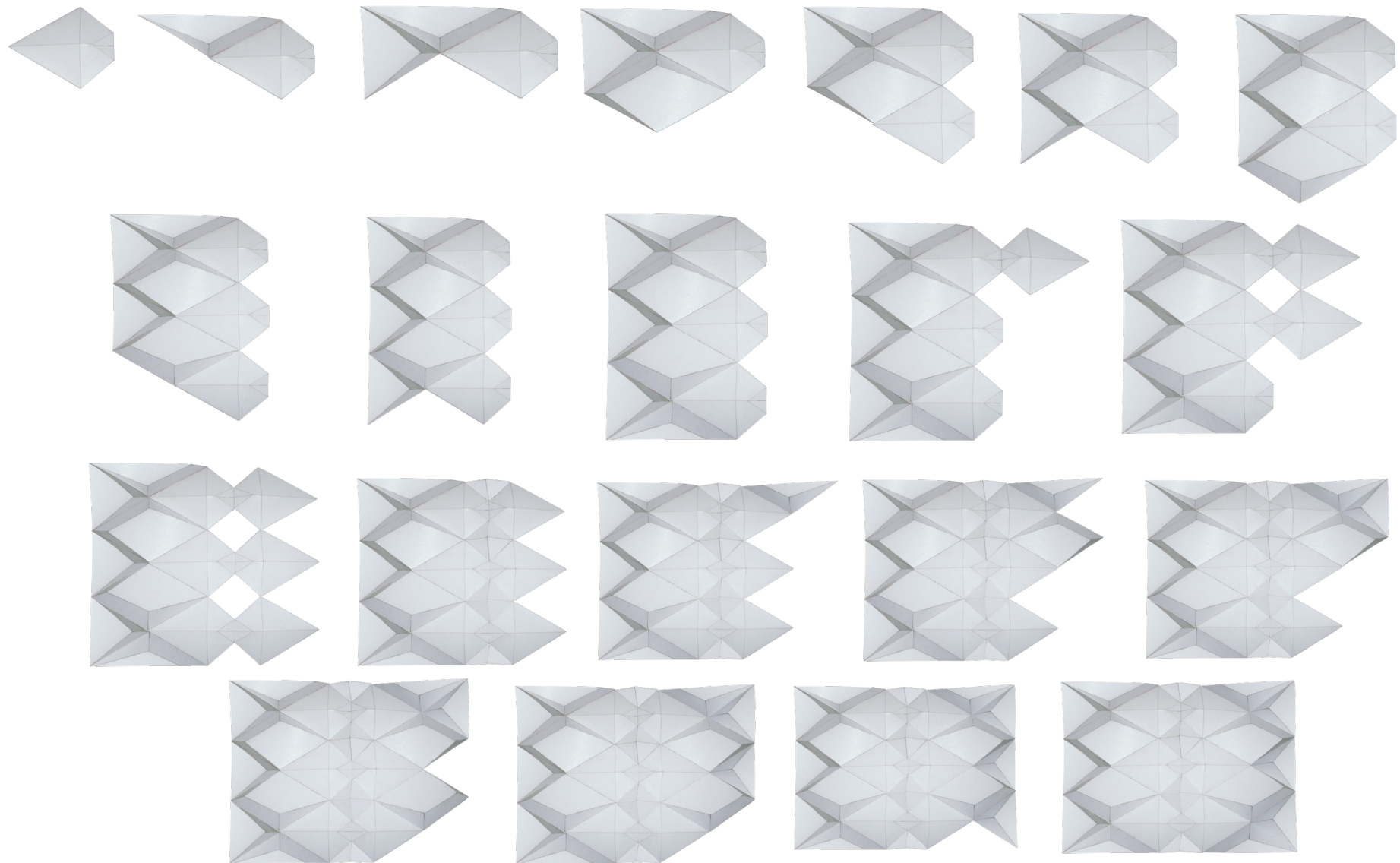


Figura 117: Creación prototipo.

3.11.7 ORGANIZACIÓN DE MÓDULOS.

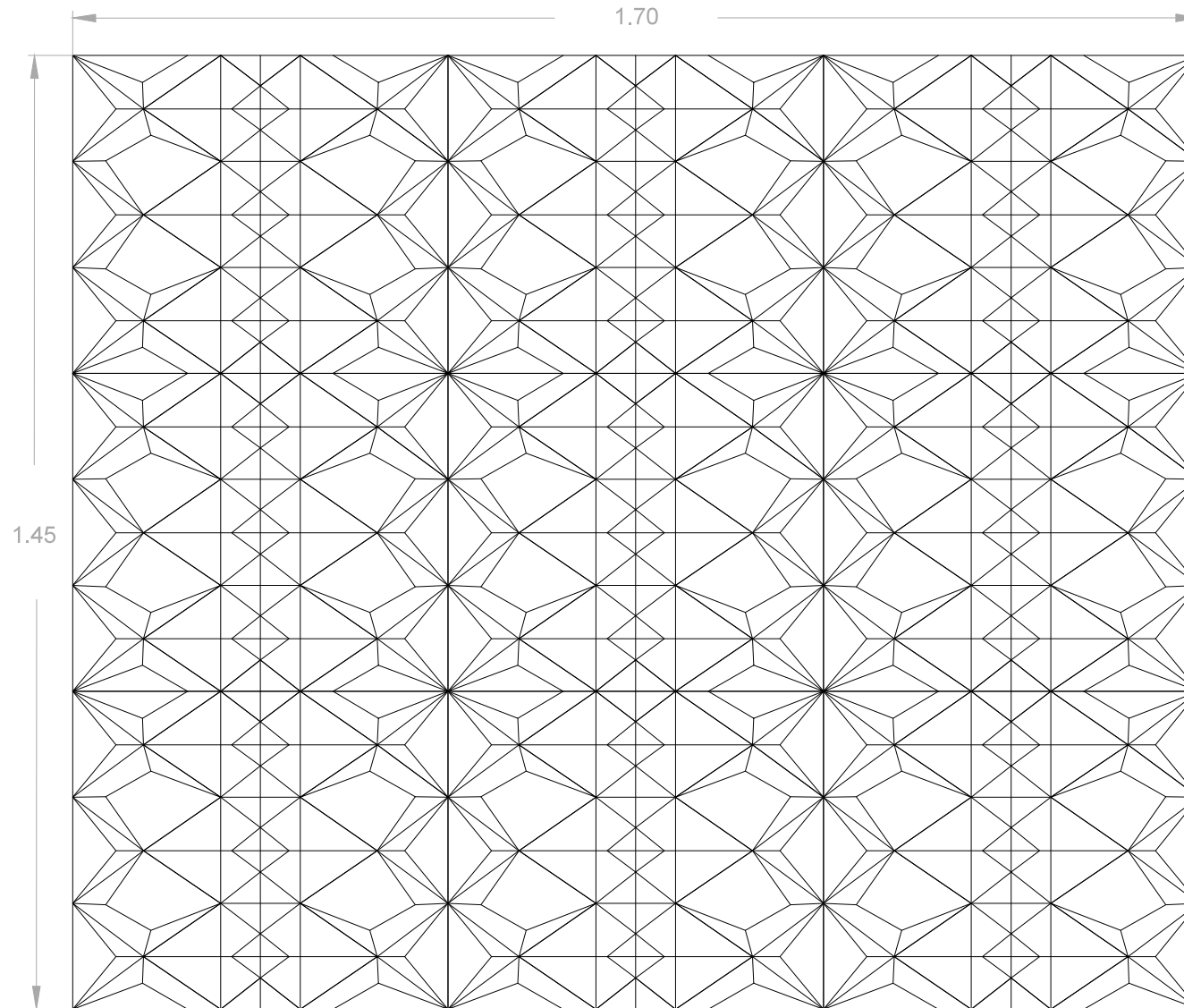


Figura 118: Organización de módulos.

3.11.8 RENDER DE MÓDULOS.

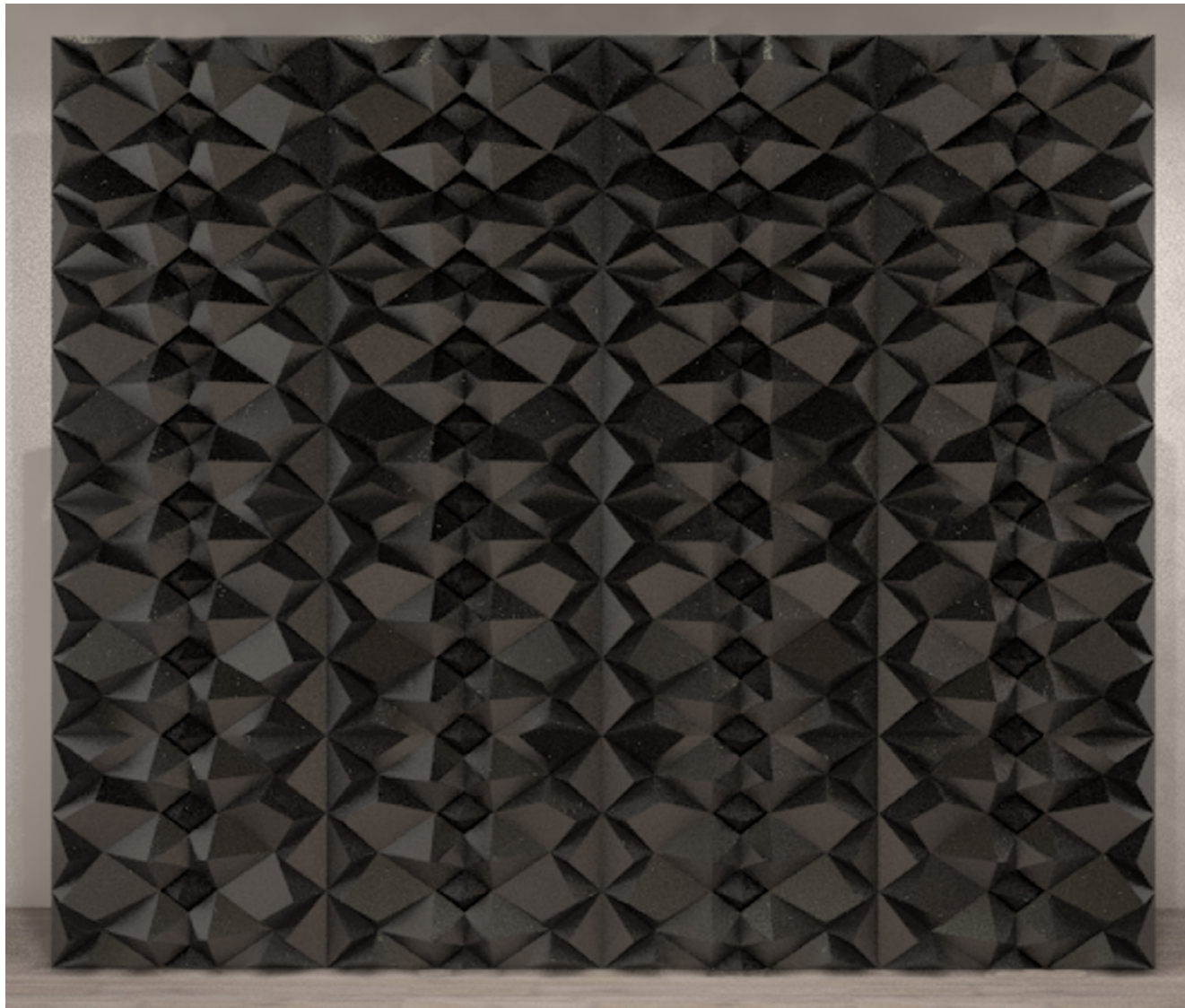


Figura 119: Render de módulos.

3.11.9 FABRICACIÓN DE PROTOTIPO

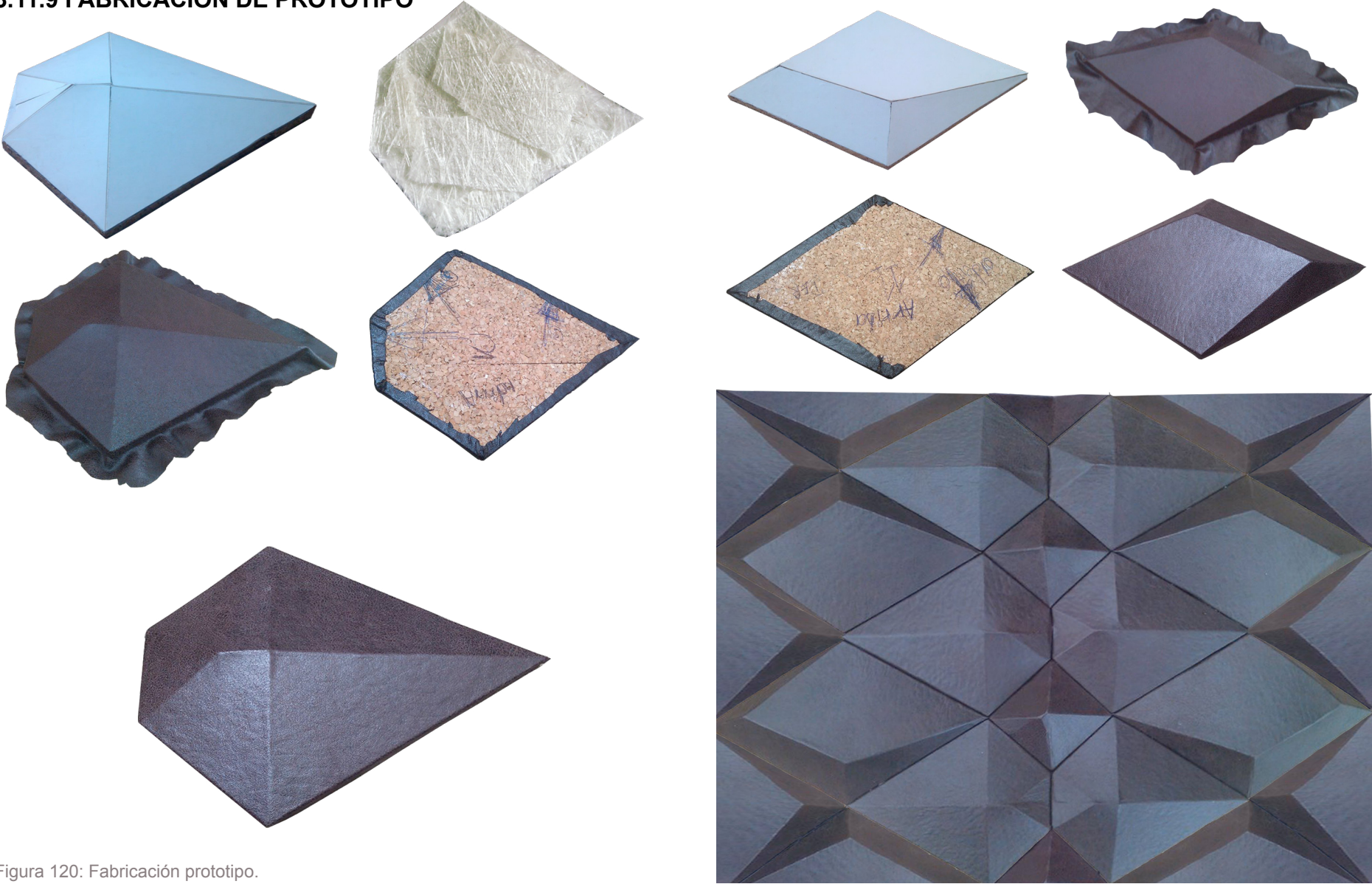


Figura 120: Fabricación prototipo.

3.12 PANEL ACÚSTICO OSCADE03

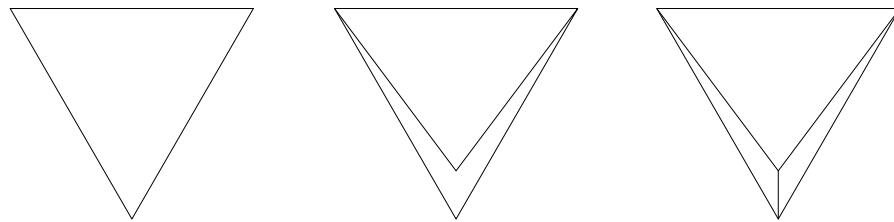
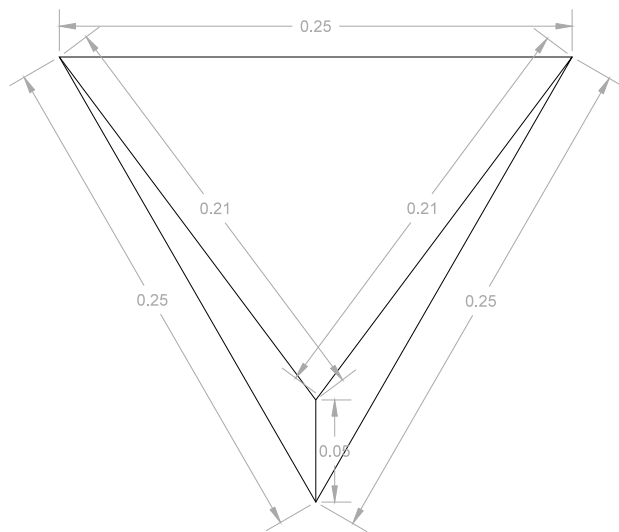


Figura base

Cambio de tamaño

Extrusión



3.12.1 MÓDULO DE REMATE

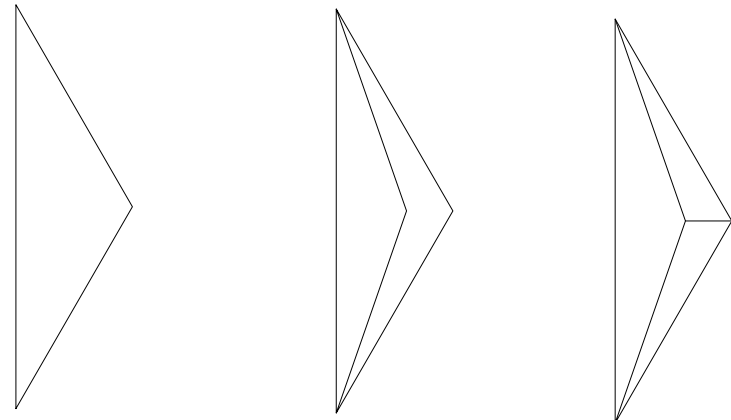
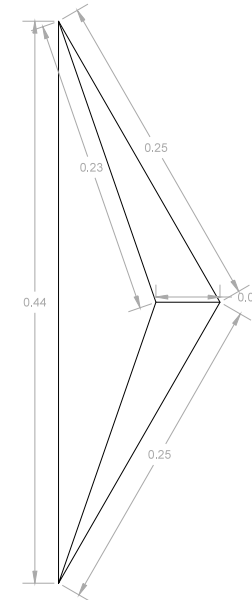


Figura base

Cambio de tamaño

Extrusión



3.12.2 CREACIÓN DE MÓDULO.

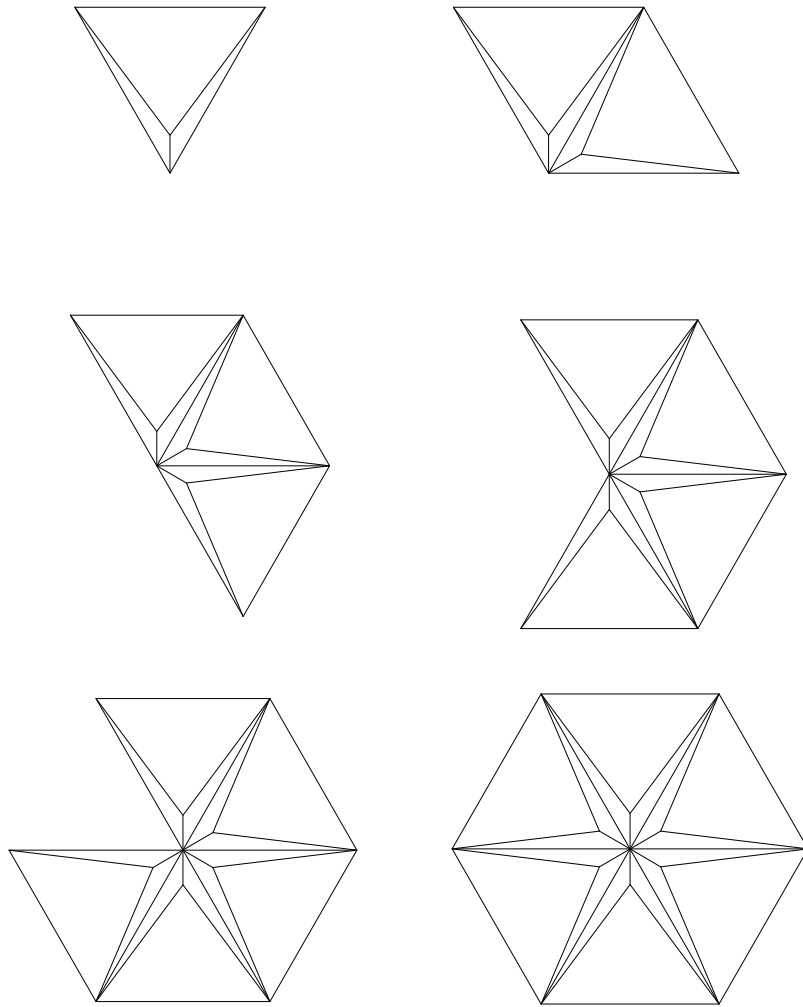


Figura 121: Elaboración panel acústico.

3.12.3 CREACIÓN DE PROTOTIPO.

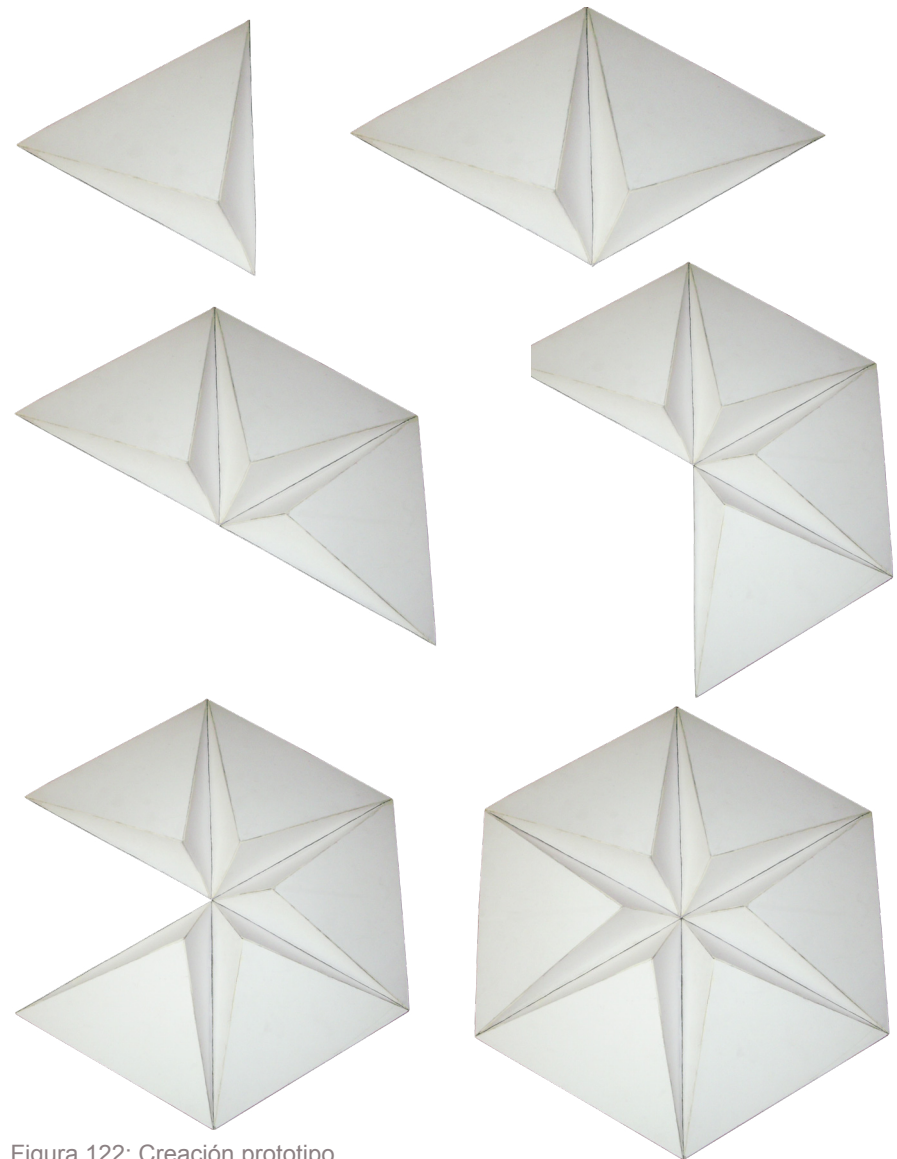


Figura 122: Creación prototipo.

3.12.4 ORGANIZACIÓN DE MÓDULOS.

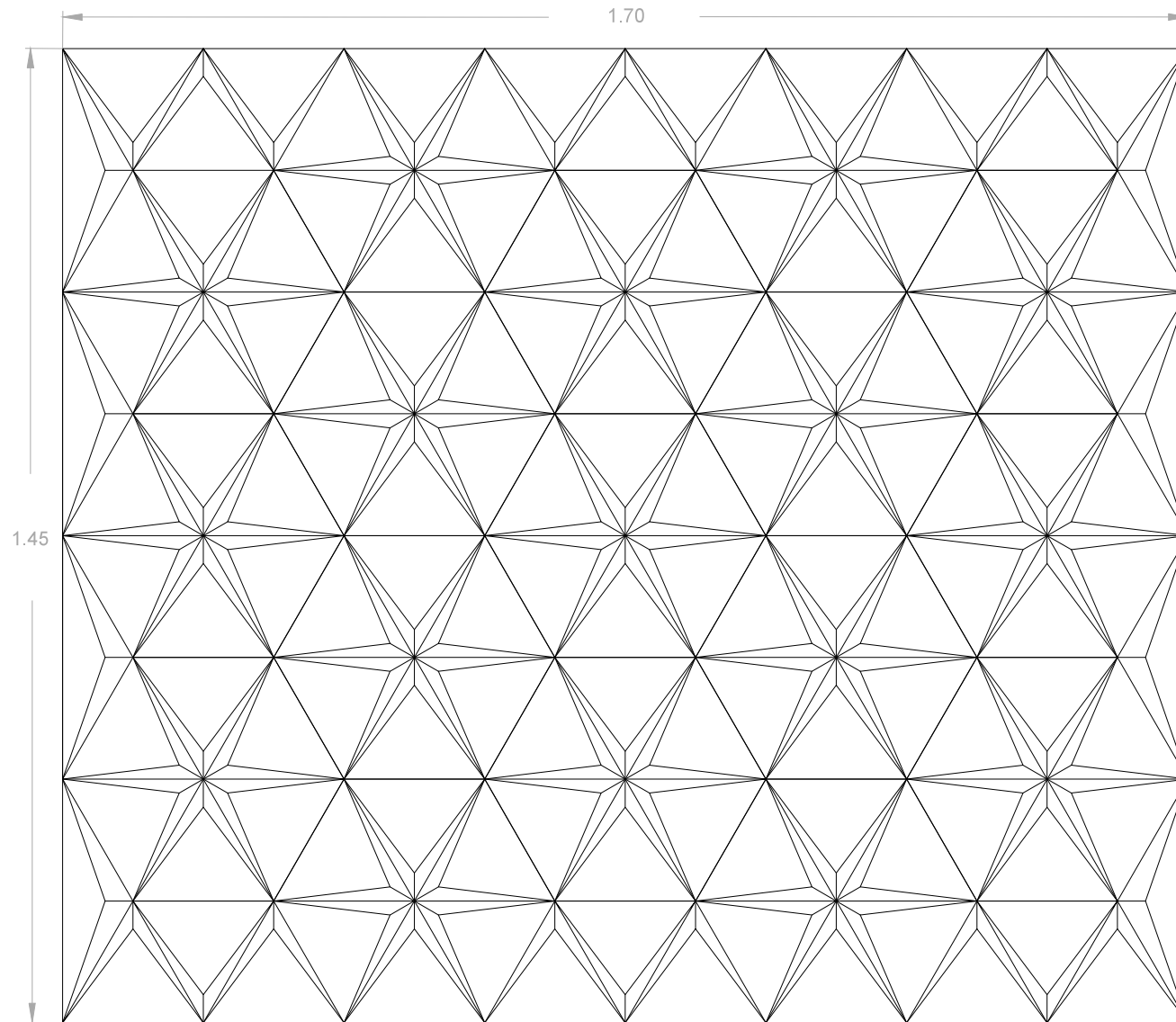


Figura 123: Organización de módulos.

3.12.5 RENDER DE PROTOTIPO.

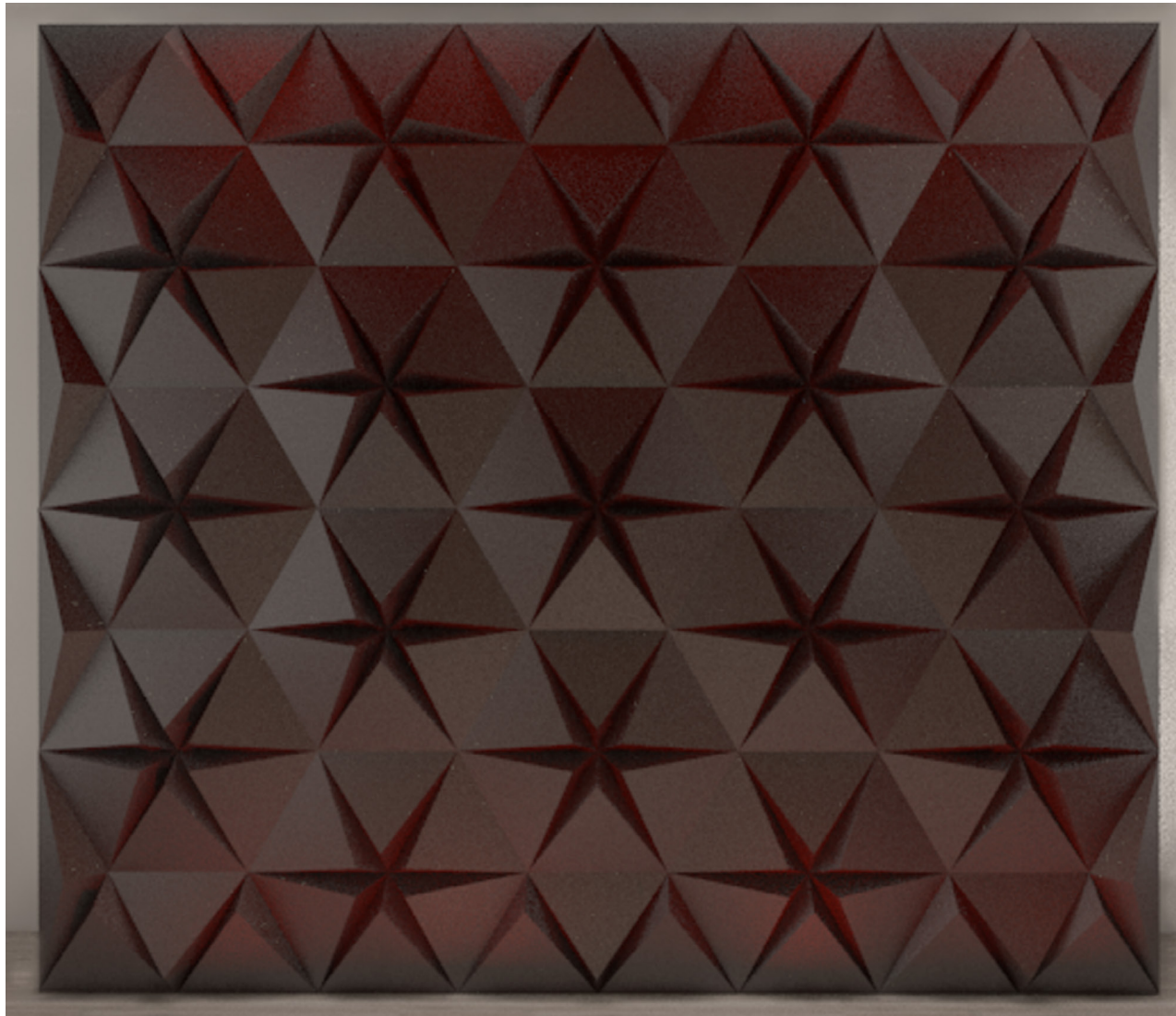


Figura 124: Render de módulos.

3.12.6 FABRICACIÓN DE PROTOTIPO.

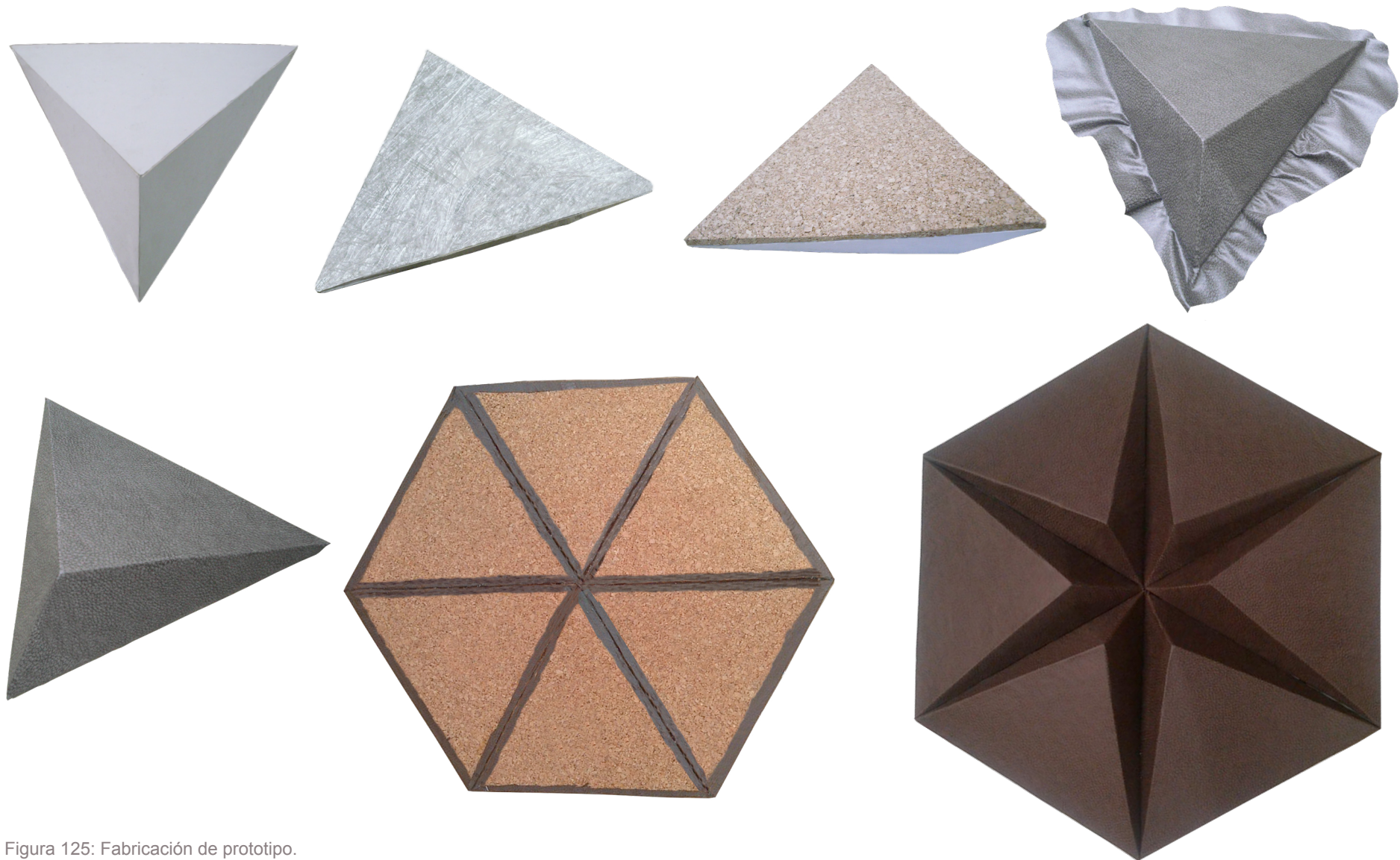


Figura 125: Fabricación de prototipo.

3.13 DETALLE CONSTRUCTIVO DE PROTOTIPOS.

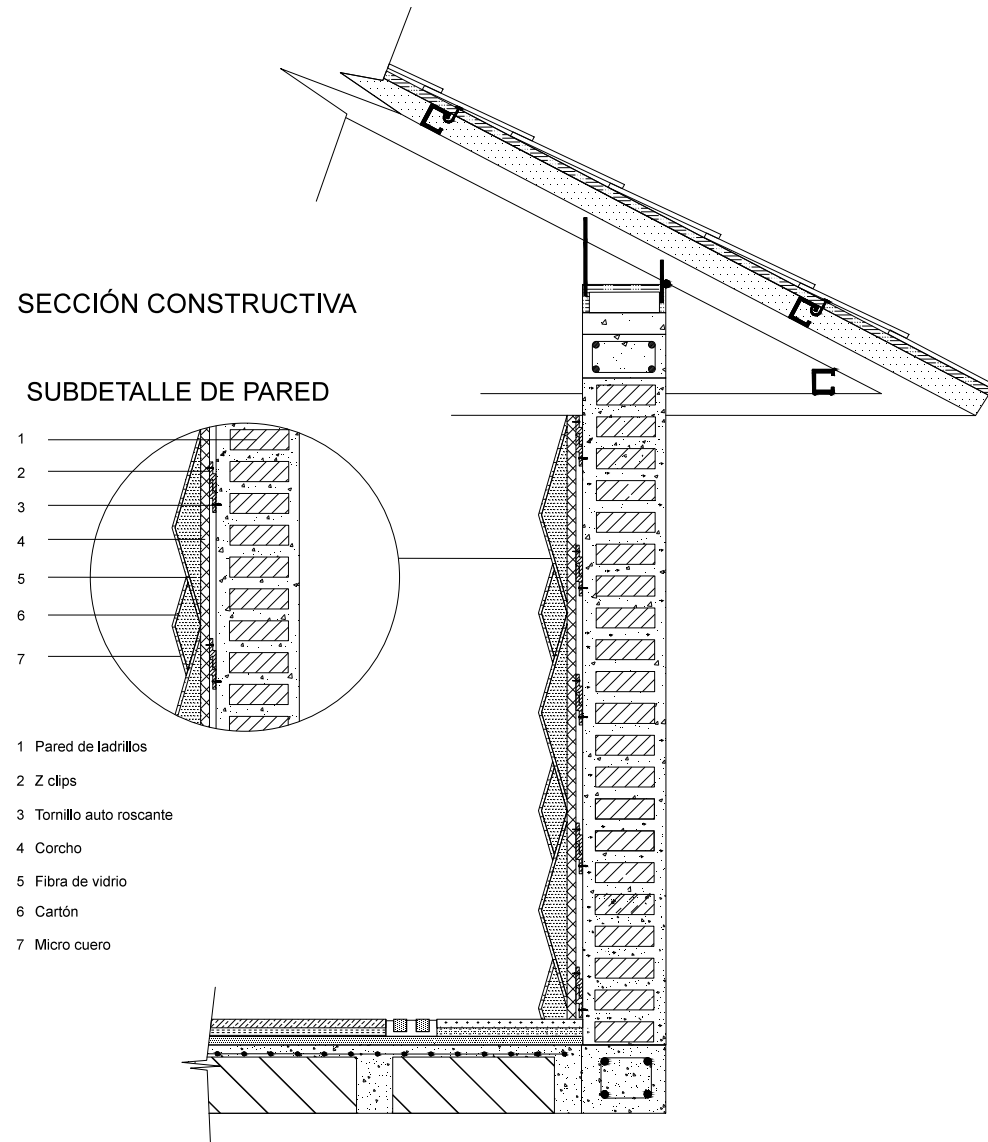


Figura 126: Detalle constructivo prototipo.

3.14 PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE AL PANEL OSCADE01

MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	P. TOTAL
Corcho	1m2	9.50	0.50	4.75
Lana de vidrio	4kg	10	0.30	0.75
Cartón	m2	3.90	0.65	2.53
Micro cuero	m2	12	0.68	7.16
Cemento de contacto	L	1	0.16	1

Subtotal	16.19
iva 14%	2.26
Diseño 30%	4.85
Herramientas 5%	0.80
Imprevistos 10%	1.61
Utilidades 15%	2.42
TOTAL	28.13

3.15 PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE AL PANEL OSCADE02

MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	P. TOTAL
Corcho	1m2	9.50	0.65	6.17
Lana de vidrio	4kg	10	0.42	1.05
Cartón	m2	3.90	0.85	3.31
Micro cuero	m2	12	0.96	11.52
Cemento de contacto	L	1	0.16	1

Subtotal	23.05
iva 14%	3.22
Diseño 30%	6.91
Herramientas 5%	1.15
Imprevistos 10%	2.30
Utilidades 15%	3.45
TOTAL	40.08

3.16 PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE AL PANEL OSCADE03

MATERIAL	UNIDAD	P. UNITARIO	CANTIDAD	P. TOTAL
Corcho	1m2	9.50	0.50	4.75
Lana de vidrio	4kg	10	0.58	1.45
Cartón	m2	3.90	0.73	2.84
Micro cuero	m2	12	0.75	9
Cemento de contacto	L	1	0.16	1

Subtotal	19.04
iva 14%	2.66
Diseño 30%	5.71
Herramientas 5%	0.95
Imprevistos 10%	1.90
Utilidades 15%	2.85
TOTAL	33.11

Tabla 29: Presupuesto de prototipo.

3.17 MEDICIÓN DE DECIBELIOS CON SONÓMETRO AL NUEVO PANEL ACÚSTICO.

Anteriormente la obtención de datos de las ondas sonoras que se realizo en el proceso de experimentación con la maqueta de mdf, se pudo comprobar que la solución constructiva dio resultados positivos. Ahora se volverán a tomar los datos de las ondas sonoras utilizando este nuevo panel acústico, como aislante y comparar los resultados.

En este nuevo proceso de experimentación la toma de datos se realizo de dos formas.

La primera al igual que el procesos anterior con una fuente de ruido exterior, con un parlante de 15 pulgadas marca NPI con 30000 watts de salida, la cual sirve para controlar los niveles de aislamiento acústico.

El segundo proceso de experimentación, se realizo de forma interior, es decir esta vez la fuente emisora de ruido se encuentra en el interior de la maqueta, este proceso ayudara a controlar el acondicionamiento acústico dentro de la sala, ayudando a bajar los niveles de eco y reverberación.

Este proceso se repetirá con todos los prototipos al final se podrá comparar cual de estos tienen mayor capacidad de aislamiento y acondicionamiento acústico.

3.18 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EXTERIOR DE PANEL OSCADE01

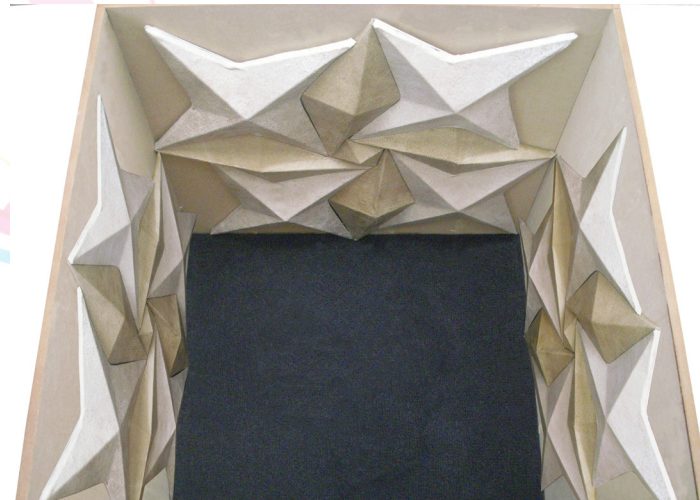


Figura 127: Medición de prototipo.



Figura 128: Decibelios de prototipo.

3.19 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EXTERIOR DE PANEL OSCADE02

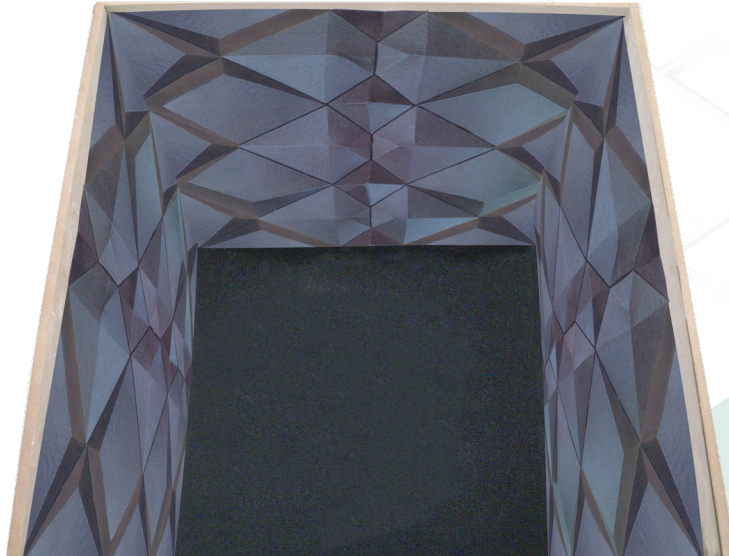


Figura 129: Medición de prototipo.

3.20 MEDICIÓN DE DECIBELIOS EXTERIOR DE PANEL OSCADE03

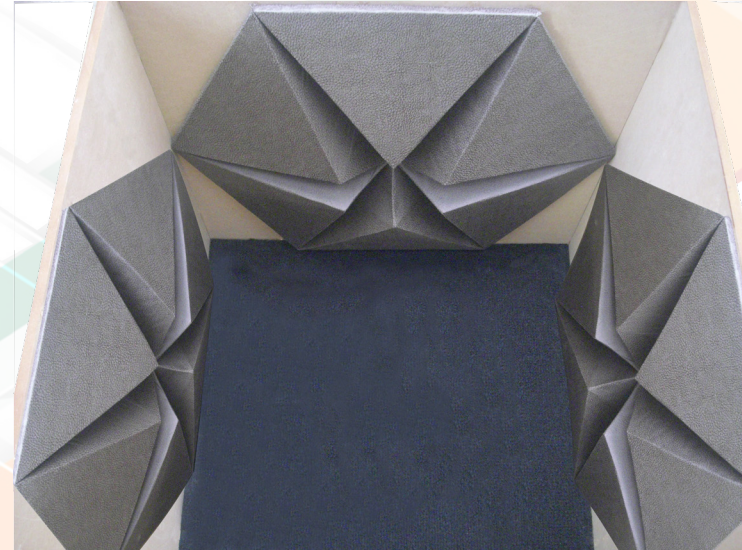


Figura 131: Medición de prototipo.



Figura 130: Decibelios de prototipo.



Figura 132 Decibelios de prototipo.

3.21 TABLA DE RESULTADOS DE MEDICIÓN DE DECIBELIOS CON FUENTE DE RUIDO EXTERIOR.

Fuentes de ruido	Sin aislamiento acústico	Primer proceso de aislamiento acústico	Panel acústico oscade01	Panel acústico oscade02	Panel acústico oscade03
Silencio total	54.5	49.7	44.9	45.8	41.0
Conversación normal	62.7	59.0	56.6	55.4	54.5
Trafico de ciudad	79.0	73.7	69.3	68.8	66.5
Motocicleta ruidosa	89.3	87.5	79.8	78.0	70.9
Concierto de rock	99.2	95.0	86.5	82.8	80.9
Despegue de avión	121.3	112.3	103.0	102.6	101.4

Tabla 30: Cuadro de resultados de decibelios.

3.22 CONCLUSIONES.

Los resultados de este proceso de experimentación, revela que los 3 prototipos cumplen a cabalidad la función para la cual fueron diseñados, los niveles de contaminación se redujeron considerablemente en relación con el primer proceso de aislamiento acústico.

Es notorio también que entre los prototipos existen mayor aislamiento entre uno y otro, esto depende mucho de la cantidad de picos aristas y bordes que tengan cada panel .

La medición se realizó en un entorno controlado, donde no existía otra clase más de fuente sonora que la del parlante, para generar las lecturas correspondientes, es por eso que se pueden comparar una con otra sin ningún problema o variante haciendo que los resultados sean verídicos y exactos.

UCUENCA

3.23 MEDICIÓN DE DECIBELIOS DESDE EL INTERIOR.

En esta ocasión la fuente emisora de sonido se encuentra al interior de la maqueta, al igual que el proceso anterior se emittieron los mismos sonidos, en el mismo lapso de tiempo, se tomo la nota mas alta que registro el sonómetro. El proceso se realizo al inicio sin ninguna clase de aislamiento y luego el primer proceso de aislamiento con la doble pared fibra de vidrio y laminas de corcho, para finalmente comparar con las lecturas de las nuevas propuestas de paneles acústicos con los siguientes resultados.

Estas lecturas brindan la obtención de datos de absorción tanto de ecos, reverberación y modos resonantes de las ondas sonoras para el confort acústico interior de la vivienda.



Figura 133: Medición decibelios interior.

3.24 MEDICIÓN DE DECIBELIOS INTERIOR DE PRIMER PROCESO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO.

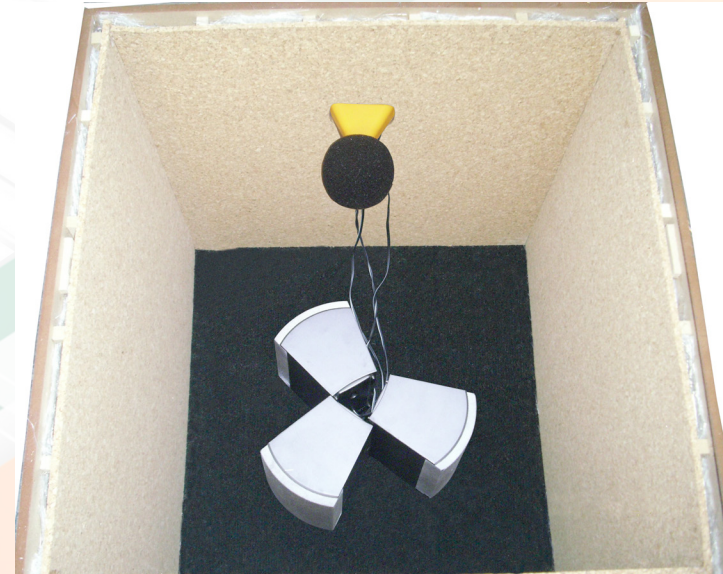


Figura 134: Medición primer proceso acústico.



Figura 135: Decibelios de primer proceso acústico.

3.25 MEDICIÓN DE DECIBELIOS INTERIOR DE PANEL ACÚSTICO OSCADE01

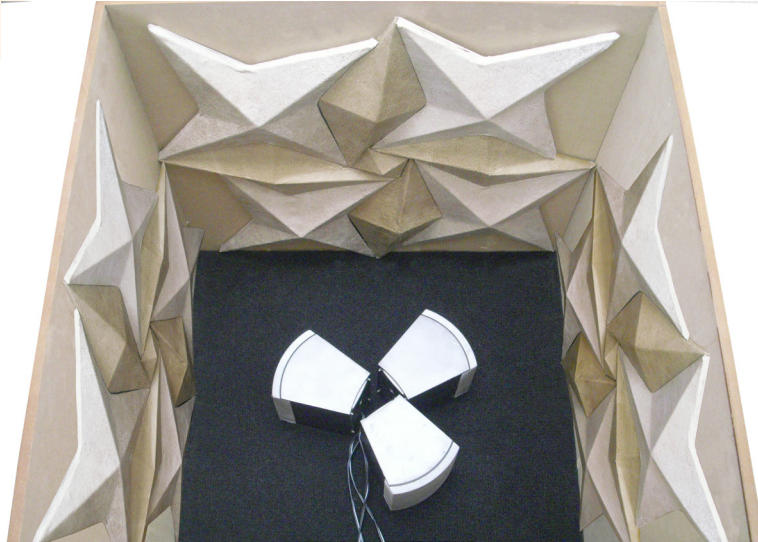


Figura 136: Medición decibelios interior.



Figura 137: Decibelios de interior.

3.26 MEDICIÓN DE DECIBELIOS INTERIOR DE PANEL ACÚSTICO OSCADE02

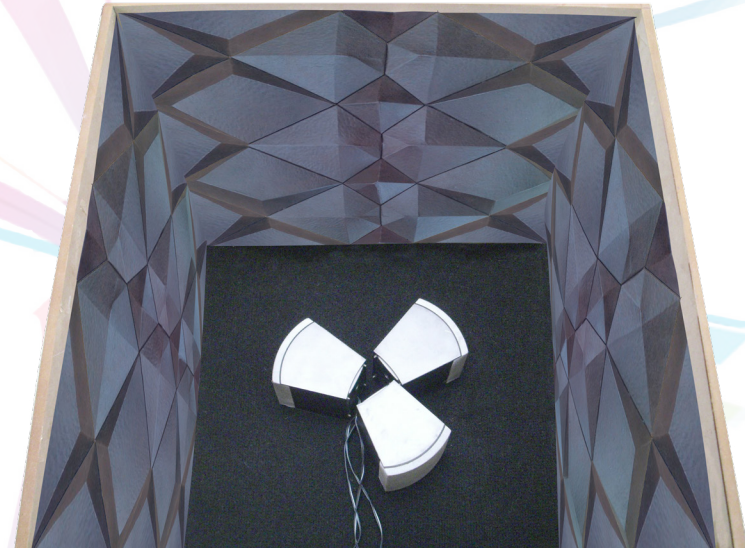


Figura 138: Medición decibelios interior.



Figura 139: Decibelios de interior.

3.27 MEDICIÓN DE DECIBELIOS INTERIOR DE PANEL ACÚSTICO OSCADE03

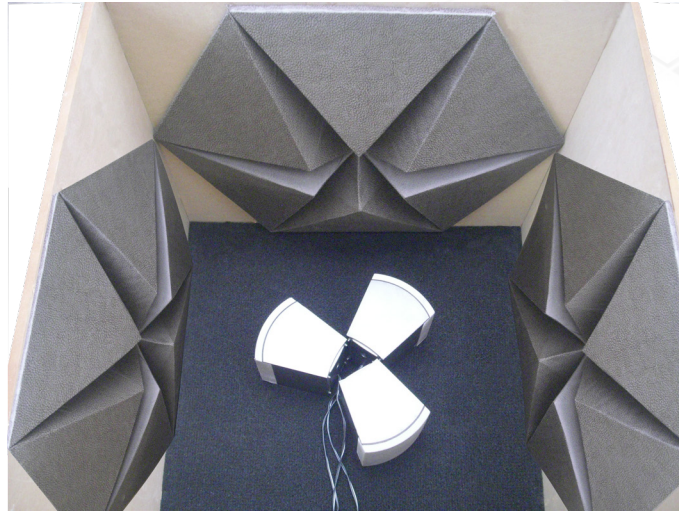


Figura 140: Medición decibelios interior.



Figura 141: Decibelios de interior.

3.28 TABLA DE RESULTADOS DE MEDICIÓN DE DECIBELIOS CON FUENTE DE RUIDO INTERIOR.

Fuentes de ruido	Sin aislamiento acústico	Primer proceso de aislamiento acústico	Panel acústico oscade01	Panel acústico oscade02	Panel acústico oscade03
Silencio total	49.7	47.9	45.4	44.9	44.4
Conversación normal	66.9	62.1	59.3	57.0	55.2
Trafico de ciudad	78.0	72.6	69.0	67.6	64.8
Motocicleta ruidosa	89.3	84.7	80.9	78.5	73.9
Concierto de rock	99.8	89.2	87.7	82.8	78.0
Despegue de avión	124.1	113.8	105.2	103.9	102.2

3.29 CONCLUSIONES.

Tabla 31: Cuadro de resultados decibelios.

Este ultimo proceso de investigación, dio como resultado un promedio del 20% de decibelios por debajo de las primeras lecturas sin aislamiento acústico.

En cuanto al primer proceso de aislamiento acústico, es funcional y reduce hasta un 9% los niveles de contaminación acústica, pero en cuanto a su construcción conlleva varios factores negativos, como la reducción de espacio, su acabado interior no es tan estético y es propenso a roturas.

Por otro lado los nuevos paneles acústicos resultaron ser altamente eficientes y cumplen a cabalidad su función, de entre los tres el que más sobre sale por su capacidad de aislamiento y acondicionamiento es el panel OSCADE003, es el que mejores resultados entrego esto debido a su mayor volumen y mayor extrusión de sus caras.

En cuanto a la materialidad de estos paneles acústicos, por la parte posterior se encuentra el corcho, el cual es el encargado de no dejar entrar la contaminación acústica proveniente de la calle del exterior de la vivienda, en conjunto con la lana de vidrio forman una barrera para las ondas de presión sonora actuando como aislante acústico.

Por la parte frontal del panel se encuentran los picos en forma piramidal a diferentes niveles de extrusión, los cuales absorben las reflexiones evitando ecos y reverberación dentro del espacio interior, llegando a un acondicionamiento acústico optimo para el confort de las personas.

3.30 CÁLCULO DE FORMULA SABINE CON EL NUEVO PANEL ACÚSTICO.

A los datos obtenidos anteriormente de cada espacio interior de la vivienda, con la formula Sabine, se van incorporar los materiales que conforman el nuevo panel acústico, y así saber cuantos paneles se necesitan para llegar a los niveles recomendados de reverberación y aislamiento acústico optimo.

3.30.1 DATOS DE SALA COMEDOR COCINA:

Anteriormente fue de:

Rt500Hz= R// 3.83 segundos

Superficies	m2	Material	C. Absorción
Paredes	31.43	Ladrillo enlucido	0.02
Pared	16.05	Madera	0.06
Pared	9.55	Piedra	0.03
Puertas	7.34	Madera	0.06
Pisos	64.26	Piso cerámica	0.01
Vidrio	9.46	Vidrio	0.02
Cielo raso	64.26	Gypsum	0.05
Panel oscade01	3	Corcho	0.045
Panel oscade01	6	Fibra de vidrio	0.81
Panel oscade01	6.80	Cartón	0.10
Panel oscade01	7.50	Micro cuero	0.55

Tabla 32: Coeficiente de absorción de materiales.

$$Rt500hz = \frac{0.161 \times 150.65}{(31.43 \times 0.02) + (16.05 \times 0.06) + (9.55 \times 0.03) + (7.34 \times 0.06) + (64.26 \times 0.01) + (9.46 \times 0.02) + (64.26 \times 0.05) + (3 \times 0.045) + (6 \times 0.81) + (6.80 \times 0.10) + (7.50 \times 0.55)}$$

$$Rt500Hz = \frac{24.25}{16.12}$$

Rt500Hz= R// 1.5 segundos

Lo recomendado es 1.4 segundos.

6 Paneles fueron usados para esta formula.

3.30.2 PROPUESTA DE PANEL OSCADE01.



Figura 142: Rende propuesta.

3.31 DATOS DE DORMITORIO MÁSTER.

Superficies	m2	Material	C. Absorción
Paredes	31.84	Ladrillo enlucido	0.02
Puertas	7.51	Madera	0.06
Pisos	22.70	Piso cerámica	0.01
Ventanas	5.45	Vidrio	0.02
Techo	22.70	Gypsum	0.05
Panel oscade02	2.44	Corcho	0.045
Panel oscade02	4.89	Fibra de vidrio	0.81
Panel oscade02	2.75	Cartón	0.10
Panel oscade02	2.80	Micro cuero	0.55

Tabla 33: Coeficiente de absorción de materiales.

$$R_{t500hz} = \frac{0.161 \times 56.75}{(31.84 \times 0.02) + (7.51 \times 0.06) + (22.70 \times 0.04) + (5.45 \times 0.02) + (22.70 \times 0.05) + (2.44 \times 0.045) + (4.89 \times 0.81) + (2.75 \times 0.10) + (2.80 \times 0.55)}$$

$$R_{t500Hz} = \frac{9.13}{9.08}$$

R_{t500Hz} = R// 1.00 segundos

Lo recomendado es 0.9 segundos

Para esta formula se usaron 9 paneles

3.31.1 PROPUESTA DE PANEL OSCADE02



Figura 143: Rende propuesta.

3.32 DATOS DE SALA DE TELEVISIÓN Y BAR

Anteriormente 3.65

Media frecuencia 500Hz

Superficies	m2	Material	C. Absorción
Paredes	33.77	Ladrillo enlucido	0.02
Puerta pared	12.24	Madera	0.06
Pisos	33.69	Piso cerámica	0.01
Ventanas	15.33	Vidrio	0.02
Techo	33.69	Gypsum	0.05
Panel oscade02	2.46	Corcho	0.045
Panel oscade02	4.95	Fibra de vidrio	0.81
Panel oscade02	2.80	Cartón	0.10
Panel oscade02	2.95	micro cuero	0.55

Tabla 34: Coeficiente de absorción de materiales.

$$Rt_{500Hz} = \frac{0.161 \times 84.22}{(33.77 \times 0.02) + (12.24 \times 0.06) + (33.69 \times 0.01) + (15.35 \times 0.02) + (33.69 \times 0.05) + (2.46 \times 0.045) + (4.95 \times 0.81) + (2.80 \times 0.10) + (2.95 \times 0.55)}$$

$$Rt_{500Hz} = \frac{13.55}{9.72}$$

$$Rt_{500Hz} = R // 1.39 \text{ segundos}$$

Lo recomendado es 1.4 segundos

17 paneles fueron necesarios para esta formula.

3.32.1 PROPUESTA DE PANEL OSCADE03



Figura 144: Rende propuesta.

3.32.2 PROPUESTA DE PANEL OSCADE03

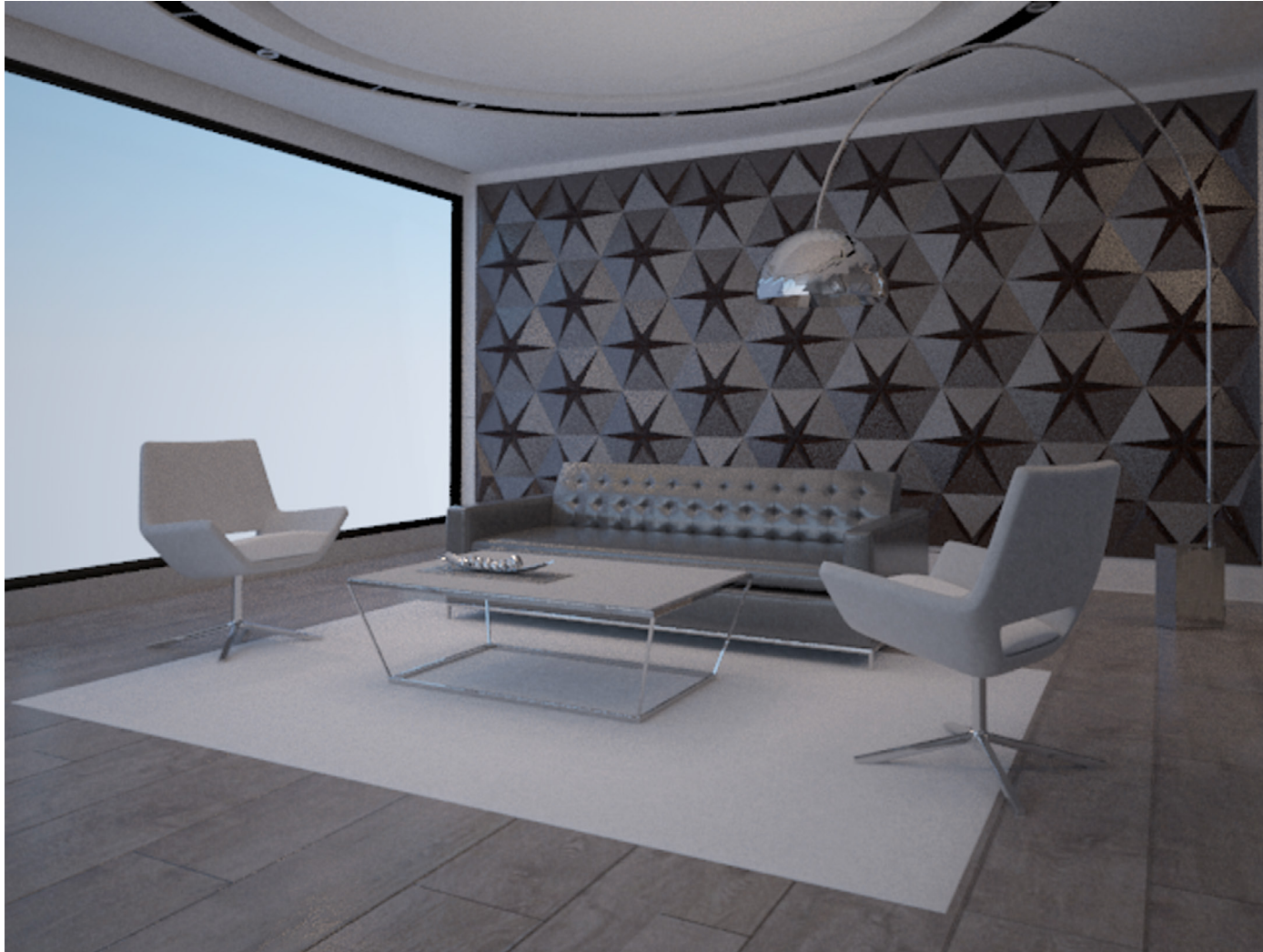


Figura 145: Rende propuesta.

3.33 CONCLUSIONES GENERALES

Con el presente trabajo de investigación se habrá contribuido a ampliar el conocimiento sobre la acústica y acondicionamiento enfocado a un espacio interior. Además de evidenciar situaciones como la contaminación acústica en la ciudad de Cuenca, la misma que no es tomada en cuenta al momento de construir una vivienda, obviando los estudios que la tecnología brinda como son los sonómetro, herramienta fundamental para saber el grado y decibelios a los que puede estar sometidos dichos espacios.

En el proceso de experimentación se comprobó que los materiales porosos, con cámara de aire son buenos aislantes acústicos, sin embargo los métodos tradicionales de construcción no están a la vanguardia del diseño interior, viéndose de manera poco estética. La planificación de un acondicionamiento acústico en la fase de diseño evitara posteriores cambios arquitectónicos y por consiguiente el coste económico.

El producto resultante de este proceso de investigación y diseño dio como resultado un panel acústico, que principalmente servirá para el revestimiento de paredes, de ser necesario se podrían explorar nuevas alternativas para cielo raso, mobiliario, puertas y ventanas.

Los paneles acústicos propuestos son una contribución oportuna a resolver problemas de niveles de contaminación acústica elevados. En definitiva se comprobó la importancia que tiene un correcto diseño y un adecuado manejo del ruido. Sin lugar a duda se logró comprobar la importancia que tienen el acondicionamiento acústico dentro de el espacio interior, combinando materialidad diseño formas y figuras cumpliendo su función con los mas altos estándares de estética y funcionalidad, formando un espacio de confort y buen estilo de vida.



SILENCIO TOTAL.

Sin aislamiento acústico



Primer proceso de aislamiento acústico



Panel acústico oscade01



Panel acústico oscade02



Panel acústico oscade03



UCUENCA

CONVERSACIÓN NORMAL.

Sin aislamiento acústico



Primer proceso de aislamiento acústico



Panel acústico oscade01



Panel acústico oscade02



Panel acústico oscade03



TRAFICO DE CIUDAD.

Sin aislamiento acústico



Primer proceso de aislamiento acústico



Panel acústico oscade01



Panel acústico oscade02



Panel acústico oscade03



MOTOCICLETA RUIDOSA.

Sin aislamiento acústico



Primer proceso de aislamiento acústico



Panel acústico oscade01



Panel acústico oscade02



Panel acústico oscade03



CONCIERTO DE ROCK

Sin aislamiento acústico



Primer proceso de aislamiento acústico



Panel acústico oscade01



Panel acústico oscade02



Panel acústico oscade03



DESPEGUE DE AVIÓN.

Sin aislamiento acústico



Primer proceso de aislamiento acústico



Panel acústico oscade01



Panel acústico oscade02



Panel acústico oscade03



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

LIBROS.

Miguel Payá (1978) Aislamiento térmico y acústico. Barcelona: Ediciones CECA.

Jorge N. Moreno Ruiz (1987) Fundamentos del control del ruido. México: Editorial: Guztavo Gilí S.A.

Carrión A (1998) Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Barcelona.

Antonio Carrión Isbert (2001) Diseño acústico de espacios arquitectónicos. México: Ediciones UPC.

R. Cadiergues (1987) Aislamiento y protección de las construcciones. Barcelona: Editorial GGSA.

Claude Rougeron (1977) Aislamiento acústico y térmico en la construcción. Barcelona: Editores técnicos asociados SA.

R.M.E Diamant (1967) Aislamiento térmico y acústico de edificios. Madrid: Editorial Blume.

Ivor H. Seeley (1992) Tecnología de la construcción. México: Editorial Gustavo Gilí SA.

José Pérez Miñana (1969) Compendio practico de acústica. Barcelona: Editorial Labor SA.

Higini Arau (1999) A, B, C de la acústica, Barcelona: Ediciones CEAC,

Carlos Savioli. (1994) Acústica Práctica, Buenos Aires: Editorial Alsina.

Wallace Clement Sabine. (1894) Tiempo de reverberación: Boston.

REVISTA.

Tectónica nº14 (2002) Acústica arquitectónica, Editorial: ATC, ISSN: 1136-0062.

DIARIOS.

Diario el Tiempo.
<http://www.eltiempo.com.ec/noticias-cuenca/173812-el-ruido-ambiental-afecta-a-toda-la-ciudad/>

Diario El Mercurio
<http://www.elmercurio.com.ec/383514-el-ruido-es-inaceptable-en-40-sectores-de-cuenca/#.VvIGvulxiu4>

<http://www.cuenca.gob.ec/?q=content/municipalidad-busca-reducir-el-ruido-mediante-campaña-de-concienciación>

TESIS.

Diego Bermeo (2014) Experimentación con la pulpa de papel para: diseñar un sistema de acondicionamiento acústico. Ecuador: Universidad del Azuay

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3907?mode=full>
Cruz Vallejo Vanessa Verónica (2014) Evaluación acústica del teatro y sala de cine Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”. Núcleo Loja. Ecuador: Universidad Técnica particular de Loja

http://rraae.org.ec/Record/0009_214f44f43d4d434fe1fb69369944ea88

INDICE DE IMÁGENES.

Figura 1: Transmisión del sonido.....25
http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/60/cd/02_el-sonido/pocesoir.gif

Figura 2: Onda sonora.....26
<http://www.revolutionvideo.org/agorativ/images/formacion/sonido01.jpg>

Figura 3: Eco.....26
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/07/Sonar_Principle_EN.svg/2000px-Sonar_Principle_EN.svg.png

Figura 4: Eco flotante.....27
http://www.skumacoustics.com/img/info/D02V13_flutter.png

Figura 5 Reflexiones.....27
http://www.skumacoustics.com/img/info/D01V13_reflexiones.png

Figura 6: Modos resonantes.....28
http://www.skumacoustics.com/img/info/D03V13_modos.png

Figura 7: Reverberación.....28
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/acoustic/imgaco/reverb.gif>

Figura 8: Tiempo de reverberación.....29
<http://files.hifieradorada.webnode.es/200000932-4d27e4f5fe/atempo%20de%20reverberacion%20libro.jpg>

Figura 9: Influencia del sonido.....29
<https://www.vinilonegro.com/wp-content/uploads/2015/09/el-mundo-rodeado-de-notas-musicales-e1442856540502.jpg>

Figura 10: Molestias del ruido.....31
<http://www.taringa.net/posts/ecologia/9598890/La-contaminacion-acustica.html>

Figura 11: Absorción de ondas.....31
Antonio Carrión Isbert (2001)

Figura 12: Absorción de ondas.....32
Antonio Carrión Isbert (2001)

Figura 13: Cámaras anecoicas.....32
<http://hometech.com.mx/wp-content/uploads/2015/06/camaras-anecoicas-3.jpg>

UCUENCA

Figura 14: Absorción de ondas cámara anecoica.....33 http://hometech.com.mx/wp-content/uploads/2015/06/camaras-anecoicas-5.jpg	http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/9581-5682529.jpg
Figura 15: Absorción acústica.....35 http://beatamina.com/nw-admin/files/img/WXtf7fMhtRay.jpeg	Foto 22: Poliestireno extruido.....40 http://www.norgypsum.com/images/productos/aislamiento-poliestireno.jpg
Figura 16: Aislamiento acústico.....36 http://www.slowhome.es/wp-content/uploads/2015/06/aislamiento_termico_casa_04.jpg	Figura 23: Poliestireno expandido.....40 http://www.a3agroup.com/wp-content/uploads/2014/09/PoliestirenoExpandido.jpg
Figura 17: Aislamiento térmico.....36 http://3.bp.blogspot.com/-gxMbgGiB2hI/UiDjoB09pFI/AAAAAAAAAE0/6wK7voXtFWA/s1600/imagen+gu%C3%ADa.png	Figura 24: Espuma de poliuretano.....41 http://www.jnb.es/arxius/productes/DSC00776.JPG
Figura 18: Materiales Absorbentes.....37 http://www.aqstica.com/wp-content/uploads/2013/09/miniatura1.jpg	Figura 25: Gypsum.....42 http://imptek.com/wp-content/uploads/2016/03/g_7_regular_ult.jpg
Figura 19: Materiales aislantes.....38 http://www.disenoarquitectura.cl/soluciones-acusticas-tabiqueria-fonac-barrier-wall-bicapa-sonoflex/	Figura 26 Fibras minerales.....42 http://www.safe-energy.cl/wp-content/uploads/2013/12/MM-1.jpg
Figura 20: Corcho.....38 http://mec-s1-p.mlstatic.com/plancha-de-corcho-de-90-x-60-cm-x-3-mm-de-espesor-18175-MEC20149886322_082014-F.jpg	Figura 27: Lana de vidrio.....43 http://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/51881-5326819.jpg
Figura 21: Lana de roca.....39	Figura 28: Madera.....43 http://www.virkadan.com.mx/images/shutterstock_65425375.jpg
	Figura 29; Caucho.....44 http://image.made-in-china.com/44f3j00ktHEfluCVPoM/

Sound-Absorbent-Black-Rubber-Underlayer-Flooring-Rubber-Mat.jpg

Figura 30: Fibras textiles.....45
http://zfoam.es/_zfoam/wp-content/uploads/2012/10/29-Insonorizante-Imagen-DSC_0552.jpg

Figura 31: Micro cuero.....45
<http://g02.s.alicdn.com/kf/HTB1umSHGVXXXXc9XFXX-q6xXFXXXP/200203943/HTB1umSHGVXXXXc9XFXX-q6xXFXXXP.jpg>

Figura 32: Cartón.....46
http://resopal.com/Viscom/files/0001/resopa54m889e-sa49wk4k3k8m0pdga3/web.system/assets/products/3000000647a_medium.jpg

Figura 33-44: Experimentación con la pulpa de papel para: diseñar un sistema de acondicionamiento acústico. Diego Bermeo (2014).....54-57

Figura 45-53: Evaluación acústica del teatro y sala de cine Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”. Núcleo Loja. Cruz Vallejo Vanessa Verónica (2014).....60-63

Figura 54: Niveles y decibelios.....64
<http://hiscomexico.com/wp-content/uploads/2013/02/Niveles-del-ruido.jpg>

Figura 55: Ruido en Cuenca.....65
<http://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/files/2015/01/Cuenca.jpg>

Figura 56: Mapa de ruido ciudad de Cuenca.....67
 Elaborado por: Equipo Técnico del IERSE-UDA-2018.
<https://ierse.uazuay.edu.ec/>

Figura 57: Tráfico vehicular en Cuenca.....68
<http://www.elmercurio.com.ec/thumbs/685x340xS//wp-content/uploads/2012/08/1-8A-3-coles-PSR8.jpg>

Figura 58: Medición de decibelios con sonómetro.....69
 (Diario el Tiempo. Diario El Mercurio 2016)

Figura 59: Tráfico aéreo.....70
http://www.efeverde.com/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/cache/th_1cce678baa2865fe866ba90e481edd63_4832600.jpg

Figura 60 - 145.....71 - 141
 Realizado por autor .

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1, 2: Cuadro de características de materiales.....48
 Elaborado por autor basado en criterios (Claude Rougeron (1977) & Ivor H. Seeley (1992).

Tabla 3: Cuadro de coeficiente de absorción fórmula Sabine...75
 Wallace Clement Sabine. (1894)

Tabla 4, 5: Coeficiente de absorción de materiales.....76
 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).

Tabla 6, 7: Medición de decibelios en sala.....78
 Realizado por autor

UCUENCA

Tabla 8, 9: Medición de decibelios en comedor.....79 Realizado por autor.	Tabla 29: Presupuesto de prototipo.....127 Realizado por autor.
Tabla 10, 11: Medición de decibelios en cocina.....80 Realizado por autor.	Tabla 30: Cuadro de resultados de decibelios.....130 Realizado por autor.
Tabla 12, 13: Coeficiente de absorción de materiales.....81 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).	Tabla 31: Cuadro de resultados decibelios.....134 Realizado por autor.
Tabla 14, 15: Medición decibelios en sala de televisión.....82 Realizado por autor.	Tabla 32: Coeficiente de absorción de materiales.....135 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).
Tabla 16, 17: Medición decibelios en bar.....83 Realizado por autor.	Tabla 33: Coeficiente de absorción de materiales.....137 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).
Tabla 18, 19: Coeficiente absorción acústica de materiales.....84 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).	Tabla 34: Coeficiente de absorción de materiales.....139 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).
Tabla 20, 21: Medición decibelios en dormitorio hijo.....85 Realizado por autor.	
Tabla 22, 23: Coeficiente absorción acústica de materiales.....86 Realizado por autor Wallace Clement Sabine. (1894).	
Tabla 24, 25: Gráfico de decibelios en dormitorio máster.....87 Realizado por autor.	
Tabla 26, 27: Coeficiente absorción acústica de materiales...88 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).	
Tabla 28: Cuadro de características y funciones.....103 Realizado por autor basado Wallace Clement Sabine. (1894).	



GRACIAS.