



APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS POR LA INDUSTRIA QUE TRABAJA CON MADERA MACIZA EN DIFUSORES ACÚSTICOS.

BLANCA CECILIA MORENO MARTÍNEZ

COD: 1094272960

Asesor:

D.I. RODOLFO ARENAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

DISEÑO INDUSTRIAL

PAMPLONA

2016



**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS POR LA
INDUSTRIA QUE TRABAJA CON MADERA MACIZA EN DIFUSORES
ACÚSTICOS.**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR POR EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL**

Director:

D.I Carlos Manuel Luna

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DISEÑO INDUSTRIAL
PAMPLONA
2016



Agradecimientos

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por regalarme la vida y permitirme culminar con mi carrera como profesional, en segundo lugar doy gracias a mis padres, Cecilia Martínez y Álvaro Moreno, quienes fueron mi ejemplo a seguir de perseverancia y esfuerzo, quienes me enseñaron a luchar por mis sueños guiándome siempre de la mejor manera con su amor incondicional, a mis hermanos Jonathan y Diana, quienes han sido mi apoyo ante las adversidades, con quienes siempre he podido confiar y de quienes siempre me sentiré orgullosa, y a mi novio y mano derecha por su compañía e incondicional amor.

A mi asesor Rodolfo Arenas quien no solo se convirtió en un ejemplo de inspiración, sino un amigo más con quien sé que puedo contar, por brindarme todo su conocimiento y guiarme durante mi proceso de formación como diseñadora industrial y como persona, al profesor Rafael Bolívar, quien estuvo dispuesto en colaborar conmigo en todo momento que requerí de su conocimiento, a la empresa de mobiliarios Muebles y Muebles de la ciudad de Cúcuta y su director Carlos Jaramillo Quintero, quien me abrió las puertas de su empresa donde surgió el proyecto a presentar, al director de programa Carlos Luna y a las docentes Johanna Gutiérrez, Lorena Jiménez y Sandra Forero quienes me guiaron y formaron como investigadora, brindándome su apoyo incondicional no solo como docentes, si no como amigas.

Por último doy gracias a mis compañeros, amigos y colegas de carrera Julieth Steele, Johandra Mantilla, John Rangel y Francisco Pinzón, quienes siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y cariño en todo momento y quienes me acompañaron durante mi proceso de formación como diseñadora Industrial.





Contenido

1.	Introducción	14
1.1	Planteamiento del problema	16
1.1.1.	Problema	16
1.2.	Justificación	17
1.3.	Objetivos	19
1.3.1.	Objetivo general	19
1.3.2.	Objetivos específicos	19
1.4.	Metodología	20
2.	Marco teórico.....	23
2.1.	Muebles y muebles	23
2.1.1.	Productos distribuidos	23
2.1.2.	Identificación	25
	Imagen corporativa	25
2.2.	Logística inversa	26
2.3.	Madera	26
2.3.1.	Tipos de madera	27
2.3.2.	Costos de la madera en Colombia	28
2.3.3.	Propiedades de la madera	29
2.4.	Lugares donde la madera maciza es implementada como materia prima principal y hay producción de residuos	31
	Carpinterías	31
	Fábricas de muebles.....	31
	Aserraderos	32
2.5.	Proceso de producción de un mobiliario	32
2.5.1.	Proceso de producción de una mobiliario en M&M	33
2.6.	Residuos de madera.....	36





2.6.1.	Tipos de residuo generados	36
2.7.	Propiedades de la viruta de madera	39
2.8.	Yeso	42
2.8.1.	Propiedades del yeso	42
9.1.	Acústica	43
9.1.1.	Acústica geométrica	43
9.2.	Ondas	44
9.2.1.	Tipos de onda	44
9.3.	Estudios de diseño ergonómico	45
9.3.1.	Ergonomía ambiental	45
9.3.2.	El ruido	46
9.3.3.	Efectos del ruido desde el punto de vista ergonómico	47
9.4.	Oído humano	48
9.4.1.	Anatomía del oído	48
9.4.2.	Fisiología del oído	49
9.4.3.	DB manejados en cada espacio	49
9.5.	Principios del sonido	51
9.6.	Acondicionamiento acústico	51
	Absorción:	51
	Difusión:	52
	Materiales adecuados:	52
9.7.	Difusión del sonido	53
9.8.	Tipos de difusores	53
9.8.1.	Difusores unidimensionales QRD	53
9.8.2.	Difusores bidimensionales QRD	54
9.8.3.	Difusores PRD	55
9.8.4.	Difusores híbridos :	56





9.9. Materiales recomendados	57
Absorción:	57
Difusión:	57
Análisis de la información recolectada	58
10. Marco legal.....	59
11. Etapa creativa.....	60
11.1. Pruebas de aglomerado con aserrín.	60
11.2. Pruebas del material	62
11.3. Análisis de los resultados	65
11.4. Tipo de difusor a desarrollar	66
11.5. Desarrollo del difusor unidimensional	66
12. Determinantes, parámetros y requerimientos.	69
12.1. Bocetos del elemento	72
12.2. Propuestas de diseño.	81
12.3. Evaluación de propuestas	88
12.4. Propuesta a desarrollar	89
12.5. Propuesta desarrollada	91
12.6. Planos técnicos.....	93
13. Etapa de desarrollo	94
13.1. Elaboración del molde.....	94
13.2. Elaboración del material	95
13.2.1. Resultado de los modelos de ajuste	96
13.2.2. Conclusiones del primer desarrollo	100
13.2.3. Propiedades obtenidas del material.....	100
13.3. Segundo proceso de producción.....	102
13.3.1. Elaboración del molde.....	102
13.3.2. Elaboración del material	103



13.3.3.	Resultado finales	104
13.3.4.	Conclusiones del desarrollo	106
13.3.5.	Pruebas en el horno	107
13.3.6.	Resultado obtenido	108
13.3.7.	Residuo total obtenido.....	109
14.	Empaque	111
14.1.	Propuestas de diseño	111
14.2.	Medidas del empaque.....	113
14.3.	Modo de uso	115
15.	Manual de uso.....	117
15.1.	Recomendaciones al momento de ubicar los difusores	118
16.	Estudio de mercado	119
16.1.	Estrategia de Publicidad.....	122
17.	Costos y proceso de producción	125
17.1.	Tabla de procesos.....	126
	Dimensiones interiores: 820×1.240×1.050 mm. (AxFxH)	130
17.2.	Tabla de pedido.....	131
17.3.	Tabla de costos de materia prima.....	131
18.	Impacto ambiental	133
18.1.	Impacto negativo:	135
18.2.	Impacto positivo:.....	135
19.	Comprobaciones	136
19.1.	Plano del espacio a trabajar.....	139
19.2.	Resultados obtenidos.....	143
19.3.	Comprobación 2:.....	150
19.4.	Verificación del uso de la propiedad acústica del aserrín.....	151
	Conclusiones	156





Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750 - www.unipamplona.edu.co

Referencias..... 158





Contenido imágenes

Ilustración 1 Juego de cuarto, Muebles y Muebles.	23
Ilustración 2. Juego de comedor, Muebles y Muebles. Fuente: http://www.mueblesymueblesweb.net/	24
Ilustración 3. Juego de sala, Muebles y Muebles. Fuente: http://www.mueblesymueblesweb.net/	24
Ilustración 4. Logo de la empresa Muebles y Muebles. Fuente: http://www.mueblesymueblesweb.net/	25
Ilustración 5. Tipos de madera. Fuente: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3150/11021041.pdf?sequence=1 ...	27
Ilustración 6. Proceso de producción de un mobiliario Fuente: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3150/11021041.pdf?sequence=1 ...	33
Ilustración 7. Proceso de producción en Muebles & Muebles Fuente: Propia.....	34
Ilustración 8. Astillas de madera. Fuente: http://thumbs.dreamstime.com/x/pedazos-de-madera-18756309.jpg	37
Ilustración 9. Viruta de Madera. Fuente: http://www.puertassalas.es/mediapool/139/1391629/images/Nueva_carpeta/Wood_Shavings_Eucalyptus_Shavings_Pine_Shavings_Rubberwood_Shavings.jpg	37
Ilustración 10. Aserrín de madera Fuente: http://i01.i.aliimg.com/photo/v0/105316089/wood_sawdust.jpg	38
Ilustración 11. Anatomía del oído humano. Fuente: http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf	48
Ilustración 12. Ejemplo del fenómeno de absorción. Fuente: http://www.componemos.es/sonido/acondicionamiento-acustico-como-acondicionar-el-estudio-y-colocar-los-monitores/	52
Ilustración 13. Efecto del fenómeno de difusión. Fuente: http://www.componemos.es/sonido/acondicionamiento-acustico-como-acondicionar-el-estudio-y-colocar-los-monitores/	52
Ilustración 14. Difusor unidimensional QRD. Fuente: http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FAyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf	54
Ilustración 15. Difusor bidimensional QRD. Fuente: http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FAyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf	55





Ilustración 16. Difusor PRD.

Fuente:<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FAyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf> 56

Ilustración 17. Pruebas realizadas con aserrín y resina, aserrín y almidón de yuca y aserrín y silicona. Fuente: propia 61

Ilustración 18. Prueba 1, tamiz #0. Fuente:Propia 63

Ilustración 19.pruebas 1 y 2 tamiz #1. Fuente: propia 63

Ilustración 20. Pruebas 1 y 2 del tamiz # 2 . Fuente: propia 64

Ilustración 21.pruebas 1 y 2 del tamiz #3. Fuente: propia 64

Ilustración 22. Perfiles de difusión con un periodo desde 5 hasta 23. Fuente: 68

Ilustración 23. Proceso de bocetación 1. Fuente: propia 73

Ilustración 24.Proceso de bocetación 2 Fuente propia 74

Ilustración 25. Proceso de bocetación 3 Fuente propia 75

Ilustración 26.objetos usados por los indios motilonos. Fuente:
<https://coleccionetnograficaicanh.wordpress.com/category/region/page/38/> 76

Ilustración 27. Proceso de bocetacion 4 Fuente: Propia 77

Ilustración 28. Proceso de bocetacion 5 Fuente: Propia 78

Ilustración 29. Desarrollo conceptual figurativo de la cultura motilona. Fuente propia 79

Ilustración 30. Modularización obtenida del análisis figurativo de la cultura motilona. Fuente propia 80

Ilustración 31. Propuesta de Diseño1 Fuente: Propia 83

Ilustración 32. Propuesta de diseño 2 Fuente: Propia 84

Ilustración 33. Propuesta de diseño 3 Fuente: Propia 85

Ilustración 34. Propuesta de diseño 4 Fuente: propia 86

Ilustración 35. Propuesta de diseño 5 Fuente: Propia 87

Ilustración 36. Modulo a desarrollar Fuente: Propia 92

Ilustración 37. Mosaico visto de frente. Fuente propia 92

Ilustración 38. Plano módulo 1 Fuente: propia 93

Ilustración 39. Desarrollo del 1 molde. Fuente propia 94

Ilustración 40. Proceso de elaboración del material Fuente: Propia 95

Ilustración 41. Modelo de ajuste 1 Fuente: Propia 96

Ilustración 42. Modelos de ajuste Fuente: Propia 96

Ilustración 43. Modelo de ajuste 3 Fuente: Propia 97

Ilustración 44- Modelo de ajuste 4 Fuente Propia 97

Ilustración 45. Modelo de ajuste 5 Fuente: Propia 98





Ilustración 46. Modelo de ajuste 6 Fuente: Propia..... 99

Ilustración 47. Segunda elaboración de moldes. Fuente propia..... 102

Ilustración 48. Segunda elaboración de molde. Fuente propia..... 103

Ilustración 49. Resultado final 1 Fuente propia 104

Ilustración 50.Resultado final 2 Fuente propia 105

Ilustración 51. Resultado final 3 Fuente propia 105

Ilustración 52. Horno artesanal de ladrillos. Fuente propia 107

Ilustración 53. Difusor ubicado en el horno artesanal de ladrillo. Fuente propia 107

Ilustración 54. Módulo de yeso y aserrín después del proceso de cocción. Fuente propia .108

Ilustración 55. Proceso de aprovechamiento total del residuo. Fuente propia..... 109

Ilustración 56. Propuestas de color del módulo final. Fuente: propia 110

Ilustración 57. Propuesta del empaque. Fuente propia..... 111

Ilustración 58. Propuesta final del empaque 112

Ilustración 59. Planos del empaque. Fuente propia..... 113

Ilustración 60. Vistas del empaque. Fuente propia 114

Ilustración 61.configuración formar en la parte trasera del difusor. Fuente propia 115

Ilustración 62. Alto relieve en el empaque. Fuente: propia..... 115

Ilustración 63. Diagrama de usabilidad. Fuente propia..... 117

Ilustración 64.Ubicacion de los difusores en una habitación. Fuente propia 118

Ilustración 65. Estudio de mercado. Fuente propia..... 120

Ilustración 66. Competencia en el mercado. Fuente propia 121

Ilustración 67. Distribución de procesos industriales para la producción de difusores de sonido. Fuente: Propia 126

Ilustración 68. Ciclo de producción de los difusores. Fuente: propia 133

Ilustración 69. Altavoces BX5a M-AUDIO de respuesta plana. Fuente propia 137

Ilustración 70.tarjeta de sonido Fast track Ultra. Fuente propia 137

Ilustración 71.Microfono de condensador Behringer B-2 PRO. Fuente propia..... 138

Ilustración 72. Espacio a Trabajar. Fuente propia..... 139

Ilustración 73. Home studio donde se realizaran las pruebas. Fuente propia 140

Ilustración 74. Híper-módulo de difusión acústica. Fuente propia 141

Ilustración 75.Híper-módulo de difusión acústica en prueba. Fuente propia..... 141

Ilustración 76.Difusores de sonido en prueba. Fuente propia 142

Ilustración 77. Simulación de un espacio. Fuente: propia..... 151

Ilustración 78. Distancia entre el altavoz y la caja de sonido. Fuente: Propia 152





Ilustración 79. Grafica sin difusores de sonido Fuente: Propia..... 153
Ilustración 80. Grafica con difusores de yeso. Fuente: propia 154
Ilustración 81. Grafica con difusores de aserrín. Fuente: propia..... 154





Contenido tablas

Tabla 1. Costos de la madera en Colombia para el año 2006. Fuente:
<http://fedemaderas.org.co/> 28

Tabla 2. Costos de la madera según su proceso de aserrado. Fuente:
<http://fedemaderas.org.co/> 29

Tabla 3. Densidad en seco fresco y densidad seca para diferentes tipos de madera. 40

Tabla 4. Propiedades de la viruta de aserrín como material aislante. Fuente:
http://www.five.es/descargas/archivos/P1_portada.pdf 40

Tabla 5. Principales características de la viruta como material aislante. Fuente:
<http://timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/4-2-1.pdf> 41

Tabla 6. Intensidad del sonido en diferentes espacios.
Fuente:http://www.asifunciona.com/tablas/intensidad_sonidos/intensidad_sonidos.htm 50

Tabla 7. Clasificación de la intensidad de sonidos en diferentes ambientes.
Fuente:http://www.asifunciona.com/tablas/intensidad_sonidos/intensidad_sonidos.htm 50

Tabla 8. Determinantes, parámetros y requerimientos, Fuente: Propia 69

Tabla 9. Propuesta de color. Fuente propia 81

Tabla 10. Evaluación de alternativas Fuente propia 88

Tabla 11. Costos de procesos. Fuente: propia 126

Tabla 12. Entradas y salidas del ciclo de los difusores propuestos. Fuente: propia 134



1. Introducción

La madera maciza hoy en día es un material de gran importancia, ya que actualmente esta industria ocupa un tercer lugar en el mercado a nivel mundial y en Colombia es una de las más importantes del país, pues esta representa el 0,4% del PIB nacional para el año 2005, los cuales corresponden a silvicultura y extracción de la madera, y el 1,3% de PIB correspondientes al agropecuario, silvicultura, caza, y pesca. Según el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas), la producción total en Colombia fue de 3,08 billones de pesos correspondientes a la cadena forestal de maderas y productos hechos a base de este material, como lo es la industria de mobiliarios, pero ¿qué ocurre con los desechos que son generados durante el proceso de producción y transformación en las fábricas que por sus procesos dan como resultado, residuos que no presentan ninguna utilidad a esta?

Como se sabe la madera maciza es un material natural orgánico, el cual ha sido utilizado por el hombre desde los primeros tiempos para el desarrollo de productos, los cuales suplieran algún tipo de necesidad, este a través de los años ha desarrollado diversas técnicas y procesos, durante los cuales se genera un residuo o desecho, como muchos suelen llamar al desprendimiento de partículas que se genera en la madera durante su proceso de transformación de nuevo producto, este residuo según estudios de rendimiento en aserrío¹ y procesamiento de la madera, corresponde entre el 35% y 50 % de la materia prima total, como viruta, aserrín y retales de madera, los cuales no tienen un destino de usabilidad específico; por un lado el aserrín y la viruta, van a parar en la agroindustria para ser utilizados en el desarrollo de compost y otros son

¹ Rodolfo Quirós, Orlando Chinchilla, Mariana Gómez, Instituto de Investigación y Servicios Forestales “INISEFOR”, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 2010.



utilizados en los establos como camas de animales, sin tener en cuenta que en la madera y por ende en el residuo de madera, encontramos propiedades tales como aislamiento térmico y acústico, dureza, y densidad, las cuales no están siendo aprovechadas en su totalidad, pues estas pueden ser aplicadas para el desarrollo de nuevos productos y de esta manera se estaría recuperando el porcentaje de material que es desechado.

Teniendo en cuenta el aislamiento acústico como una de las propiedades que presenta la viruta de madera, y que esta es la ciencia encargada de estudiar las ondas generadas como ocurre con el sonido, se implementara esta propiedad para acondicionar acústicamente un lugar, dentro del que podemos encontrar dos conceptos, difusión y absorción; cada una de ellas posee una función específica y fundamental en la acústica, por un lado la difusión permite que las ondas se reflejen en diferentes direcciones haciendo de esta manera que el sonido se escuche de forma uniforme dentro del recinto y evitando el reverberamiento en el mismo, mientras que la absorción del sonido, logra que parte de la onda que incide sea absorbida, y la otra parte sea reflejada; Ambas propiedades son necesarias al momento de acondicionar acústicamente un espacio, ya que hoy en día la contaminación auditiva se está intensificando, y esto genera daños temporales o permanentes en el oído de las personas, es por ello que es necesario adecuar acústicamente una habitación para evitar ruidos que pueden llegar a ser molestos y producir daños futuros por las altas frecuencias que son constantemente producidas en el medio.





1.1 Planteamiento del problema

1.1.1. Problema

Durante los procesos de transformación de la madera maciza en productos, se generan altos residuos, como aserrín o viruta de madera, los cuales no han sido aprovechados debidamente en la mayoría de fábricas que trabajan con esta materia prima, al contrario estos han sido visto como desecho ya que no le brinda una utilidad a las fábricas, y van a parar en el basurero o en establos, sin tener en cuenta las propiedades mecánicas que esta presenta y que pueden ser aprovechadas dándoles una mejor utilidad.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo darle un uso más adecuado al residuo desprendido durante el proceso de producción y transformación en las industrias que trabajan con madera maciza?



1.2. Justificación

La madera maciza, es un material de gran importancia a nivel mundial por las propiedades que está puede llegar a brindar al momento de la elaboración de productos. Hoy en día en Colombia la madera juega un papel importante para el desarrollo social y económico del país, ya que actualmente se cuenta con 700 empresarios los cuales trabajan con esta materia prima para el desarrollo de diversos productos. Según la Federación Nacional de Maderas (Fedemaderas) se encuentra la reforestación, transformación, estructuras, fabricación y elaboración de mobiliarios; este último, (la elaboración de mobiliarios), según estudios realizados por (Carlos Montealegre,) dice: “que es uno de los mercados más importantes en Colombia, ya que el 36% de sus productos son exportados generando de esta manera reconocimiento a la industria de la madera maciza”, pero donde diariamente se está generando residuos los cuales no son aprovechados en su totalidad, y por el contrario se está desechando de un 35% a un 50% del total de materia prima, como ocurre actualmente en la empresa de mobiliarios **Muebles y Muebles** ubicada en la ciudad de Cúcuta, la cual presenta esta problemática, al igual que toda la industria que trabaja con la madera como materia prima, ya que desde la tala de árboles hasta su transformación en producto, se está generando constantemente residuos los cuales no están siendo utilizados de la manera más idónea, pues las distintas aplicaciones que le dan a este, no son eficientes y aprovechadas en su totalidad, teniendo en cuenta los beneficios que se puede encontrar en este como lo son sus propiedades mecánicas y físicas y sabiendo utilizarlas, este residuo pueden ser tratado e implementado de manera más eficaz en elementos que brinden soluciones ambientales, pues este residuo al no ser tratado puede causar pequeñas alteraciones en el medio ambiente las cuales generen daños en el organismo humano.



Teniendo en cuenta el porcentaje de material perdido que se está generando constantemente, se quiere llegar a transformar este en un producto, en el cual se aprovechen sus propiedades mecánicas como lo es el aislante acústico, ya que esta propiedad permite dar solución a una problemática adicional como lo es el ruido que se presenta hoy en día en las grandes ciudades y que está generando un impacto ambiental negativo diariamente producidos por factores externo, lo cual afecta los hogares y lugares de trabajo, pues dentro de ellos se generan frecuencias altas y bajas de sonido que aunque no se note muchas veces son nocivas para la salud auditiva, ya que normalmente los decibeles de sonido que soporta el oído es de 40 a 80db, los cuales se consideran poco ruidosas, pero si este es sometido a más de 80db puede generar daños en el oído interno, esto es debido a la ausencia o mal acondicionamiento de un espacio, para ellos se están desarrollando elementos que sirvan para acondicionar acústicamente un lugar, aislando el ruido molesto y la recepción de frecuencias que puedan llegar a generar daños en el oído humano y por el contrario, mejoren la calidad del sonido en el ambiente. Es por eso que aprovechando la cantidad de viruta y aserrín que constantemente se está perdiendo, y teniendo en cuenta su propiedad acústica, se hará el desarrollo de un elemento difusor para tratar acústicamente un espacio, ya sea desde habitaciones de un hogar hasta teatros y auditorios.





1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aprovechar las propiedades del residuo de madera que se genera en una fábrica de muebles.

1.3.2. Objetivos específicos

- Disminuir la cantidad de residuo que es desechado diariamente en la fábrica de Muebles & Muebles, transformando el material en desuso en un nuevo producto.
- Aprovechar sus propiedades mecánicas, dando un uso específico de estas en elementos que brinden un beneficio a la sociedad.
- Implementar un modelo innovador, que genere nuevos ingresos.



1.4. Metodología

La metodología implementada para el desarrollo del proyecto, es una metodología de tipo mixta, la cual reúne herramientas y métodos de la investigación cuantitativa y cualitativa, de diseño trasformativo concurrente, la cual según (Hernández Sampieri, 2011) conjunta varios elementos de los modelos previos, se recolectan datos de tipo cuantitativo y cualitativos en un mismo momento, al igual que el diseño trasformativo secuencial, la recolección y el análisis son guiados por una teoría, visión, ideología o perspectiva, con la finalidad de converger la información cuantitativa y cualitativa, ya sea anidándola, conectándola o logrando su confluencia para lograr una perspectiva más amplia del sujeto de estudio.

Para el desarrollo metodológico se plantean cuatro etapas propias, con el fin de investigar, recolectar, analiza, diseñar y desarrollar la posible solución a la problemática del desecho de residuos de madera en aserraderos y fábricas de mobiliarios.

Etapa de análisis

En esta etapa se busca recolectar la mayor cantidad de información posible sobre estudios anteriores que se hayan realizado respecto al fenómeno de estudio, y toda la información pertinente que sea de gran utilidad para el desarrollo del mismo, teniendo en cuenta principalmente:

- Propiedades de la viruta de madera
- Clasificación de la viruta de madera





- Ergonomía ambiental
- Tipos de acondicionamiento acústico
- Difusores de sonido
- Selección del material

Etapa creativa

En la etapa de diseño se realiza el desarrollo conceptual de las propuestas de diseño que se van a llevar a cabo, teniendo en cuenta los determinantes de difusión y del material obtenido.

- Pruebas del material
- Tipo de difusor a desarrollar
- Determinantes
- Bocetos del elemento
- Propuestas de diseño.

Etapa de desarrollo

La etapa de desarrollo consiste en llevar a cabo la propuesta de diseño final, con el material obtenido, para seguido de esto pasar a aplicar el material y hacer las comprobaciones necesarias.

- Implementación del material
- Modelos de ajuste
- Propuesta final
- Estudio de mercado





Etapa de comprobación

La etapa de comprobación, consiste en poner a prueba y verificar el elemento diseñado, con el fin de validar su funcionalidad y si es útil en el mercado.

- Instrumentos de medición
- Análisis final del producto



2. Marco teórico

2.1. Muebles y muebles

MUEBLES & MUEBLES “Empresa de mobiliarios ubicada en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, dirigida por el señor Carlos Jaramillo Quintero, quien es socio y dueño de la empresa, cuenta con 6 empleados contratistas los cuales son encargados de la elaboración de los mobiliarios y uno de planta, el cual es el ingeniero de producción.”

Su almacén de ventas se encuentra ubicada en la Av.3 No 13-99 Centro, y su fábrica en Av.4 No 5-113 barrio San Luis. (*Muebles & Muebles*)

2.1.1. Productos distribuidos

Actualmente la empresa de mobiliarios Muebles y Muebles, no cuentan con un catálogo propio de diseño, por lo que se guían de catálogos de diseño externos a la empresa en los cuales se encuentren las últimas tendencias de mobiliarios.



Ilustración 1 Juego de cuarto, Muebles y Muebles.

Fuente: <http://www.mueblesymueblesweb.net/>

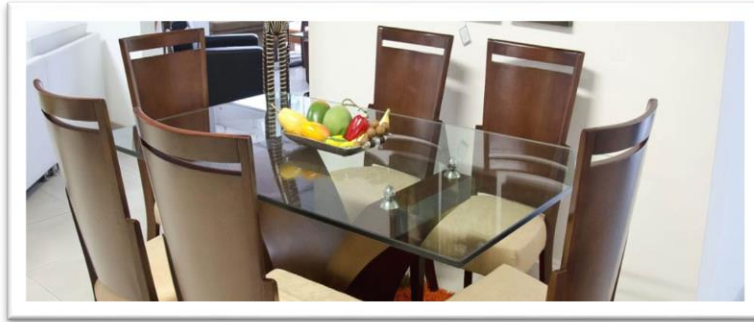


Ilustración 2. Juego de comedor, Muebles y Muebles. Fuente:
<http://www.mueblesymueblesweb.net/>



Ilustración 3. Juego de sala, Muebles y Muebles. Fuente:
<http://www.mueblesymueblesweb.net/>



2.1.2. Identificación

- **Actividad económica:** Elaboración de mobiliario como juego de salas, juegos de cuartos y juego de comedores.
- **Dirección:** Av. 3 No. 13-99
- **Representante legal:** Carlos Jaramillo Quintero
- **Nombre del contacto:** Carlos Jaramillo Quintero

Imagen corporativa



Ilustración 4. Logo de la empresa Muebles y Muebles. Fuente:

<http://www.mueblesymueblesweb.net/>



2.2. Logística inversa

La logística inversa es un concepto utilizado, con el fin de reutilizar los materiales y productos que no están cumpliendo una función determinada, o que su ciclo de vida ha llegado a su fin, proponiendo que sean útiles de nuevo, dándoles una nueva aplicación.

Rogers, Dale S (citado por UNAM 2005) p.2, dice que:

“El proceso de planear, implementar y controlar la eficiencia, a un costo efectivo el flujo de materias primas, en proceso y productos terminados y la información relacionada desde los puntos de manufactura, distribución y uso final al punto de recuperación o disposición final con el propósito de recuperar valor o disponer de manera adecuada los productos finales e intermedios de la cadena de suministro”

La aplicación de la lógica inversa, es de utilidad para el desarrollo del proyecto, ya que esta permite guiar a una solución más eficiente respecto al desperdicio generado por la madera maciza en una fábrica de muebles.

2.3. Madera

La madera es un producto natural que presenta muchas variaciones en cuanto a calidad y características, las cuales son de gran utilidad para la creación de diversos productos en las diferentes industrias. Esta, una vez cumpla con el requisito de calidad necesario para su utilidad, pasa por ciertos procesos los cuales consisten en transformar esta materia prima en un elemento listo para su uso.



El estudio de la madera comienza con la planta viviente y examina las etapas del corte, conversión y curado de la madera para su utilización por el artesano. Strefford, John y MCMURDO (citado por Jeimy Fonseca, Nicolas Barrios, 2007, p40)

2.3.1. Tipos de madera

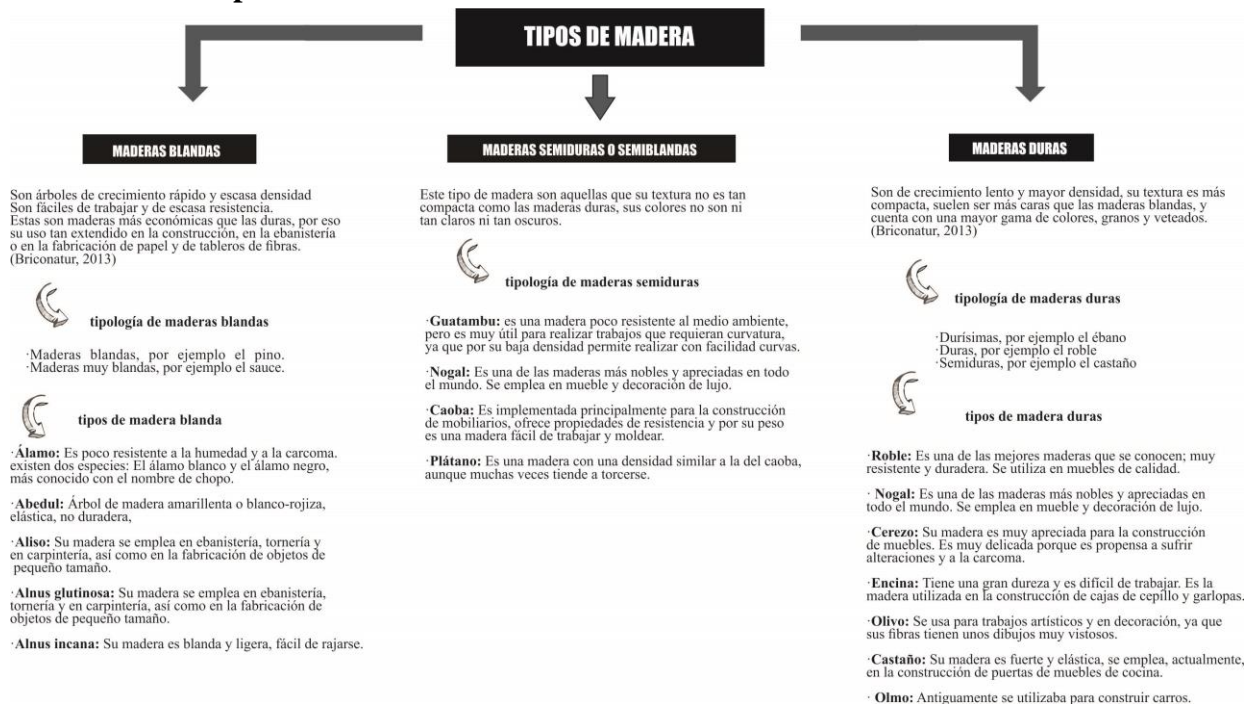


Ilustración 5. Tipos de madera. Fuente:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3150/11021041.pdf?sequence=1>

2.3.2. Costos de la madera en Colombia

El costo de la madera varía según el tipo de árbol y la calidad de esta, los siguientes datos son tomados de la Federación Nacional de Maderas en Colombia, donde se puede comparar el precio de cada uno de ellos, y de esta manera determinar el porcentaje económico que se está perdiendo al no aprovechar en su totalidad la materia prima total.

Tabla 1. Costos de la madera en Colombia para el año 2006. Fuente: <http://fedemaderas.org.co/>

m3 de madera en Colombia puestas en Bogotá				
Categoría	Valor de la Madera	Especies		Precios \$/m3
		Nombre Científico	Nombre Común	
A	ALTO	Carrizana pyriformis	Abarco	1.547.464
		Carapa guianensis	Tangare	650.857
		Cedrela odorata	Cedro	1.531.429
		Juglans neotrópica	Cedro negro	1.000.000 - 1.600.000
		Swietenia macrophylla	Caoba	4.567.143
		Tectona grandis	Teca	4.567.143
		Tabebuia rosea	Roble	919.908
B	MEDIO	Bombacopsis quinata	Ceiba	303.200
		Gmelina arbórea	Melina	560.000
		Cordia alliodora	Laurel	328.300
C	BAJO	Alnus jurullensis	Aliso	
		Guadua angustifolia	Guadua	4500*
		Hevea brasiliensis	Caucho	248.000
		Jacaranda copaia	Chingalé	325.634
		Schizolobium parahybum	Tambor	328.530

Tabla 2. Costos de la madera según su proceso de aserrado. Fuente: <http://fedemaderas.org.co/>

TODOS LOS PRECIOS EN PESOS COLOMBIANOS SIN IVA							
MADERA ASERRADA		MADERA EN BLOQUE MOTO ASERRADO ¹		MADERA ASERRADA EN DEPÓSITO, SIN SECAR ²		MADERA ASERRADA EN DEPÓSITO, SECA AL HORNO ³	
N. comercial	N. botánico	\$/pieza ¹	\$/m ³	\$/pieza ²	\$/m ³	\$/pieza ³	\$/m ³
Abarco de 3 m	<i>Cariniana pyriformis</i>	46.429	1.547.464	65.000	2.166.450	69.200	2.306.436
Abarco de 4 m	<i>Cariniana pyriformis</i>	78.571	2.618.786	110.000	3.666.300	114.200	3.806.286
Achapo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	11.429	380.914	16.000	533.280	20.200	673.266
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	24.286	809.443	34.000	1.133.220	38.200	1.273.206
Amarillo		10.714	357.107	15.000	499.950	19.200	639.936
Bálsamo	<i>Myroxylum balsamum</i>	19.286	642.793	27.000	899.910	31.200	1.039.896
Cedro	<i>Cedrela spp.</i>	32.143	1.071.321	45.000	1.499.850	49.200	1.639.836
Chingalé	<i>Jacaranda copaia</i>	10.000	330.000	12.000	396.000	22.000	726.000
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	6.786	226.168	9.500	316.635	13.700	456.621
Cuángare	<i>Dialyanthera gracilipes</i>	11.429	380.914	16.000	533.280	20.200	673.266
Granadillo		24.286	809.443	34.000	1.133.220	38.200	1.273.206
Guayacán		16.429	547.564	23.000	766.590	27.200	906.576
Marfil		10.714	357.107	15.000	499.950	19.200	639.936
Moho		4.000	264.000	8.200	270.600	18.200	600.600
Perillo	<i>Couma macrocarpa</i>	11.429	132.000	16.000	533.280	20.200	673.266
Pino pátula	<i>Pinus patula</i>	4.643	154.746	6.500	216.645	10.700	356.631
Roble – Flor morado	<i>Tabebuia rosea</i>	18.000	599.940	22.200	739.926	32.200	1.062.600
Sajo – Sande	<i>Camposperma panamense/Brosimum utile</i>	6.190	206.127	8.666	288.838	12.866	428.824
Sapan	<i>Clathrotropis brachypetala</i>			33.000	1.099.890	37.200	1.239.876

Fuente: FEDEMADERAS 2006. www.fedemaderas.org

2.3.3. Propiedades de la madera

Las propiedades de un material, son aquellas características que presenta este frente a determinado fenómeno externo.

Según *Construmática, Maderas*, las propiedades físicas y mecánicas de la madera dependen del crecimiento, la edad, humedad, clase del terreno y distintas partes del tronco.

Dentro de las propiedades de la madera maciza podemos encontrar:

- **Dureza**

La Dureza de la Madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavado, etc. Cuanta más vieja y dura es, mayor resistencia opone.



La dureza de la madera se clasifica en maderas duras, semiduras, blandas y muy blandas.

- ***Aislante térmica***

La Madera se dilata con el calor y contrae al descender la temperatura, pero este efecto no suele notarse, pues la elevación de temperatura lleva consigo una disminución de la humedad.

La transmisión de calor dependerá de la humedad, del peso específico y de la especie. No obstante, se efectúa mejor la transmisión en la dirección de las fibras que en las direcciones perpendiculares a ésta.

- ***Elasticidad***

El módulo de elasticidad en tracción es más elevado que en compresión. Este valor varía con la especie, humedad, dirección del esfuerzo y con la duración de aplicación de las cargas.

- ***Densidad***

La densidad real de las Maderas es igual para todas las especies: 1,56. La densidad aparente varía de una especie a otra, y aun en la misma, según el grado de humedad y zona del árbol.

- ***Deformabilidad***

La Madera cambia de volumen al variar su contenido de humedad, hinchamiento y contracción. Como la madera es un material anisótropo, la variación en sentido de las fibras es casi inapreciable, siendo notable en sentido transversal.





La deformación al cambiar la humedad de la Madera, dependerá de la posición que la pieza ocupaba en el árbol, así nos encontramos distinta deformación radial y tangencial.

- **Humedad**

Como la Madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. La humedad de la Madera varía entre límites muy amplios. En la Madera recién cortada oscila entre el 50 y 60%. Las variaciones de humedad hacen que la Madera se hinche o contraiga, variando su volumen, y, por consiguiente, su densidad.

2.4. Lugares donde la madera maciza es implementada como materia prima principal y hay producción de residuos

Carpinterías

La carpintería es uno de los oficios más antiguo donde su materia prima principal es la madera maciza, la cual es utilizada para crear diversos objetos como mobiliarios, puertas, ventanas, etc.

Dentro de la carpintería se desarrollan ciertas actividades como diseñar, cortar, trabajar y ensamblar la madera. Las nuevas técnicas de ensamblaje, perfeccionadas en las últimas décadas, han multiplicado las aplicaciones de la madera y el trabajo de los carpinteros. (*Microsoft Corporation encarta 2003, citado por Jeimy Fonseca, Nicolás Barrios, 2007, p25*)

Fábricas de muebles

La fabricación de muebles, es una de las industrias que más trabaja con madera maciza como materia prima principal, ésta rama del proceso está sujeta a continuos





cambios e innovaciones en aspectos relacionados con calidad y diseños y con la funcionalidad y la aplicación a cada tipo de necesidad. El proceso de producción difiere según las características y usos que se le van a dar al producto final. (*Madera y Muebles de madera, citado por Jeimy Fonseca, Nicolás Barrios, 2007, p25*)

Aserraderos

El aserrío es una de las actividades menos compleja de las industrias mecánicas forestales. Comprende un cierto número de operaciones que van desde la manipulación y transporte de las trozas al secado de la madera, su selección y clasificación, para lo cual se necesitan diferentes tipos de energía. (*F.A.O. 2015*)

2.5. Proceso de producción de un mobiliario

Los procesos de producción que se llevan a cabo dentro una fábrica de mobiliarios, pueden variar según el tipo de mueble que se desee realizar, sin embargo hay tres grandes fases por las que la madera pasa obligatoriamente antes de convertirse en un mobiliario como lo es:

- **Secado de la madera.**
- **Zonas:** aserrado, re aserrado, trozado, canteado, planeado, cepillado.
- **Pre maquinado:** se le da medidas netas a la madera largo, ancho y espesor
- **Maquinado:** se le da figuración y configuración definitivas a cada pieza
- **Ensamble:** unión de las piezas

A continuación se mencionarán los procesos más utilizados en una fábrica de muebles y dentro de los cuales podemos encontrar un porcentaje significativo de residuo.



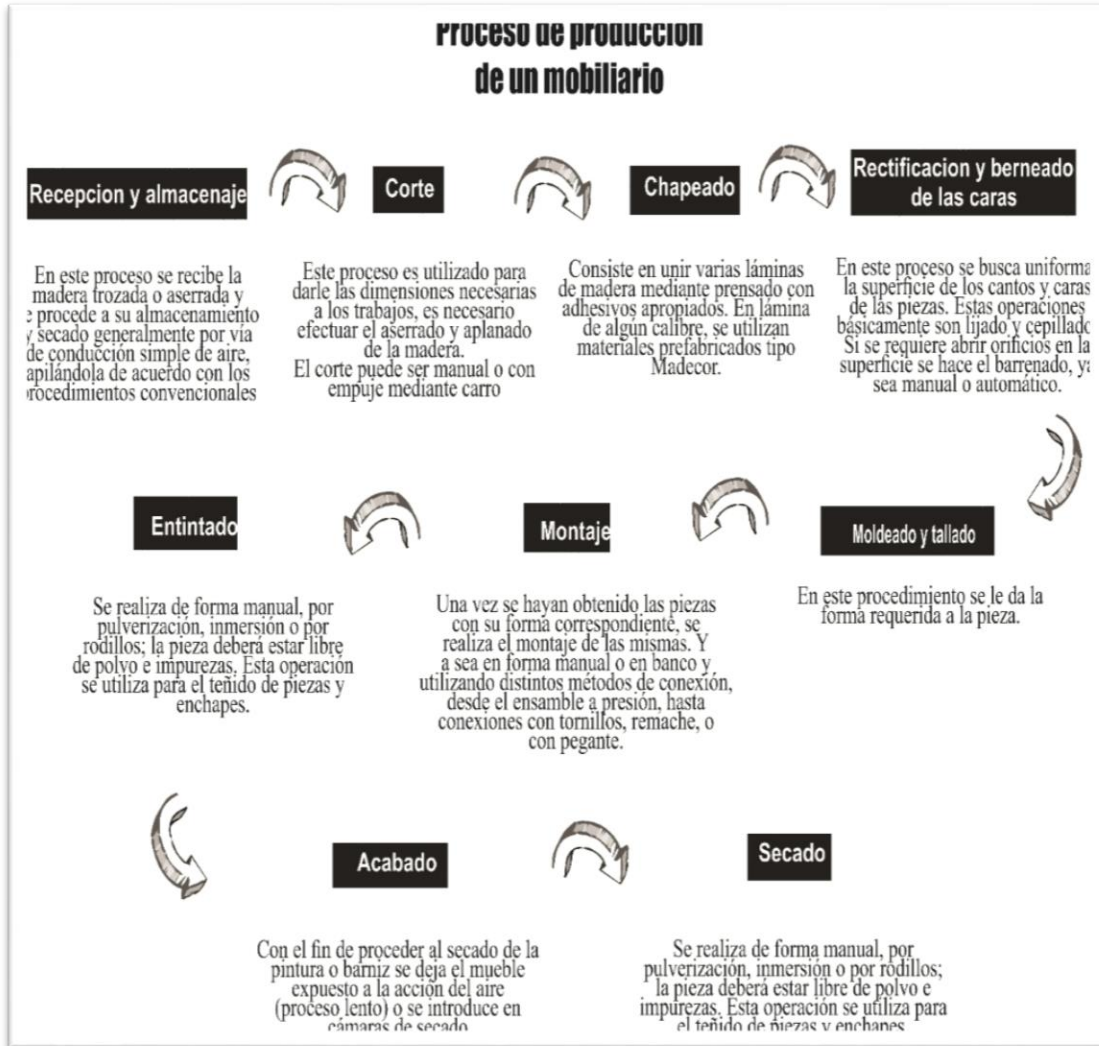


Ilustración 6. Proceso de producción de un mobiliario Fuente:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3150/11021041.pdf?sequence=1>

2.5.1. Proceso de producción de una mobiliario en M&M

El siguiente diagrama muestra el proceso de producción de mobiliarios para esqueliteria, y tapicería, que lleva a cabo la empresa Muebles & Muebles para desarrollar sus productos.

Proceso de producción de un mobiliario en Muebles & Muebles

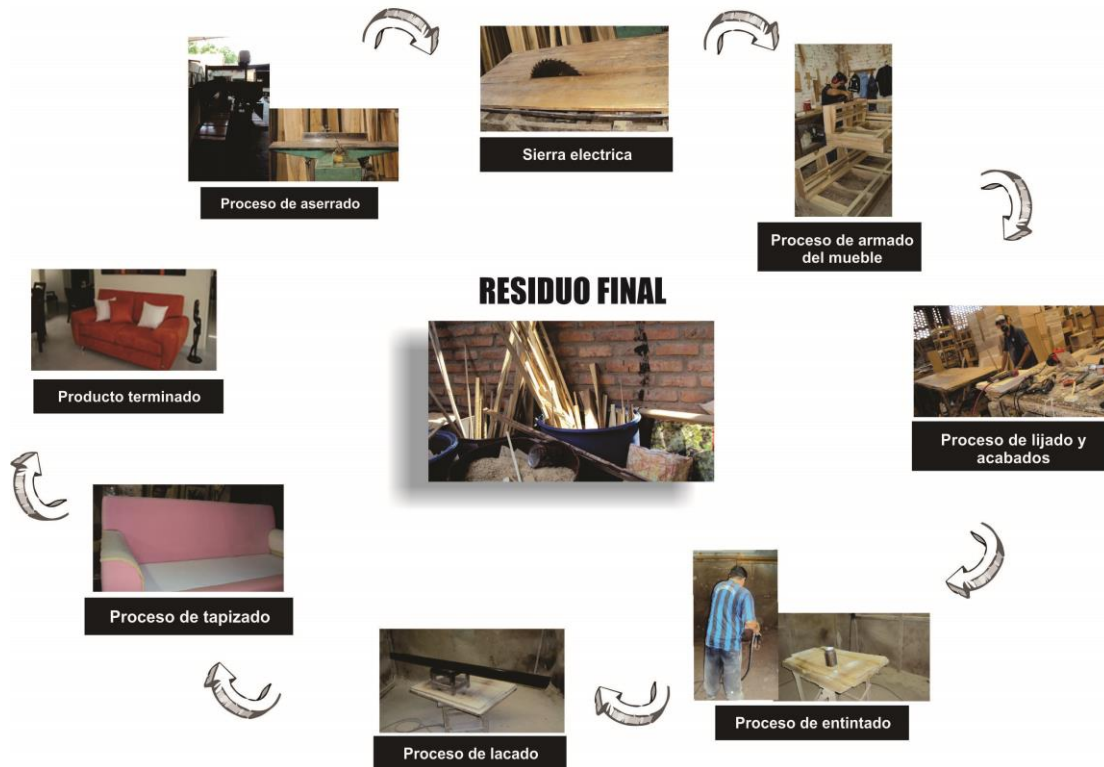


Ilustración 7. Proceso de producción en Muebles & Muebles

Fuente: Propia

- Aserrado de la madera:** Durante este proceso se retira las malformaciones naturales de la madera, para que esta pueda ser trabajada de una manera eficiente, y así evitar desperfectos en los acabados finales del mobiliario.



- **Sierra eléctrica:** en este proceso se cortan los listones de madera del tamaño adecuado para trabajar los diferentes tipos de mobiliario y darle ciertos acabados y formas que requiere el mobiliario.
- **Proceso de armado:** en este proceso se arma la estructura del tipo de mobiliario diseñado, este proceso es realizado con ganchos especiales para darle más presión a la unión de la madera
- **Proceso de acabados:** El proceso de acabados comienza por la pulidora, esta es la que genera un acabado a la madera para poder ser pintada, eliminando así las pequeñas imperfecciones que han quedado durante el proceso realizado hasta el momento.
- **Pintura:** en este paso se le agrega el color de pintura designado al producto, este paso es realizado con ayuda de un compresor y pistola de pintura, la cual permite la uniformidad en la aplicación de esta y en sus acabados.
- **Lacado:** para darle un mejor acabado a la pieza, después del proceso de pintura es necesario un proceso de lacado, el cual genere una protección a la pintura aplicada.
- **Tapizado:** por último se rellena el mobiliario con espuma y se tapiza el elemento con la tela que requiera el diseño.

En cada uno de los procesos presentados anteriormente, tanto en las fábricas de mobiliarios convencionales, como en la fábrica de Muebles y Mueble, se producen





diferentes tipos de residuos los cuales generan un porcentaje de pérdida tanto económica como de material en el sector de la madera.

Entre los residuos de madera que se generan en las empresas de fabricación de mobiliario se encuentran el aserrín, las virutas, los restos de chapa y tablero, y los recortes de madera. Todos ellos pueden ser recuperables como materia prima en otros puntos del sector, prolongando su vida útil.

Gran parte de estos residuos se producen durante las operaciones de dimensionado y mecanizado de la madera, mientras que el resto son materiales que no son susceptibles de continuar en el proceso de producción o bien son piezas defectuosas. (Confemaderas, 2004)(pág. N° 11)

2.6. Residuos de madera

Los residuos de madera son todas aquellas partículas y restos que se obtienen una vez la madera ha sido procesada; es el resultado que encontramos cuando esta es aserrada, cortada, pulida, etc.; todos estos procesos generan partículas o restos de madera diferentes, los cuales pueden ser clasificados según su tamaño y espesor.

2.6.1. Tipos de residuo generados

Dentro de los tipos de residuos que se generan en una fábrica de mobiliarios, o una carpintería podemos encontrar los siguientes:

- **Astillas:** es madera triturada y desgarrada sin ningún tipo de aditivo.



Ilustración 8. Astillas de madera. Fuente: <http://thumbs.dreamstime.com/x/pedazos-de-madera-18756309.jpg>

- **Viruta:** es un fragmento de material residual con forma de lámina curva o espiral que se extrae durante los procesos de producción de la madera



Ilustración 9. Viruta de Madera.

Fuente: http://www.puertassalas.es/mediapool/139/1391629/images/Nueva_carpeta/Wood_Shavings_Eucalyptus_Shavings_Pine_Shavings_Rubberwood_Shavings.jpg

- **Aserrín:** es un polvillo o partículas que se desprenden de la madera al ser aserrada.



Ilustración 10. Aserrín de madera

Fuente: http://i01.i.aliimg.com/photo/v0/105316089/wood_sawdust.jpg

Las aplicaciones actuales de los residuos de madera, no están siendo utilizadas ni aprovechados en su totalidad, si no que por el contrario, la implementan en usos poco convencionales como lo son:

- **Fabricación de tablero de partículas**

Representa el mayor porcentaje de destino de la astilla recuperada.

- **Fabricación de pellets y briquetas**

Pequeños cilindros de 6 a 11 mm de diámetro y de 10 a 30 cm de longitud, hechos con aserrín, astillas, molturadas u otros residuos comprimidos.

- **Fabricación de compost**



Producción de abonos y enmiendas orgánicas.

- **Camas de ganado**

Estos residuos poseen algunas características y propiedades que al ser procesada, pierde durante el proceso de transformación algunas propiedades mecánicas, pero conserva y gana otras como se mostrara a continuación:

2.7. Propiedades de la viruta de madera

- **Densidad**

Las propiedades físicas de la madera o virutas de madera se ven afectadas por muchos factores, como la humedad por ejemplo, que es la más importante.

La humedad en virutas de madera se mide a partir del peso seco y húmedo, pero en el análisis de los resultados de quema de astillas de madera o los resultados de las simulaciones de los quemadores no deben ser modelos matemáticos para ciertas propiedades físicas, como la densidad y el volumen, (*Forestpower 2009*) (Pág. N°2, figura 2)

Tabla 3. Densidad en seco fresco y densidad seca para diferentes tipos de madera.

Wood species	Dry-fresh density of wood	Dry density of wood
Birch	490 kg / m ³	574 kg / m ³
Aspen	375 kg / m ³	423 kg / m ³
Alder	400 kg / m ³	455 kg / m ³
Pine	405 kg / m ³	461 kg / m ³
Spruce	395 kg / m ³	448 kg / m ³

- **Aislamiento térmico**

La conductividad térmica es la capacidad que tiene algunos materiales para conducir el calor. Aquellos materiales que se consideran son aislantes térmicos, son aquellos que según el código técnico de la edificación, la conductividad térmica menor que 0,060 W/mK y una resistencia térmica mayor que 0,25 m² k/w. (*Instituto Valenciano de la Edificación*) (Pág. N°4, tabla P 1.1)

Tabla 4. Propiedades de la viruta de aserrín como material aislante. Fuente:

http://www.five.es/descargas/archivos/P1_portada.pdf

Denominación	Origen	Conductividad (>) W/(m.K)	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Inflamable ¹	Precio aproximado €/m ²	Formato	Medidas de protección en su instalación	Coste energético de producción MJ/kg ²	Contenido de producto reciclado (0-3) ³	Biodegradable ⁴
 Virutas de madera (WF)	Vegetal	0,038 - 0,107	1 - 10	SI	<40	Panel, proyectado y a granel	No	5 - 25	0-2	SI



- **Aislante acústico**

Las maderas como el fresno, arce, cedro, picea, ébano y el abeto, refuerzan el sonido y son utilizadas para hacer cajas acústicas; por el contrario hay maderas que absorben el sonido, actuando como aislante acústico. (*Futper carpintería 2011*)

- **Retiene la humedad**

La viruta de madera tiende a retener la humedad, incluso estando ligeramente comprimido. Los resultados que se muestran a continuación muestran mediciones realizadas con virutas densas embaladas mostrando que tras el impacto del agua, las virutas absorben alrededor de 10 kg de agua por m² en 2 horas. (*Porschitz, Hans R, Schwarz, Bernhard*) (Pág. N° 2. Punto 2, materiales y métodos.)

Tabla 5. Principales características de la viruta como material aislante. Fuente:
<http://timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/4-2-1.pdf>

Density (uncompressed shavings)	30 kg, atro*) /m ³
Density in structural elements	60...90 kg, atro*) /m ³
Moisture content of shavings in structural elements	12 % (related to mass)
Thermal conductivity (measured value)	0.04 W/mK
Thermal conductivity (according to registration)	0.045 W/mK
Water vapour permeability μ	1 / 2
Fire resistance classification	B2 (normal flammable)
pH- value	9
Endangering of fungi (according to DIN 40046)	almost zero

1. densidad (viruta sin comprimir)
2. Densidad en elementos estructurales



3. *El contenido de humedad de las virutas en los elementos estructurales*
4. *Conductividad térmica (valor medido)*
5. *Conductividad térmica (según registro)*
6. *Permeabilidad al vapor de agua μ medio*
7. *Clasificación de resistencia al fuego*
8. *Valor PH*
9. *peligro de hongos*

Una de las propiedades que se toma en cuenta para el desarrollo del proyecto, es el aislante acústico. La acústica es la ciencia encargada de estudiar el comportamiento de una onda en determinando espacio.

2.8. Yeso

Drywall afirma:

“El yeso puro es un mineral blanco, debido a impurezas puede tornarse gris, castaño o rosado. Se denomina sulfato de calcio dihidratado y su estructura cristalina está constituida por dos moléculas de agua y por una de sulfato de calcio. Se obtiene directamente de la naturaleza por extracción en forma de roca de yeso, se procesa industrialmente con poca alteración.”

2.8.1. Propiedades del yeso

3. Es un material higrométrico, el cual absorbe la humedad excesiva y la libera cuando hay sequedad.
4. puede aumentar en un 35% la capacidad de aislamiento térmico frente a construcciones no revestidas.



5. Debido a su elasticidad y estructura finamente porosa, el yeso ofrece una excelente capacidad de insonorización. Disminuye ecos y reverberaciones, mejorando las condiciones acústicas de las edificaciones.
6. El yeso es completamente incombustible y resistente al fuego.
7. El yeso, debido a su excelente plasticidad y moldeo, Es compatible con casi todos los elementos de decoración: papel, tapiz, madera, pintura, texturizados, etc.
8. La blancura natural del yeso conforma el soporte más adecuado para aplicar cualquier tipo de acabado posterior.
9. El yeso, una vez formada la red cristalina en el fraguado, es estable en el tiempo e inalterable ante las variaciones ambientales.

(Drywall, 2008)

9.1. Acústica

La acústica es la ciencia que se encarga de estudiar el sonido, la producción, transmisión y recepción de las ondas sonoras. (Dídac Corbí Albella, Universidad Politécnica de Valencia, 2013, P5)

9.1.1. Acústica geométrica

La acústica geométrica está basada en la hipótesis de reflexiones especulares, si bien cabe destacar que se trata de una aproximación, ya que normalmente la reflexión especular no se da en su totalidad. Se deben cumplir ciertas condiciones del recinto para que haya una reflexión especular.

- Superficie poco reflectante y lisa.
- Grandes dimensiones (en comparación con la longitud de onda a analizar).

Si las dimensiones son iguales o menores a la longitud de onda que queremos analizar se produce difracción, debido a que la onda rodea la superficie y continúa propagándose.





En el caso de que la superficie tenga rugosidades de tamaño similar a la longitud de onda, se produce difusión, al haber una reflexión en múltiples direcciones. (*Dídac Corbí Albella, Universidad Politécnica de Valencia, 2013, P6*)

9.2. Ondas

Las ondas son movimiento ondulatorio que se origina en una fuente o foco y se propaga a través del espacio. (*Anónimo, Ondas, P 183*)

9.2.1. Tipos de onda

Según la dirección

- **Longitudinales:** Son aquellas en que las partículas vibran en la misma dirección en la que se propaga la onda
- **Transversales:** Son aquellas en las que las partículas vibran perpendicularmente a la dirección en la que se propaga la onda.

Según la dimensión

- **Unidimensionales:** Las que se propagan en una sola dimensión.
- **Bidimensionales:** Las que se propagan en dos dimensiones
- **Tridimensionales:** Las que se propagan en tres dimensiones

Según el medio

- **Mecánica:** Necesitan propagarse a través de la materia
- **Electromagnética:** No necesitan medio para propagarse, se pueden propagar en el vacío.



(Anónimo, Ondas, P 184-185)

Hoy en día la contaminación que genera mayor daño a la sociedad después de la ambiental causada por gases, es la contaminación auditiva generada por el Ruido, pues las frecuencias a las que actualmente está sometiendo el oído humano están generando una degradación permanente en este.

Para estudiar este fenómeno del ruido y las afectaciones de este elemento, se trabajara con los distintos factores ergonómicos que permiten evaluar de alguna manera los diferentes espacios donde se desenvuelve una persona diariamente.

9.3. Estudios de diseño ergonómico

9.3.1. Ergonomía ambiental

La ergonomía ambiental es la Disciplina o rama de la ergonomía, la cual se encarga de estudiar las condiciones físicas del entorno de trabajo y su influencia en la confortabilidad, eficiencia y seguridad. (*Universidad Complutense Madrid*)

La ergonomía ambiental evalúa 5 factores que podemos encontrar en cualquier ambiente como lo son.

- Iluminación
- Confort térmico (calidad del aire interior)
- Ambiente sonoro
- Vibraciones
- Ergonomía geométrica (diseño del centro de trabajo)



En este caso, se tomara el ambiente sonoro como el factor de mayor relevancia a desarrollar, ya que la propiedad del material con la cual se trabajara es la acústica y el tema a tratar, son los problemas auditivos generados por la falta de acondicionamiento acústico de un lugar.

9.3.2. El ruido

En un entorno laboral los sonidos proceden de distintas fuentes emisoras, por lo tanto los sonidos no van a ser puros y tampoco van a seguir su armonía, este fenómeno se denomina ruido.

- El ruido es un contaminante que se produce con facilidad
- No deja residuos
- Es complejo de cuantificar y medir.
- Solo se percibe por un solo sentido

Podemos encontrar varios tipos de ruido como lo son:

- **Continuo:**

Si su nivel es constante

- **Intermitente:**

El ruido varía de manera escalonada

- **Variable:**

Si su nivel sonoro varía de forma continua

- **De impacto de impulso:**

El nivel sonoro presenta picos de alta intensidad y muy poca duración

(Teresa Álvarez Bayona, p.2 y 7)



9.3.3. Efectos del ruido desde el punto de vista ergonómico

El efecto más conocido a la exposición del ruido es la pérdida de la capacidad auditiva, este depende fundamentalmente del nivel de presión acústica y del tiempo de exposición a la misma.

La hipoacusia, nombre que recibe este fenómeno que se presenta por la exposición al ruido puede ser de dos tipos:

- ***De conducción***

Puede deberse a la rotura del tímpano o a una dislocación de los huesos del oído medio.

- ***De percepción o neural***

Puede producir una pérdida auditiva por lesión neural en las células del órgano de Corti.

Otros efectos que se pueden originar a causa del ruido externo a los problemas auditivos son:

- ***Efectos psicofisiológicos***
- ***Efectos subjetivos***
- ***Efectos sobre el comportamiento***
- ***Efectos sobre la seguridad.***

(Teresa Álvarez Bayona, p.11- 14)

9.4. Oído humano

Para tener en cuenta el daño que se produce en el oído humano, es necesario la anatomía del mismo y cómo funciona cada una de sus partes, para más adelante poder llegar a ser analizadas.

9.4.1. Anatomía del oído

El oído humano está conformado por 3 partes:

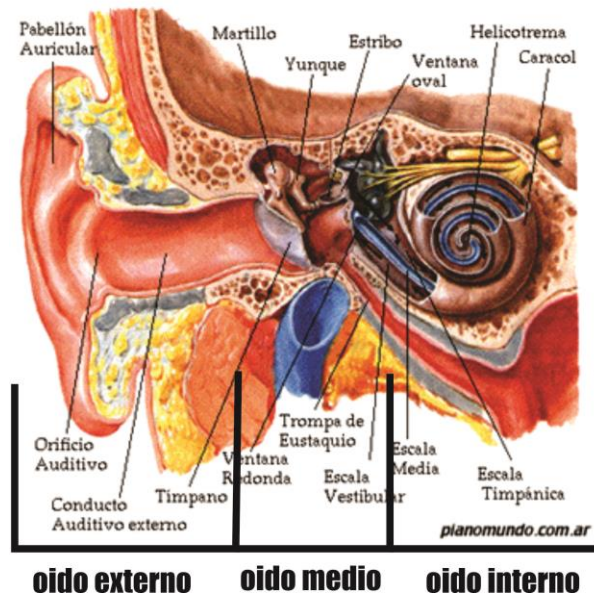


Ilustración 11. Anatomía del oído humano.

Fuente: <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>

- **Oído externo:**

Es el encargado de conducir las ondas sonoras que recoge el pabellón hacia el canal auditivo, para que de esta manera el sonido llegue al tímpano.

- **Oído medio:**



El oído medio es el encargado de conducir las vibraciones del sonido hasta la caja timpánica por medio del tímpano.

- **Oído interno:**

El oído interno está conformado por canales semicirculares, el vestíbulo y el caracol, son conductos curvados, recubiertos nerviosos y contienen el líquido endofálico.

9.4.2. Fisiología del oído

- El CAE (conducto auditivo externo) permite la introducción de las ondas sonoras y representa una cámara de resonancia que es máxima a nivel de los 3.500 c/seg.
- El MT (membrana timpánica) y el estribo son mecanismos que evitan la pérdida de hasta 26 Db

En resumen, podemos decir que una lesión del tímpano producirá una pérdida de hasta 30 dB a 60 db, donde implica lesión de huesecillos, Si la pérdida es mayor implica en general que existe lesión en oído interno (*Dr. Jorge Letelier, Dr. José san Martín, p.1-2*)

9.4.3. DB manejados en cada espacio





Tabla 6. Intensidad del sonido en diferentes espacios.

Fuente: http://www.asifunciona.com/tablas/intensidad_sonidos/intensidad_sonidos.htm

FUENTES DE SONIDO	DECIBELES
Umbral de audición	0
Susurro, respiración normal, pisadas suaves	10
Rumor de las hojas en el campo al aire libre	20
Murmullo, oleaje suave en la costa	30
Biblioteca, habitación en silencio	40
Tráfico ligero, conversación normal	50
Oficina grande en horario de trabajo	60
Conversación en voz muy alta, gritería, tráfico intenso de ciudad	70
Timbre, camión pesado moviéndose	80
Aspiradora funcionando, maquinaria de una fábrica trabajando	90
Banda de música rock	100
Claxon de un coche, explosión de petardos o cohetes empleados en pirotecnia	110
Umbral del dolor	120
Martillo neumático (de aire)	130
Avión de reacción durante el despegue	150
Motor de un cohete espacial durante el despegue	180

Clasificación de la intensidad del sonido en decibeles (dB) en diferentes entornos y ambientes.

Tabla 7. Clasificación de la intensidad de sonidos en diferentes ambientes.

Fuente: http://www.asifunciona.com/tablas/intensidad_sonidos/intensidad_sonidos.htm

ENTORNO	AMBIENTE	DECIBELES (dB)
Estudios de radio, televisión y grabación de sonido	Silencioso	0 a 20
Áreas residenciales de noche, hospitales y conversaciones a no más de 1 m de distancia	Poco ruidoso	40 a 80
Tráfico intenso en la calle	Muy ruidoso	80 a 100
Despegue de un avión de reacción o una nave espacial a 1 m de distancia	Insoportable	120 a 180



9.5. Principios del sonido

El sonido es un fenómeno vibratorio que a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga en este medio, bajo la forma de una variación periódica, y que puede ser percibido por el oído. (*Teresa Álvarez Bayona, P2*)

El oído humano posee la capacidad de percibir frecuencias altas y bajas, comúnmente las frecuencias bajas son las más difíciles de percibir por el oído ya que los sonidos graves que son estas frecuencias necesitan de un nivel sonoro mucho mayor a las frecuencias medias y altas para obtener el mismo nivel sonoro; es por ello que en la masterización musical, es importante hallar el equilibrio sonoro entre las frecuencias altas, medias y bajas, para que el oído humano pueda percibir de la misma manera estas tres.

9.6. Acondicionamiento acústico

El acondicionamiento de un espacio puede llegar a ser trabajado desde la parte visual, auditiva, ambiental y física; todos estos factores contribuyen a que haya un bienestar en el lugar que se incorporen, como aulas, habitaciones, teatros, estudios, etc, haciendo de este un espacio apto y deseado para las personas que concurran determinado sitio.

El acondicionamiento acústico engloba todas aquellas técnicas destinadas a corregir y adecuar el campo sonoro en el interior de una sala, con el fin de lograr los objetivos acústicos deseados. (*Anónimo, Acondicionamiento acústico, Capítulo 3*)

Absorción: La absorción reduce la energía de las reflexiones al transformarla en otras formas de energía, generalmente calor o movimiento.



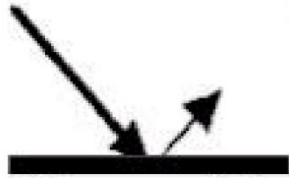


Ilustración 12. Ejemplo del fenómeno de absorción. Fuente:

<http://www.componemos.es/sonido/acondicionamiento-acustico-como-acondicionar-el-estudio-y-colocar-los-monitores/>

Difusión: su objetivo consiste en prevenir las focalizaciones de sonido, dispersando los rayos sonoros en múltiples direcciones

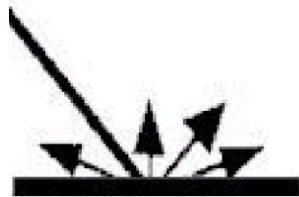


Ilustración 13. Efecto del fenómeno de difusión. Fuente:

<http://www.componemos.es/sonido/acondicionamiento-acustico-como-acondicionar-el-estudio-y-colocar-los-monitores/>

Materiales adecuados: los materiales cumplen un papel fundamental en el tratamiento acústico de un recinto, ya que de ellos depende la propiedad que se quiera trabajar, ya se absorción o difusión del sonido.



9.7. Difusión del sonido

La difusión es una propiedad del sonido que consiste en reflejar las ondas en distintas direcciones de manera uniforme, creando con esto un acondicionamiento acústico del entorno en el que se van a aplicar.

La difusión de sonido en un recinto se consigue mediante la ubicación de elementos expresamente diseñados para dispersar, uniformemente y en múltiples direcciones, la energía sonora que incide sobre los mismos.

La existencia de difusión de sonido en los recintos significa que la energía del campo reverberante llegara a los oídos de los espectadores por igual desde todas las direcciones del espacio. Ello contribuirá a crear un sonido altamente envolvente, y por lo tanto, aumentara el grado de impresión espacial existente. *(Bongiovanni Pablo, Cascino Marcelo y Sanso Marco, 2011, P 1-2)*

9.8. Tipos de difusores

9.8.1. Difusores unidimensionales QRD

Son los más utilizados a nivel práctico, tanto en salas de conciertos como en estudios de grabación. Consisten en una serie de ranuras paralelas de forma rectangular, de igual anchura y diferente profundidad. Generalmente, dichas ranuras están separadas por unos divisores delgados y rígidos. *(Bongiovanni Pablo, Cascino Marcelo y Sanso Marco, 2011, P 3-4)*



Ilustración 14. Difusor unidimensional QRD.

Fuente: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf>

9.8.2. Difusores bidimensionales QRD:

Los difusores bidimensionales QRD aparecen como una generalización de los unidimensionales con el objetivo de obtener una óptima difusión del sonido incidente en todas las direcciones del espacio. En este tipo de difusores, las ranuras son sustituidas por pozos dispuestos en paralelo, de profundidad variable y de forma habitualmente cuadrada. (*Bongiovanni Pablo, Cascino Marcelo y Sanso Marco, 2011, P 4*)

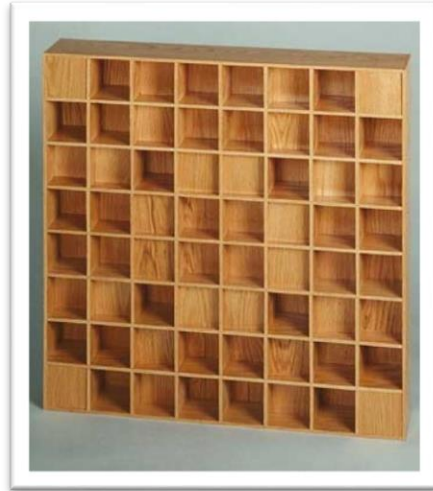


Ilustración 15. Difusor bidimensional QRD.

Fuente: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf>

9.8.3. Difusores PRD

Las propiedades de este tipo de difusores son muy parecidas a las de los difusores unidimensionales QRD, salvo por el hecho de que la energía asociada a la reflexión especular es muy baja. Sin embargo, al igual que sucede con los difusores MLS y con los difusores bidimensionales QRD, los difusores PRD son escasamente utilizados en la práctica. (*Bongiovanni Pablo, Cascino Marcelo y Sanso Marco, 2011, P4-5*)



Ilustración 16. Difusor PRD.

Fuente: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf>

9.8.4. Difusores híbridos:

Otra manera de formar un difusor es combinar la reflexión y absorción. Al construir los fondos de las ranuras de material absorbente, no habrá reflejos en estas partes de la superficie difusora, Estos tipos de superficies híbridas causan absorción parcial y al mismo tiempo una dispersión, por lo que necesitan para ser utilizadas en el control de la reverberación. (Bongiovanni Pablo, Cascino Marcelo y Sanso Marco, 2011, P11)



9.9. Materiales recomendados

Hay dos formas de deshacerse de las reflexiones indeseadas en un recinto:

Absorción: Materiales porosos

las ondas penetran en los orificios y el roce de las partículas de aire contra las paredes internas del material provoca una reducción en su movimiento, transformando la energía acústica en calor.

Alfombras, moquetas, cortinas, tapices, ropa... todos estos son materiales porosos que absorben las altas frecuencias.

Difusión: los difusores suelen contar con formas geométricas de variados tamaños y disposiciones, para lograr que la onda se refleje de manera distinta en cada una de ellas y obtener así un campo sonoro más homogéneo. Cuanta más variación de tamaños haya en el difusor mayor será el rango de frecuencias para el que es efectivo. *(ISP instrumentos y sonido profesional)*



Análisis de la información recolectada

La viruta de madera, es un residuo que puede llegar a ser de gran utilidad hoy en día, teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánica que esta presenta no solo en su estado inicial del tronco, si no cuando esta es procesada y triturada hasta ser convertida en residuo, sin tener en cuenta sus propiedades como lo es el aislamiento acústico. Esto es visto como una oportunidad, llegar a crear un elemento que no solo está siendo implementado en vez de desechado, si no que simultáneamente está mejorando una problemática que día a día está afectado nuestra salud como lo es la contaminación auditiva generada por el ruido.

Sin embargo este factor contaminante puede llegar a ser tratado a través del acondicionamiento acústico adecuado de un espacio, implementando elementos acústicos como absorbentes o difusores de sonido, estos son elementos que pueden llegar a ser implementados en cualquier espacio que necesite ser acondicionado, desde hogares hasta teatros y auditorios.





10. Marco legal

- **Decreto 948 de 1995**

Art 14: Norma de emisión de ruido y Norma de ruido ambiental.

Norma de Emisión de Ruido y Norma de Ruido Ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente fijará mediante resolución los estándares máximos permisibles de emisión de ruido y de ruido ambiental, para todo el territorio nacional.

- **Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental**

Resolución 0627 de abril 7 de 2006, Cap. II Y III.

Ministerio de ambientes, vivienda y desarrollo territorial

Que de conformidad con el artículo 14 del Decreto 948 de 1995, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, fijará mediante resolución la norma nacional de emisión de ruido y norma de ruido ambiental para todo el territorio nacional.

En esta ley podemos encontrar los estándares máximos y mínimos de ruido medidos en decibeles (db), para los diferentes espacios públicos desde hospitales, bibliotecas y parques, hasta zonas residenciales en donde podemos como debería ser el ambiente sonoro normal en cada uno de ellos.



11. Etapa creativa

En la etapa de diseño creativa, se llevan a cabo las distintas pruebas de material aglomerado de aserrín con los distintos tipos de aditivos, que se encuentran en el mercado para determinar de esta manera cuál de ellos es el más adecuado para el desarrollo de la propuesta que se va a llevar a cabo.

11.1. Pruebas de aglomerado con aserrín.

Un aglomerado se puede definir como la mezcla de varios compuestos compactados entre sí, dentro de la industria de la madera existen distintos tipos de aglomerado de partículas de madera con el cual se están desarrollando nuevos materiales como lo es el MDF.

Dentro de los diferentes tipos de aglomerado con aserrín de madera encontramos los siguientes:

- Viruta de madera y cemento
- Viruta de madera y pegamento
- Viruta de madera y resina
- Viruta de madera y recubrimiento plástico
- Viruta de madera y cal
- Viruta de madera y cola vinílica
- Viruta de madera y resina poliéster

Teniendo en cuenta estos ejemplos, se realizaron las siguientes pruebas:





Ilustración 17. Pruebas realizadas con aserrín y resina, aserrín y almidón de yuca y aserrín y silicona. Fuente: propia

En la primera imagen: La resina se compacto debidamente con el aserrín de madera, y proporciono mayor dureza a esta, sin embargo la resina no proporciona propiedades acústicas y por ser un compuesto químico es altamente contaminante con el medio ambiente.

En la segunda imagen: Por su parte el aglutinante con almidón de yuca, dura mayor tiempo en compactarse, proporcionando dureza al material, pero al secarse este produce hongos por lo cual se descarta.

En la tercera imagen: La prueba realizada con silicona proporciona elasticidad y maleabilidad al aserrín, sin embargo por no poseer propiedades acústicas y por ser un compuesto contaminante con el medio ambiente se descarta.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores de las primeras pruebas de aglomeración realizadas, se busca una alternativa diferente, de un material que solamente no sea mayor contaminante con el medio ambiente, sino que además posea



propiedades acústicas, las cuales refuercen la propiedad obtenida del aserrín y sea encontrado con facilidad en la región de Norte de Santander.

Es por ello que se decide realizar pruebas de aglutinante con materiales encontrados en la región como lo son el barro y el yeso, los cuales son poco nocivos para el medio ambiente en comparación con los aglutinantes sintéticos, y además poseen propiedades acústicas.

11.2. Pruebas del material

Para desarrollar las pruebas del material se implementó un instrumento de medición (anexo 1), con el fin de comparar las probetas realizadas de material y las características obtenidas de cada una de ellas, teniendo en cuenta que no toda la viruta tiene la misma dimensión; es por ello que primero se clasificó la viruta de madera según su tamaño a través de tamices de diferentes medidas (2mm, 1mm y 0,5mm), además de los porcentajes de componentes adicionales que se implementaron como aglutinante del material y que ayuda en el proceso de compactación de este

Para verificar las pruebas, *ver anexo 2 (informe de materiales)*

- **Resultado del tamiz 0 (viruta superior a 2mm)**



Ilustración 18. Prueba 1, tamiz #0. Fuente: Propia

- **Resultado tamiz 1 (2mm)**



Ilustración 19. pruebas 1 y 2 tamiz #1. Fuente: propia

- **Resultado tamiz 2 (1mm)**



Ilustración 20. Pruebas 1 y 2 del tamiz # 2 . Fuente: propia

- **Resultado tamiz 3 (0,5mm)**



Ilustración 21.pruebas 1 y 2 del tamiz #3. Fuente: propia

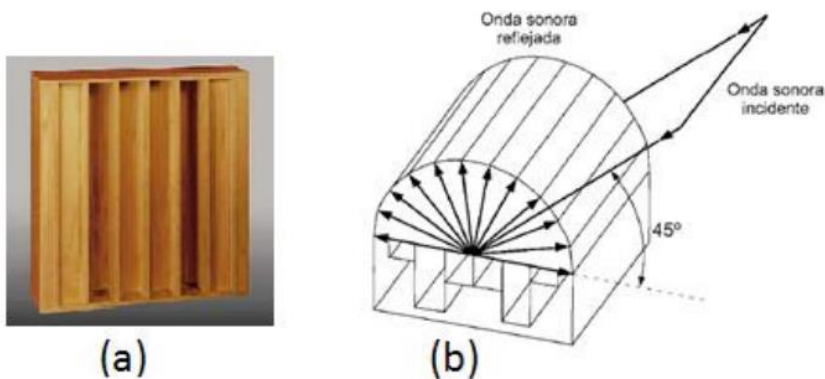


11.3. Análisis de los resultados

- Clasificando la viruta de madera por tamaños, da claridad frente a cual tipo de viruta se compacta de mejor manera frente a otras, ya que hay unas que presentan fracturas al momento de desmoldar, esto es causa ya sea del poco material aglutinante o del tamaño de la viruta, que como se observó entre más pequeña, es probable que se fracture.
- El tipo de molde en el que se llevaron a cabo los diferentes ensayos de material son de gran importancia, ya que como se observa en los ensayos donde se implementaron los moldes de madera, las pruebas no se compactaron de la mejor manera y produjeron algunos hongos, al contrario de lo que sucede con los moldes de yeso, pues estos permiten una mejor absorción del exceso de agua que se utilice, haciendo con esto que el material se aglutine de una manera rápida y eficaz.
- Se pudo determinar que la cantidad de materiales utilizados para el aglutinante son de gran importancia para determinar los acabados y propiedades que se desean del material. Los ensayos que se realizaron con mayor cantidad de caolín que de yeso, presentan polvillo, este es un residuo que queda en el elemento cuando alguien lo sujeta, mientras que mayor sea la cantidad de yeso y menor la de caolín, el elemento presenta una resistencia mayor y no se genera la misma cantidad de polvillo, además que deja un acabado brillante en la pieza.
- Se decide trabajar con el yeso por las propiedades acústicas que este presenta, las cuales pueden incrementar la propiedad de acústica encontrada en la viruta de madera.

11.4. Tipo de difusor a desarrollar

Para el desarrollo del elemento acústico, se llevara a cabo un difusor de tipo unidimensional, teniendo en cuenta que este tipo de difusor es el más práctico e implementado profesionalmente, pues el ranurado de este, permite que la onda se refleje de mejor manera que los demás.



Físicamente el fenómeno que se presenta cuando la onda sonora incide sobre este tipo de difusor, es lo que sucede en la imagen b, esta al chocar sobre las ranuras del elemento difusor se propaga por su interior hasta alcanzar el fondo de la misma, de esta manera la onda se refleja y viaja en sentido contrario, generando con esto el fenómeno de reflexión de onda dentro de un recinto.

11.5. Desarrollo del difusor unidimensional

Para obtener la profundidad de las ranuras del elemento y la secuencia de las mismas, se aplicó la siguiente formula:

$$s_n = n^2 \text{ mod } p$$



Donde

P: numero primo

n: numero entero, va desde 0 o hasta p-1

mod: operación matemática modulo, indicativa de que cada valor desde Sn se obtiene como resto o residuo del cociente entre n² y de p.

Secuencia de profundidad

La secuencia de profundidades es necesaria para lograr que la distribución de energía que se refleja sea uniforme, y de esta manera se logre la difusión deseada.

Se tomó un p=11 como referencia teniendo en cuenta que los espacios donde se van a implementar estos no son grandes, si no que al contrario este tamaño es utilizado para medianos espacios como en home estudio y en las distintas habitaciones de un hogar ya que las frecuencias y ondas manejadas no son de gran magnitud.

Para observar el desarrollo de la formula ver anexo 6.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n²	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
Sn=n²mod11	0	1	4	9	5	3	3	5	9	4	1

Secuencia de la profundidad de las ranuras del difusor

La secuencia de la profundidad que se maneja en el difusor a proponer es 1cm,4cm,9cm,5cm,y 3cm, ya que el elemento difusor es modular, se cumple la secuencia completa la cual seria 1,4,9,5,3,3,5,9,4,1, logrando de esta manera el efecto de difusion deseada.

A continuacion se observan los distintos perfiles obtenidos de secuencia de profundidad que se obtienen de los numeros primos que van desde el 5 hasta el 23, haciendo una comparacion de cada uno de ellos, donde se observa el perfil que se va a trabajar para el desarrollo del proyecto, el cual corresponde a un $p=11$.

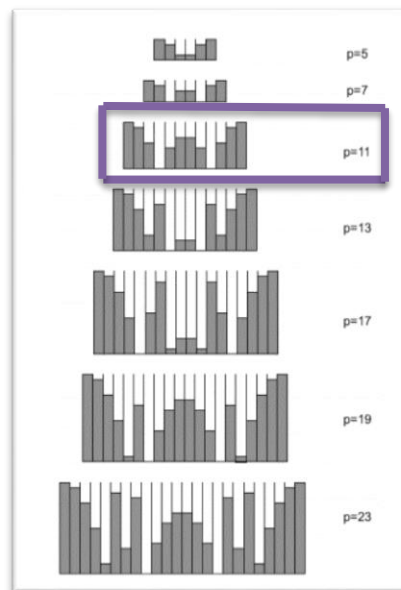


Ilustración 22. Perfiles de difusión con un periodo desde 5 hasta 23. Fuente: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FAyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf>



12. Determinantes, parámetros y requerimientos.

La tabla de determinantes, parámetros y requerimientos, se realiza con el fin de tener en cuenta los puntos de mayor relevancia que debe tener el elemento a desarrollar, y cuáles son los factores que se deben tener en cuenta para el producto final, además, es una herramienta que facilita el proceso creativo de diseño y propuesta del elemento, con ello podemos obtener una visión más amplia de lo que se quiere llegar a proponer y de lo que se espera del producto.

Tabla 8. Determinantes, parámetros y requerimientos, Fuente: Propia

DETERMINANTES	PARAMETROS	REQUERIMIENTOS
1. Debe contener la secuencia periódica de difusión anterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas • formas 	<ul style="list-style-type: none"> • el perfil especificado de secuencia es de: 4cm, 9cm, 5cm, y 3cm.
2. Debe poseer ranuras como lo especifican los difusores QRD	<ul style="list-style-type: none"> • Formas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ranurados o alturas de distintos tamaños y profundidades.
3. debe ser fácil de usar	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de sujeción • Ergonomía del elemento 	<ul style="list-style-type: none"> • Material liviano con peso menor a 2 kg, ya que levantar un peso mayor de 7kg, puede causar daños o



		<p>molestias más adelante.</p> <ul style="list-style-type: none">• Medidas de fácil agarre manual, no superiores a 10X10 cm de espesor• Facilidad de agarre del elemento, ya sea por el acabado del material o la forma del mismo.
4. Debe ser fácil de instalar	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas de empalme	<ul style="list-style-type: none">• Peso menor a 7kg.• Sistema modular del elemento, el cual permita una fácil instalación y permita mover el elemento cuando el usuario lo decida.
5. Debe ser modular (medidas de construcción)	<ul style="list-style-type: none">• medidas• Forma	<ul style="list-style-type: none">• Teniendo en cuenta medidas de construcción, es decir que el elemento final debe conformar en su totalidad un elemento



		<p>de 60x60 de tal manera que sea replicable en las distintas habitaciones de un hogar, sin depender del tamaño de estas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El contraste del elemento ya sea por color o formas, permite visualizar o diferenciar el elemento con mayor claridad de los demás.
<p>6. Debe adaptarse en cualquier entorno</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hogares • Aulas • Estudios de grabación • Habitaciones • oficinas 	<ul style="list-style-type: none"> • a través de un sistema fácil de modular, el cual permita al usuario entender e implementar los módulos en distintos espacios. • Aplicando medidas de construcción en el



		módulo de tal manera que este pueda ser implementado en cualquier entorno de construcción.
--	--	--

12.1. Bocetos del elemento

En la etapa de bocetación, se plantean diferentes mosaicos que se podrían llevar a cabo para el elemento difusor, teniendo en cuenta que este debe ser modular y repetitivo.

Para el desarrollo de las propuestas se hicieron dos analisis formales, en el primero se tuvo en cuenta la anatomia del oido humano y como este a traves de sus formas curvas y la gradacion de sus formas , logra capturar las ondas y transportarlas hasta el oido medio y el interno, los cuales son los encargados de hacer el proceso de escucha.

1 acercamiento:

El oido externo es el encargado de transmitir las ondas a traves del oido medio y el interno, es por ello que a traves de un estudio formal se obtuvieron las formas principales para realizar los primeros acercamientos del objeto. Este primer acercamiento se realizo antes de determinar el tipo de difusor a trabajar, por eso no posee el ranurado requerido por los difusores unidimensionales.



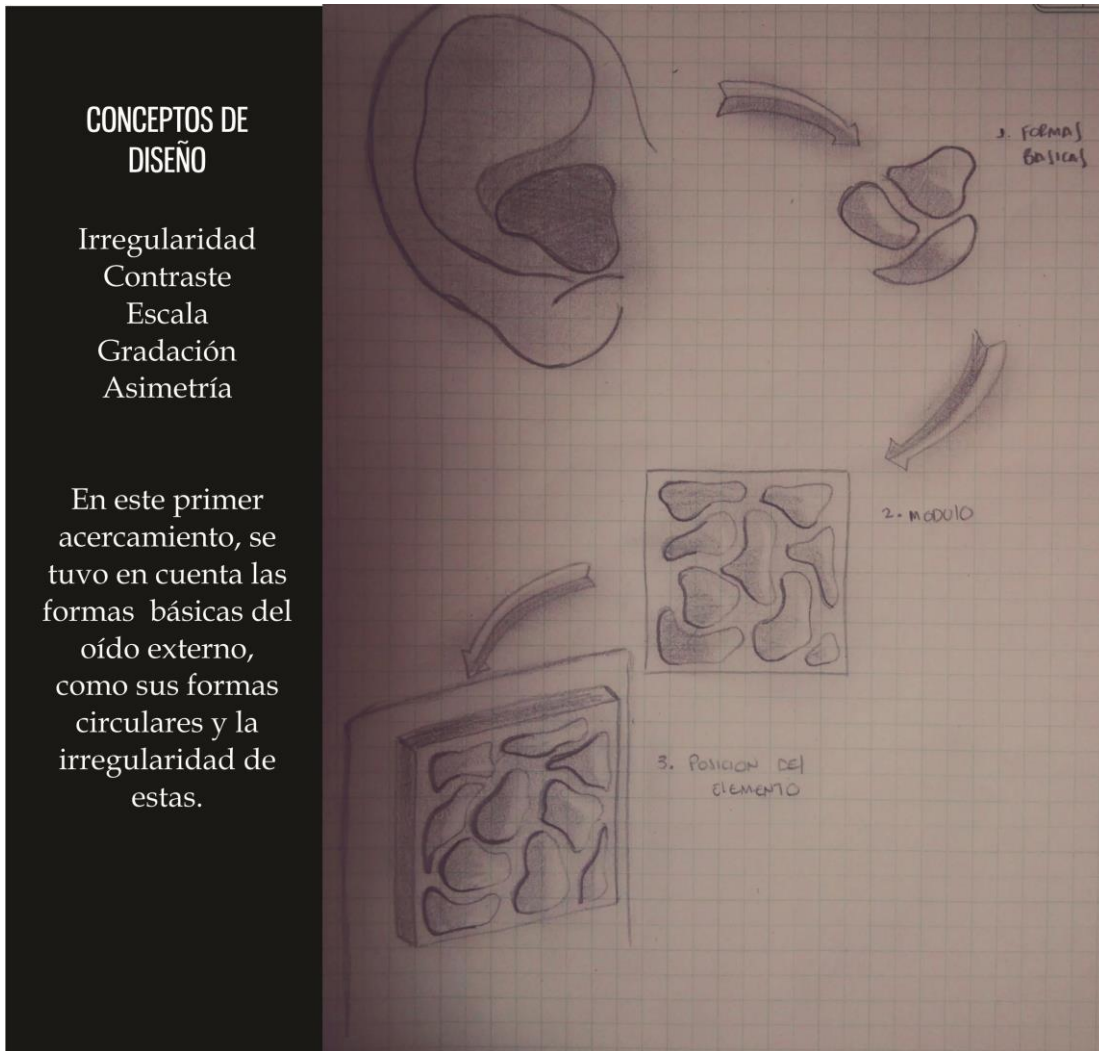


Ilustración 23. Proceso de bocetación 1. Fuente: propia

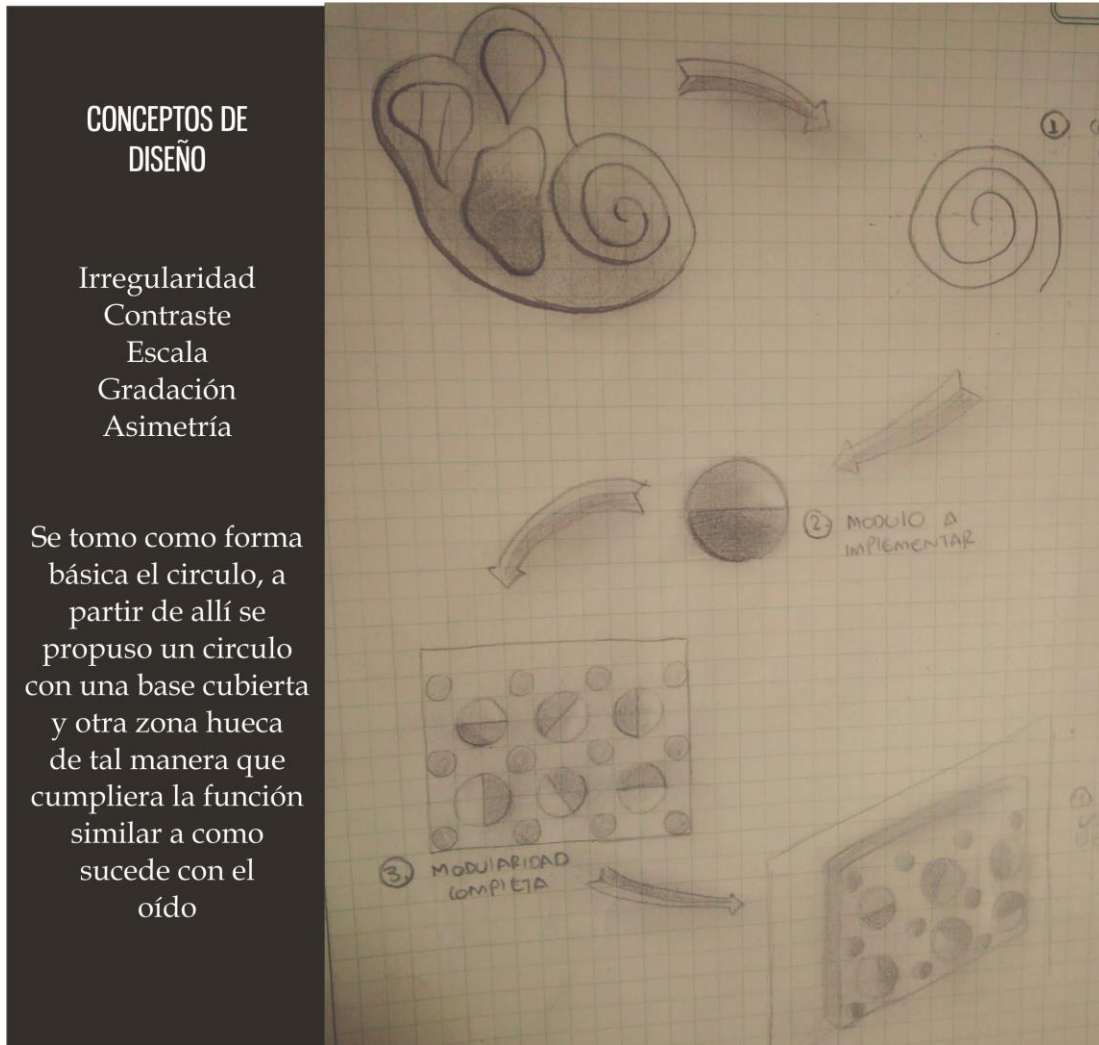


Ilustración 24. Proceso de bocetación 2 Fuente propia

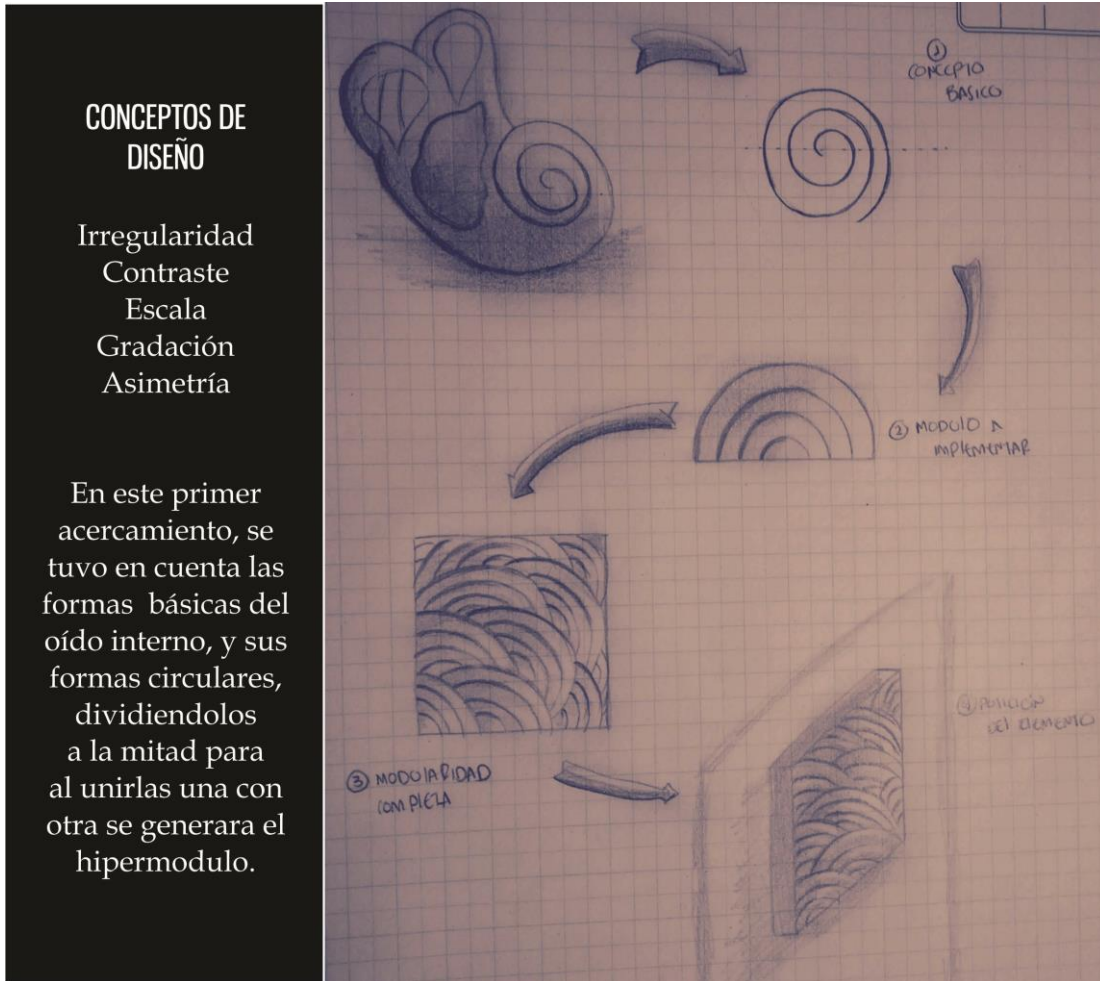


Ilustración 25. Proceso de bocetación 3 Fuente propia

2 Acercamiento:

En el segundo acercamiento formal, se hizo referencia en la época de los primeros habitantes de la cultura Norte Santandereana, ya que el proyecto se llevara a cabo en Pamplona, Norte de Santander, se quiere mostrar la representación de esta en el producto final, tomando como referencia el libro “Nuestros antepasados” y el estudio etnográfico realizado por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, donde se hace referencia de los primeros habitantes de la tierra Pamplonesa como los arawaks, los chibchas y los motilones, sus costumbres y tradiciones, donde podemos encontrar elementos representativos de los indios motilones.

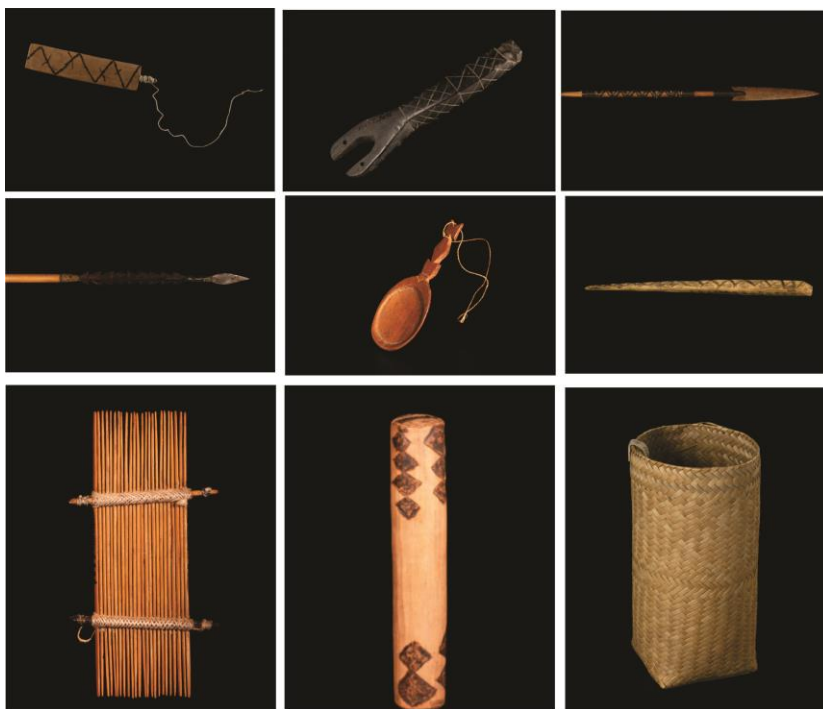


Ilustración 26. objetos usados por los indios motilones. Fuente: <https://coleccionetnograficaicanh.wordpress.com/category/region/page/38/>

Se pudo observar que la mayoría de las pintas étnicas son figuras que representan una historia para cierta cultura, pero formalmente, esta presenta líneas rectas y su mayoría son triángulos y rectángulos unidos que forman una modularidad.

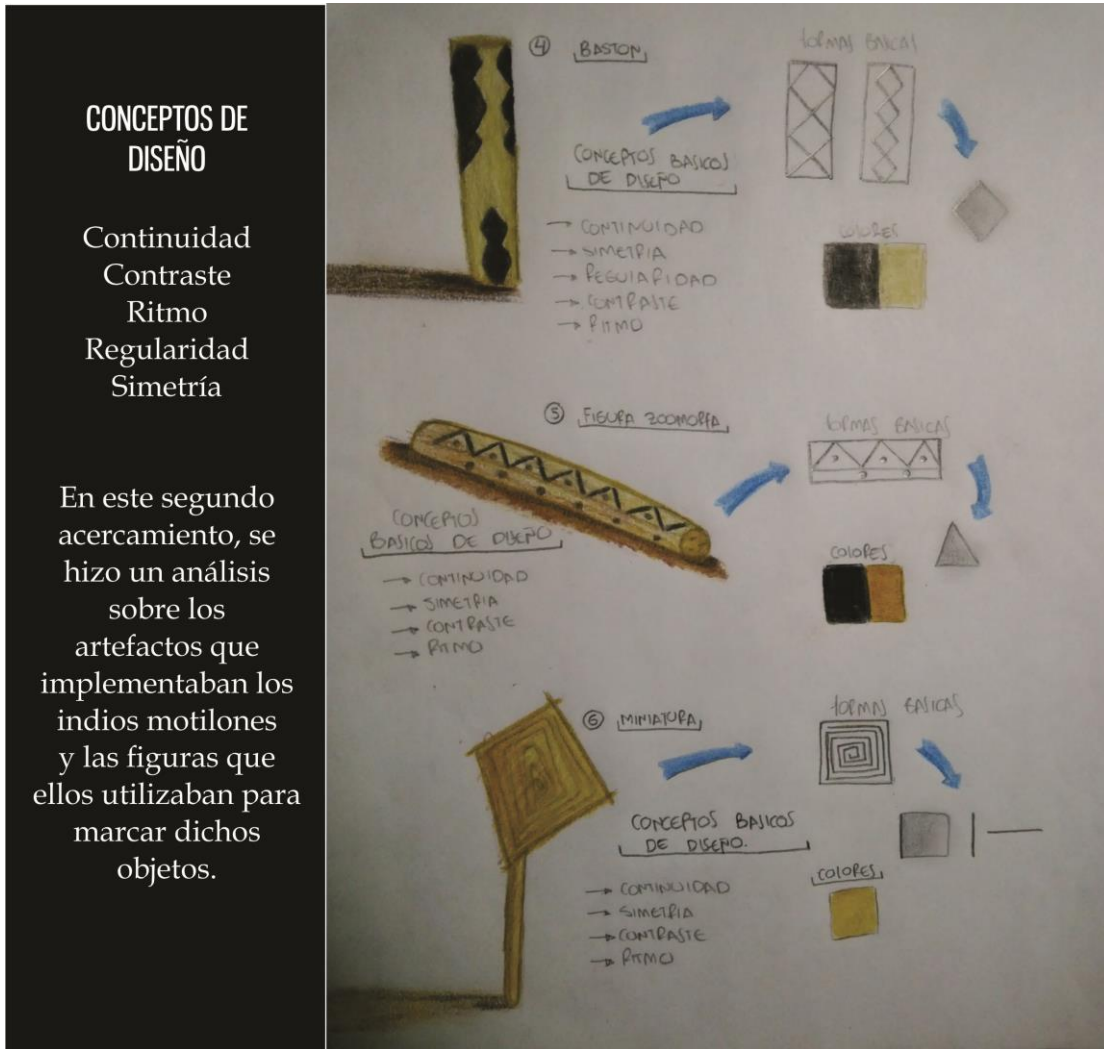


Ilustración 27. Proceso de bocetación 4 Fuente: Propia

CONCEPTOS DE DISEÑO

Continuidad
 Contraste
 Ritmo
 Regularidad
 Simetría

En este segundo acercamiento, se hizo un análisis sobre los artefactos que implementaban los indios mitolones y las figuras que ellos utilizaban para marcar dichos objetos.

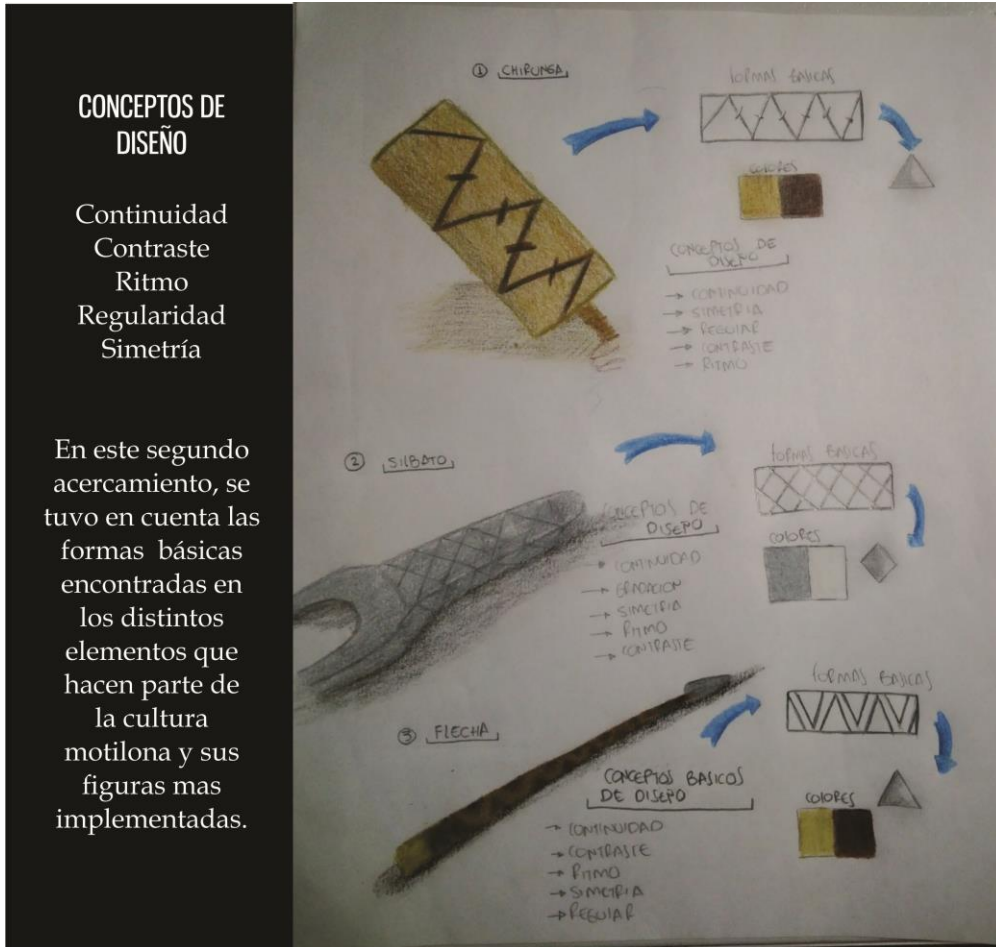


Ilustración 28. Proceso de bocetación 5
Fuente: Propia



DESARROLLO CONCEPTUAL DE LOS INDIOS MOTILONES

Las siguientes figuras se obtuvieron de los distintos elementos que utilizaban los motilones en sus objetos, obtenidos gracias al estudio etnográfico realizado por el Instituto Colombiano de Etnografía e Historia.

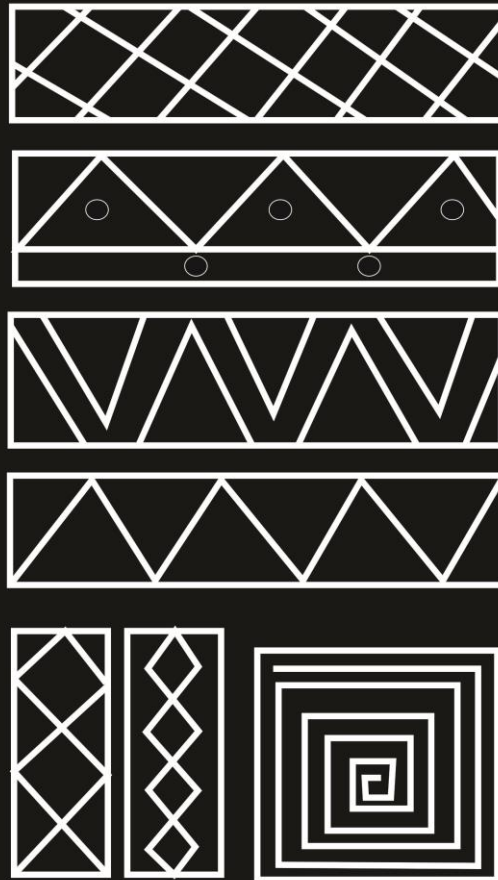


Ilustración 29. Desarrollo conceptual figurativo de la cultura motilona. Fuente propia



**MODULARIZACIÓN
TENIENDO COMO
REFERENTE LAS
ILUSTRACIONES
DE LOS INDIOS MOTILONES**

Continuidad
Contraste
Ritmo
Regularidad
Simetría

En esta parte, se realizan las posibles modularizaciones teniendo en cuenta los conceptos de diseño encontrados en los objetos de los indios motilones, y a partir de ellos se hacen las primeras configuraciones.

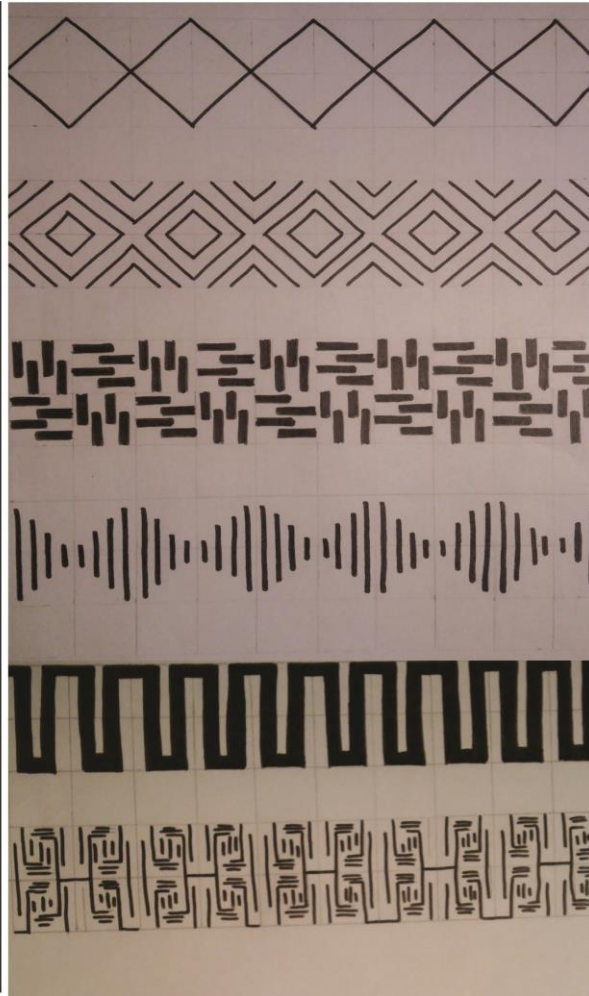


Ilustración 30. Modularización obtenida del análisis figurativo de la cultura motilona. Fuente propia



12.2. Propuestas de diseño.

Teniendo en cuenta la modularización anterior, se hacen las siguientes propuestas de diseño, tomando la configuración formal de algunas figuras de los indios motilonos (imagen 28), y llevándolas a un concepto minimalista; es por ello que la propuesta de color que se plantea si bien se tiene en cuenta el análisis de color que implementaban los indios motilonos, se busca que el elemento a desarrollar sea llamativo, no solo por su configuración formal, sino también por sus colores.

Tabla 9. Propuesta de color. Fuente propia

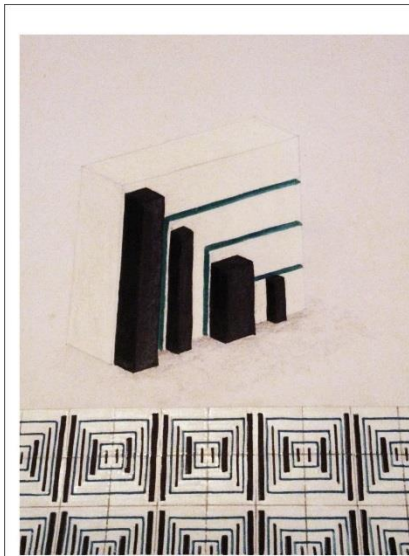
	color	Referencia
El blanco es uno de los colores predominantes en la tendencia minimalista por la claridad que este presenta.		PANTONE white
El negro, representa elegancia e imponencia frente a los demás colores, y también es implementado en las distintas pintas étnicas.		PANTONE hexachrome black
Los colores tierra o más cálidos como el amarillo, son representativos de las diversas etnias, y con el cual se está aplicando en decoración de espacios, por su armonía y tranquilidad.		PANTONE 3945C
El azul representa frescura, y en este caso es utilizado por ser llamativo.		PANTONE 299C





El verde es un color tranquilo, y fresco, el cual hace referencia a la naturaleza. Hoy en día este color está siendo implementado en la decoración de distintos espacios.		PANTONE 618C
El rojo es uno de los representantes del minimalismo, ya que se ve como un color imponente y llamativo frente a otros.		PANTONE 497C
El gris es un color neutro, utilizado en la decoración minimalista.		PANTONE 421C

Teniendo en cuenta los estudios formales y propuestas de diseño presentadas anteriormente, se plantean estas en diferentes espacios donde los difusores de sonido pueden llegar a ser implementados, y como se comportan en la modularización que presentan.



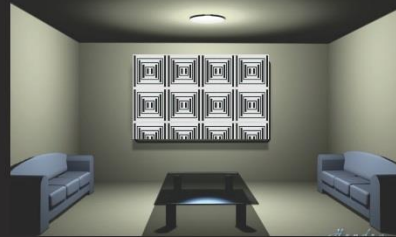
CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO

- Escala
- Ritmo
- Continuidad
- Gradación
- Secuencia
- Contraste

PROPUESTA DE COLOR



PANTONE White PANTONE Hexachrome Black C



Fuente de fondo de imagen: <http://www.acusmat.com/kits-home-studio-214-jatte-pack.html>

Ilustración 31. Propuesta de Diseño1

Fuente: Propia






CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO

- Escala
- Ritmo
- Continuidad
- Gradación
- Excentrico

PROPUESTA DE COLOR



PANTONE
7407C



PANTONE
Hexachrome Black C

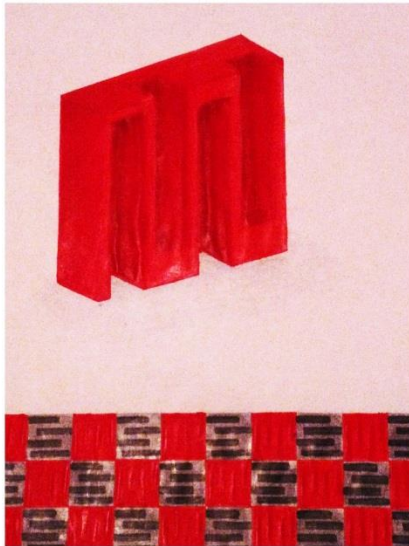




Fuente de fondo de imagen: <http://www.acusmat.com/kits-home-studio/214-jatte-pack.html>

Ilustración 32. Propuesta de diseño 2

Fuente: Propia



CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO

- Simetría
- Ritmo
- Continuidad
- Gradación

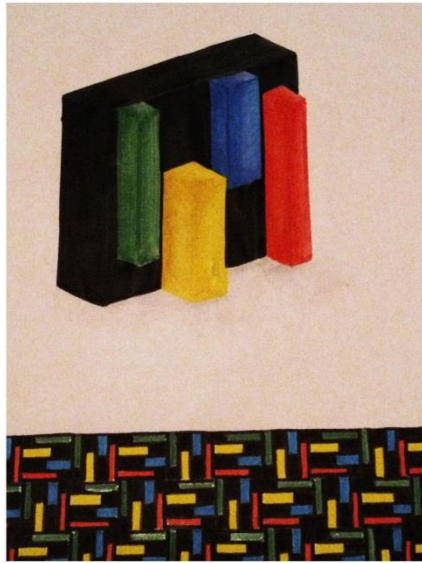
PROPUESTA DE COLOR



Fuente de fondo de imagen: <http://www.acusmat.com/kits-home-studio/214-jatte-pack.html>

Ilustración 33. Propuesta de diseño 3

Fuente: Propia



CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO

- Escala
- Ritmo
- Continuidad
- Gradación
- Secuencia

PROPUESTA DE COLOR



Fuente de fondo de imagen: <http://www.acusmat.com/kits-home-studio/214-jatte-pack.html>

Ilustración 34. Propuesta de diseño 4

Fuente: propia

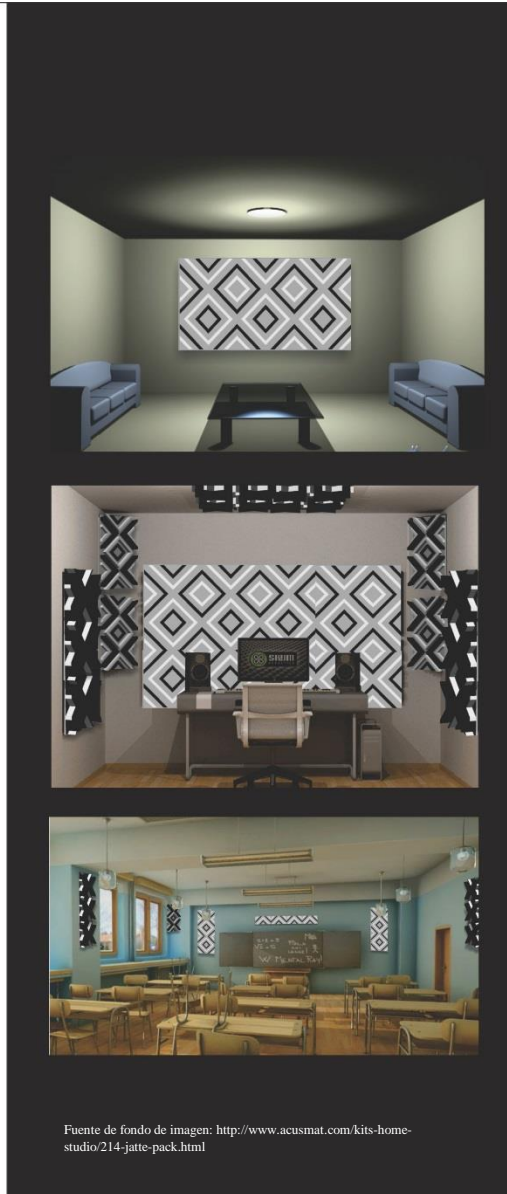
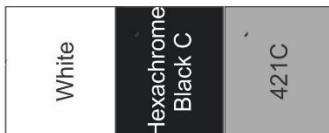




CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO

- Contraste
- Ritmo
- Continuidad
- Escala
- Secuencia
- Centralidad

PROPUESTA DE COLOR



Fuente de fondo de imagen: <http://www.acusmat.com/kits-home-studio/214-jatte-pack.html>

Ilustración 35. Propuesta de diseño 5

Fuente: Propia

12.3. Evaluación de propuestas

Una de las maneras de evaluar las propuestas, es dándoles una calificación según los determinantes que el elemento necesita.

Tabla 10. Evaluación de alternativas Fuente propia

propuesta	Debe tener la secuencia periódica	Debe poseer el ranurado característico de los difusores qrd	Debe ser Fácil de usar De acuerdo a su modularidad	Debe ser Fácil de instalar	Debe ser Modular por sus colores o formas	Adaptable a cualquier entorno por sus Colores	
1	5	5	4	3	5	5	27
2	3	3	3	3	3	3	18
3	4	3	4	3	4	4	22
4	5	4	3	3	4	3	22
5	4	3	4	3	5	4	23

Se califica cada una de las propuestas de diseño, según los determinantes propuestos, el rango de calificación va de 1 a 5 donde

- 1: no aplica debidamente
- 2: no aplica
- 3: aplica
- 4: aplica de manera aceptable
- 5: aplica correctamente

Propuesta 1



Propuesta 5



12.4. Propuesta a desarrollar

Para determinar la propuesta de diseño a llevar a cabo, no solo se tuvo en cuenta la evaluación de diseño anterior, si no que adicionalmente se aplicó una encuesta de 2 tipos, una dirigida a los hogares, y otra dirigida a especialistas en el área del sonido como músicos; esto con el fin de determinar no solo la importancia de los elementos difusores hoy en día en los diferentes espacios, si no con el fin de determinar qué características son de mayor relevancia en los diseños propuestos y cuál de ellos fue el de mayor aceptación por parte de los encuestados.

- **Encuesta 1**

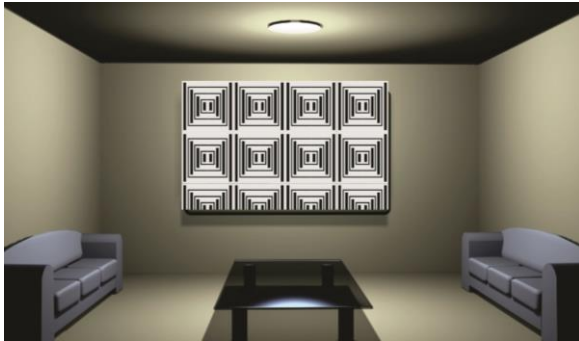
En la encuesta 1 (anexo 3) se aplica como estudio de caso en 50 personas de la ciudad de Pamplona Norte de Santander, clasificados de 20 a 30, de 31 a 40 y de 41 a 50 años, con el fin de determinar la importancia de los difusores de sonido en un hogar y el diseño de los mismos.

Conclusiones de las encuestas y resultados de las mismas (ver anexo3)

Total de personas encuestadas =45

- **En la pregunta 3** “Al implementar difusores en las paredes de su hogar ¿Cuál de los diseños presentados en el catálogo anexo consideraría usar?”

A=57,7%



- **Encuesta 2**

En la encuesta 2 (anexo 4) se aplica a profesionales en el área de sonido, como docentes y estudiantes de la carrera de música, con un total de 15 profesionales, con el fin de conocer la importancia del acondicionamiento acústico de manera profesional, y los lugares donde estos pueden llegar a ser implementados teniendo en cuenta las propuestas de diseño propuestas.

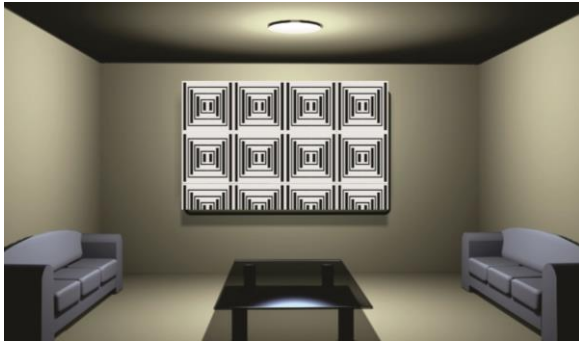
Conclusiones de las encuestas y resultados de las mismas (ver anexo4)

Total de personas encuestadas =15

- **En la pregunta 4** Al implementar difusores de sonido ¿Cuál de los diseños presentados en el catálogo anexo consideraría usar



A= 46,6%



12.5. Propuesta desarrollada

Según las encuestas aplicadas y la evaluación realizada de propuestas, el diseño que obtuvo mayor porcentaje de aceptación por el público fue la propuesta A, Los aspectos de mayor relevancia tenidos en cuenta por el público en la pregunta 3, fueron principalmente por su forma, y por su color. Es por ello que para el desarrollo del elemento de difusor, se llevara a cabo la propuesta A



Ilustración 36. Modulo a desarrollar

Fuente: Propia

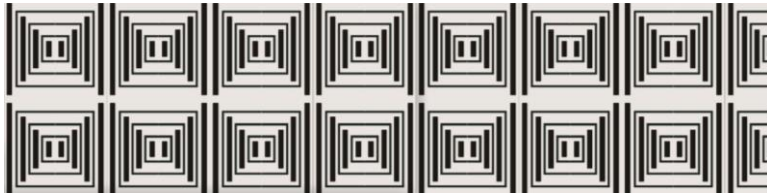


Ilustración 37. Mosaico visto de frente. Fuente propia

12.6. Planos técnicos

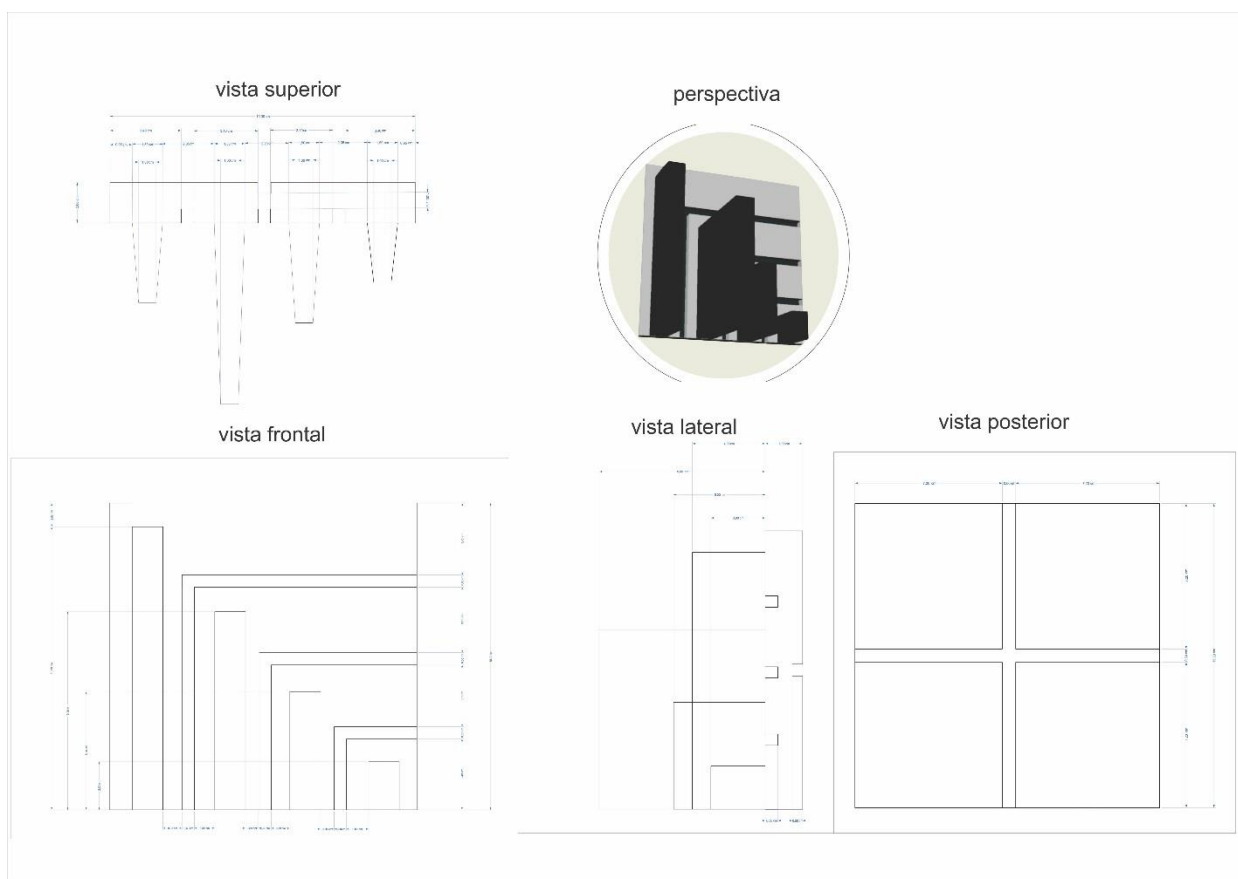


Ilustración 38. Plano módulo 1

Fuente: propia

13. Etapa de desarrollo

Primero se realizó un modelo de ajuste, con una producción de 16 módulos difusores de 15X15, para verificar el comportamiento del material.

13.1. Elaboración del molde

Para el desarrollo de los moldes, se implementó la silicona como ingrediente principal, ya que este por su propiedad mecánica de elasticidad permite desmoldar con mayor facilidad el producto final, además que puede llegar a ser implementado repetitivamente sin que este sufra mayores daños.



Ilustración 39. Desarrollo del 1 molde. Fuente propia

13.2. Elaboración del material

El material seleccionado es tomado de acuerdo a las pruebas de material realizadas y expuestas anteriormente en la página 55 y anexo 2, tomando en cuenta las características que cada una de estas pruebas presenta, se toma el yeso como aglutinante principal ya que este permite una compactación más rápida, y la viruta generada por el tamiz de 1mm, para el desarrollo de los primeros modelos de ajuste.



Ilustración 40. Proceso de elaboración del material

Fuente: Propia

13.2.1. Resultado de los modelos de ajuste



Ilustración 41. Modelo de ajuste 1

Fuente: Propia



Ilustración 42. Modelos de ajuste

Fuente: Propia



Ilustración 43. Modelo de ajuste 3

Fuente: Propia



Ilustración 44- Modelo de ajuste 4

Fuente Propia

Durante el desarrollo de las primeras pruebas, se tuvo en cuenta la proporción de material implementado; se realizaron 16 láminas del material propuesto, de las cuales las primeras 4 se fracturaron al desmoldar, esto es debido a que el elemento no estaba compactado en su totalidad y por ellos presentaba fractura.



Ilustración 45. Modelo de ajuste 5
Fuente: Propia



Ilustración 46. Modelo de ajuste 6
Fuente: Propia

Se tuvo en cuenta la propuesta de color presentada en el diseño, se aplicó vinilo en el elemento, la cual tardo aproximadamente 12 horas en secarse, sin embargo esta es solo una propuesta de color del elemento ya que esta puede llegar a ser presentado en crudo, y de esta manera dar libertad al cliente de decorarlo a su gusto.



13.2.2. Conclusiones del primer desarrollo

- En estos modelos de ajuste, se planteaba un diseño en sus esquinas de tal manera que una encajara con la de al lado, sin embargo, la elaboración del molde no permitía que estas encajaran debidamente, ya que muchas se fracturaban al momento de desmoldar.
- El tiempo de secado de cada módulo para realizar el desmolde es de 45 minutos aproximadamente.
- La aplicación del color se debe realizar una vez el material haya eliminado todo el agua que contiene, si no el proceso de secado del material incrementa.

13.2.3. Propiedades obtenidas del material

Las propiedades del material de mayor relevancia son tenidas en cuenta en función del elemento difusor que se desarrolló, sin embargo este material puede ser mejorado a través de las practicas adecuadas para mejorar el rendimiento del material, para ellos se realizó un informe sobre las propiedades que pueden llegar a ser mejoradas, y los procesos de comprobación de material que se pueden realizar al material obtenido. (Ver anexo 5)

- **Porosidad del material:** esta propiedad en algunos materiales es una desventaja, pero en este caso la porosidad que se genera en el material es de gran utilidad para permitir que un porcentaje de onda que incide sobre este sea absorbida, y de esta manera la propiedad acústica que se busca sea perfeccionada.



- **Baja densidad:** este material al ser un 50% residuo de madera, posee una densidad menor, que las cerámicas convencionales, esta es una ventaja al momento de instalar el elemento en la pared.
- **Aislante acústico:** esta propiedad es la de mayor importancia y es obtenida gracias a la cantidad de residuo de madera que contiene cada lámina, con la cual se busca que el elemento sea funcional.



13.3. Segundo proceso de producción

Para esta segunda etapa de producción, se realizaron los moldes y contra moldes, teniendo en cuenta las mejoras y observaciones obtenidas en el proceso anterior, para este proceso, se hizo una producción de 50 módulos de difusores.

13.3.1. Elaboración del molde



Ilustración 47. Segunda elaboración de moldes. Fuente propia

13.3.2. Elaboración del material

Para desarrollar el material, se realizan los pasos del primer modelo de ajuste, agregando 50gr de material adicional, ya que esta tiene una tapa en la parte posterior.



Ilustración 48. Segunda elaboración de molde. Fuente propia

13.3.3. Resultado finales



Ilustración 49. Resultado final 1 Fuente propia





Ilustración 50. Resultado final 2 Fuente propia



Ilustración 51. Resultado final 3 Fuente propia



13.3.4. Conclusiones del desarrollo

- Es necesario que los moldes finales se realicen en yeso, ya que esto permite facilidad a la hora de encajar la parte trasera del elemento, para evitar que este se mueva, adicionalmente el molde de yeso permitirá que el modulo final elimine mayor cantidad de agua que en los moldes de silicona.
- Se logran hacer 10 módulos aproximadamente por día, con dos moldes de silicona.
- El tiempo de compactación del elemento es de aproximadamente una hora, de esta manera se evita que el modulo se fracture.
- El peso aproximado por modulo, una vez este es secado al aire libre es de 500gr aproximadamente.
- A través del proceso de molido, se recupera gran porcentaje de la viruta de madera.



13.3.5. Pruebas en el horno

Uno de los módulos se llevó al proceso de secado en un horno artesanal de ladrillo, para verificar como se comportaba el material durante este proceso, los resultados son los siguientes:



Ilustración 52. Horno artesanal de ladrillos. Fuente propia



Ilustración 53. Difusor ubicado en el horno artesanal de ladrillo. Fuente propia

13.3.6. Resultado obtenido



Ilustración 54. Módulo de yeso y aserrín después del proceso de cocción. Fuente propia

- El modulo se incorporo en el horno cuando este estaba a 450° aproximadamente.
- Pasados 60 minutos, el material empezo a aumarse debido al compuesto del material de aserrin, ya que este como es madera con el calor tiende a incendiarse.
- Como el material se sobre coccio en algunos puntos, este se fracturo y en algunas partes se volvio ceniza.
- Se obtuvo una dureza superior comparada con los que se secan la aire libre.

13.3.7. Residuo total obtenido



Ilustración 55. Proceso de aprovechamiento total del residuo. Fuente propia

De una bolsa aproximadamente de 3 kilos (primera imagen) de viruta de madera y aserrín, se recuperó entre el 90 y 95% total del residuo (tercera imagen), a través del proceso de cernido que se realiza para determinar el tamaño de la viruta que es necesaria para el desarrollo del producto, y seguidamente a través de un proceso de molido manual (segunda imagen), se tritura el residuo que queda después de tamizar la viruta, para de esta manera aprovechar al máximo los desechos generados durante todos los procesos de producción de la madera en producto, sin importar su tamaño.

13.3.8. Propuestas de color del modulo desarrollado

Se tuvo en cuenta el estudio de color presentado anteriormente y las diferentes configuraciones que se pueden llegar a realizar con el modulo final.

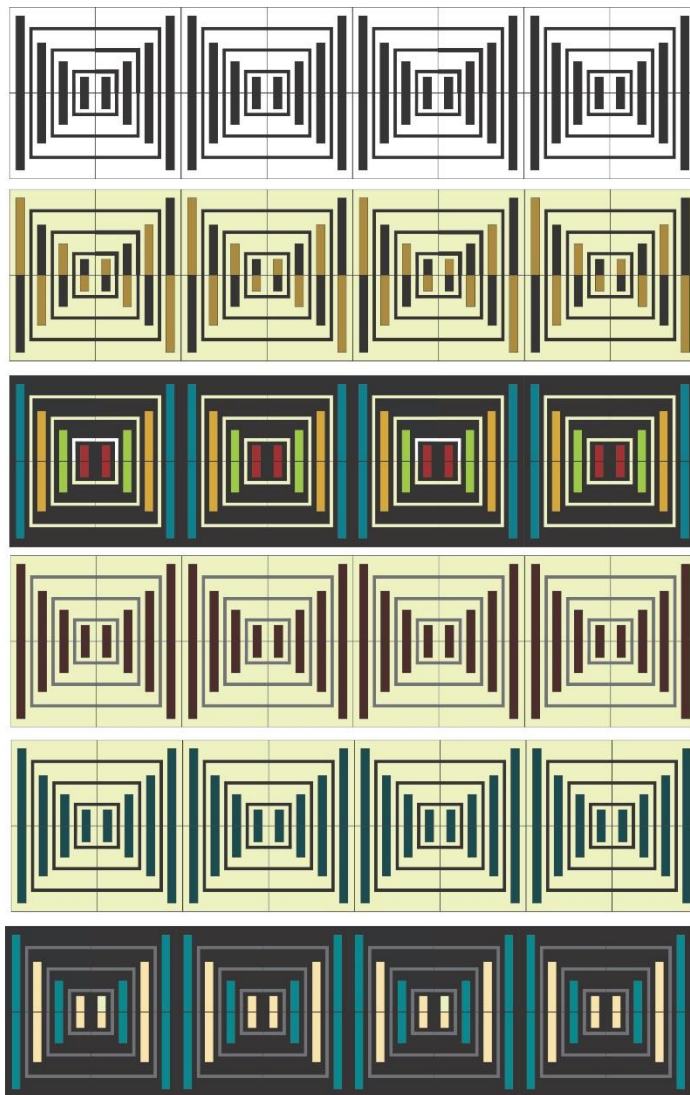


Ilustración 56. Propuestas de color del módulo final. Fuente: propia

14. Empaque

14.1. Propuestas de diseño

Se propone un empaque el cual contenga 4 módulos de difusores, el cual no solo sirva como embalaje del producto, si no que adicionalmente este servirá como soporte para ubicar los difusores en la pared, a través de un sistema de ranurado presentado en sus dos caras principales, de tal manera que se puedan ubicar las 4 unidades en el empaque.

14.1.1. Primer acercamiento



Ilustración 57. Propuesta del empaque. Fuente propia

En este primer acercamiento, se plantea un empaque el cual no posee ningún tipo de pegante, si no que al contrario este envuelve el elemento y se cierra a partir de solapas, esa propuesta es descartada ya que se desperdicia gran cantidad de material.

14.1.2. Segundo acercamiento y propuesta final

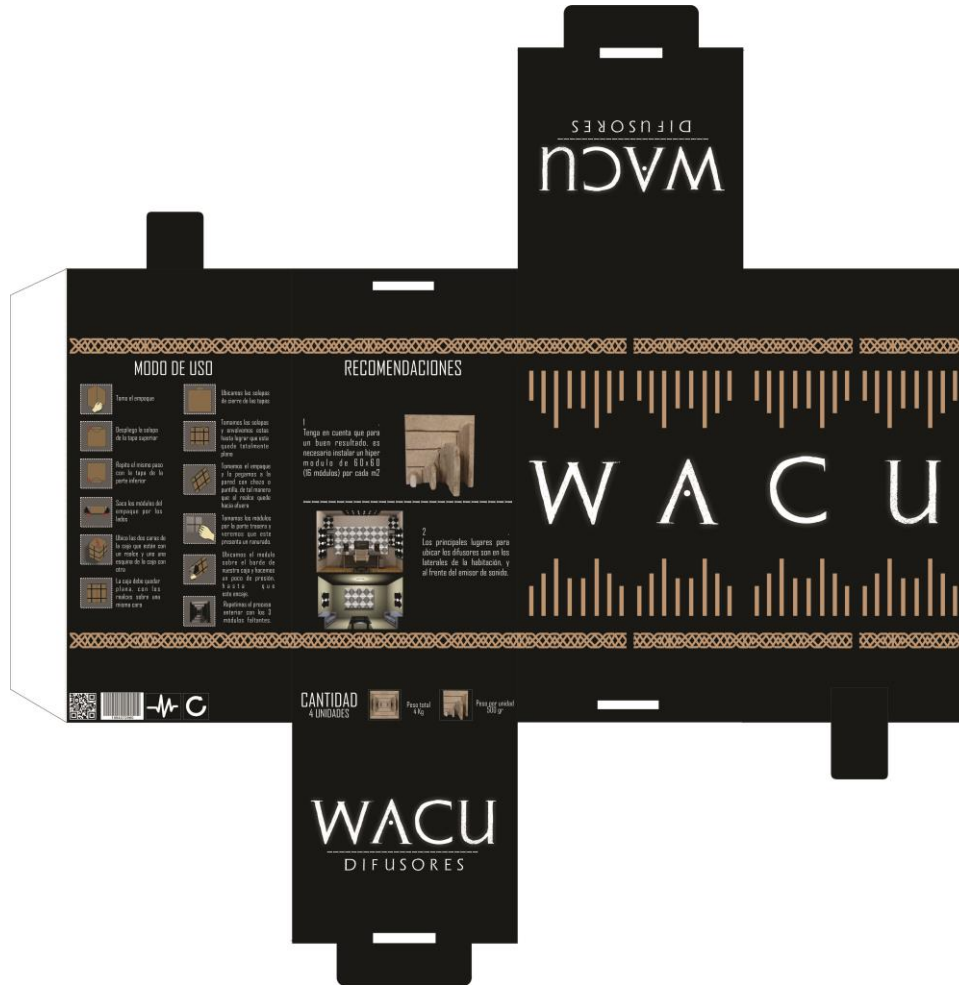


Ilustración 58. Propuesta final del empaque

14.2. Medidas del empaque

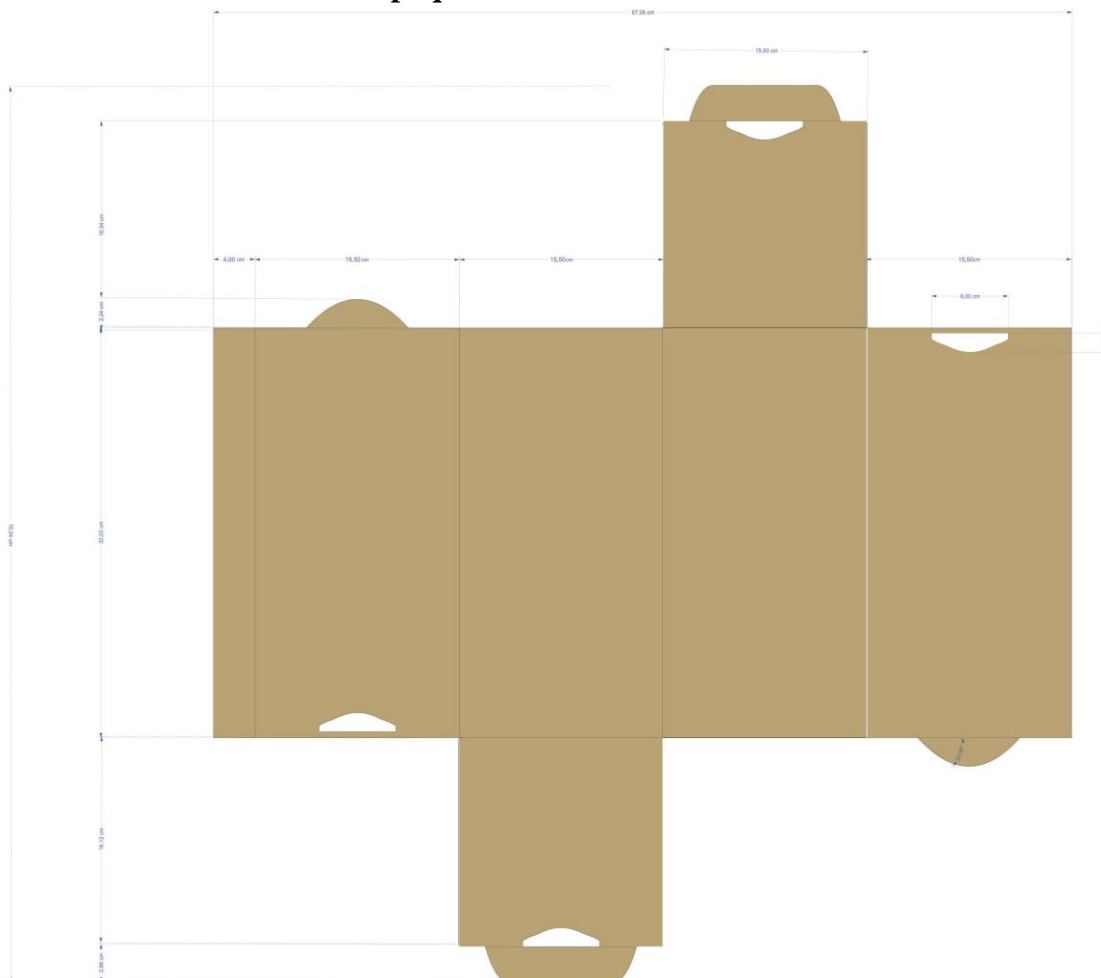


Ilustración 59. Planos del empaque. Fuente propia

En las especificaciones del empaque se encuentra:

- Diagrama de uso
- Recomendaciones de instalación

- Código de barras, código QR, y pagina web
- Contenido total y peso del mismo
- Material, cartón micro corrugado y laminado
- Proceso: impresión sobre e mismo

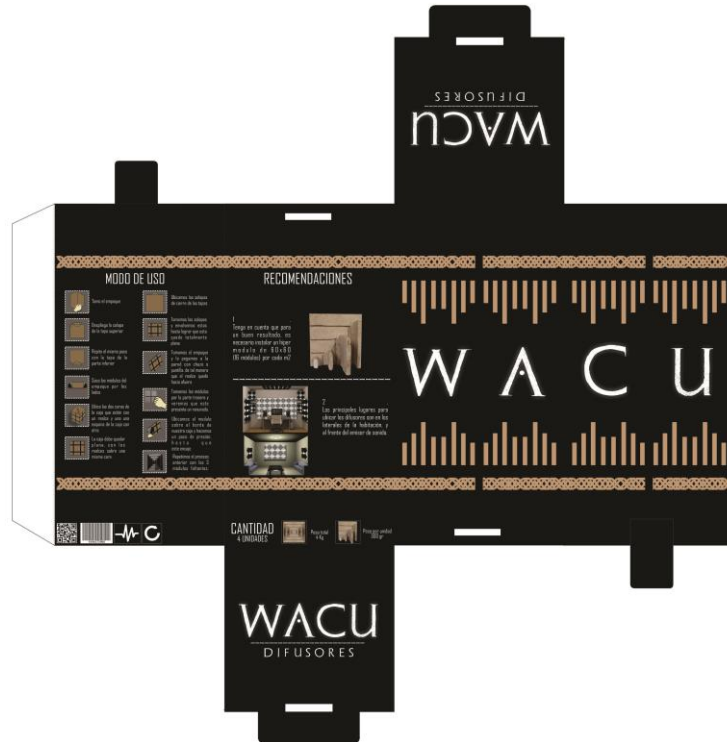


Ilustración 60. Vistas del empaque. Fuente propia

14.3. Modo de uso

Los difusores de sonido presentan una configuración formal en la parte trasera de cada módulo, lo cual permitirá posteriormente ensamblar estos para formar el hiper-modulo propuestos de 60X60



Ilustración 61. configuración formar en la parte trasera del difusor. Fuente propia

El empaque posee un ranurado en alto relieve, el cual al ser plegado por la mitad queda de una medida de 30X30 donde se pueden ubicar los difusores de sonido haciendo un poco de presión sobre él, para que el elemento quede ajustado.



Ilustración 62. Alto relieve en el empaque. Fuente: propia

Ubicación de los difusores dentro del empaque



Ilustración 63. Modo de ubicar el contenido dentro del empaque propuesto.

El empaque propuesto contiene 4 módulos de 15X15 cm ubicados dentro de él de tal manera que estos queden ajustados entre sí para evitar movimientos bruscos y posiblemente fracturas del contenido cuando este sea transportado, adicionalmente se propone esta manera de ubicar el contenido, ya que la altura que necesitamos para que el empaque después pueda ser implementando para ubicar los difusores, es de 30X30cm.

15. Manual de uso



Ilustración 64. Diagrama de usabilidad. Fuente propia

15.1. Recomendaciones al momento de ubicar los difusores

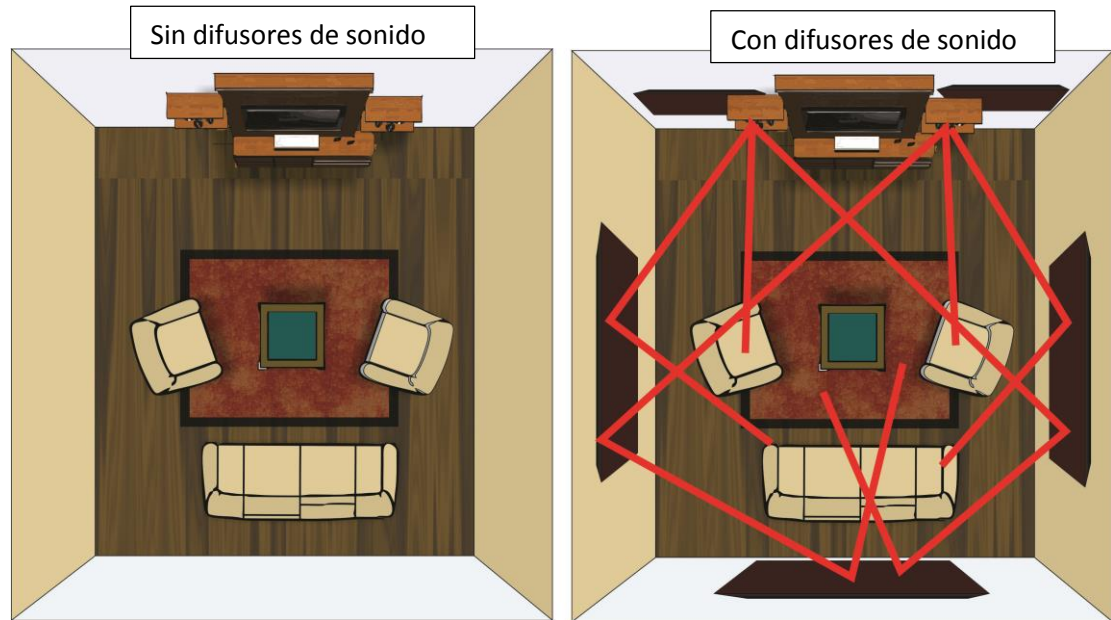


Ilustración 65. Ubicación de los difusores en una habitación. Fuente propia

- Se aconseja tener en cuenta que por cada metro cuadrado, es necesario ubicar un difusor de máximo 60X60, para lograr de esta manera un mejor resultado.
- La ubicación de los difusores como se observa en la imagen del lado derecho es: a los laterales y en la parte trasera, deben ubicarse los híper módulos de 60X60 y en la parte del emisor de sonido, ya se puede usar un tamaño inferior de 30x30.
- Los difusores deben estar correctamente unidos a la pared, estos no pueden quedar sueltos, ya que esto sería un problema al momento de tratar la reverberación de un lugar.
- Los difusores deben ser ubicados a la misma altura del emisor de sonido, en caso que no haya un emisor de sonido, estos deben ser ubicados a la altura de los ojos del usuario.



16. Estudio de mercado

El estudio de mercado, es uno de los estudios más significativos que se deben tener en cuenta para el desarrollo de un proyecto, ya que este nos permite identificar los posibles clientes, que tan grande es el mercado que vamos a trabajar y si el proyecto realmente es viable.

Para ello es importante la recolección de información ya sea de primer o segundo lugar, lo cual nos brindara una orientación sobre la identificación del mercado que vamos a trabajar. Para realizar un adecuado estudio de mercado, es necesario tener en cuenta los distintos métodos de investigación de mercado como lo son la observación, estudio de caso, investigación de encuestas, experimentación e investigación correlacional.

Para el desarrollo del siguiente estudio de mercado, se tomó como referencia la investigación de encuesta, como parte de información de primer lugar, ya que esta permite la recolección de información de diferentes sujetos, y con ello se podrá definir claramente las características del usuario. (Encuestas anexo 3 y 4)

Desarrollo completo del estudio de mercado, (anexo 7)



Ilustración 66. Estudio de mercado. Fuente propia

competencia



OPORTUNIDAD DE NEGOCIO

- * Es un elemento innovador
- * Es un material nuevo
- * Diseños llamativos
- * Es un producto adsequible
- * Fácil de instalar

Ilustración 67. Competencia en el mercado. Fuente propia



16.1. Estrategia de Publicidad

Objetivo de la publicidad

Implantar el uso de difusores de sonido, en distintos espacios de un hogar.

Estrategia

Dar a conocer la funcionalidad de los difusores de sonido en los diferentes espacios de un hogar.

¿Cómo se llevara a cabo?

- Desarrollando un instrumento de recolección de información como encuesta, donde indirectamente aquellas personas que no saben de la funcionalidad del mismo se pueden enterar.
- Generar una página web, donde el usuario pueda experimentar lo que sucede con un lugar antes y después de ser tratado acústicamente.

¿Dónde se va a distribuir?

Su principal canal de distribución van a ser páginas web, ya que hoy en día el marketing digital es uno de los más implementados a nivel mundial en la venta de productos, y de esta manera el usuario puede experimentar el fenómeno de difusión a través de videos y audios.

Este también puede ser distribuido en almacenes de decoración, ya que el elemento propuesto es llamativo y decorativo; donde aquellas personas que no tienen acceso a internet, puedan enterarse sobre el producto y su funcionalidad.

Que los lleva a comprar

Según la encuesta realizada, en la pregunta 3, que diseño es más aceptado y porque, se exponen ciertos criterios como lo son:

- Diseño formal-estético del elemento





- Su función de difundir sonido
- Por los colores
- Es llamativo

Cuanto pagarían por el elemento

En la pregunta 5 de la encuesta aplicada: El tamaño mínimo de un difusor para controlar el sonido es de 60x60 cm ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar el elemento difusor de este tamaño?

El 60% respondieron De 60.000 mil a 90.000 mil pesos x un elemento de 60x60

Costos de otros difusores

- **Actualmente e Colombia:**

Difusores de espuma de 20X20: desde \$45.000 pesos hasta \$100.000 pesos

Difusores QRD de madera de 40X40: \$350.000 pesos

Fuera de Colombia

Varían desde \$320.000 pesos hasta 2.116.080 pesos



16.2. Innovación del producto.

El producto propuesto en su totalidad es innovador por su material hecho a base de residuos de madera que son desechados constantemente en distintos lugares que trabajan con madera maciza como fábricas de muebles y el yeso, el cual es un cerámico que por sus propiedades acústicas refuerza la propiedad acústica que presenta la viruta de madera.

Se propone un sistema de unión entre las piezas y fijación en la pared gracias a que el empaque posee un ranurado en alto relieve, lo cual permite que las piezas que contiene sean ensambladas y ubicadas con facilidad, dando de esta manera un uso razonable al empaque, optimizando al 100% su uso.

El mercado en general de los difusores hoy en día son espacios donde se requiere de un acondicionamiento acústico profesional, como teatros, cines, y salas de audición, con el difusor propuesto, se estudia un nuevo mercado como lo son los hogares, en donde los difusores no han sido implementados aun.

El precio de un difusor de 60X60 cm hecho a base de aserrín y yeso, comparado con los difusores que se venden actualmente en el mercado de esta misma medida, es significativo, ya que el precio de los difusores propuestos con el material reutilizado tiene un costo mucho menor de los que actualmente se encuentran en el mercado.

El material propuestos comparado con los difusores del mercado posee grandes ventajas como su porosidad, pues esto permite el aislamiento acústico, además los compuestos del material propuesto son completamente naturales, mientras que las espumas difusoras que ofrece el mercado actual, son polímeros altamente contaminante con el medio ambiente.





17. Costos y proceso de producción

Los siguientes costos que se realizan, son tenidos en cuenta con el fin de proyectar la industria de difusores de sonido en un futuro, cabe resaltar que es una aproximación de costos ya que los datos pueden variar con el transcurso del tiempo.

Para poder hallar los costos de cada proceso, se determinó: el costo mínimo de trabajo laboral de operario por horas y minutos, dependiendo del proceso, y el costo de m², dependiendo del tamaño de la maquinaria que se va a implementar.

VALOR DE TIEMPO DEL OPERARIO

Valor mínimo en Colombia: \$689.454 pesos

Valor por día: \$22.981 pesos

Valor por horas laborales: \$2.872 pesos

Valor por minuto: \$47,8 pesos



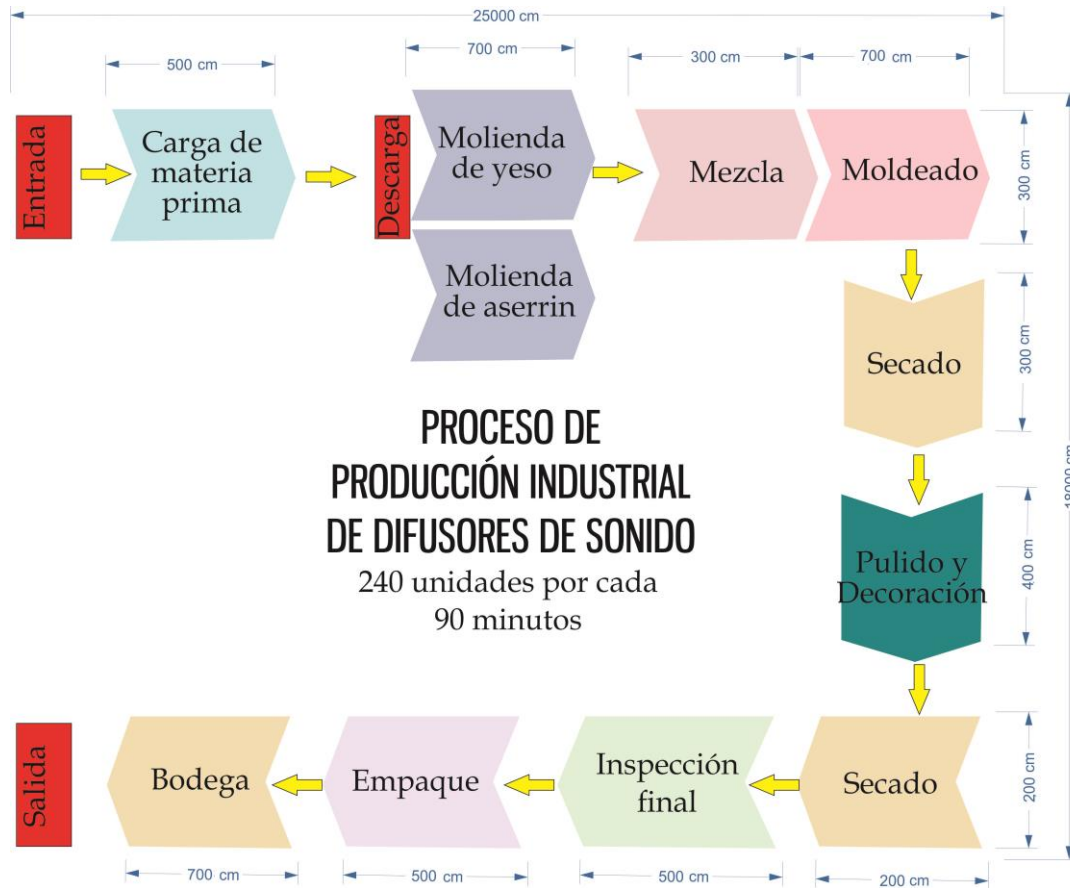


Ilustración 68. Distribución de procesos industriales para la producción de difusores de sonido. Fuente: Propia

17.1. Tabla de procesos

Tabla 11. Costos de procesos. Fuente: propia



	PIEZA	1	
	NUMERO DE LA PIEZA	1	
	CANTIDAD	240 x 90 min	
	DIMENSIONES	15 de ancho x 15 de alto x 11 de espesor	
	PROCESO	ESPECIFICACIÓN DE PROCESO	VALOR DE OPERARIO
			Valor total
1.	Carga de materia prima	Las materias primas son introducidas al proceso de molienda en donde los materiales como el aserrín y el yeso, son reducidos hasta hacerlas del tamaño ideal para el desarrollo del difusor.	30 minutos = \$1,434 pesos
2.	Molienda de yeso y Molienda de aserrín	El yeso y el aserrín pasan por un proceso de molienda, para obtener un mismo granulado.	40 minutos = \$1,912 pesos
3.	Mezcla	En este proceso, se mezcla el yeso, el agua y la viruta de madera, proporcionalmente para crear el material. Teniendo en cuenta que el yeso es un material que tiende a endurecerse rápidamente, este proceso no puede demorar mucho.	5 min = \$239 pesos
4.	Moldeado	El proceso de moldeado se lleva a cabo a través de moldes de silicona.	10 min = \$478 pesos



	Los moldes pueden alcanzar una vida útil de 100 y 150 reutilizaciones, lo cual hace que de manera constante deban ser renovados para adecuarse a la productiva deseada.		
5. Secado	Para este proceso es necesario utilizar un horno para cerámicas, donde entran las piezas durante el tiempo determinado hasta que el agua del yeso se evapore lo cual mejorar sus propiedades mecánicas.	1 hora = \$2,868 pesos	= \$2,868 pesos
6. Pulido	En esta etapa la pieza permite ser pulida y quitar las impurezas que quedan en el material.	1 hora = \$2,868 pesos	= \$2,868 pesos
7. Decoración	En esta parte las piezas ya pulidas de cerámica serán pintadas si es necesario, en un cuarto de pintura en las cuales se van a dar 5 capas de pintura a través de un compresor para que esta sea resistente, para este proceso se	1 hora = \$2,868 pesos	= \$2,868 pesos



	implementaran pintura acrílicas.		
8. Horneado	Las piezas ya decoradas se introducen nuevamente en el horno Dándole la firmeza a su estructura una pieza útil y de calidad, una vez este proceso culmine, se expone a un proceso de enfriamiento acelerado en donde la pieza se expande de manera controlada.	30 min = \$1,434 pesos	= \$1,434 pesos
9. Inspección final	Las piezas terminadas son inspeccionadas y revisadas, para evitar desperfectos en el producto.	2 horas =5,736 pesos	=5,736 pesos
10. Empaque	Se empaca el producto final y posteriormente se lleva a bodegaje.	2 horas =5,736 pesos	=5,736 pesos
TOTAL			\$25,573 pesos

Maquinaria a implementar para el desarrollo industrial de los difusores.





PROCESO	MAQUINARIA A IMPLEMENTAR
<p>1. Carga de material</p>	<p>TRITURACIÓN O MOLIENDA DE ARCILLAS La instalación más apropiada para este tipo de material es el molino de martillos, puesto que, el yeso es un material húmedo, pegajoso y plástico.</p>
<p>2. Secado y horneado</p>	<p>HORNO ELECTRICO PARA CERAMICA Horno Eléctrico 1 m3 fijos o con vagonetas móviles Potencia: 1.100 o 1.300 grados centígrados Dimensiones interiores: 820×1.240×1.050 mm. (AxFxH)</p>
<p>3. Pulido</p>	<p>MÁQUINA PULIDORA DE CINTA PARA EL GRANITO Y EL GRES RECUBIERTOS DE CERÁMICA</p> <p>Características principales de la FLOTTER 520 La cinta transportadora se desliza guiada, sobre pletinas rectificadas en acero inox de un espesor de 12 mm. Está dotada de un calibrador Hp 5,5, con posibilidad de regulación ya sea tanto en vertical como en horizontal. Está compuesta de cinco cabezas frontales y de dos biseladores (cuatro biseladores en la versión FLOTTER 540) con regulación neumática independiente. Unidad de corte universal Hp 5,5, con posibilidad de corte superior, inferior y corte inclinado. La FLOTTER 520 está además dotada de un equipo electrónico (ordenador), de fácil utilización que permite varias posibilidades incluido el pulido parcial, la regulación de la subida de las muelas abrasivas, horas trabajadas, la posibilidad de pulido en automático de distintos espesores, etc...</p> <p>La FLOTTER 520 viene de serie con una barra anterior extraíble hasta un máximo de 600 mm, que permite apoyar piezas de distintas medidas. La pule cantos esta además dotada de una bandeja para la recuperación del agua en chapa cincada, y dos rodillos de 1000 mm que van montados al lado de la máquina para sujetar la placa de piedra en fase de elaboración.</p>
<p>4. Decoración o pintura</p>	<p>Cuarto de pinturas. compresor</p>



5. esmaltado	
--------------	--

17.2. Tabla de pedido

Para 240 unidades

Descripción del material	unidad	Cantidad total
Yeso	Kg	120 kg
Aserrín	Kg	60 kg
Agua	Lt	120 Lt

17.3. Tabla de costos de materia prima

Para 240 unidades

NOMBRE		Difusores de sonido		
REFERENCIA				
TIPO DE MATERIAL		Yeso y aserrín		
DIMENSIONES FINALES AJUSTADAS		60X60cm2		
DESCRIPCIÓN MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Yeso cocido	Kilogramos	120 kg	\$1.000	\$120.000
aserrín	Kilogramos	60 kg	\$ 500	\$30.000
agua	Litros	120 Lt	\$1000	\$120.000
CANTIDAD PROCESO ESFUERZO MAQUINARIA				
VALOR			\$2.500	\$270.000 Pesos

Costos totales de producción y materia prima para una producción de 240 UNIDADES, es de \$295,573 pesos.





Costo total para un difusor de 60X60, donde hay 16 módulos de 15X15

PROCESO	PRECIO
Costos operario	\$1,704 pesos
Costos de materia prima	\$18,000 pesos
Costos del empaque	\$45,200 pesos
TOTAL	\$64,904 pesos
35% ganancia	\$87,620 pesos
PRECIO DE VENTA	\$96,382 Pesos

DQS is member of:



18. Impacto ambiental

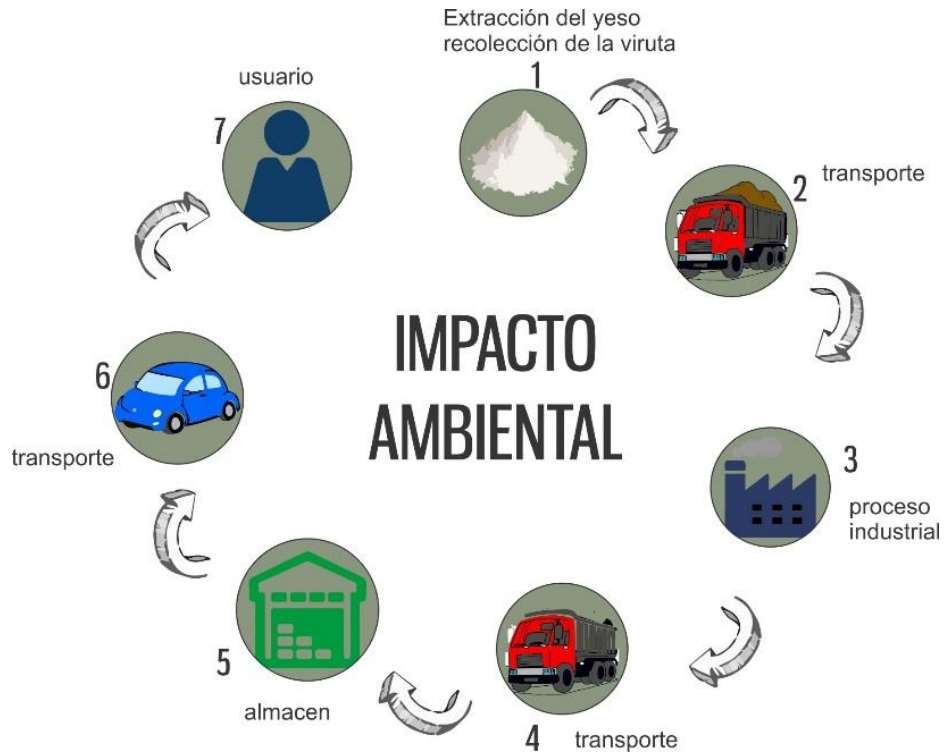


Ilustración 69. Ciclo de producción de los difusores. Fuente: propia



Tabla 12. Entradas y salidas del ciclo de los difusores propuestos. Fuente: propia

Entradas	Proceso	Salidas
Maquinaria Mano de obra	Extracción del yeso Carga de material	Explotación de la tierra Materia prima
Mano de obra	Recolección de viruta de aserrín	_____
Combustible Automóvil	Transporte	Emisión de gases al medio ambiente
Maquinaria Mano de obra Materia prima Agua	Molido Horneado Pulido	Residuos de material Emisión de gases
Combustible Automóvil	Transporte	Emisión de gases
Mano de obra Cajas de almacenamiento	Almacén	-----
Combustible Automóvil	transporte	Emisión de gases
Mano de obra	Instalación	-----



18.1. Impacto negativo:

El impacto con mayor relevancia a la hora de producir los difusores, es la explotación del yeso y la emisión de gases que se generan durante la producción y transporte del mismo.

18.2. Impacto positivo:

Teniendo en cuenta que la materia prima de mayor relevancia es la viruta de madera, y que esta es desechada por las industrias y fábricas que trabajan con madera maciza, se está generando un reúso de un desecho que por sus propiedades mecánicas, puede ser útil para el desarrollo de diversos elementos, además el material con el cual se realizaron los difusores de sonido, es un material biodegradable, ya que este si es expuesto a la intemperie, puede llegar a degradarse por el agua y el sol y aun así sus componentes no causarían un daño al medio ambiente





19. Comprobaciones

Las primeras comprobaciones se realizaron en un Home Studio, donde se implementaron los siguientes software de uso libre, Room EQ Wizard y ARTA que permiten medir y analizar la acústica de una sala, dentro de las herramientas de generación de señales la medición T30s (Tiempo de reverberación), analiza la frecuencia, respuestas y tiempo de un impulso desde su generación hasta su desintegración.

Para realizar las comprobaciones debidamente se necesitan los siguientes equipos:

Software

- Room EQ Wizard, ARTA

Hardware:

Altavoces de respuesta plana: En este análisis se utilizaron los BX5a de M- Audio, los cuales proporcionan una respuesta equilibrada y plana frente a frecuencias bajas, medias y altas.

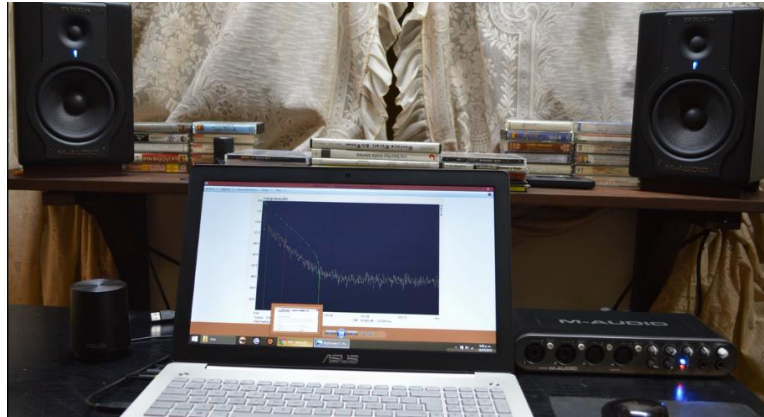


Ilustración 70. Altavoces BX5a M-AUDIO de respuesta plana. Fuente propia

Tarjeta de sonido: La Fast track ultra está diseñada especialmente para home studios, esta interfaz digital dispone de entradas de micrófono con alimentación phantom permitiendo transformar señales análogas a digitales que posteriormente serán medidas en los software de análisis acústico anteriormente mencionadas



Ilustración 71. tarjeta de sonido Fast track Ultra. Fuente propia

Micrófono de condensador: El Behringer B-2 PRO es un micrófono de condensador de calidad profesional, diseñado para la captura de sonidos con alta precisión gracias a su frecuencia de respuesta amplia y plana de 20 Hz a 20 KHz, posee tres patrones polares: cardiode capturando el sonido sobre un solo eje y rechazando el otro, forma de 8 que permite la captura atrás y frente, finalmente omni para captura de sonido en todas las direcciones; este último patrón es importante para realizar la medición del espacio acústico seleccionado.



Ilustración 72.Microfono de condensador Behringer B-2 PRO. Fuente propia

19.1. Plano del espacio a trabajar.



Ilustración 73. Espacio a Trabajar. Fuente propia

Implementación de los difusores

Las pruebas se realizan en un espacio sin ningún tratamiento acústico, el programa ARTA se encarga de generar un impulso que será emitido por los altavoces sobre toda la sala, permitiendo que este sea capturado por el micrófono y posteriormente analizado, este paso se realizara implementando cada uno de los difusores en tres puntos estratégicos del lugar seleccionado.



Ilustración 74. Home studio donde se realizaran las pruebas. Fuente propia



Ilustración 75. Híper-módulo de difusión acústica. Fuente propia



Ilustración 76. Híper-módulo de difusión acústica en prueba. Fuente propia

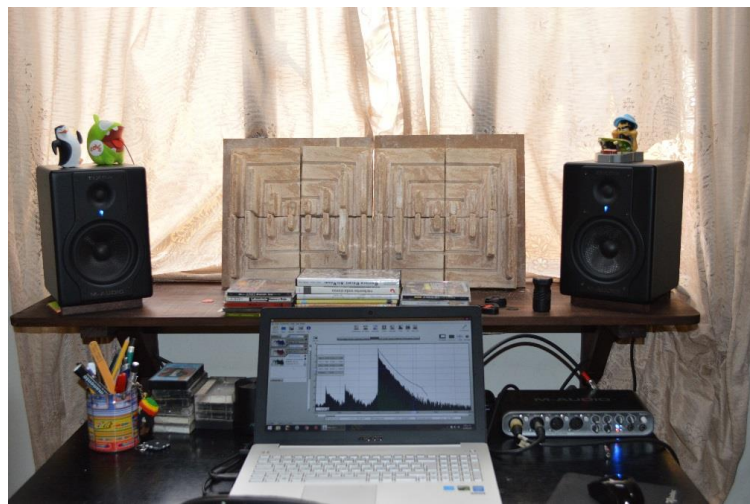


Ilustración 77. Difusores de sonido en prueba. Fuente propia

(Para observar las pruebas ver anexo 8, video 1)

19.2. Resultados obtenidos

Las siguientes tablas, son los resultados arrojados por ARTA.

La primera medición presenta los resultados del impulso generado en la sala, mientras esta se encontraba con la puerta abierta y sin difusores, este análisis obedece a la respuesta en milisegundos que tarda cada frecuencia en desvanecerse o tiempo de reverberación, en valores que presentaran una disminución posteriormente al aplicar cada uno de los difusores sobre la sala.

1 2 3 4 5

F (Hz)	T30 (s)
63	0.593
125	0.504
250	0.603
500	0.394
1000	0.390
2000	0.377
4000	0.326
8000	0.301

F (Hz)	T30 (s)
63	0.645
125	0.391
250	0.520
500	0.386
1000	0.360
2000	0.317
4000	0.314
8000	0.287

F (Hz)	T30 (s)
63	0.635
125	0.416
250	0.529
500	0.357
1000	0.357
2000	0.330
4000	0.316
8000	0.288

F (Hz)	T30 (s)
63	0.636
125	0.436
250	0.484
500	0.392
1000	0.336
2000	0.328
4000	0.333
8000	0.303

F (Hz)	T30 (s)
63	0.605
125	0.443
250	0.512
500	0.348
1000	0.336
2000	0.289
4000	0.287
8000	0.265

En la segunda medición, se realizó una prueba con puerta cerrada y sin difusores, el tiempo en desvanecerse cada una de las frecuencias varia, en el caso de las frecuencias bajas (63Hz) aumenta, medias (1000 Hz) disminuye al igual que sobre las agudas (8000 Hz)

1 2 3 4 5

F (Hz)	T30 (s)
63	0.593
125	0.504
250	0.603
500	0.394
1000	0.390
2000	0.377
4000	0.326
8000	0.301

La tercera medición se realizó con puerta cerrada y con los difusores detrás de los emisores de sonido, el tiempo en desvanecerse cada una de las frecuencias se dio de la siguiente manera frecuencias bajas (63Hz) disminuye, medias (1000 Hz) disminuye, sobre las agudas (8000 Hz) disminuye.

1 2 3 4 5

F (Hz)	T30 (s)
63	0.593
125	0.504
250	0.603
500	0.394
1000	0.390
2000	0.377
4000	0.326
8000	0.301

La cuarta medición se realizó con la puerta cerrada y los difusores del lateral derecho, podemos observar que: el tiempo en desvanecerse cada una de las frecuencias se dio de la siguiente manera frecuencias bajas (63Hz) disminuye, medias (1000 Hz) disminuye, sobre las agudas (8000 Hz) se presenta un alza muy mínima.

1 2 3 4 5

F (Hz)	T30 (s)
63	0.593
125	0.504
250	0.603
500	0.394
1000	0.390
2000	0.377
4000	0.326
8000	0.301

F (Hz)	T30 (s)
63	0.645
125	0.391
250	0.520
500	0.386
1000	0.360
2000	0.317
4000	0.314
8000	0.287

F (Hz)	T30 (s)
63	0.635
125	0.416
250	0.529
500	0.357
1000	0.357
2000	0.330
4000	0.316
8000	0.288

F (Hz)	T30 (s)
63	0.636
125	0.436
250	0.484
500	0.392
1000	0.336
2000	0.328
4000	0.333
8000	0.303

F (Hz)	T30 (s)
63	0.605
125	0.443
250	0.512
500	0.348
1000	0.336
2000	0.289
4000	0.287
8000	0.265

La quinta medición se realizó con la puerta cerrada, los difusores laterales y los de al frente, en esta tabla podemos comparar con la primera prueba que se realizó, el tiempo en desvanecerse cada una de las frecuencias se dio de la siguiente manera frecuencias bajas (63Hz) aumenta, medias (1000 Hz) disminuye, sobre las agudas (8000 Hz) se presenta un alza muy mínima.

1 2 3 4 5

F (Hz)	T30 (s)
63	0.593
125	0.504
250	0.603
500	0.394
1000	0.390
2000	0.377
4000	0.326
8000	0.301

F (Hz)	T30 (s)
63	0.645
125	0.391
250	0.520
500	0.386
1000	0.360
2000	0.317
4000	0.314
8000	0.287

F (Hz)	T30 (s)
63	0.635
125	0.416
250	0.529
500	0.357
1000	0.357
2000	0.330
4000	0.316
8000	0.288

F (Hz)	T30 (s)
63	0.636
125	0.436
250	0.484
500	0.392
1000	0.336
2000	0.328
4000	0.333
8000	0.303

F (Hz)	T30 (s)
63	0.605
125	0.443
250	0.512
500	0.348
1000	0.336
2000	0.289
4000	0.287
8000	0.265

La quinta y última medición realiza con puerta cerrada y con los tres difusores ubicados en la sala será comparada con la segunda tabla donde no hay ningún tipo de tratamiento acústico, los resultados son los siguientes: frecuencias bajas (63Hz) disminuyen, medias (1000 Hz) disminuye, agudas (8000 Hz) disminuyen, el comportamiento de las frecuencias en el tiempo que tardan en desaparecer disminuye sobre cada una de las mediciones por implementación de los difusores

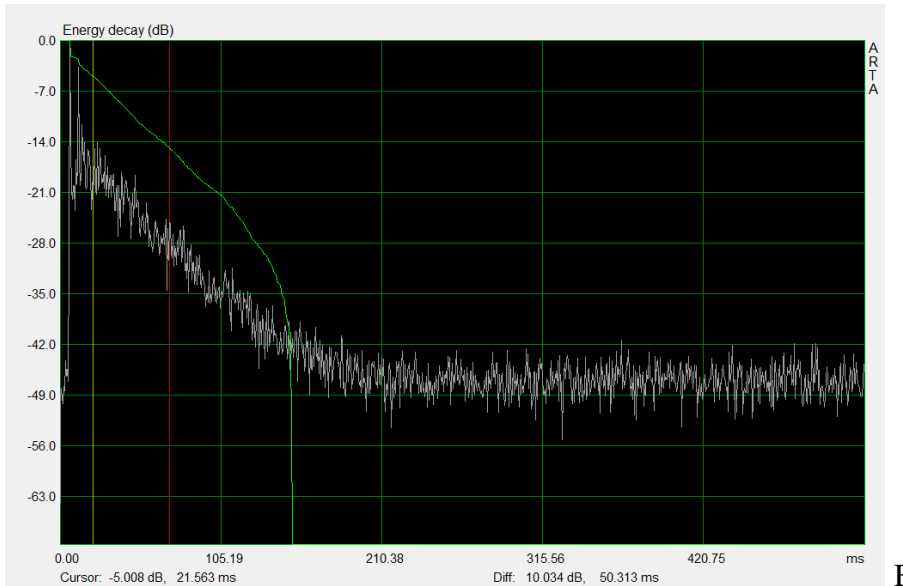
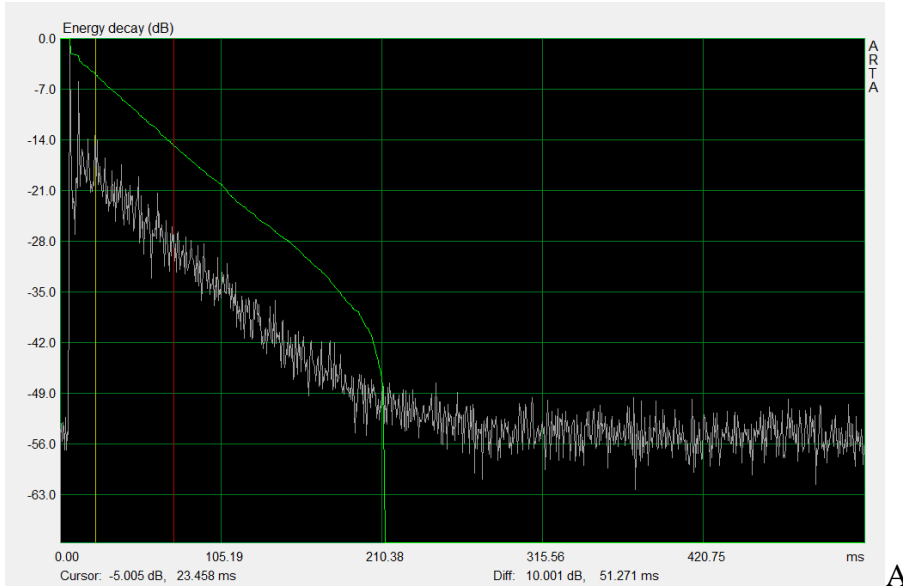
2

F (Hz)	T30 (s)
63	0.645
125	0.391
250	0.520
500	0.386
1000	0.360
2000	0.317
4000	0.314
8000	0.287

5

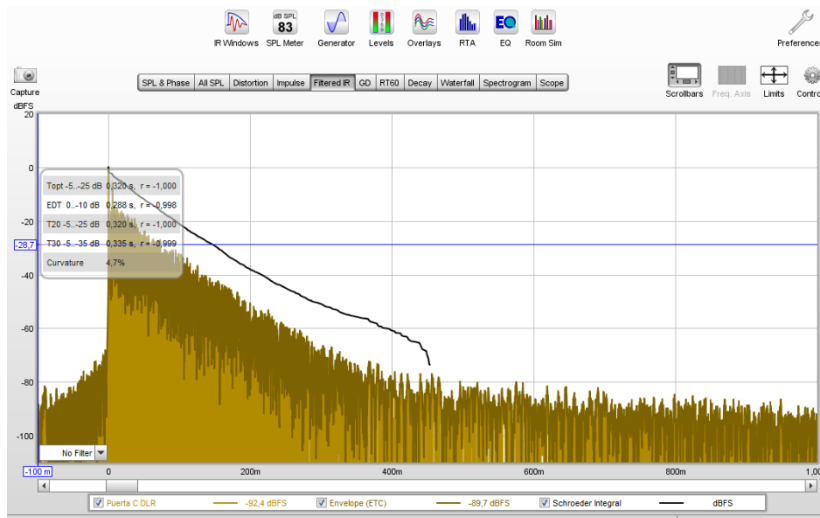
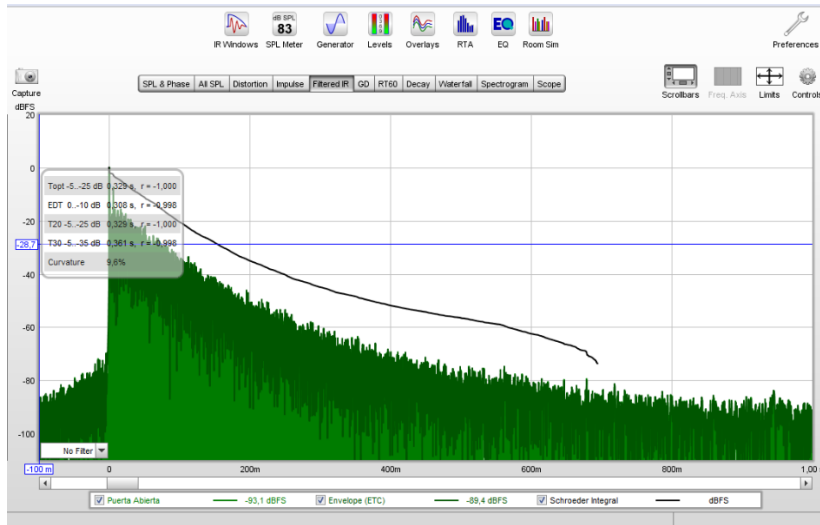
F (Hz)	T30 (s)
63	0.605
125	0.443
250	0.512
500	0.348
1000	0.336
2000	0.289
4000	0.287
8000	0.265

En la gráfica Energy decay, se representa el comportamiento del impulso generado, el eje Y representa la intensidad en decibeles (Db) de sonido y el eje X el tiempo en milisegundos (ms)



La grafica A muestra la medición del impulso generado sin tratamiento acústico y la gráfica B con tratamiento acústico por difusores, es evidente que la curvatura de la primera es mayor con respecto a la segunda que tarda menos tiempo en desvanecerse

(Gráfica verde: sin tratamiento acústico y gráfica naranja: con tratamiento acústico)



Podemos observar no solo que la curvatura disminuyo de 9,6 a 4,7, si no que el tiempo de reverberación paso de 0,361 s sin tratamiento acústico a 0,335 s.



19.3. Comprobación 2:

Las segundas pruebas se realizaron para poder apreciar más fácilmente mediante el uso de audio y video, el cambio acústico producido en una sala sin difusores y posteriormente con la implementación de los mismos

Para ello, primero se realizó una prueba de palmada, donde evidencia que sin tratamiento acústico en el cuarto se genera cierto eco o reverberación, debido a que las ondas de sonido demoran más en desvanecerse, contrario a lo que sucede cuando los difusores de sonido son implementados, donde escucha que el golpe de la palmada es más seco y menos duradero en comparación con la primera. Esta prueba también fue realizada con música, donde podemos diferenciar que sin tratamiento acústico, el sonido se percibe más encerrado y los bajos no son claros en comparación con el sonido captado con el tratamiento acústico implementado.

(Ver anexo 8, video 2)

Cabe resaltar que los difusores aún están en tiempo de comprobación ya que este elemento se propone para varios escenarios; sin embargo los estudios presentados anteriormente en un home studio, se deben realizar en otro espacio adicional, de dimensiones diferentes, para verificar el comportamiento de los mismos.

19.4. Verificación del uso de la propiedad acústica del aserrín.

Para verificar la función de la propiedad acústica estudiada en la investigación anterior, en cuanto a la viruta de madera, se realizaron módulos de solo yeso, con los cuales a través del programa ARTA, se medirá el tiempo de reverberación y el comportamiento de las frecuencias, en cuanto al yeso y al material propuesto.

Para realizar estas pruebas, se simulo un espacio con una caja de madera de 50cm de ancho X 60cm de largo X 50 cm de profundidad, y el uso de micrófono condensador omnidireccional, de respuesta plana.

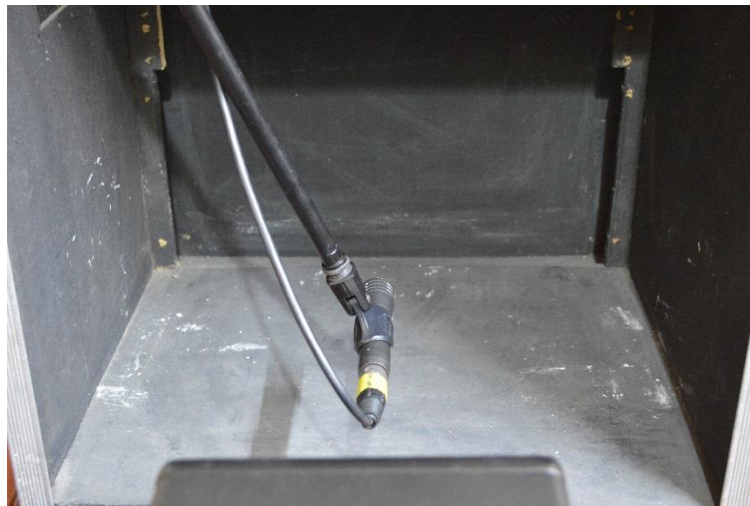


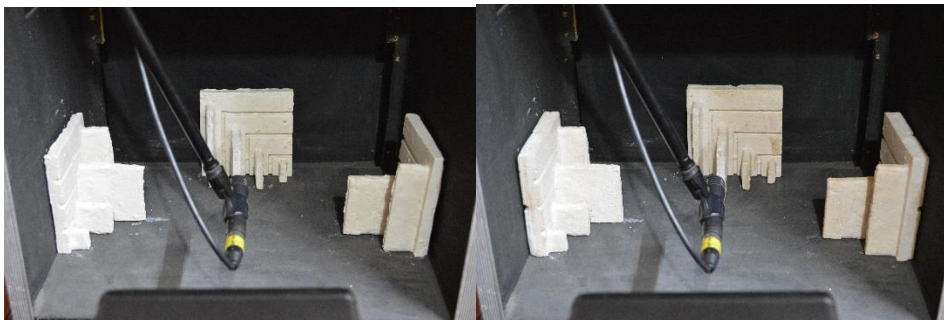
Ilustración 78. Simulación de un espacio. Fuente: propia

El emisor de sonido se ubicó a 20cm de distancia, frente al lugar donde serán ubicados los difusores de sonido, para ello se utilizó un altavoz M-AUDIO BX5A de emisión plana.



Ilustración 79. Distancia entre el altavoz y la caja de sonido. Fuente: Propia

Una vez ubicados los instrumentos de medición, se hicieron 3 pruebas: la primera se realizó a la caja de madera, sin difusores de sonido, la segunda se llevó a cabo implementando difusores de yeso, ubicando uno en cada lado de la caja y por último con los módulos propuestos con aserrín y yeso.





Los resultados arrojados por el programa ARTA, muestran el tiempo de reverberación en cada uno de los impulsos de sonido realizados, las siguientes graficas representan el resultado obtenido.

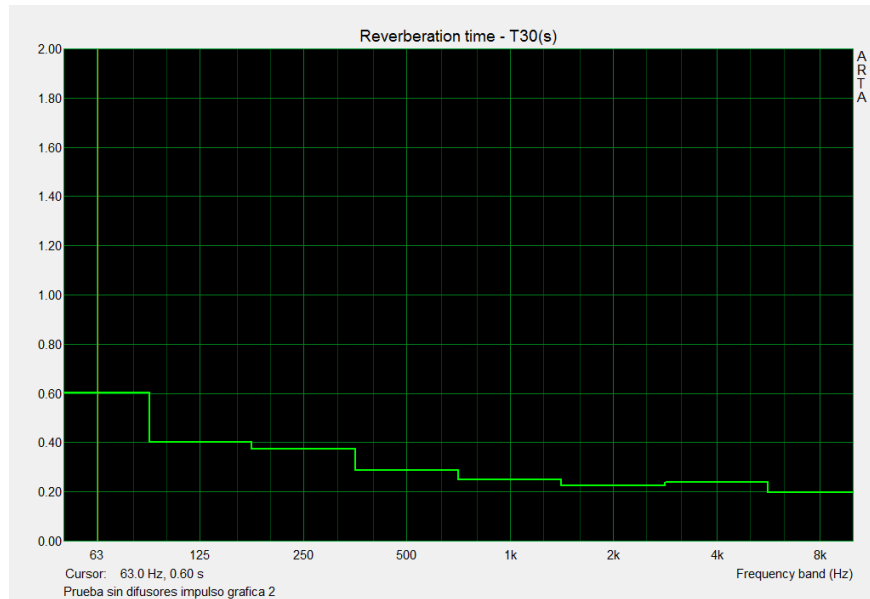


Ilustración 80. Grafica sin difusores de sonido Fuente: Propia

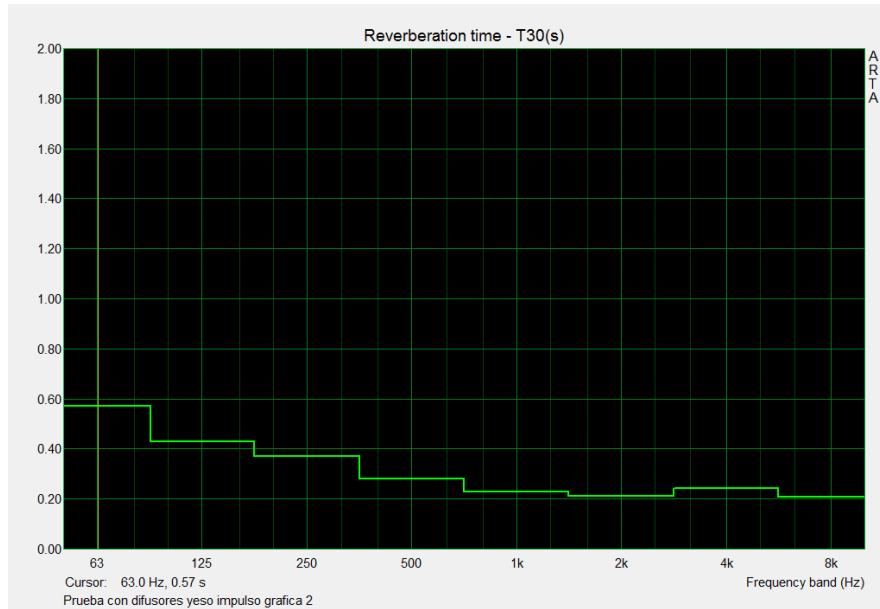


Ilustración 81. Grafica con difusores de yeso. Fuente: propia

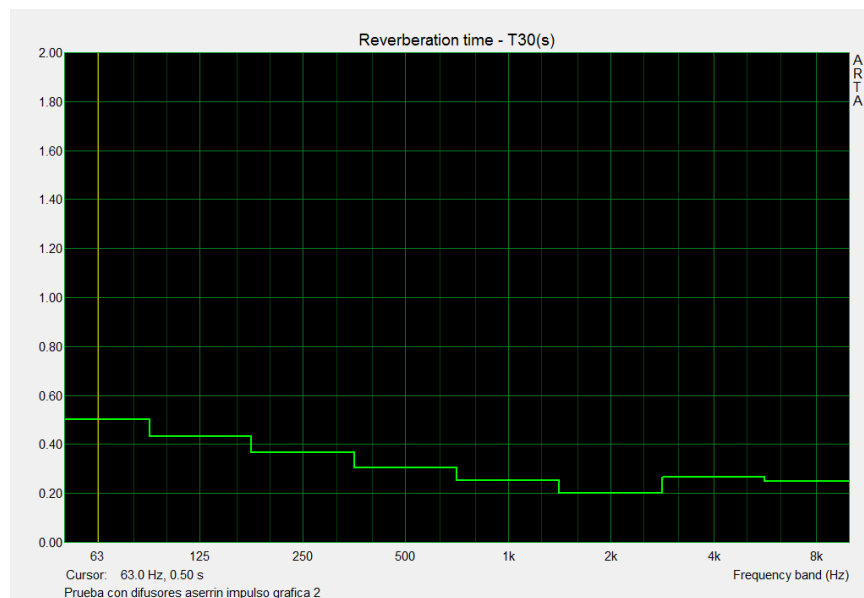


Ilustración 82. Grafica con difusores de aserrín. Fuente: propia



Como se observa, el tiempo de reverberación varía en cada una de las gráficas, disminuyendo desde 0.60 ms a 0.50 ms, la importancia de esta prueba radica en marcar la diferencia de respuesta al impulso entre los difusores de yeso los cuales generan un tiempo de reverberación de 0.57 ms y los difusores de yeso- aserrín que disminuye ampliamente el tiempo a 0.50ms, demostrando así que la funcionalidad de los difusores no solamente se debe a su desarrollo formal-estético, si no el uso de la propiedad acústica de la viruta de madera y el yeso para acondicionar un espacio acústicamente.





Conclusiones

- Se logra recuperar un mayor porcentaje del desecho total de residuo de madera, por medio del proceso de molido manual, ya que a través de este, se transforma toda la viruta sobrante en el tamaño que es óptimo para el desarrollo del material propuesto.
- A través del desarrollo investigativo, y conceptual de diseño industrial, no solo se da utilidad a una materia prima que es desechada diariamente, sino que adicionalmente le dio un valor al mismo, siendo transformado en un elemento útil para la sociedad.
- Si bien la propuesta surgió a partir de una problemática encontrada en la fábrica de Muebles & Muebles de la ciudad de Cúcuta, el elemento propuesto puede replicarse en todas las industrias que trabajan con madera maciza como materia prima.
- El precio obtenido de los difusores de sonido, es menor y asequible al mercado objetivo, en comparación con los precios de difusores encontrados en el mercado actual, además la propuesta de material, genera un impacto positivo en el medio, en comparación con los difusores actuales, ya que estos están hechos la mayoría en plásticos, los cuales generan daños al medio.
- El material que se propone, puede llegar a ser mejorado y teniendo en cuenta sus propiedades, este puede llegar a ser implementado para realizar diversas actividades.





- Evaluación por parte de la empresa Muebles & Muebles, ver anexo 10.





Referencias

- Carlos E. Montealegre H, economía de la madera caso Colombia, Universidad Nacional. Recuperado de http://www.almamater.edu.co/Memorias.PDF/2.0.Economia.de.la.Madera_Carlos.Montealegre_Coruniversitaria.pdf
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) 2005. Oportunidades emergentes en recuperación de materiales, Tesis, capítulo II. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/519/A5.pdf?sequence=5>
- Jeimy Fonseca, y Nicolás Herrera, (2007) plan de negocio para la creación de una empresa productora y comercializadora de muebles en madera en el barrio san Ignacio de la ciudad de Bogotá. Tesis de pregrado. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3150/11021041.pdf?sequence=1>
- Federación Nacional de industrias de madera, (2012), Precios de productos de madera aserrada y rolliza, Fedemaderas. Recuperado de: http://maderas.ut.edu.co/comercializacion/pagina_com_items.php?tema=5.&subtema=5.4&item=5.4.1
- Construmatica, Madera, Propiedades físicas de la madera, Construpedia, recuperado de, <http://www.construmatica.com/construpedia/Madera>



- De Confemaderas, (2004), Soluciones medioambientales en Carpintería y Mueble, recuperado de. <http://www.confemadera.es/rs/37/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/7c7/filename/ch79-guia-6-esp.pdf>
- Forestpower 2009, Density of wet wood and loose density of wood chips. Artículo n°1017. Recuperado de: http://www.forestpower.net/data/liitteet/11620=1017_density_of_wet_wood.pdf
- Porschitz, Hans R, Schwarz, Bernhard. Wood shavings as insulating material for prefabricated low energy homes, project, Recuperado de <http://timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/4-2-1.pdf>
- Instituto Valenciano de la Edificación, Producto y materiales: propiedades de aislantes térmicos para rehabilitación energética. Recuperado de: http://www.five.es/descargas/archivos/P1_portada.pdf
- Forestpower 2009, Density of wet wood and loose density of wood chips. Artículo n°1017. Recuperado de: http://www.forestpower.net/data/liitteet/11620=1017_density_of_wet_wood.pdf
- Dídac Corbí Albella,(2013), “Diseño y acondicionamiento acústico de la sala de grabación musical de Basic Productions en Valencia, tesis de pregrado,



Universidad Politécnica de Valencia, Recuperado de:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/28789/memoria.pdf?sequence=1>

- Anonimo, Ondas, Capitulo 8, Recuperado de
<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena11.pdf>
- Álvaro Camps Gutiérrez, Ergonomía Ambiental, Universidad Complutense Madrid, Recuperado de.
http://alvarocamps.wikispaces.com/file/view/ERGONOMIA+2_ambiental.pdf
- Teresa Álvarez Bayona, Aspectos ergonómicos del ruido, instituto nacional de seguridad e higiene en el trabaj, Recuperado de
<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>
- Dr. Jorge Letelier, Dr. José san Martin, Anatomia y Fisiologia del oido, Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Medicina, Recuperado de
<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/otorrino/apuntes-2013/Anatomia-fisiologia-oido.pdf>
- Anónimo, Acondicionamiento acústico, Capitulo 3, Recuperado de
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4393/fichero/Capitulo+3%252FCapitulo+3.pdf>



- Bongiovanni Pablo, Cascino Marcelo y Sanso Marco, (2011), ANÁLISIS Y DISEÑO DE DIFUSORES ACÚSTICOS, Universidad Tecnológica Nacional, Recuperado de <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/fundamentosdeacusticayelectroacustica/pub/file/FAyE0311E1-Bongiovanni-Cascino-Sanso.pdf>
- Roger Montejano, Materiales acústicos, ISP instrumentos y sonido profesional, Recuperado de <http://www.ispmusica.com/didactica/didactica-estudio-de-grabacion/1909-materiales-acusticos.html>