



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE
ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

TEMA:

**ESTUDIO DE PANELES DE AISLAMIENTO
ACÚSTICO A BASE DE NEUMÁTICOS
RECICLADOS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO
PARA USO COMERCIAL**

**TUTORA:
ARQ. ISABEL MURILLO, MGS.**

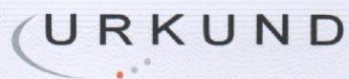
**AUTORAS:
CINDY SHIRLEY IÑIGA BALÓN
GINA MARITZA LEDESMA SALAZAR**

**GUAYAQUIL
2019**

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “Estudio de paneles de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para uso comercial”	
AUTORAS: Cindy Shirley Iñiga Balón Gina Maritza Ledesma Salazar	REVISORES O TUTORES: Mgs. Arq. Isabel Nicolasa Murillo Sevillano
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: ARQUITECTA
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PAGS: 126
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Acústica – Aislamiento – Paneles - Reciclable – Ruido	
RESUMEN: En los últimos años se ha priorizado la concientización y el cuidado del ambiente en todos los sectores incluyendo el arquitectónico, es una necesidad actual de la población que demanda planes de acción para contrarrestar los efectos del ruido que afecta su desenvolvimiento en las actividades diarias. El cambio en métodos constructivos ha evolucionado para brindar mejores condiciones de vida a las personas. El sonido es una onda que se dispersa a través del aire y al tropezarse con una superficie lisa rebota al mismo lado de dónde provino, encontrándose consigo mismo; a éste resultado se le llama reverberación. La contaminación acústica en nuestro país se ha vuelto parte de la vida cotidiana de las personas quienes se acostumbran a vivir inmersas en estas circunstancias, sin tomar en consideración los problemas que puede acarrear la sobreexposición al ruido de la ciudad provocado por las diferentes actividades como transportación, construcción de obras, industrias, uso excesivo de bocinas, centros de diversión nocturna y demás. La presente investigación propone un panel acústico para el aislamiento de la reverberación, elaborado a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para conseguir el aislamiento de las condiciones que puedan manifestarse en una edificación, demostrando las propiedades de dichos materiales mediante su exploración a través de ensayos experimentales que evidencian su eficacia en la absorción del ruido; creando un ambiente confortable y saludable, con la seguridad de poder escuchar y entender sin ser afectados por la contaminación acústica que existe a nuestro alrededor. Otra ventaja es que será asequible debido a la implementación de materiales reciclados que han perdido su vida útil para la que fueron creados y a los cuales se les ha dado un nuevo uso como materia prima y así dar lugar a nuevos productos como el que se está proponiendo.	

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Cindy Shirley Iñiga Balón Gina Maritza Ledesma Salazar	Teléfono: 0939060825 0984364835	E-mail: csi_270286@hotmail.com ginaledesma007@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: MAE. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza, Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción Teléfono: 2596500 ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: URKUND PANELES CYNDI & GINA.docx (D41426792)
Submitted: 9/13/2018 10:09:00 PM
Submitted By: clylel@ulvr.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

URKUND JESSIE MENDEZ 13sep2018.docx (D41426746)
PLAN DE TESIS-2 ofi JAVIER.docx (D8641218)
NathySanchez-tesis (1).docx (D25685198)
<https://documents.tips/documents/aislamiento01.html>

Instances where selected sources appear:

8



DR. CHRISTEN LYLE TICS.
TICS

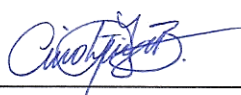
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Las estudiantes egresadas CINDY SHIRLEY IÑIGA BALÓN y GINA MARITZA LEDESMA SALAZAR, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a las suscritas y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar el “ESTUDIO DE PANELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A BASE DE NEUMÁTICOS RECICLADOS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA USO COMERCIAL”.

Autores



CINDY SHIRLEY IÑIGA BALÓN

C.I. 0924989825



GINA MARITZA LEDESMA SALAZAR

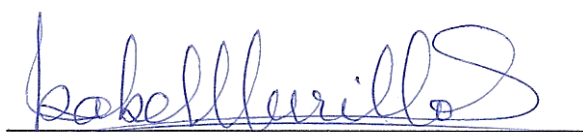
C.I. 0912927555

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Proyecto de Investigación “ESTUDIO DE PANELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A BASE DE NEUMÁTICOS RECICLADOS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA USO COMERCIAL”, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “ESTUDIO DE PANELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A BASE DE NEUMÁTICOS RECICLADOS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA USO COMERCIAL”, presentado por las estudiantes **CINDY SHIRLEY IÑIGA BALÓN** y **GINA MARITZA LEDESMA SALAZAR** como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTAS, encontrándose aptas para su sustentación.



Mgs. Arq. Isabel Nicolasa Murillo Sevillano

C.I. 0904218666

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por su infinito amor, por haberme dado una familia y un hogar maravilloso, también me ha dado la fuerza y sabiduría en todos los aspectos de mi vida sobre todo por haberme guiado e iluminado en todo momento para alcanzar esta meta propuesta mi vida, y cumplir este sueño anhelado y esperado.

A mi amado esposo Jonathan Fernando Ollague Segovia por brindarme la impulso y apoyo incondicional en el transitar de mi carrera profesional, confiando en mi capacidad y alentándome a seguir superándome cada día para servir de ejemplo a nuestros hijos Fernanda y Bruno, y poder luchar en brindarles un mejor futuro.

Cindy Iñiga Balón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y las fuerzas que me da día a día; por su guía y amor incondicional que siempre están ahí, para mí.

A mi maravillosa familia, por ser mi motor y sostén en todo momento, resaltando a mis padres, por ser tan estrictos y amorosos a la vez; sacando siempre lo mejor de mí.

A mis amigos, los cuales con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siga adelante y cumpla mis sueños.

A mis profesores, quienes sin escatimar esfuerzos, nos compartieron sus conocimientos y experiencias para que podamos alcanzar ésta meta. En especial a las Arq. Carmen Lyle e Isabel Murillo, por la atención y dedicación que nos brindaron.

A mis compañeros, por su amistad y por los momentos que hemos vivido a lo largo de esta carrera; enfatizando a Cindy Iñiga, al ser una buena amiga y compañera de tesis.

Gina Ledesma

DEDICATORIA

A mis padres Luis Enrique Iñiga Pérez y Shirley Marjorie Balón Balón, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye éste. Su amor y trabajo son mi fuente de inspiración y la motivación para alcanzar mis anhelos. Dedicado también a mis hermanas Marjorie, Nathalie y Stefanie quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador para lograr mis metas propuestas.

Cindy Iñiga Balón

DEDICATORIA

A las autoridades y compañeros con los que he compartido mi vida laboral, por brindarme su ejemplo e inspirarme a culminar este proyecto. Gracias por el afecto y consejos que me han dado en cada etapa de mi vida, con amor les dedico éste logro, sé que lo compartirán junto a mí con mucha alegría.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”. (Filipenses 4:13)

Gina Ledesma

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Carátula	i
Repositorio Nacional en Ciencia y Tecnología.....	ii
Certificado Urkund.....	iii
Declaración de Autoría y Cesión de derechos	iv
Certificado de Aceptación del tutor	v
Agradecimientos	vi
Dedicatorias.....	viii
Abreviaturas	xx
Introducción	1

Capítulo I DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema	4
1.4. Sistematización del problema.....	4
1.5. Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1. Objetivo genera	4
1.5.2. Objetivos específicos	4
1.6. Justificación de la investigación.....	4
1.7. Delimitación o alcance de la investigación.....	6
1.8. Hipótesis	6
1.8.1. Variable independiente.....	6
1.8.2. Variable dependiente.....	6

Capítulo II MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico	7
2.1.1. Antecedentes	7
2.1.2. Marco referencial	9
2.1.3. Ubicación de la zona de estudio	9
2.1.4. El Neumático	10
2.1.4.1. Generalidades del neumático	10

2.1.4.2. Estadísticas de neumáticos desechados.....	11
2.1.4.3. Contaminación y reutilización del neumático.....	12
2.1.4.4. Incidencia de las llantas en la contaminación	13
2.1.4.5. Planes de acción en Ecuador	14
2.1.5. El Polipropileno.....	16
2.1.5.1. Generalidades	17
2.1.5.2. Aplicaciones del polipropileno	17
2.1.5.3. Ventajas del uso de polipropileno	18
2.1.6. La Contaminación acústica	18
2.1.6.1. Niveles de ruido en Guayaquil.....	19
2.1.7. Fuentes de ruido	19
2.1.8. Efectos del ruido.....	20
2.1.9. Solución acústica.....	21
2.1.10. Tipos de aislamiento acústico en el mercado	22
2.2. Marco conceptual	24
2.2.1. Caucho.....	24
2.2.2. Propiedades del caucho	24
2.2.3. Neumático	25
2.2.3.1. Materia prima para elaboración del neumático....	25
2.2.3.2. Componentes y funciones del neumático.....	27
2.2.3.3. Reciclaje de neumático para reutilización.....	27
2.2.4. Polipropileno	28
2.2.4.1. Tipos de Fibra de Polipropileno	28
2.2.4.2. Características del polipropileno.....	29
2.2.5. Reciclaje	30
2.2.5.1. Estrategia de tratamiento de residuos 3R	30
2.2.6. Acústica.....	31
2.2.7. Aislamiento Acústico	31
2.2.8. El Sonido	32
2.2.9. Onda	32
2.2.10. Frecuencia	32
2.2.11. Intensidad	33
2.2.12. Reverberación.....	33
2.2.13. Reflexión del sonido.....	33

2.2.14. Ruido	34
2.2.15. Medida de los sonidos	34
2.2.16. Decibelio	35
2.2.17. Sonómetro	35
2.2.18. Absorción	35
2.3. Marco legal.....	36
2.3.1. Leyes Constitucionales.....	36
2.3.2. Ordenanzas Municipales	38
2.3.3. Normas Técnicas	39

Capítulo III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología.....	45
3.2. Tipo de Investigación	45
3.3. Enfoque de Investigación	45
3.3.1. Enfoque cuantitativo	46
3.3.2. Enfoque cualitativo	46
3.4. Técnicas de investigación.....	46
3.4.1. Observación indirecta.....	47
3.4.2. Observación directa.....	47
3.4.3. Encuesta y pruebas experimentales.....	47
3.5. Población	49
3.5.1. Sector de estudio	49
3.6. Muestra.....	49
3.7. Análisis de resultados de encuestas.....	51

Capítulo IV LA PROPUESTA

4.1. Descripción del prototipo	62
4.1.1. Prototipo 1: Panel de fabricación casera	62
4.1.1.1. Proceso de diseño de prototipo 1.....	62
4.1.2. Prototipo 2: Panel acústico sin resina.....	66
4.1.2.1. Proceso de diseño de prototipo 2.....	66
4.1.3. Prototipo 3: Panel acústico con resina.....	70
4.2. Pruebas experimentales de acústica	72

4.2.1. Prueba 1: Aislamiento acústico del cajón (intensidad baja)...	73
4.2.2. Prueba 2: Aislamiento acústico del cajón (intensidad alta) ...	74
4.2.3. Prueba 3: Tablero MDF (intensidad baja).....	75
4.2.4. Prueba 4: Tablero MDF (intensidad alta).....	75
4.2.5. Prueba 5: Prototipo 1 (intensidad baja).....	76
4.2.6. Prueba 6: Prototipo 1 (intensidad alta).....	77
4.2.7. Prueba 7: Prototipo 2 (intensidad baja).....	78
4.2.8. Prueba 8: Prototipo 2 (intensidad alta).....	78
4.2.9. Prueba 9: Prototipo 3 (intensidad baja).....	79
4.2.10. Prueba 10: Prototipo 3 (intensidad alta).....	80
4.3. Resumen de resultados de pruebas de laboratorio	81
4.4. Propuesta formal	82
4.4.1. Propuesta formal 1: Modelo Gaviota	82
4.4.2. Propuesta formal 2: Modelo Hoja	84
4.4.3. Propuesta formal 3: Modelo Escama	85
4.4.4. Propuesta formal 4: Modelo Cubo	86
4.5. Costos de prototipo	87
4.5.1. Prototipo 1	87
4.5.2. Prototipo 2	87
4.5.3. Prototipo 3	88
4.6. Porcentaje de atenuación.....	88
4.6.1. Atenuación por 1 m ²	89
4.6.2. Atenuación en una pared de 7,50 m ²	89
4.7. Comparación de la propuesta con los productos existentes	90
4.8. Instalación de los paneles acústicos	90
4.9. Ventajas y desventajas de los prototipos.....	91
4.9.1. Ventajas.....	91
4.9.2. Desventajas	92
4.10. Aplicación de la propuesta	92
Conclusiones	94
Recomendaciones.....	96
Glosario	97
Bibliografía	99
Anexos	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Parque automotor en Guayaquil	7
Figura 2. Centro de Recuperación de neumáticos.....	8
Figura 3. Empleo de neumáticos reciclados.....	8
Figura 4. Ubicación de Guayaquil	10
Figura 5. Jhon Boyd Dunlop, creador del neumático.....	11
Figura 6. Marcas de neumáticos en el mundo.....	11
Figura 7. Destino de neumáticos desechados.....	12
Figura 8. Neumáticos desechados	13
Figura 9. Quema indiscriminada de neumáticos	14
Figura 10. Población afectada con dengue.....	14
Figura 11. Gestión de llantas recicladas.....	15
Figura 12. Fibra textil extraída de neumático	16
Figura 13. Horno cementero para combustión de neumáticos	16
Figura 14. Polipropileno.....	17
Figura 15. Usos del polipropileno	17
Figura 16. Aplicaciones de la tela de polipropileno.....	18
Figura 17. Niveles de ruido en Guayaquil	19
Figura 18. Tráfico rodado	20
Figura 19. Tráfico aéreo.....	20
Figura 20. Efectos del ruido	20
Figura 21. Efectos del ruido sobre la conducta	21
Figura 22. Aislamiento acústico.....	21
Figura 23. Espuma de poliuretano	22
Figura 24. Panel geotextil	23
Figura 25. Lana de roca.....	23
Figura 26. Planchas asfálticas	23
Figura 27. Lámina de corcho	24
Figura 28. Extracción de látex	24
Figura 29. ¿Qué es el neumático?	25
Figura 30. Materia prima – Caucho natural	25
Figura 31. Materia prima – Caucho sintético.....	25

Figura 32. Materia prima – Humo negro	26
Figura 33. Materia prima – Azufre	26
Figura 34. Materia prima – Resinas y pigmentos de zinc	26
Figura 35. Materia prima – Acelerantes.....	26
Figura 36. Materia prima – Antioxidantes	27
Figura 37. Componentes y funciones del neumático	27
Figura 38. Triturado de neumático.....	28
Figura 39. Gránulos de caucho triturado.....	28
Figura 40. Polipropileno.....	28
Figura 41. Polipropileno multifilamento.....	29
Figura 42. Polipropileno multifilamento.....	29
Figura 43. Características del polipropileno	29
Figura 44. El reciclaje	30
Figura 45. Estrategia del reciclaje.....	31
Figura 46. Acústica	31
Figura 47. Aislamiento acústico.....	31
Figura 48. Sonido.....	32
Figura 49. Onda.....	32
Figura 50. Frecuencia.....	32
Figura 51. Intensidad.....	33
Figura 52. Reverberación	33
Figura 53. Reflexión del sonido	33
Figura 54. Ruido	34
Figura 55. Niveles precisión sonora.....	34
Figura 56. Decibelios	35
Figura 57. Sonómetro.....	35
Figura 58. Absorción del sonido	35
Figura 59. Niveles máximos de ruido en interiores	40
Figura 60. Herramientas y materiales prototipo 1.....	63
Figura 61. Herramientas y materiales prototipo 2.....	66
Figura 62. Herramientas y materiales prototipo 3.....	70
Figura 63. Aplicación propuesta formal 1.....	83
Figura 64. Aplicación propuesta formal 2.....	84
Figura 65. Aplicación propuesta formal 3.....	85

Figura 66. Aplicación propuesta formal 4.....	86
Figura 67. Aislamiento en habitación	88
Figura 68. Aplicación de panel en pared y tumbado.....	92
Figura 69. Aplicación de panel en pared piso/techo	93
Figura 70. Aplicación de panel en oficina	93
Figura 71. Aplicación de panel en sala de estar	93

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Incidencia del ruido.....	55
Tabla 2. Consecuencias del ruido.....	56
Tabla 3. Ruidos más desagradables	57
Tabla 4. Estancias que necesitan acondicionamiento acústico	58
Tabla 5. Importancia de una buena acústica	59
Tabla 6. Creación de nuevos elementos constructivos	60
Tabla 7. Paneles acústicos y sus beneficios	61
Tabla 8. Paneles acústicos a base de neumáticos.....	62
Tabla 9. Destino final de un neumático	63
Tabla 10. Reutilización de los neumáticos.....	64
Tabla 11. Aplicación del panel acústico	65
Tabla 12. Dimensiones previas	72
Tabla 13. Resultados de pruebas a caja acústica.....	81
Tabla 14. Resultados de pruebas a prototipos.....	81
Tabla 15. Costos de prototipo 1	87
Tabla 16. Costos de prototipo 2	87
Tabla 17. Costos de prototipo 3	88
Tabla 18. Cuadro de porcentaje de atenuación	88
Tabla 19. Cuadro comparativo de materiales aislantes acústicos	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Análisis de encuestas	51
Gráfico 2. Análisis de encuestas	52
Gráfico 3. Análisis de encuestas	53
Gráfico 4. Análisis de encuestas	54
Gráfico 5. Análisis de encuestas	55
Gráfico 6. Análisis de encuestas	56
Gráfico 7. Análisis de encuestas	57
Gráfico 8. Análisis de encuestas	58
Gráfico 9. Análisis de encuestas	59
Gráfico 10. Análisis de encuestas	60
Gráfico 11. Análisis de encuestas	61
Gráfico 12. Proceso de diseño prototipo 1	62
Gráfico 13. Proceso de diseño prototipo 2	66
Gráfico 14. Proceso de diseño prototipo 3	70
Gráfico 15. Resultados de prueba 1	74
Gráfico 16. Resultados de prueba 2	74
Gráfico 17. Resultados de prueba 3	75
Gráfico 18. Resultados de prueba 4	76
Gráfico 19. Resultados de prueba 5	77
Gráfico 20. Resultados de prueba 6	77
Gráfico 21. Resultados de prueba 7	78
Gráfico 22. Resultados de prueba 8	79
Gráfico 23. Resultados de prueba 9	80
Gráfico 24. Resultados de prueba 10	80
Gráfico 25. Análisis de pruebas	81
Gráfico 26. Propuesta formal 1	82
Gráfico 27. Propuesta formal 2	84
Gráfico 28. Propuesta formal 3	85
Gráfico 29. Propuesta formal 4	86
Gráfico 30. Atenuación por 1m ²	89
Gráfico 31. Atenuación en pared de 7,50m ²	89

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Materiales.....	63
Imagen 2. Banda de rodamiento	64
Imagen 3. Corte de banda	64
Imagen 4. Fijación de banda	64
Imagen 5. Corte de polipropileno	65
Imagen 6. Colocación de polipropileno	65
Imagen 7. Colocación de tiras de MDF	65
Imagen 8. Aditivos para prototipo 2	67
Imagen 9. Máquina desfibriladora de neumáticos	67
Imagen 10. Mezcladora.....	68
Imagen 11. Laminado de caucho en molino	68
Imagen 12. Molde de acero inoxidable	68
Imagen 13. Horno.....	69
Imagen 14. Plancha de caucho 1mx1m.....	69
Imagen 15. Tela de polipropileno	69
Imagen 16. Recubrimiento con polipropileno.....	70
Imagen 17. Materiales prototipo 3	71
Imagen 18. Plancha de caucho 1mx1m.....	71
Imagen 19. Recubrimiento con polipropileno.....	71
Imagen 20. Equipos para pruebas acústicas	73
Imagen 21. Caja acústica.....	73
Imagen 22. Colocación de sonómetros prueba 1	73
Imagen 23. Colocación de sonómetros prueba 2	74
Imagen 24. Prueba 3 con tablero MDF	75
Imagen 25. Colocación de sonómetros de extremo a extremo.....	76
Imagen 26. Prueba 5 con prototipo 1	76
Imagen 27. Prototipo 1	77
Imagen 28. Prueba 7 con prototipo 2	78
Imagen 29. Prototipo 2.....	79
Imagen 30. Prueba con prototipo 3	79
Imagen 31. Prototipo 3.....	80

Imagen 32. Propuesta formal 1	83
Imagen 33. Propuesta 1 terminada	83
Imagen 34. Propuesta 2 terminada	84
Imagen 35. Propuesta 3 terminada	85
Imagen 36. Propuesta 4 terminada	86

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato de Encuestas.....	101
Anexo 2. Cuadro de Coeficientes de absorción de materiales aislantes	103

ABREVIATURAS

ANT.-Agencia Nacional de Tránsito.

ATM.- Autoridad de Tránsito Municipal.

dB.- Decibeles.

COA.-Código Orgánico del Ambiente.

FUNCORAT.- Fundación Médica contra el Ruido, Ambientes Contaminantes y Tabaquismo.

GAD.- Gobierno Autónomo Descentralizado.

Hz.- Hertzios.

INEC.- Instituto Nacional de Estadística y Censos

INEN.- Instituto Ecuatoriano de Normalización.

MAE. Ministerio del Ambiente de Ecuador.

NEC.-Norma Ecuatoriana de la Construcción.

NFU.- Neumáticos fuera de uso.

NTE.- Norma Técnica Ecuatoriana.

OMS.- Organización Mundial de la Salud

PP.- Polipropileno.

RTE.- Reglamento Técnico Ecuatoriano.

SEGINUS.- Sistema Ecuatoriano de Gestión Integral de Neumáticos Usados.

UICN.- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

INTRODUCCIÓN

Conforme el tiempo transcurre nuestro planeta se vuelve más ruidoso donde los habitantes son afectados por la contaminación acústica, esto se refiere al excesivo ruido que el ser humano está expuesto diariamente; ésta contaminación se encuentra prácticamente en todas las ciudades del mundo y es proveniente de varias fuentes, sin embargo, se estima que la mayor parte de la contaminación proviene de los automotores.

La contaminación acústica es un gran problema; sin embargo, no es común tener denuncias sociales sobre el mismo, esto se debe a que en el pasado tenía una apreciación positiva, donde se consideraba que una sociedad ruidosa era una sociedad viva. En la actualidad, este pensamiento está siendo superado, y el término contaminación acústica no solo ha logrado generar interés en la sociedad, también ha promovido el desarrollado de estudios que proporcionan información esencial sobre este tipo de contaminación y de normas legales y políticas encaminadas a combatirla.

El ruido de todas ciudades modernas advierte una seria amenaza para la audición de todas las personas. La contaminación acústica está causando varias consecuencias, además de generar la pérdida de audición puede producir otras enfermedades o trastornos físico y pedagógico que afectan claramente a la calidad de vida que llevan todos los seres humanos.

Se debe de tener en cuenta, que el principal generador de este tipo de contaminación es el ser humano. Los países y ciudades del mundo cada vez están más expuestos a esta contaminación excesiva, ya sea este dentro de un conjunto familiar o simplemente dentro del lugar de trabajo, también fuera de ellos ya sea en las calles y parques; lo cual provoca mucho estrés y fatiga, y esto conlleva a enfermedades cardiacas y muchas causas de muerte por año.

En Ecuador se desechan alrededor de 2.4 millones de neumáticos al año debido a que los consumidores no están involucrados en la prevención del perjuicio ambiental que ocasiona el desecho de los mismos; muchas de estas son incineradas o depositadas en basureros al aire libre representando un grave problema por la emisión de sustancias tóxicas. (Herves, 2016).

El cambio en los métodos constructivos ha ido evolucionando y mejorando cada vez más con el fin de brindar mejores condiciones de vida a las personas y

conseguir el aislamiento óptimo para las condiciones que puedan manifestarse en una edificación. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes que afrontan los municipios locales es la falta de infraestructura en los centros de acopio de desechos.

Por este motivo la idea de innovar al reciclar para producir un nuevo producto con estos materiales no solo reducirá la contaminación acústica, además mejorará el ambiente y evitará que los neumáticos sigan convirtiéndose en refugio de plagas, enfermedades, roedores e insectos que constituyen un riesgo para la salud de las personas.

El Ministerio del Ambiente establece como base que el cuidado ambiental es responsabilidad de todos y propone que los actores sociales trabajen por este fin de forma conjunta y coordinada, pero estas disposiciones no tienen auge en los sistemas de construcción puesto que no se le da mayor importancia a realizar un estudio acústico antes de planificar un espacio arquitectónico o la poca existencia de materiales en el mercado.

El presente trabajo se basa en una investigación con relación al tema de la acústica mediante la creación de un prototipo de panel de aislamiento de ruido utilizando el neumático reciclado y las fibras de polipropileno, demostrando sus propiedades mediante la exploración de los mismos y aplicando ensayos experimentales que evidencian su eficacia en la absorción sonora; creando un ambiente confortable libre de la contaminación acústica que existe a nuestro alrededor.

Este trabajo se estructura en cuatro capítulos que son: Capítulo I, se analizó y formuló el problema explicando el propósito de la investigación, el trazado de objetivos generales y específicos, variables dependientes e independientes, justificación y alcance de la investigación; en el capítulo II, se puntualizó el marco teórico, basado en fuentes bibliográficas que faciliten la comprensión del lector en cuanto al desarrollo de la investigación y la propuesta que se entrega.

En el capítulo III, se analizará la metodología de la investigación donde se especificó el tipo y recursos de investigación que se utilizaron para delimitar la población y muestra con los datos obtenidos, la tabulación de las encuestas y el análisis de las mismas, y en el capítulo IV, se conocerá los costos aproximados para la elaboración del prototipo de aislamiento sonoro; para completar la parte investigativa se obtienen las Conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

Estudio de paneles de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para uso comercial.

1.2. Planteamiento del problema.

Los neumáticos desechados son un inconveniente ambiental para el entorno, porque se depositan en patios de casas, tiraderos clandestinos, vía pública y centros de acopio públicos y privados; éstas llantas son el refugio de plagas, roedores e insectos que son vectores de enfermedades y además constituyen un riesgo para el hábitat y la salud humana. La contaminación acústica en nuestro país se ha vuelto parte de la vida cotidiana de las personas quienes se acostumbran a vivir inmersas en estas circunstancias, sin tomar en consideración los problemas que puede acarrear la sobreexposición al ruido de la ciudad provocado por las diferentes actividades como transportación, construcción de obras, industrias, uso excesivo de bocinas, centros de diversión nocturna y demás. Actualmente la aislación acústica se mantiene como factor secundario o no es considerada a la hora de elaborar proyectos arquitectónicos y las condiciones confortables de oficinas o viviendas se ven afectadas por el incremento alarmante de las actividades, poniendo en peligro el estado anímico y saludable de los habitantes. La problemática que experimenta la construcción de edificaciones con respecto a los efectos sonoros del entorno se torna conflictiva debido al poco conocimiento de materiales aislantes y el no saberlos aplicar en cualquier tipo de diseño sin previo estudio, además de la poca importancia en garantizar el confort, haciendo con esto se pierda la garantía de poder brindar al usuario espacios que le permitan realizar sus actividades en un ambiente saludable.

Uno de los principales problemas que afronta el gobierno autónomo descentralizado GAD del cantón Guayaquil es la falta de infraestructura de los botaderos de basura; por este motivo la idea de reciclar y tratar de producir cierto tipo de producto con estos materiales es una idea innovadora y no solo reduciría los costos de producción, sino que además ayudaría a la mejora de nuestro ambiente.

1.3. Formulación del problema.

¿Cómo influye la contaminación de ruido producido por vehículos, maquinarias y música en alto volumen a las personas que viven en la ciudad de Guayaquil?

1.4. Sistematización del problema.

- ¿Cuáles son las ventajas de utilizar paneles de aislamiento acústico como sistema constructivo?
- ¿A quiénes va dirigido el diseño de paneles de aislamiento acústico con materiales reciclados?
- ¿Cuáles son los efectos que produce la contaminación acústica?
- ¿Qué normas se requiere para el diseño de paneles de aislamiento acústico con materiales reciclados?
- ¿Cómo promover el uso de paneles de aislamiento acústico incentivando un sistema de construcción sustentable y sostenible?

1.5. Objetivos de la investigación.

1.5.1. Objetivo general.

Realizar un prototipo de panel de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para la descontaminación ambiental.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Determinar las características de la materia prima (neumáticos reciclados y fibras de polipropileno).
- Entregar datos de ensayos acústicos del panel propuesto.
- Fabricar un prototipo del panel planteado, dando prioridad a un método de producción económico y viable.

1.6. Justificación de la investigación.

El planeta sufre un profundo impacto ambiental y al ser el sector de la construcción una de las causas, los profesionales de la misma estamos obligados a

buscar e investigar diferentes alternativas más responsables con el ambiente y aplicarlos en los procesos para la edificación de establecimientos.

Está demostrado que el ruido puede llegar a producir alteraciones temporales o permanentes en el organismo que por lo general es producido por el ser humano, quien busca confort en el espacio arquitectónico. Sin embargo, la contaminación acústica crece a medida que la civilización urbana se expande y ha invadido los ambientes interiores, evitando que estas funciones se cumplan.

En los últimos años se ha priorizado la concientización y el cuidado del ambiente en todos los sectores incluyendo el arquitectónico, puesto que es una necesidad actual de la población que demanda medidas y planes de acción para contrarrestar los efectos del ruido que afecta su desenvolvimiento en las actividades diarias.

Por lo tanto es primordial desarrollar un estudio de nuevos materiales aislantes que permitirán implementarlos en todo tipo de inmueble y así garantizar el confort con la utilización de sistemas de aislamiento acústico; estas técnicas incluirán materiales factibles y asequibles en nuestro país y durante este periodo es importante conocer el porcentaje óptimo de los materiales para la elaboración del panel y finalmente realizar las pruebas sonoras adecuadas para comprobar el porcentaje de aislamiento acústico.

Se considera que para contrarrestar la poca o nula información que se tiene en la actualidad con respecto a los materiales de aislamiento acústico, es importante generar más información sobre su uso en la arquitectura en el momento de la planificación debido a que se trata muy poco en las construcciones, por ello la importancia de realizar este estudio de los paneles de aislamiento de ruido destinado a brindar confort acústico y eficiencia en todos los ambientes necesarios.

Ante la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas sostenibles en los procesos constructivos, surge la idea de aprovechar los desechos que se producen en Ecuador que al no darles una correcta gestión repercuten negativamente en el equilibrio ecológico. Por esta razón, se propone un panel de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno que tienen propiedades únicas y pueden ser aplicados como materia prima en este nuevo elemento constructivo dirigido a cualquier establecimiento que lo requiera.

1.7. Delimitación o alcance de la investigación.

Campo:	Educación superior. Tercer nivel
Área:	Arquitectura
Aspecto:	Investigación experimental. (Prototipo)
Tema:	Estudio de paneles de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para uso comercial.
Delimitación espacial:	Guayaquil – Ecuador
Delimitación temporal:	6 meses

1.8. Hipótesis.

El estudio de paneles de aislamiento acústico a base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno incidirá en la mejora de calidad de vida y reducción de contaminación ambiental.

1.8.1. Variable independiente.

Estudio de paneles de aislamiento acústico.

1.8.2. Variable dependiente.

A base de neumáticos reciclados y fibras de polipropileno para uso comercial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico.

2.1.1. Antecedentes.

A nivel mundial existen diversas fuentes que generan las contaminaciones más significativas que afectan a nuestro país entre las que podemos nombrar: el petróleo y minería del sector industrial, químicos agrícolas, envolturas para uso comercial, desechos domiciliarios como plásticos, envases y materia orgánica, vapores vehiculares y neumáticos fuera de uso, entre otras acciones que provocan un desequilibrio ambiental.

Entre los más preocupantes está el crecimiento del parque automotor que a nivel nacional y específicamente ha aumentado gradualmente, en la jurisdicción de Guayaquil de la provincia del Guayas; los datos estadísticos de la Autoridad de Tránsito del Municipal indican que en este año la cifra de vehículos registrados asciende a 484.049 unidades, lo que a su vez produce una mayor demanda de neumáticos. (El Telégrafo, 2018).



Figura 1. Parque automotor en Guayaquil
Fuente: El Universo – 2017

Cada año en Ecuador se desechan aproximadamente 3 millones de neumáticos y no reciben una gestión ambiental adecuada, lo que ha llevado a la necesidad del Ministerio del Ambiente (MAE) a establecer una normativa que responsabilice al importador y productor de las llantas para dar una cadena de reutilización apropiada al producto.

El desperdicio de llantas, se debe a la fabricación constante y la dificultad para desechos después de usados ocasionando un sinnúmero de inconvenientes por ser desechos no degradables, y que a pesar de que existen iniciativas y programas para la reducción de la misma, esta realidad continúa provocando perjuicios al ambiente que deben ser corregidos con suma urgencia.

A nivel nacional existen más de 700 puntos de recuperación de neumáticos usados, donde la ciudadanía puede entregar sus llantas usadas para que sean recicladas donde se prevé rescatar y dar gestión a alrededor de 750.000 neumáticos usados por año y así dar solución al problema apremiante de la recuperación de los residuos sólidos. (MAE, 2018).



Figura 2. Centro de Recuperación de neumáticos
Fuente: El Universo – 2018

En la actualidad una de estas soluciones es proporcionar diversos usos en que van tomando auge en la industria del diseño y la construcción, entre los cuales podemos nombrar la aplicación de polvo de caucho mezclado con asfalto en la industria vial y barreras de contención en carreteras; también se lo ha aplicado para la creación de adoquines para parques infantiles y canchas, elementos decorativos o como combustible en las industrias de cemento.



Figura 3. Empleo de neumáticos reciclados
Fuente: Web Vivo Italia – 2016

El estudio de materiales aislantes acústicos tiene como finalidad conocer las cualidades que posee el caucho reciclado y aprovecharlas de manera favorable para conseguir un aislamiento sonoro ante diferentes condiciones de ruido que puedan darse; y comenzar a desarrollar una solución ambiental para los neumáticos en desuso, transformarlos en materia prima para nuevos productos y así poder aplicarlos en sistemas aislantes de ruido.

Esta idea surge como una solución arquitectónica funcional y estética apostando a nuevas alternativas con propiedades que los conviertan en una buena opción para acondicionar espacios de trabajo y brindar una comodidad acústica excepcional en diferentes recintos como viviendas, instituciones educativas, auditorios, salas de reuniones, entre otras.

2.1.2. Marco referencial.

Dentro del marco bibliográfico se mencionan los referentes teóricos en los que se basa este trabajo de investigación, permitiendo conocer la factibilidad de realizarlo, relacionando los conocimientos previos con el tema que compete, se encuentran algunos trabajos de investigación:

(Soto, 2014) Explica en su trabajo “Materiales aislantes acústicos para muros” que tiene como finalidad conocer las cualidades que cada material puede tener y aprovecharlas de manera beneficiosa para conseguir un aislamiento sonoro ante las diferentes condiciones de ruido.

(Millan, 2013) Afirma que en la actualidad la mayoría de las construcciones utilizan las fibras de polipropileno como un sistema de refuerzo para las placas aislantes, resultando un método frágil, práctico y económico.

(Castro, 2015) Busca contribuir de manera activa al medioambiente, mejorar el ámbito social mediante la creación de un proyecto socialmente responsable al dar un nuevo uso a los neumáticos desechados.

(Astudillo, 2016) Elabora un proyecto de negocio basado en el reciclaje de neumáticos usados mediante la trituración mecánica aportando significativamente al cuidado del medio ambiente procesándolos para convertirlos en nuevos productos comercializables en el mercado nacional e internacional apegado a las normativas emitidas por el Ministerio del Ambiente.

(Cardenas, 2014) Afirma que para emplear la acústica arquitectónica es necesario considerar los niveles de ruido existentes en el interior del área a trabajar para plantear el aislamiento requerido y así solucionar el problema acústico.

2.1.3. Ubicación de la zona de estudio.

El presente trabajo estará ubicado en la Ciudad de Guayaquil, una de las urbes más grandes de la provincia, que según el censo poblacional realizado en el 2010

cuenta con 2`350.915 de habitantes. (INEC, 2014). El estudio estará concentrado en el sector norte en la parroquia Tarqui, que cuenta con una cantidad de 1'050.826 habitantes.



Figura 4. Ubicación de Guayaquil
Fuente: El Comercio – 2013

2.1.4. El Neumático.

Las llantas o neumáticos son el punto de contacto entre un automóvil y el suelo por lo que se considera como un bien necesario e irremplazable para los usuarios de vehículos y los torna dependientes de su uso. Para suministrar la alta demanda global, las fábricas recurren a una explotación desmedida de los recursos y que al día de hoy no ha encontrado una alternativa que pueda sustituirlos.

2.1.4.1. Generalidades del neumático.

Para todos los usuarios de vehículos, las llantas son un bien primordial por cuanto son el único punto de contacto entre su carro y el piso. Es por este motivo que las mismas deben tener un nivel de alta calidad en su construcción para asegurar la seguridad del conductor y a su vez el conductor debe realizar el cambio de la llanta cuando esta llega al final de su vida útil.

En 1880 el neumático o llanta fue inventado luego de la creación de la rueda, con el objetivo de brindar más resistencia, confort y manejo a los vehículos. Su creador el veterinario escocés John Boyd Dunlop inventó los primeros neumáticos al colocar tubos de caucho inflados sobre las llantas de madera de la bicicleta de su hijo. Pocos años después los hermanos Michelin patentaron los neumáticos desmontables y en 1895 se incorporaron por primera vez a un automóvil. (Excelencias Magazines, 2014).



Figura 5. Jhon Boyd Dunlop, creador del neumático
Fuente: Excelencias Magazines - 2014

En 1955 se fundó la Ecuatorian Rubber Company (ERCO) para suplir la demanda de neumáticos en Ecuador generada por el parque automotriz, quien luego de 30 años pasa a ser Continental Tire Andina S.A. quien hasta ahora se mantiene como la única productora de llantas en el país, mientras que el resto de marcas existentes en el mercado como Maxxis, Bridgestone, Goodyear, Hankook, Kumho, Yokohama, Dunlop, Michelin, entre otras, lo hacen a través de las importaciones. (Continental Tires, 2018).



Figura 6. Marcas de neumáticos en el mundo
Fuente: Larrotcha - 2016

En la actualidad es casi imposible prescindir de la producción o importación de neumáticos debido al continuo requerimiento por parte de los usuarios de vehículos, es por esta razón que se debe proponer alternativas para proponer una gestión ambiental integral a los millones de neumáticos que se están desechando en el país.

2.1.4.2. Estadísticas de neumáticos desechados.

Según registros de la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM), Guayaquil cerró el 2018 con un parque automotor estimado en 484.049, éstas cifras dan cuenta de un crecimiento promedio anual de 45.000 carros entre 2015 y 2018, motivo por el cual cada año se debe importa o producir aproximadamente 3 millones de llantas, sin embargo 2'400.000 son desechados o quemados. (El

Universo, 2019). En la actualidad el MAE informó que se recuperaron 1'500.000 ruedas de los botaderos y la mayoría han sido reutilizados reciclados y reencauchados. (ANT, 2017).

En la figura 7, se puede observar los porcentajes que representan el destino de las llantas luego de finalizada su vida útil y el uso que se les proporciona, donde solamente el 2% se destina a la generación de energía producida en fábricas cementeras junto con otro 2 % que son entregados y depositados en centros de acopio para su almacenamiento y reciclado. (Ambiente.gob, 2016)

El 5% constituye la renovación del neumático debido a la política de gestión ambiental aplicada por el Ministerio del Ambiente que regula este proceso. Sin embargo, la problemática surge en el 91% restante, que indica el abandono total de los neumáticos que se puede apreciar en ciertos puntos de la ciudad. (Ambiente.gob, 2016).

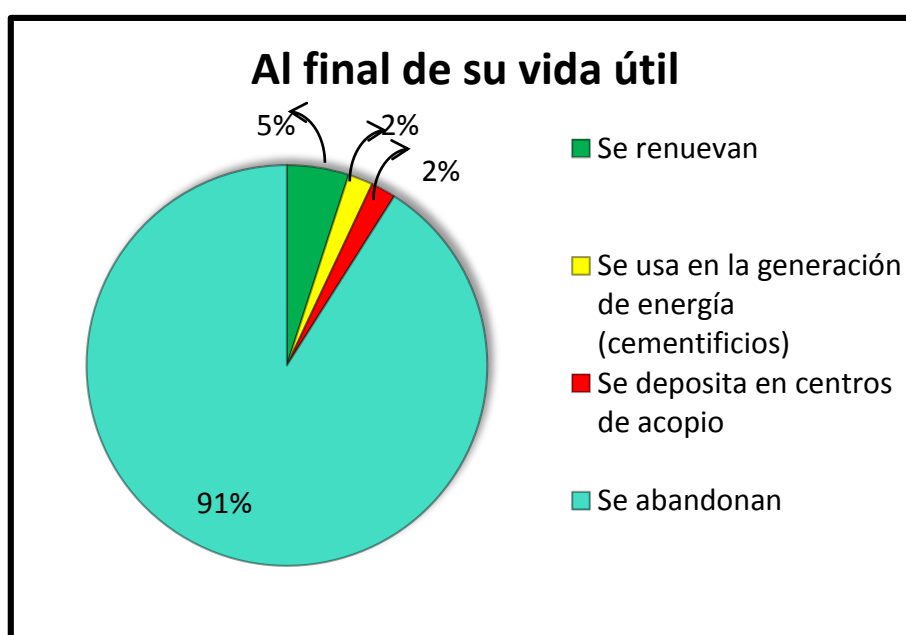


Figura 7. Destino de neumáticos desechados
Fuente: Ambiente.gob – 2016

Al momento el país cuenta con cerca de 770 puntos de recuperación de neumáticos, instaurados por las compañías importadoras y por Continental Tires. Además, existen dieciséis reencauchadoras, siete recicladoras artesanales y ocho plantas de reciclaje. Entre las recicladoras más destacadas está la Procesadora de Neumáticos Cotopaxi (PRONEUMACOSA) que tiene una capacidad para tratar 2'600.000 unidades. (El Comercio, 2016).

2.1.4.3. Contaminación y reutilización del neumático.

La constante producción de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez terminada su vida útil, representa uno de los más graves problemas ambientales en todo el mundo; según un estudio de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), estos residuos representan hasta el 30% de la basura que contaminan los océanos, puesto que puede tardar 500 años en degradarse. (El Universo, 2018).

En Ecuador anualmente se descartan más de 2'400.000 neumáticos, muchos de ellos terminan en los bordes de las vías, terrenos baldíos u orillas de ríos; y en la mayoría de los casos se recurre a la quema directa para eliminar estos residuos provocando graves problemas ecológicos y produciendo emisiones de gases que contienen partículas nocivas para el entorno. (Univero, 2018).



Figura 8. Neumáticos desechados
Fuente: El Universo - 2018

En la actualidad se han creado diversas tecnologías para la recuperación del caucho de los neumáticos y la separación de sus componentes peligrosos. Las operaciones de reutilización y reciclado de neumáticos usados representan una importante oportunidad para obtener materia prima y desarrollar nuevos materiales constructivos amigables con el ambiente. (Waste Magazine, 2017).

2.1.4.4. Incidencia de las llantas en la contaminación.

El impacto ambiental que se origina a raíz de la contaminación ocasionada por la falta de concienciación de un correcto procedimiento de recuperación de llantas en desuso, tiene secuelas negativas e irremediables para nuestro planeta debido a que perjudica y desgasta el hábitat de todos los seres vivos. Esto debido a que los neumáticos al ser calcinados expulsan sustancias que suponen riesgo como monóxido de carbono y óxido de plomo y los efectos dañinos que estos compuestos ocasionan. (Ministerio de Industria y Productividad, 2017)



Figura 9. Quema indiscriminada de neumáticos
Fuente: El Universo - 2014

El mayor riesgo es la quema indiscriminada debido a que cerca de millones de neumáticos fuera de uso (NFU) terminan abandonados en espacios abiertos sin que cuenten con el debido tratamiento para su reutilización. El humo producido por la combustión contiene elevadas concentraciones de partículas contaminantes que pueden ser cancerígenas y afectan gravemente al ambiente y por ende la salud de las personas. (Universo, 2014).

El agua que se deposita en las cavidades de las llantas en estaciones húmedas como el invierno genera otra complicación dado que las convierte en focos de transmisión de enfermedades como el dengue afectando la salud de las poblaciones, además de la acumulación de microorganismos que perjudican de manera acelerada la situación ambiental.



Figura 10. Población afectada con dengue
Fuente: Diario La República – 2016

2.1.4.5. Planes de acción en Ecuador.

Los desechos especiales o peligrosos como los neumáticos dejan una huella casi irreparable a la salud y nuestro entorno por la cantidad de producción o su difícil degradación, por esta particularidad nuestro país y el mundo en general demandan un sistema para recuperar, reutilizar y reciclar estos elementos y evitar su manejo inadecuado.

El Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), implementa una normativa legal que regula las actividades de reciclaje con el Acuerdo Ministerial 020 aprobada el 20 de febrero del 2013 y establece el compromiso extendido del productor o importador de neumáticos en todo el ciclo de vida del producto, desde la venta hasta convertirse en residuo; de esta forma se implementan mecanismos de recuperación de los neumáticos usados y entregarlos a gestores ambientales. (MAE, 2017)

En este decreto se incluye a los neumáticos fuera de uso en su lista de desperdicios especiales instando a las empresas fabricantes y a las importadoras a asumir la responsabilidad de las llantas desde su comercialización hasta el fin de su vida útil, lo cual exige un proceso de recolección, tratamiento y disposición final.



Figura 11. Gestión de llantas recicladas
Fuente: Seginus, 2018

En este año un conjunto de empresarios fundó el Sistema Ecuatoriano de Gestión Integral de Neumáticos Usados (SEGINUS), entidad que pretende garantizar que estos procesos de recuperación se lleven a cabo. Esta corporación cuenta con el respaldo del Ministerio de Ambiente y trabaja para darle un procedimiento apropiado a las llantas que han completado su vida útil. (Revista Líderes, 2018).

Al momento las empresas privadas que forman parte de este plan deben someter a los neumáticos que introducen al mercado a este sistema que empieza con su recolección, acopio, triturado o corte y así terminar aprovechando los subproductos reciclados; tomando el reencauche como la primera técnica alternativa para neumáticos de buses y camiones, que por su dimensión puede ser aplicada hasta tres veces.

Sin embargo, las llantas de vehículos livianos no son sometidas a este proceso, así que deben reciclarse para obtener el polvo de caucho que sirve como materia prima en la elaboración de adoquinados y el mantenimiento de canchas deportivas de césped sintético; también se extrae el acero para las siderúrgicas y fibra de nailon para la industria textil. (El Telégrafo, 2015)



Figura 12. Fibra textil extraída de neumático
Fuente: VivoenItalia, 2015

Por último, también se puede realizar el coprocesamiento cuyo mecanismo origina aprovechamiento energético logrado mediante la combustión del caucho reciclado y que va dirigido a las industrias cementeras como para combustible para sus hornos. (QuimiNet, 2018)



Figura 13. Horno cementero para combustión de neumáticos
Fuente: QuimiNet, 2018

2.1.5. El Polipropileno.

El polipropileno (PP) forma parte de los polímeros de mayor consumo, los cuales representan el 90% de la producción total de materiales plásticos. Sus propiedades hacen que sus derivados presenten aplicaciones en múltiples sectores industriales como son el envase y embalaje, mobiliario, juguetes, construcción, agricultura, etc.

El PP continúa incrementando su número de aplicaciones y su consumo debido al continuo desarrollo que le permiten introducirse en todo tipo de nuevas aplicaciones.

2.1.5.1. Generalidades.

El polipropileno es un polímero versátil del cual se derivan varios productos y materiales, por ejemplo está la tela llamada no tejida que está compuesta por 100% de Polipropileno, y cuenta con diversas bondades entre ellas es antialérgica, impermeable, antiestática y no tóxica. Adicionalmente se presenta en más de 18 colores y diferentes gramajes (Grososres) de acuerdo a la finalidad del producto. Actualmente es el material más usado debido a su bajo costo. (Biobolsa, 2018)



Figura 14. Polipropileno
Fuente: Biobolsa – 2018

2.1.5.2. Aplicaciones del polipropileno.

Su uso es muy diverso debido a que lo podemos encontrar en piezas de automóviles, electrodomésticos y cajas de baterías, fabricación de alfombras, cuerdas, sacos tejidos, cintas para embalaje. Además, se utiliza en envases de medicinas y productos químicos, y sobre todo de alimentos que deban esterilizarse o envasarse en caliente, entre otros. (QuimiNet, 2014).



Figura 15. Usos del polipropileno
Fuente: QuimiNet – 2014

La tela de fibra de polipropileno es usada en una gran variedad de productos, sus características de resistencia son aplicables al segmento industrial de nuestro país. Además, es común ver este tipo de insumo en industrias de muebles,

colchones y productos médicos, al ser elaborado en diferentes colores y medidas permite adaptarse a cada necesidad de los productos.



Figura 16. Aplicaciones de la tela de polipropileno
Fuente: QuimiNet – 2014

2.1.5.3. Ventajas del uso de polipropileno.

Es un elemento con una excelente proporción de propiedades y cuenta con características que le hace ser un complemento ideal para obtener ciertas ventajas como:

- Condiciones de competitividad económica
- Versatilidad: compatible con la mayoría de las técnicas de procesamiento
- Propiedades mecánicas: logra alcanzar buen balance rigidez/impacto
- Propiedades químicas: presenta excelente resistencia química a solventes comunes
- Estabilidad a altas temperaturas cercanas a los 100° C
- Barrera al vapor de agua: evita el traspaso de humedad. (Canal Construcción, 2018)

2.1.6. La contaminación acústica.

A nivel mundial el incremento de las actividades humanas ha ocasionado que las grandes urbes generen niveles elevados de contaminación acústica; el origen se debe especialmente a la mala planificación urbana y la escasa concienciación del peligro que conlleva exponerse a ruidos constantes superiores a las tolerables afectando las condiciones laborales y el descanso. La Organización Mundial de la Salud (OMS) expresa que los niveles permisibles deben ser de 50 decibeles (dB) máximo. (El Universo, 2017).

2.1.6.1. Niveles de ruido en Guayaquil.

Guayaquil es una de las ciudades con niveles más altos de ruido en el país impidiendo que la población viva en un ambiente saludable; como ejemplo tomamos una de sus calles principales como la Avenida Quito que en horas pico comprendidas entre las 07:00 a 08:00 de la mañana, 12:00 a 13:00 del mediodía y 17:00 a 18:00 de la tarde, el tránsito vehicular masivo y el aumento de la zona comercial, crean una situación de convivencia ruidosa que se replica en más sectores, generando molestias a transeúntes y habitantes de la zona. (El Universo, 2016)



Figura 17. Niveles de ruido en Guayaquil
Fuente: Expreso – 2016

Según estudios realizados por la Fundación Médica contra el Ruido Ambientes Contaminantes y Tabaquismo (FUNCORAT) los niveles en la ciudad sobrepasan los 80 dB, provocando riesgos directos en la salud física, emocional e intelectual de los ciudadanos. El crecimiento de la población y el aumento del parque automotor hace que estas cifras aumenten, llevando a la concientización de este problema al área de la construcción que fija este factor como prioridad para trabajar en nuevos diseños de materiales que hagan que los proyectos se vuelvan más confortables a la hora de habitarlos. (El Telégrafo, 2018).

2.1.7. Fuentes de ruido.

En todos los núcleos urbanos con un porcentaje de población creciente se producen un sinnúmero de fuentes sonoras, incluyendo además la contaminación

acústica la cual se genera por las siguientes causas: las actividades humanas diarias, el ruido que emiten los automotores, por el tráfico rodado, el tráfico aéreo, por actividades industriales y de construcción y por las zonas de descanso y recreación. (Dibacat, 2017)



Figura 18. Tráfico rodado
Fuente: Efeverde – 2017



Figura 19. Tráfico aéreo
Fuente: Aviación Guayaquil – 2016

2.1.8. Efectos del ruido.

El ruido se ha vuelto parte de la vida cotidiana de las personas y son más perjudiciales según su potencia; si tienen poca intensidad producen ligera fatiga y pesadez, mientras que si el nivel es superior a los 100 decibelios actúan sobre los músculos y el estómago provocando vértigos, vómitos e incluso síncope o arritmias cardíacas; a los 130 decibelios perjudican el oído interno. (Soto, 2014).

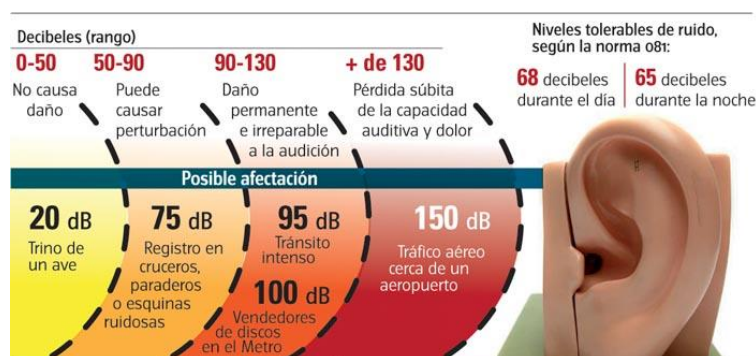


Figura 20. Efectos del ruido
Fuente: El Universo – 2014

Las consecuencias sobre la conducta también son notables, mientras más violenta es una sociedad, más ruidosa se vuelve; a eso se suman los efectos en la memoria y la concentración dificultando el desarrollo intelectual. Además, provoca daños psicológicos que perturban el desempeño profesional mostrando síntomas de cansancio, torpeza y lentitud de producción. Por lo tanto, es imprescindible buscar la forma de reducir los ruidos en áreas de trabajo y descanso y las personas puedan desarrollarse sus actividades con normalidad. (Telégrafo, 2018).



Figura 21. Efectos del ruido sobre la conducta
Fuente: Issegur – 2016

2.1.9. Solución acústica.

Cuando el confort de un recinto y la salud de sus habitantes se ven afectados por constante contaminación acústica de la localidad, se debe dar solución inmediata mediante métodos constructivos innovadores que brinden sistemas adecuados para conseguir niveles de ruido aceptables e impedir la propagación del sonido en áreas no deseadas mejorando la calidad de vida.

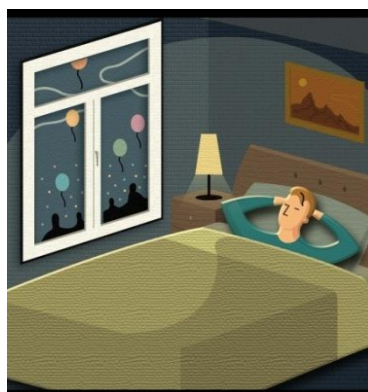


Figura 22. Aislamiento acústico
Fuente: Kommerling – 2018

El aislamiento acústico proporciona una protección adecuada a los ambientes interiores de un establecimiento contra la penetración del ruido, al tiempo que impide que el sonido salga al exterior; esta protección viene determinada por las

propiedades del material frente al sonido emitido dificultando en mayor o menor medida el paso del ruido a través del mismo. (Construmática, 2018).

Una acústica adecuada permite percibir con claridad no solo el mensaje sino también la carga emocional que éste conlleva. La consecuencia directa es una mejor comunicación y las consecuencias indirectas son menor necesidad de elevar la voz, menor fricción, menor estrés, mayor disposición comprensiva, mayor atención, mayor concentración y, por lo tanto, mejor aprovechamiento.

Esta investigación se enfoca en este tipo de tratamiento utilizando materiales fáciles de obtener con excelentes propiedades que favorecen el cumplimiento del objetivo primordial que es lograr un ambiente agradable y saludable para los habitantes.

2.1.10. Tipos de aislamiento acústico en el mercado.

Actualmente el mercado ofrece productos que se fabrican como soluciones acústicas que ofrecen una gran diversidad de grados de aislamiento dependiendo de cada necesidad del establecimiento donde se vaya a aplicar y así resolver el problema de la intromisión de ruidos, entre los que podemos nombrar están:

- **Espumas de poliuretano.**

Se comercializa como espuma con ventajas para su colocación, consiguiéndose un aislamiento ligero y económico. Actualmente preferido para techos o tabiques por su alta densidad, también se aplica en planchas para lograr un aislamiento acústico aéreo, entre sus múltiples usos. (European Acústica, 2018).



Figura 23. Espuma de poliuretano
Fuente: European acústica – 2017

- **Panel Geotextil.**

Considerado un producto reciclable que tiene base textil de gran durabilidad, capacidad de absorción acústica y aislamiento térmico. Es diferente a las lanas

minerales. Puede colocarse de forma adhesiva, clavado y atornillado porque se trata de un material polivalente utilizado en muros o techos. (European Acústica, 2018).



Figura 24. Panel geotextil
Fuente: Leroymerlin, 2016

- **Lana de roca o fibra de vidrio.**

Estos materiales absorben los sonidos y el ruido aéreo, por sus excelentes condiciones resisten al contacto con el fuego y son incombustibles las lanas minerales al no producir humos ni gases tóxicos. (European Acústica, 2018).

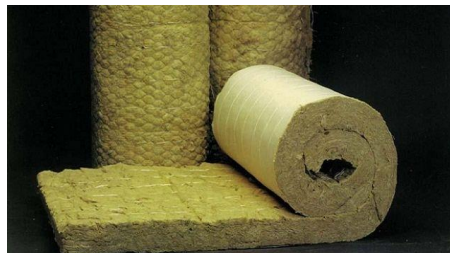


Figura 25. Lana de roca
Fuente: Leroymerlin, 2016

- **Planchas asfálticas.**

Recomendadas para insonorizar a baja frecuencia al tratarse de un material flexible, capaz de amortiguar y absorber estruendos. Disponen de una sencilla instalación de forma independiente a otros materiales de aislamiento acústico. (European Acústica, 2018).



Figura 26. Planchas asfálticas
Fuente: Leroymerlin, 2016

- **Lámina de Corcho.**

Un excelente aislante que puede presentarse en forma de planchas y rollos de corcho natural, de aglomerado de virutas o de corcho expandido y también en forma de gránulos. El corcho tiene la ventaja de ser impermeable y no se pudre en presencia de agua. Además, puede aguantar presiones y cargas sin deformarse. (Leroymerlin, 2016)

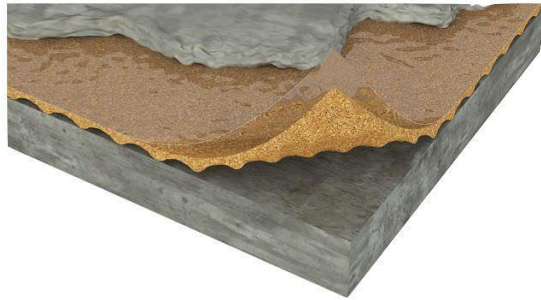


Figura 27. Lámina de corcho
Fuente: Leroymerlin, 2016

2.2. Marco conceptual.

2.2.1. Caucho.

Es un material, obtenido a partir de las secreciones de tipo lechosa, que son producidas por el Árbol de caucho. La resina que se obtiene de forma natural del árbol se conoce con el nombre de látex, luego de eso, este producto es tratado con diversos químicos. (Conceptodefinicion.de, 2017)



Figura 28. Extracción de látex
Fuente: Conceptodefinicion – 2017

2.2.2. Propiedades del caucho.

Las propiedades físicas del caucho bruto varían con la temperatura. A bajas temperaturas, se vuelve rígido, y cuando se congela en estado de extensión adquiere estructura fibrosa. Calentando a más de 100 °C., se ablanda y sufre alteraciones permanentes. El caucho bruto adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica. (Jhader Cardozo, 2018).

2.2.3. Neumático.

También denominado cubierta, goma o llanta en América, es una pieza fabricada con un compuesto basado en el caucho que se coloca en la rueda de un vehículo para conferirle adherencia, estabilidad y confort. Constituye el único punto de contacto del vehículo con el suelo. (Circula Seguro, 2017)



Figura 29. ¿Qué es el neumático?
Fuente: Circula Seguro - 2017

2.2.3.1. Materia prima para la elaboración del neumático.

- **Caucho natural:** Un tipo de caucho natural, llamado de “hoja ahumada”, debido a que el látex obtenido del árbol es coagulado por humo, que actúa como conservante. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 30. Materia prima – Caucho natural
Fuente: Castro Guillermo - 2014

- **Caucho sintético:** Un trozo de caucho sintético, tomado de un fardo en la planta. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 31. Materia prima – Caucho sintético
Fuente: Castro Guillermo - 2014

- **Cargas de refuerzo:** Negro de humo. - El negro de humo es un componente de gran importancia en los neumáticos, ya que les brinda resistencia contra la abrasión mientras protege al caucho de la luz ultravioleta. /Sílices y caolines. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 32. Materia prima – Humo negro
Fuente: Castro Guillermo - 2014

- **Azufre:** Durante el vulcanizado, el azufre une a las moléculas de caucho entre sí, proporcionándoles resistencia tanto al frío como al calor. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 33. Materia prima - Azufre
Fuente: Castro Guillermo - 2014

- **Resinas y pigmentos de zinc:** Pequeñas cantidades de pigmentos de zinc y resinas ayudan a controlar el vulcanizado, previenen la oxidación y facilitan el procesamiento del caucho. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 34. Materia prima – Resinas y pigmentos de zinc
Fuente: Castro Guillermo - 2014

- **Acelerantes:** Se utilizan para controlar la proporción de vulcanizado, razón por la cual los distintos tipos de caucho pueden vulcanizarse completamente en el mismo lapso de tiempo. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 35. Materia prima - Acelerantes
Fuente: Castro Guillermo - 2014

- **Antioxidantes y antiozonantes:** Éstos se agregan al caucho para combatir los efectos del oxígeno y del ozono, que acortan la vida útil de los neumáticos. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 36. Materia prima - Antioxidantes
Fuente: Castro Guillermo - 2014

2.2.3.2. Componentes y funciones del neumático.

Entre sus componentes tenemos:

- **Tela de cuerpo:** Resistir la presión del aire, soportar la carga, aislar las irregularidades del camino.
- **Cinturones estabilizadores:** Otorga estabilidad al neumático, otorga rigidez a la banda de rodamiento, mejora la pisada del neumático.
- **Innerliner:** Retener el aire comprimido en el neumático.
- **Banda de rodamiento:** Proveer tracción, adherencia en superficies secas y mojadas, resistir la fricción.
- **Laterales (pared):** Otorgar flexibilidad al neumático.
- **Pestañas (talones):** Fijar el neumático a la llanta. (Castro Guillermo, 2014)



Figura 37. Componentes y funciones del neumático
Fuente: Castro Guillermo - 2014

2.2.3.3. Reciclaje de los neumáticos para su reutilización.

Existen dos métodos de reciclado llamados: Aplicación de calor (Termólisis) y el Método físico (Trituración).

- **Termólisis:** Es un proceso donde se somete al neumático a un calentamiento a altas temperaturas, sin oxígeno, de esta manera se

destruyen los enlaces químicos del neumático obteniéndose sus materiales con lo que permite volver a producirlo. (Espanha, 2018)

- **Trituración mecánica:** Es el proceso donde no existen agentes químicos ni calor. Consta de pasar el neumático inicial por una serie de triturados sucesivos hasta conseguir reducir su volumen a un tamaño muy pequeño. El proyecto de investigación manejará este método de triturado para la elaboración del prototipo. (Espanha, 2018)



Figura 38. Triturado de neumático
Fuente: Google site - 2018



Figura 39. Gránulos de Caucho Triturado
Fuente: Google site, - 2018

2.2.4. Polipropileno.

Es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión. (Petroquim, 2016)



Figura 40. Polipropileno
Fuente: Petroquim - 2016

2.2.4.1. Tipos de Fibra de Polipropileno.

- **Fibra de polipropileno multifilamento:** Es un polímero de hidrocarburo sintético, cuyas fibras se forman de la unión de monofilamentos obtenidos a través de procesos de extrusión de estiramiento en caliente del material a través de un troquel de sección circular. (Elite, 2015)



Figura 41. Polipropileno multifilamento
Fuente: Elite - 2015

- **Fibra de polipropileno fibrilada:** Son el producto de un proceso de extrusión en el que la matriz es rectangular, dando como resultado fibras en forma cintas, las que posteriormente son cortadas según la longitud requerida. (Elite – 2015)

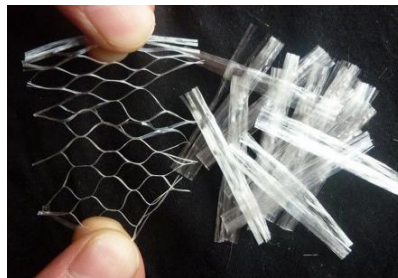


Figura 42. Polipropileno multifilamento
Fuente: Elite – 2015

- **Tela de fibra de polipropileno:** Está formada por filamentos, los cuales son sometidos a un proceso de estiramiento y enfriamiento que le proporciona las características mecánicas al producto terminado. (Ambitex, 2018)



Figura 43. Tela de fibra de polipropileno
Fuente: Ambitex - 2018

2.2.4.2. Características del polipropileno.

- Alta resistencia a la tensión en ambas direcciones.
- El tejido no deshilacha, ni despeluza
- Repelente a fluidos
- Permeable al aire
- No alberga bacterias por ser un material inerte
- Buena resistencia contra ácidos, bases y solventes
- Antialérgico y no tóxico
- No retiene, ni se satura con líquidos
- Bajo costo
- Baja densidad
- No es contaminante al incinerarse
- No produce llama. (Ambitex, 2018).

2.2.5. Reciclaje.

El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizados. De esta forma, conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos. (Inforeciclaje, 2018).



Figura 44. ¿Qué es el reciclaje?
Fuente: Inforeciclaje - 2018

2.2.5.1. Estrategia de tratamiento de residuos 3R.

- **Reducir:** Acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos. (Inforeciclaje, 2018)
- **Reciclar:** El conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.

- **Reutilizar:** Acciones que permiten el volver a usar un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.



Figura 45. ¿Qué es el reciclaje?
Fuente: Inforeciclaje – 2018

2.2.6. Acústica.

Es una rama de la física encargada de estudiar la producción, transmisión, almacenamiento percepción y reproducción del sonido, es decir este estudia de manera detallada las ondas sonoras que se propagan a través de una materia, estas pueden ser en estado gaseoso, líquido o sólido, debido a que el sonido no se propaga en el vacío. (Conceptodefinicion, 2014)



Figura 46. Acústica
Fuente: Conceptodefinicion – 2014

2.2.7. Aislamiento Acústico.

Cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo, las presiones sonoras variables que actúan sobre él hacen que éste vibre. Una parte de la energía vibratoria transportada por las ondas sonoras se transmite a través del obstáculo y pone en movimiento el aire situado del otro lado, generando sonido. Parte de la energía de las ondas sonoras se disipa dentro del mismo, reduciendo la energía irradiada al otro lado. (Conceptodefinicion, 2014)



Figura 47. Aislamiento acústico
Fuente: Conceptodefinicion - 2014

2.2.8. El Sonido.

El sonido es una sensación auditiva producida por una onda acústica, la misma que es el resultado de una vibración del aire, debido a una serie de expansiones y compresiones. Esta vibración se propaga en un medio elástico produciendo variaciones de presión o vibración de partículas que pueden ser percibidas por el oído humano o detectadas por instrumentos. (Soto, 2014)



Figura 48. Sonido
Fuente: Libro web - 2018

2.2.9. Onda.

Es una perturbación que se propaga trasladando energía mas no materia. El medio desequilibrado puede ser de diferente naturaleza como el agua, el aire, un trozo de metal e inclusive el vacío. (Soto, 2014)

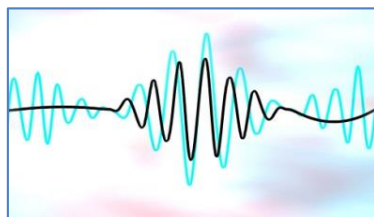


Figura 49. Onda de sonido
Fuente: Soto - 2014

2.2.10. Frecuencia.

La Frecuencia se expresa en hertzios (Hz); el contenido en frecuencias de un sonido se agrupa en lo que se denomina bandas de frecuencia; cada banda está compuesta por un número determinado de frecuencias, los extremos y la frecuencia central. (Soto, 2014) .

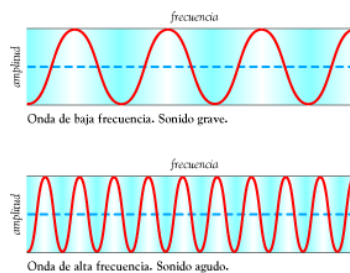


Figura 50. Frecuencia
Fuente: Soto - 2014

2.2.11. Intensidad.

Es la propiedad por la cual percibimos un sonido fuerte o débil. La intensidad de las compresiones y depresiones de un sonido, dependen de la energía con que se produce el movimiento vibratorio. (Soto, 2014)

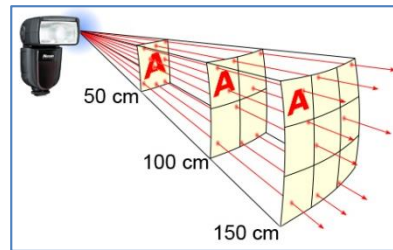


Figura 51. Intensidad
Fuente: Soto – 2014

2.2.12. Reverberación.

Es el fenómeno acústico de reflexión que se produce en un recinto cuando un frente de onda o campo directo incide contra las paredes, suelo y techo del mismo. (Acústica Integral, 2015)

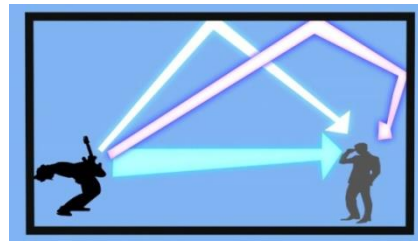


Figura 52. Reverberación
Fuente: Acústica Integral - 2015

2.2.13. Reflexión del sonido.

Cuando una superficie se interpone al avance del sonido, la energía de este queda repartida en partes variables, entre el sonido que atraviesa la pared, el absorbido, el reflejado y el disipado. (ConceptoDefinicion, 2014).

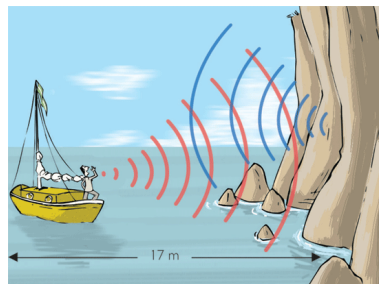


Figura 53. Reflexión del sonido
Fuente: ConceptoDefinicion - 2014

2.2.14. Ruido.

Es un sonido sin sentido y razón alguna, que no resulta desagradable e inoportuno en cualquier área en la que se le aplique, el ruido es asociado a molestias generadas por efector sonoros fuertes, excesivos o distorsionados. (Concepto definicion, 2014)



Figura 54. Ruido
Fuente: Concepto definicion - 2014

2.2.15. Medida de los sonidos.

El nivel de potencia sonora es la energía acústica emitida por la fuente de sonido. Es un valor absoluto que no se ve afectada por el entorno, y es independiente de la distancia. El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora instantánea, es decir, del sonido que alcanza a una persona en un momento dado. Se mide en decibeles y varía entre 0 decibeles que es el umbral de audición y 140 decibeles que es el umbral de dolor. (Inercoacustica, 2017).

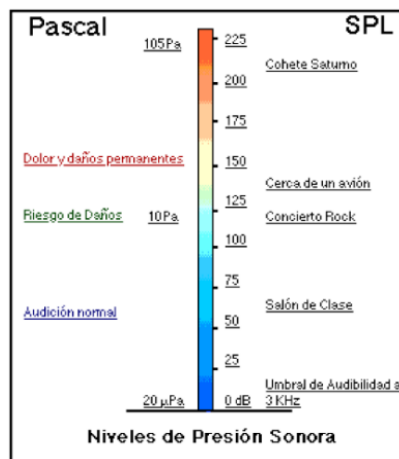


Figura 55. Niveles de presión sonora
Fuente: Inercoacustica - 2017

2.2.16. Decibelio.

Es una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), unidad que recibe su nombre por Graham Bell, el inventor del teléfono. (Greenfacts, 2018).



Figura 56. Decibelios
Fuente: Greenfacts - 2018

2.2.17. Sonómetro.

Este aparato nos permite medir objetivamente el nivel de presión sonora. Los resultados los expresa en decibeles (dB). (Greenfacts, 2018)



Figura 57. Sonómetro
Fuente: Greenfacts - 2018

2.2.18. Absorción.

Cuando una onda sonora choca contra un obstáculo parte de la energía es absorbida por el material del que está compuesto el obstáculo, la absorción de los materiales se debe principalmente al hecho de que son altamente porosos. (Conceptodefinicion.de, 2014)



Figura 58. Absorción del sonido
Fuente: Conceptodefinicion - 2014

2.3. Marco legal.

2.3.1. Leyes Constitucionales.

❖ Ley de Gestión Ambiental.

La Ley de Gestión Ambiental establece que la Autoridad Ambiental Nacional la ejerce el Ministerio del Ambiente, instancia rectora, coordinadora y reguladora del sistema nacional descentralizado de Gestión Ambiental; sin perjuicio de las atribuciones que en el ámbito de sus competencias y acorde a las Leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.

Según la Nueva Constitución de la República del Ecuador indica el Art 395: La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1) El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2) Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.

3) El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4) En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

5) Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.

❖ COA - Código Orgánico Del Ambiente.

El Código de ambiente fue aprobado por la Asamblea Nacional el 20 de diciembre y remitido al presidente Correa, quien vetó e hizo observaciones a varios artículos del Código. Luego de esto, fue remitido a la Asamblea Nacional para que sea aprobado en el plazo de 30 días. Al cumplirse este tiempo y no haberlo discutido nuevamente, se envió a Registro Oficial para que sea publicado.

El Código Orgánico de ambiente fue publicado en el Registro Oficial No. 983 del 12 de abril de 2017.

De acuerdo a la disposición final única, el Código Orgánico del Ambiente (COA) entrará en vigencia luego de transcurridos doce meses, contados a partir de su publicación en el Registro Oficial, fecha que corresponde al 12 de abril de 2018.

Objeto, Ámbito Y Fines

Artículo 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o *sumak kawsay*. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.

Artículo 3.- Fines. Son fines de este Código:

1. Regular los derechos, garantías y principios relacionados con el ambiente sano y la naturaleza, previstos en la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado;

2. Establecer los principios y lineamientos ambientales que orienten las políticas públicas del Estado. La política nacional ambiental deberá estar incorporada obligatoriamente en los instrumentos y procesos de planificación, decisión y ejecución, a cargo de los organismos y entidades del sector público;

3. Establecer los instrumentos fundamentales del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su aplicación;

4. Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino costera y recursos naturales;

5. Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras;

6. Regular y promover el bienestar y la protección animal, así como el manejo y gestión responsable del arbolado urbano;

7. Prevenir, minimizar, evitar y controlar los impactos ambientales, así como establecer las medidas de reparación y restauración de los espacios naturales degradados;

8. Garantizar la participación de las personas de manera equitativa en la conservación, protección, restauración y reparación integral de la naturaleza, así como en la generación de sus beneficios;

9. Establecer los mecanismos que promuevan y fomenten la generación de información ambiental, así como la articulación y coordinación de las entidades públicas, privadas y de la sociedad civil responsables de realizar actividades de gestión e investigación ambiental, de conformidad con los requerimientos y prioridades estatales;

10. Establecer medidas eficaces, eficientes y transversales para enfrentar los efectos del cambio climático a través de acciones de mitigación y adaptación; y,

11. Determinar las atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional como entidad rectora de la política ambiental nacional, las competencias ambientales de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y la implementación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

2.3.2. Ordenanzas Municipales.

❖ Ordenanza contra el ruido.

El Art. 1 dirá: Se prohíbe, bajo las prevenciones que esta Ordenanza establece, toda producción de ruidos y vibraciones en lugares públicos, sea cual fuere la forma en que se los provoque, y que, de algún modo, sean capaces de ocasionar trastornos mentales o físicos a los vecinos del Cantón. Queda igualmente prohibido el uso de radios, radiolas, equipos de sonido, televisores, altoparlantes, megáfonos o cualquier otro aparato o dispositivo similar, dentro de locales privados y aún habitaciones, cuando el volumen empleado en tales aparatos perturbe la actividad laboral o el descanso colectivo.

Art. 3.-A continuación del inciso primero del Art. 4 agréguese el siguiente: Los propietarios o los representantes legales de las compañías propietarias de talleres ubicados en el perímetro urbano, así como los constructores que utilizan maquinaria para el cumplimiento de su trabajo y que producen ruido y vibración

que pueden ocasionar trastornos mentales o físicos a los trabajadores y vecinos en general; y, los vendedores ambulantes que hacen uso de megáfonos para la propaganda y venta de sus productos, deberán solicitar el correspondiente permiso al Alcalde Municipal, quien lo concederá estableciendo el número de horas que debe funcionar la maquinaria, que no debe exceder de 6 horas diarias, Recopilación de Ordenanzas y Reglamentos de la M. I. Municipalidad de Guayaquil Protección y Gestión Ambientales 2 divididas en dos períodos de 3 horas cada uno, así como para los talleres y vendedores ambulantes que no excederá de 8 horas en jornadas de 4 horas.

Art. 4.-El Art. 5 dirá: La contravención a las disposiciones de la presente Ordenanza, será penada con una multa equivalente al 12,5% del salario mínima vital mensual del trabajador en general hasta el 125% de los mismos salarios, por el Comisario Municipal, previo el cumplimiento del trámite establecido por el código de Procedimiento Penal para el juzgamiento de las contravenciones de Primera Clase.

❖ **COIP Código Orgánico Integral Penal.**

El art 16: establece un sin número de reglas que deben observar los sujetos del proceso penal y los juzgadores, donde el inciso 4 establece que: “Las infracciones de agresión a un Estado, (...) y las acciones legales por daños ambientales son imprescriptibles tanto en la acción como en la pena”. De igual manera en: 27 El Art. 392: establece que las: Contravenciones de tránsito de séptima clase. Será sancionado con multa equivalente al cinco por ciento de un salario básico unificado del trabajador general reducción de uno punto cinco puntos en su licencia de conducir: 1.- La o el conductor que use inadecuada y reiteradamente la bocina u otros dispositivos sonoros contraviniendo las normas previstas en los reglamentos de tránsito y demás normas aplicables, referente a la emisión de ruidos.

2.3.3. Normas Técnicas.

❖ **NEC Norma Ecuatoriana De La Construcción.**

El panel de la propuesta sugiere por los materiales que lo constituyen y por la finalidad de uso que, es necesario respetar la normativa ecuatoriana de construcción, por ello hay que referirse a la Norma Ecuatoriana de Construcción

(NEC). Los diferentes capítulos contemplados en la estructura inicial de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se clasificarán en tres ejes principales:

- (i) Seguridad Estructural de las edificaciones;
- (ii) Habitabilidad y Salud, basados en la funcionalidad de las edificaciones; y
- (iii) Distribución de Servicios Básicos.

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), promueve la NEC con el objetivo de cumplir con las disposiciones de calidad, seguridad de las edificaciones y sobre todo para proteger la vida de las personas por lo que se dispone de procesos regulados que constan en la misma. Por la naturaleza de esta norma los requisitos establecidos deben ser cumplidos y no deben ser acogidos como opcionales. La obligatoriedad de esta norma es a nivel nacional por lo que las instituciones públicas, privadas y profesionales de la construcción deben cumplir y hacerlas cumplir.

En el capítulo 9 apartado 3.5 “Propiedades acústicas” facilita la información para la protección en edificaciones del ruido.

Los niveles máximos de ruido en interiores se describen a continuación:

Tabla 1. Niveles máximos de ruido en interiores.

DESTINO/ACTIVIDAD	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO
Dormitorios	30 a 40 (dB)
Biblioteca Silenciosa	35 a 40 (dB)
Sala Estar	40 a 45 (dB)
Oficinas Privadas	40 a 45 (dB)
Aula de Escuela	40 a 45 (dB)
Oficinas Generales	45 a 50 (dB)
Hospitales	30 a 40 (dB)
Hoteles	35 a 40 (dB)

Fuente: Concepto de definición – 2014

❖ **Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 11654 Acústica. Absorbentes Acústicos Para Su Utilización En Edificios. Evaluación De La Absorción Acústica. (ISO 11654:1997, IDT)**

1 Objeto y Campo de Aplicación

1.1 Esta norma internacional determina un método que permite convertir en un índice de evaluación único los valores del coeficiente de absorción acústica dependientes de las frecuencias. Antes de llevar esto a cabo, los valores en bandas de un tercio de octava del coeficiente de absorción acústica, medidos conforme a la norma ISO 354, se convierten en bandas de una octava. En el anexo B se

indica, a título informativo, un método de clasificación que se basa en dichos valores únicos.

1.2 El índice de evaluación único especificado en esta norma internacional puede utilizarse para formular requisitos y para describir las propiedades acústicas de absorción acústica de productos destinados a oficinas corrientes, pasillos, aulas, hospitales, etc. La evaluación no es adecuada si los productos están destinados a entornos cualificados que requieren un diseño esmerado, desde el punto de vista acústico, y unos conocimientos técnicos. En tales casos, sólo los datos completos de la absorción acústica como función de la frecuencia son satisfactorios.

Esta norma internacional se utiliza solamente cuando las aplicaciones abarcan la totalidad del espectro de frecuencias de la curva de referencia. Si sólo una parte de este espectro resulta de interés, entonces puede ser más conveniente tratar de encontrar productos con una buena absorción acústica dentro de dicho espectro exclusivamente.

Los indicadores de forma descritos en esta Norma Internacional dan algunas orientaciones para la identificación de tales productos que pueden tener un índice de evaluación único relativamente bajo pero un potencial mucho más elevado si se considera un espectro de frecuencias más restringido.

Es conveniente tomar en consideración dichos productos según la curva de absorción acústica completa. Dado que la curva de evaluación en esta norma internacional tiene como límite más bajo la banda de una octava de 250 Hz, la evaluación por debajo de dicha frecuencia no es apropiada. Si tales frecuencias bajas tienen algún interés, hay que referirse al conjunto de la curva de absorción acústica completa.

Esta norma internacional se aplica en principio a todos los productos de construcción para los cuales se ha determinado el coeficiente de absorción acústica de acuerdo con la Norma ISO 354. Sin embargo, en numerosos casos no es conveniente su aplicación a objetos tales como sillas, bafles, etc., tampoco es aplicable a pantallas de carretera y revestimientos de carretera.

❖ **Acuerdo Ministerial 20 Registro Oficial 937 De 19-Abr-2013.**

Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados

Considerando Que, el artículo 11 de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental prohíbe expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia;

Que, conforme al artículo 151 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, describe los principios que rigen en la Normativa Ambiental aplicable, entre los cuales se encuentra el de la responsabilidad extendida del productor;

Que, el artículo 199 del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales, describe como una obligación del importador y/o productor presentar programas de gestión integral de desechos peligrosos y especiales;

Sección II Del Plan De Gestión Integral

Art. 5.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que fabrique y/o importe neumáticos debe presentar un Plan de Gestión Integral de Neumáticos Usados, bajo los lineamientos establecidos en el presente instructivo. Para la aprobación del mencionado plan, el importador/fabricante deberá contar con el Registro de Generador de Desechos Especiales, según con lo descrito en la Legislación Ambiental aplicable. Tanto el registro de generador otorgado al importador/fabricante como el plan serán aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 6.- El Plan de Gestión Integral de Neumáticos Usados deberá asegurar que la gestión de los neumáticos usados se realice de forma técnica, con el menor riesgo posible; procurando la mayor efectividad económica, social y ambiental, en el marco de la política y las regulaciones sobre el tema.

Art. 7.- Los distribuidores, comercializadores y los usuarios finales, serán corresponsables de la implementación y ejecución de los planes de gestión integral de neumáticos usados en el ámbito de sus obligaciones de acuerdo a sus actividades.

Art. 8.- El Plan de Gestión Integral de Neumáticos Usados deberá contener los procedimientos, actividades y acciones necesarias de carácter técnico, administrativo y económico. En el plan se debe describir la cadena de comercialización, los mecanismos de comunicación, recolección, devolución, acopio, transporte, tratamiento, disposición final y la exportación en los casos que aplique, para garantizar un manejo ambientalmente seguro de los desechos.

El plan se lo elaborará conforme al formato descrito en el anexo I del presente instructivo. Las fases de gestión serán realizadas por el importador o fabricante a través de sus propios medios o a través de gestores o prestadores de servicio para el manejo de desechos especiales, para lo cual éstos deben contar con la autorización ambiental respectiva.

Sección IV Del Sistema de Eliminación y Disposición Final

Art. 24.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que realice procesos de eliminación de neumáticos usados deberá contar con la autorización ambiental otorgada por Autoridad Ambiental competente.

Art. 25.- Todo proceso de tratamiento de neumáticos usados se realizará conforme la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN y la Normativa Ambiental aplicable en el siguiente orden de prioridad:

- a) Reuso (reencauche)
- b) Reciclaje, y,
- c) Coprocesamiento

❖ **Reglamento Técnico RTE INEN 067.**

Con el propósito de iniciar una paulatina sustitución de importaciones de llantas en base al índice de reencauche (índice que se obtendrá de los reportes generados por las empresas reencauchadoras), así también se elaboró, aprobó, difundió y publicó en el Registro Oficial el Reglamento Técnico RTE INEN 067 “Proceso De Reencauche De Neumáticos”, publicado en la Edición Especial No. 151 del Registro Oficial, de 29 de mayo de 2012.

El Reglamento Técnico RTE INEN 067, exigirá el inicio de las pruebas de ensayo en los neumáticos reencauchados, garantizando así la calidad del producto y el cumplimiento de las normas de calidad. Dentro de ellos, mediante Acuerdo Ministerial No. 125 publicado en el Registro Oficial No. 733 de fecha 27 de

diciembre del 2002, se ratificó la declaratoria de Reserva de Biósfera Sumaco reconocida por la UNESCO el 10 de noviembre del 2000.

El artículo 14 de la Constitución de la República reconoce el derecho de la población de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Para concluir, se ha redactado de manera detallada en el Registro N°937 publicado el 19 de abril del 2014. Y se puede decir que en el Ecuador no hay norma que sancione la quema de neumáticos o cualquier medio de desecho de los mismos. Y por otro lado, tampoco se incentiva a la ciudadanía a colaborar no arrojando estos productos hacia el agua, quebradas, ríos y terrenos baldíos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología.

Este trabajo de investigación se ajusta en primer lugar a la *Investigación documental*, en base a las diferentes fuentes como libros, revistas o cualquier otro documento que nos pueda facilitar la revisión bibliográfica. La otra es la *Investigación experimental* que estuvo determinada por el conjunto organizado de las actividades que se realizaron para conseguir la información y los datos necesarios sobre el estudio del tema y el problema a resolver, con pruebas acertadas y de errores que fueron formando la experiencia por medio de los procedimientos prácticos realizados en el laboratorio de Suelos, de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

3.2. Tipo de Investigación.

La propuesta estará respaldada por la investigación experimental que es la alteración de una variable experimental o varias al mismo tiempo, en un ambiente estrictamente vigilado por la persona que realiza el experimento. De esta manera el investigador puede evaluar de qué forma o por qué razón sucede algo en particular. Este tipo de investigación es provocado, lo que permite que se modifiquen las variables en intensidad, pudiendo evaluar las causas y consecuencias de los resultados. (lifeder.com, 2017)

Este proceso se diferencia de los otros tipos de investigación porque el objetivo de estudio y su método dependen del investigador y de las decisiones que establezca para llevar a cabo el experimento, por lo que se realizan repeticiones de los experimentos para verificar determinadas hipótesis realizadas por el investigador. Esto se puede realizar en un laboratorio o en el campo.

Para poder verificar la veracidad de la hipótesis se realizarán varias pruebas experimentales de acústica, con cada uno de los prototipos, en el laboratorio de Suelos de la Universidad Laica “Vicente Rocafuerte” de Guayaquil, donde se constatará que los paneles prototipos serán idóneos para atenuar varios niveles de ruido y cumplir así los objetivos propuestos.

3.3. Enfoque de investigación.

El presente estudio exhibe un enfoque mixto, es decir cualitativo y cuantitativo que canaliza el problema de la contaminación acústica, para determinar el estudio del problema y explicar los motivos dentro del contexto, para luego buscar una solución adecuada, rápida y precisa.

3.3.1. Enfoque cuantitativo.

El enfoque cuantitativo está dado por la cantidad de datos que se pueda obtener sobre la investigación para facilitar una mayor comprensión del problema que enfrentará el tipo de proyecto que estamos realizando, por lo que el proyecto se basará en una investigación que se soporta principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista y la observación. (Castro, 2016).

El proceso de recopilación de datos se llevó a cabo en el sector norte, específicamente en La Alborada en la ciudad de Guayaquil, la herramienta aplicada en esta investigación fue la encuesta la cual está compuesta por un cuestionario con preguntas acorde al tema que se está realizando como materia de estudio.

3.3.2. Enfoque cualitativo.

El enfoque cualitativo estará basado en la indagación de acuerdo a fundamentos filosóficos-humanísticos, científicos y legales, el cual se encargará de facilitar una mayor comprensión del problema que enfrentará el tipo de proyecto que se está realizando, para lo cual en la ciudad que se está planteando sería factible ejecutar este tipo de proyecto, ya que la urbe porteña está fuertemente afectada por la contaminación acústica y a su vez de las consecuencias que provoca su constante exposición.

3.4. Técnicas de investigación.

La recolección de datos se describe a la utilización de una gran cantidad diversas de procedimientos y herramientas que llegan a ser usadas para desplegar las prácticas de información los cuales son las entrevistas, cuestionario, observación, encuesta y diccionario de datos. Como la clasificación de todos los registros, tabulación y la codificación de las encuestas. Todos los elementos

detallados anteriormente se aplican en un instante propio, con el fin de obtener información para ser de mayor utilidad para la investigación.

Además, se empleará para este trabajo de paneles de aislamiento acústico la investigación bibliográfica sobre el tema que permite un sustento teórico científico probado, también se adjuntarán las fotos que evidencien la experiencia de las pruebas de acústica junto con esquemas explicativos, entre otros.

Por último, se hará una encuesta para conocer el grado de aceptación de los potenciales usuarios del nuevo producto que se ofrecerá al mercado. El contenido de las preguntas guarda relación con los objetivos de investigación. Las técnicas de investigación que se implementarán en esta fase del proyecto serán la observación directa e indirecta, además de la entrevista y la encuesta.

3.4.1. Observación indirecta.

Esta técnica de investigación permite tomar datos que se presenten ante los ojos del observador, recopilando cada uno de los detalles que se observe de acuerdo al objeto de estudio. (wordpress.com, 2017).

En un recorrido por las calles de la ciudad se llegó a conocer la situación actual en que ésta vive rodeada donde se constató el excesivo ruido provocado por las distintas actividades sean comerciales, vehiculares entre otras. También se constató esta información en varios sitios web y periódicos donde se detallan las incidencias de la contaminación acústica a la población.

3.4.2. Observación directa.

La técnica de observación directa permite analizar directamente el objeto de estudio, tomando en cuenta el análisis realizado por otras personas que anteriormente ya hayan observado y emitido algunos criterios sobre el mismo objeto, estos datos los podemos obtener mediante entrevistas y/o encuestas. (Wordpress, 2017).

Para conocer de primera mano la opinión de los habitantes se efectuó una encuesta donde se espera conocer cómo la problemática de la contaminación sonora afecta a su salud y actividades regulares, así como su predisposición a conocer nuevos materiales y elementos que ayuden a optimizar el confort en todos los establecimientos.

3.4.2.1. Encuesta y pruebas experimentales.

La encuesta es una herramienta de recopilación de datos que se aplicará a los moradores del sector, el cual se realiza por medio de un cuestionario con alternativas cerradas de respuestas tipo Likert, con una escala de valoración del 1 al 5 considerando los siguientes parámetros:

- 5 = Totalmente de acuerdo
- 4 = Muy de acuerdo
- 3 = De acuerdo
- 2 = Parcialmente de acuerdo
- 1 = En desacuerdo. (wordpress.com, 2017)

En el formato de encuesta que utilizada como se puede observar en el anexo No.1, incluye las preguntas basadas en la problemática actual y las posibles soluciones constructivas como la que se está proponiendo, las cuales completarán la información recopilada. Este cuestionario está estructurado de la siguiente manera:

- Encabezado: El encabezado está formado por:
 - Título de la Encuesta
 - Nombre y logotipo de la entidad que apoya el proyecto: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
 - Ubicación urbana: Dirección exacta de la casa en donde se realiza la encuesta en La Alborada.
 - Código: Es un número que representa la encuesta como única al momento de ingresarla a la hoja de cálculo.
- Cuerpo del formato: El cuerpo del formato en la parte delantera de la encuesta está formado por preguntas de opinión personal y de conocimiento técnico.

Para facilitar la tabulación, se realizó una tabla de captación de la información en el programa Excel en donde los datos se ingresan de manera rápida. Al mismo tiempo que se ingresan las encuestas se las valida y revisa.

3.5. Población.

“Población es el conjunto de personas con características afines que son objetos de estudio, la muestra es en sí como una parte representativa de la población objeto de estudio”, (Flames, 2014).

En el año 2010 se llevó a cabo el VII censo de población y VI de la vivienda en el Ecuador, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC, arrojando como resultado que Guayaquil es una de las ciudades más pobladas del país teniendo una cantidad de 2`350.915 habitantes con un porcentaje de crecimiento anual de 1,5%. (INEC, 2014).

3.5.1. Sector de estudio.

El proyecto se ubica en el norte de la ciudad de Guayaquil, específicamente en el sector La Alborada que cuenta en la actualidad con 14 etapas y es el principal centro de servicios para otras zonas residenciales. Según la ordenanza Municipal, este recinto se clasificó en Alborada Este y Alborada Oeste mediante el eje norte y sur en donde la avenida Francisco de Orellana está ubicada.

En la actualidad esta ciudadela es residida por aproximadamente 300,000 habitantes multiplicado por el factor de crecimiento dado por el INEC el cual es del 1.5% anual que en total suponen unos 336.000 habitantes, los cuales serán considerados como la muestra universo para el presente estudio. (INEC, 2017).

3.6. Muestra.

La muestra es una exhibición significativa de las propiedades de una población, que por un mínimo de aceptación de error que no supera el 5%, se estudia las diferencias de un grupo poblacional muy inferior a la población general. También se refiere a un subconjunto fielmente representativo de la población.

Hay diferentes tipos de muestreo. El tipo de muestra que se seleccione dependerá de la calidad y cuán representativo se quiera sea el estudio de la población. (Metodologíaeninvestigación, 2017), para este caso nos ubicamos en el sector norte de la ciudad de Guayaquil, La Alborada en donde la población es de 336.000 habitantes.

Para obtener el número de personas a las que se encuestará, se procede a realizar la siguiente fórmula:

Fórmula:
$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{e^2 (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

En donde:

Z.: Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos.

N= Población = 336.000
P= Probabilidad de éxito= 0.5
Q= Probabilidad de fracaso=0.5
P*Q= Varianza de la población= 0.25
E= Margen de error= 5.00%
NC (1-∞)= confiabilidad= 95.00%
Z= Nivel de confianza=1.96

Sustituyendo se obtiene:

$$n = \frac{3,8416 * 0,5 * 0,5 * 336.000}{0,0025 * (336.000 - 1) + 3,8416 * 0,25}$$

$$n= 383,7$$

$$n= 384$$

Una vez obtenido el resultado de la fórmula, se procede a la realización del cuestionario que está basado en los objetivos planteados para la investigación. Las encuestas contenían preguntas cerradas, abiertas y de múltiples opciones, es decir de tipo Likert; luego de estos resultados se realizó una tabla de estadísticas que permitirá demostrar gráficamente los datos adquiridos. Para esto se utilizó programas como Microsoft Word y Excel, y luego la interpretación de los resultados.

3.7. Análisis de resultados de encuestas.

Pregunta 1. ¿Considera usted que el exceso de ruido de la ciudad afecta sus tareas habituales?

Tabla 2. Incidencia del ruido

Alternativas	No.	%
Totalmente de acuerdo	192	50
Muy de acuerdo	77	20
De acuerdo	100	26
Parcialmente de acuerdo	15	4
En desacuerdo	0	0
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

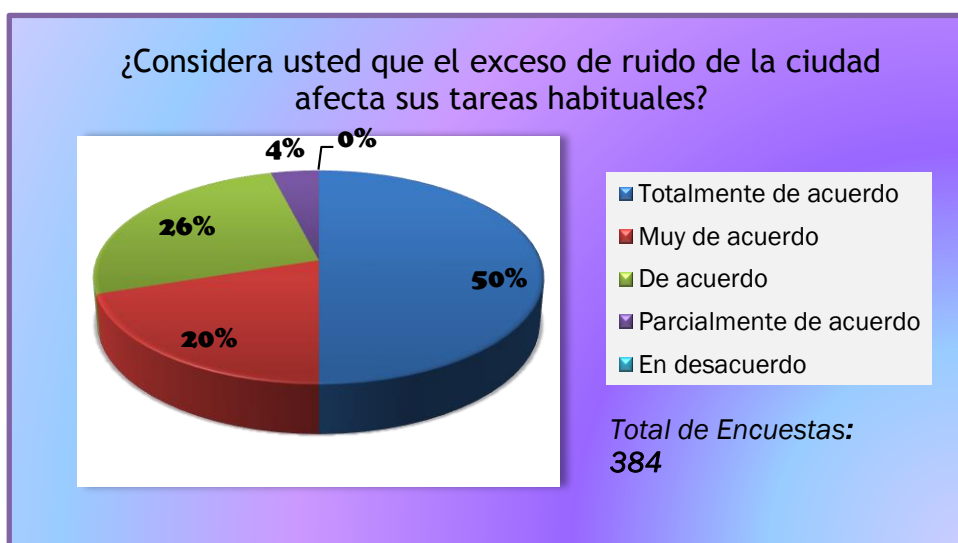


Gráfico 1. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: El resultado de la primera pregunta nos proyecta que el 50% de las personas encuestadas dice estar totalmente de acuerdo en que el ruido perjudica su desempeño en las actividades diarias, el 20% muy de acuerdo, el 26% está de acuerdo, el 4% parcialmente de acuerdo y que el 0% está en desacuerdo dando a conocer que es un problema que está afectando a todos en general.

Pregunta 2. ¿Qué consecuencias genera en usted el ruido?

Tabla 3. Consecuencias del ruido

Alternativas	No.	%
Estrés	138	36
Irritación	115	30
Distracción	77	20
Malestar en general	39	10
Ninguna	15	4
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

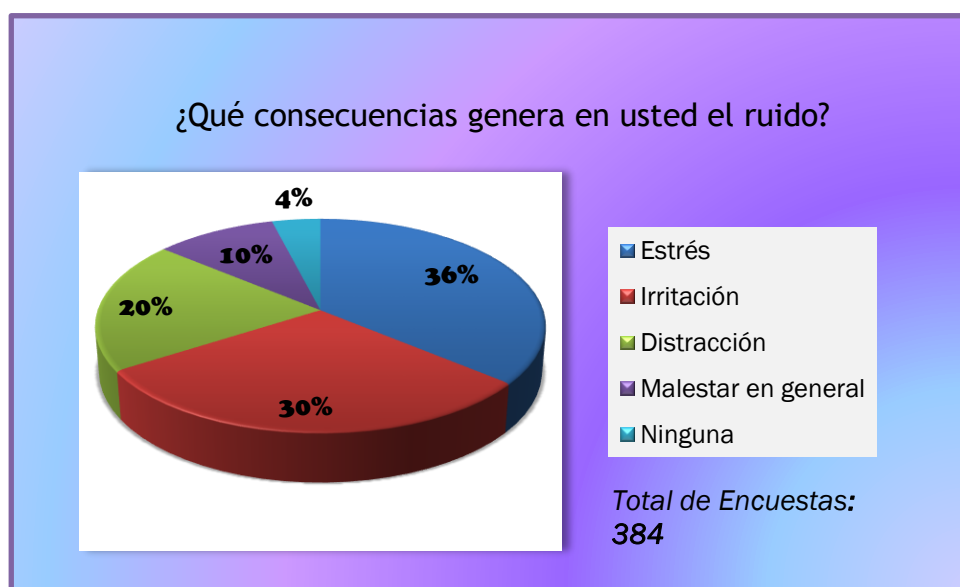


Gráfico 2. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Según los datos tabulados en esta pregunta podemos caer en cuenta que la mayoría de la población se siente afectada por la contaminación acústica puesto que el 30% indica que el ruido provoca estrés y el 20% distracción. Mientras que el 10% sufre de malestares en general.

Pregunta 3. ¿Qué fuentes de ruido cree usted que le resultan más desagradables?

Tabla 4. Ruidos más desagradables

Alternativas	No.	%
Conversaciones	23	6
Música	54	14
Tránsito vehicular	177	46
Obras públicas	85	22
Todas	46	12
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)



Gráfico 3. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: El problema del crecimiento del parque automotor se ve reflejado en esta pregunta debido a que el 46% de los entrevistados mencionó que el ruido del tránsito les resulta más desagradable, seguido de las maquinarias en obras públicas con un 22%, además de la música en alto volumen con 14%. Mientras que el 4% dice que todos los anteriores son desagradables al oído.

Pregunta 4. ¿Según su criterio, cuáles son las estancias que necesitan un acondicionamiento acústico?

Tabla 5. Estancias que necesitan acondicionamiento acústico

Alternativas	No.	%
Viviendas	46	12
Oficinas	39	10
Restaurantes	15	4
Instituciones educativas	23	6
Todas	261	68
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)



Gráfico 4. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Un alto porcentaje de respuestas a la cuarta pregunta manifiesta que todo establecimiento público debe estar acondicionada acústicamente, así lo dice el 68%, en cambio el 12% optó por la vivienda, mientras que el 10% y 6% eligió oficinas y restaurantes respectivamente.

Pregunta 5. ¿Es importante asistir a un lugar público y gozar de una buena acústica, aminorando el ruido que generalmente invade?

Tabla 6. Importancia de una buena acústica

Alternativas	No.	%
Totalmente de acuerdo	306	80
Muy de acuerdo	39	10
De acuerdo	39	10
Parcialmente de acuerdo	0	0
En desacuerdo	0	0
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

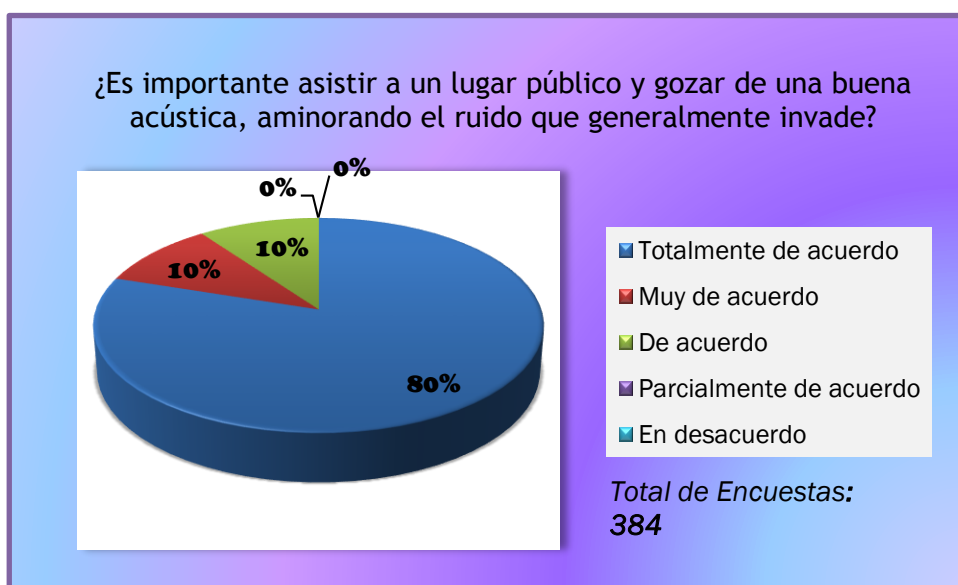


Gráfico 5. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: El 80% de respuestas refleja que los habitantes están totalmente de acuerdo en gozar de un ambiente tranquilo y sin ruido, el 10% está muy de acuerdo y otro 10% parcialmente de acuerdo; cabe recalcar que nadie está en desacuerdo con la pregunta realizada.

Pregunta 6. ¿Cree usted que se deba impulsar la elaboración de nuevos elementos constructivos para combatir el ruido?

Tabla 7. Creación de nuevos elementos constructivos

Alternativas	No.	%
Totalmente de acuerdo	284	74
Muy de acuerdo	54	14
De acuerdo	39	10
Parcialmente de acuerdo	7	2
En desacuerdo	0	0
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

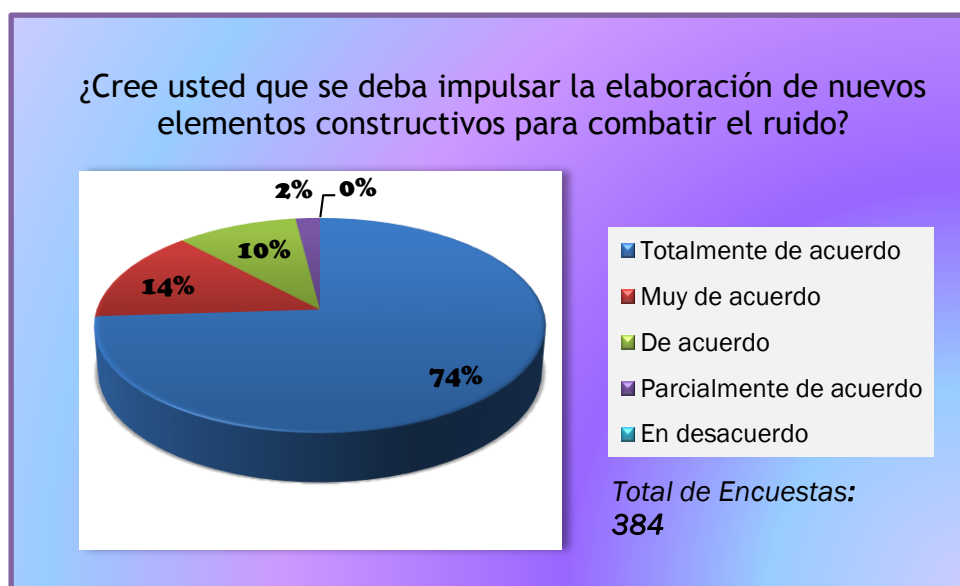


Gráfico 6. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Como se puede observar en el gráfico un alto porcentaje de 74% respondió que está totalmente de acuerdo, también el 14% está muy de acuerdo junto a un 10% que dice estar de acuerdo. El 0% nos muestra que nadie está en desacuerdo en la creación de nuevos elementos constructivos.

Pregunta 7. ¿Usted ha escuchado sobre los paneles acústicos y sus beneficios?

Tabla 8. Paneles acústicos y sus beneficios

Alternativas	No.	%
Alguna vez	69	18
Rara vez	85	22
De vez en cuando	69	18
Siempre	69	18
Nunca	92	24
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

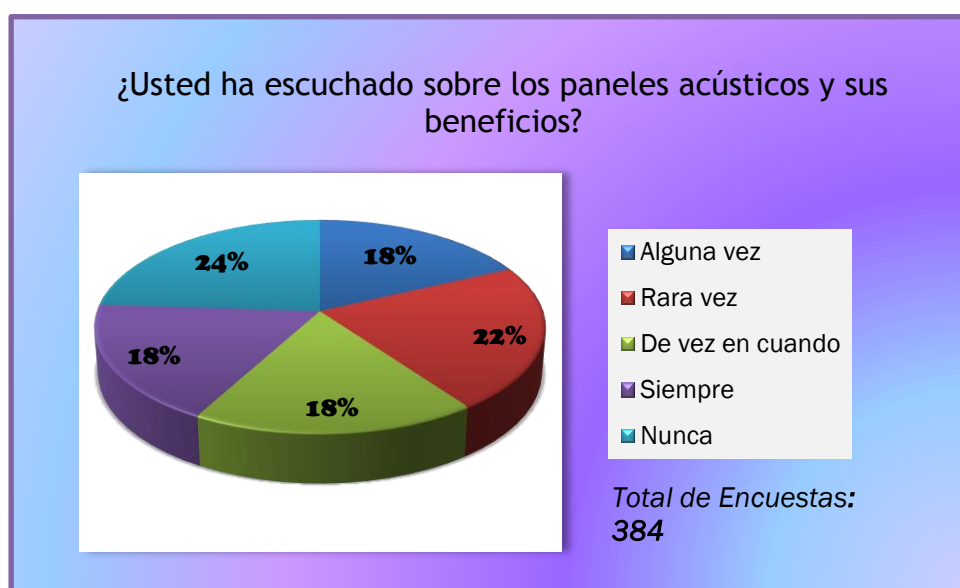


Gráfico 7. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Esta pregunta nos demuestra que el 24% alguna vez escuchó sobre los paneles acústicos y sus beneficios, otro 22% dice que rara vez lo hizo. El 24% de respuestas refleja que no tiene conocimiento de estos elementos constructivos.

Pregunta 8. ¿Piensa usted que se pueden elaborar paneles acústicos a base de neumáticos reciclados?

Tabla 9. Paneles acústicos a base de neumáticos

Alternativas	No.	%
Totalmente de acuerdo	154	40
Muy de acuerdo	77	20
De acuerdo	100	26
Parcialmente de acuerdo	38	10
En desacuerdo	15	4
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

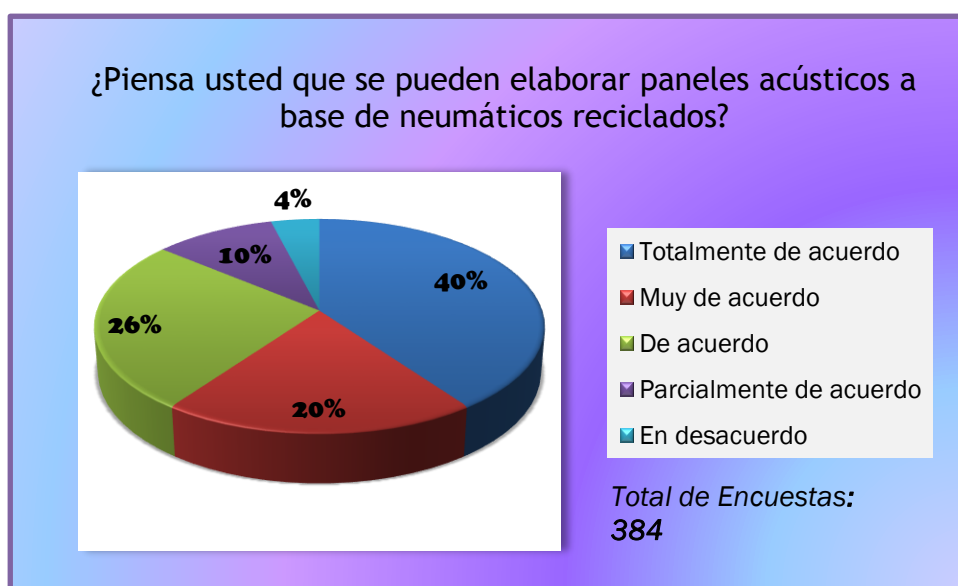


Gráfico 8. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Se puede observar en los resultados de esta pregunta que están totalmente de acuerdo un porcentaje de 40%, seguido del 20% que están muy de acuerdo, mientras que el 26% dice estar de acuerdo. Tan sólo el 4% no está de acuerdo en la utilización de neumáticos reciclados.

Pregunta 9. ¿Sabe usted cual es el destino final de un neumático una vez cumplida su vida útil?

Tabla 10. Destino final de un neumático

Alternativas	No.	%
Acumulación descontrolada	84	22
Contaminando el ambiente	100	26
Elementos de parques	84	22
Escondites furtivos	39	10
Reutilizado por empresas	77	20
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

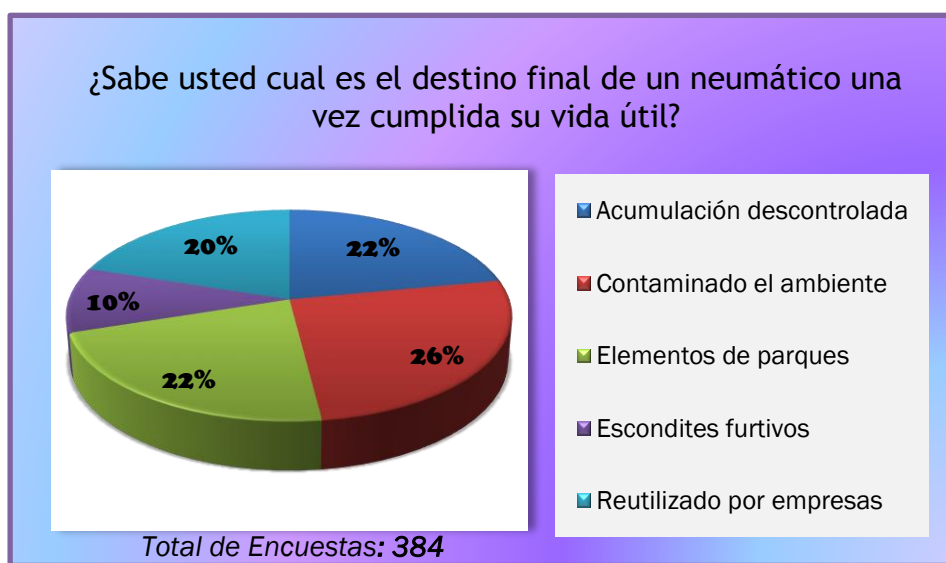


Gráfico 9. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: La mayoría de las respuestas reflejan que la población considera que los neumáticos fuera de uso no tienen un nuevo uso luego de cumplir su ciclo, puesto que el 26% indica que éstos contaminan el ambiente y el 22% que se acumulan descontroladamente. Sin embargo otro 22% cree que funciona como elementos en parques.

Pregunta 10. ¿Se debe reutilizar los neumáticos desechados luego de finalizar su vida útil?

Tabla 11. Reutilización de los neumáticos

Alternativas	No.	%
Totalmente de acuerdo	230	60
Muy de acuerdo	107	28
De acuerdo	31	8
Parcialmente de acuerdo	8	2
En desacuerdo	8	2
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

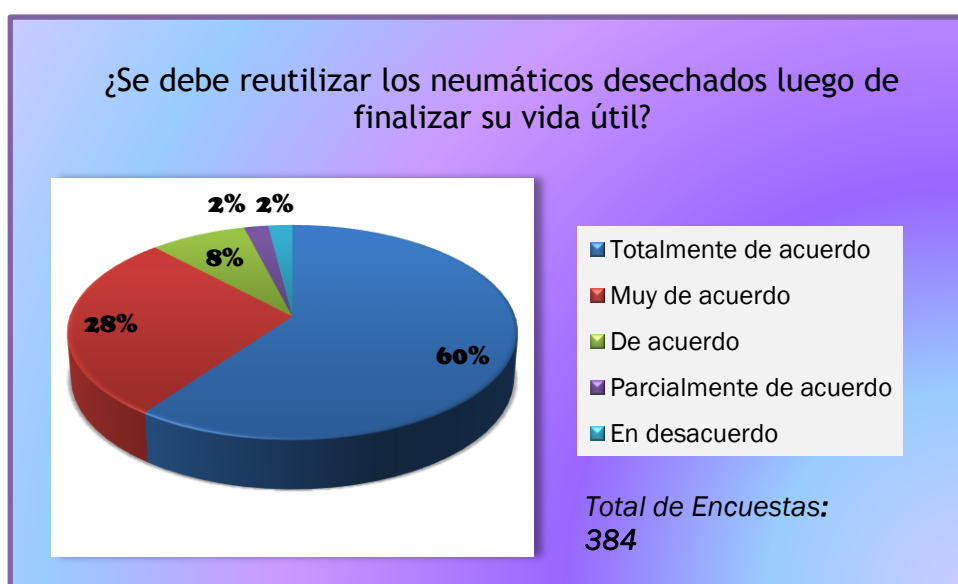


Gráfico 10. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Un 60% de las personas encuestadas considera estar totalmente de acuerdo en la reutilización de neumáticos, el 28% está muy de acuerdo y 8% de acuerdo. Solamente hay un 2% parcialmente de acuerdo y otro 2% que está en desacuerdo con este proceso.

Pregunta 11. ¿Considera usted que se pueda utilizar éste tipo de paneles dentro del diseño interior de un establecimiento?

Tabla 12. Aplicación del panel acústico

Alternativas	No.	%
Totalmente de acuerdo	204	53
Muy de acuerdo	69	18
De acuerdo	88	23
Parcialmente de acuerdo	15	4
En desacuerdo	8	2
Total	384	100%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

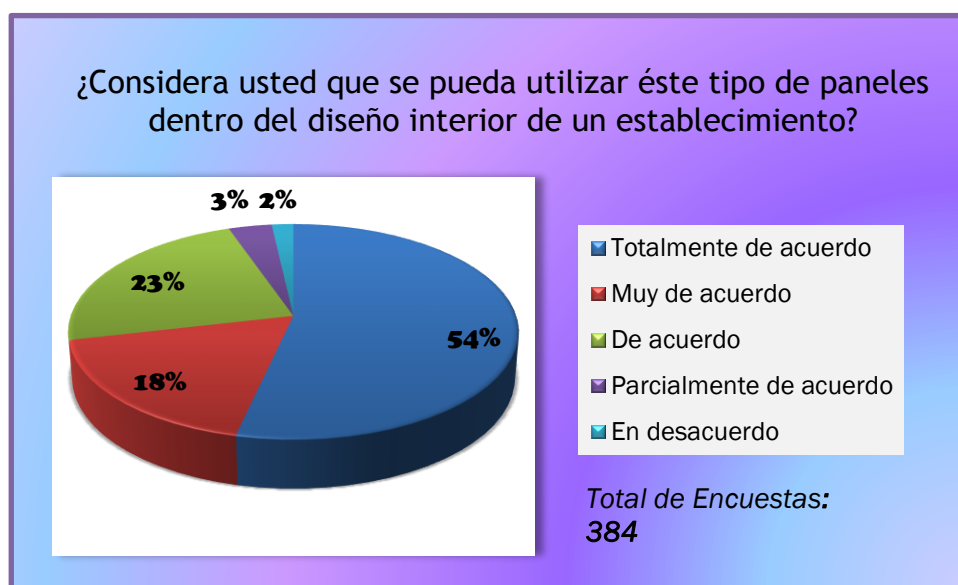


Gráfico 11. Análisis de Encuestas

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Análisis: Estos resultados manifiestan que están totalmente de acuerdo el 54%, se observa también que el 23% de entrevistados indica estar de acuerdo con la utilización de un nuevo elemento acústico. Únicamente el 2% de la población dice estar en desacuerdo con la propuesta.

CAPÍTULO IV

LA PROPUESTA

El panel elaborado a base de neumáticos reciclados y polipropileno es un elemento creado como aislamiento acústico, facilitando la concentración y confort que los beneficiarios necesitan. El mismo que complementa a las diferentes construcciones de edificaciones como viviendas, oficinas, escuelas, restaurantes, y demás. Debido a que el panel está compuesto por materiales reciclados, su costo es accesible para poder introducirlo en el mercado.

En la fabricación de la siguiente propuesta, se consideró como medida del panel, un metro por un metro; ya que, al realizar las pruebas se debía colocar en una caja acústica. De este modo nuestro panel se instaló internamente simulando una pared, así el sonido del emisor se proyectó de un lado y el receptor del otro lado del panel.

4.1 Descripción de los prototipos.

4.1.1. Prototipo 1: Panel de fabricación casera.

4.1.1.1. Proceso de diseño de prototipo 1.

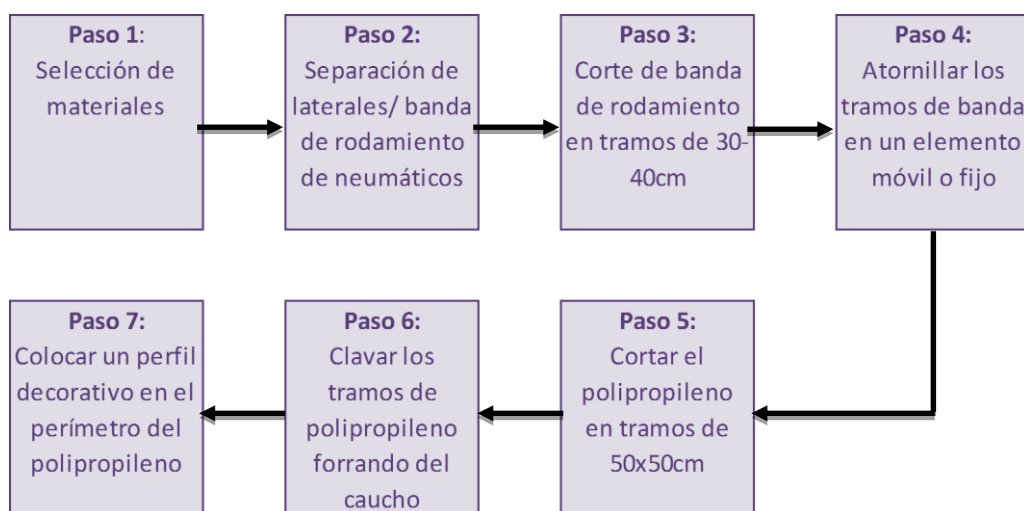


Gráfico 12. Proceso de diseño prototipo 1

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 1: Selección de materiales.**

Para desarrollar el prototipo de panel acústico 1, se utilizaron los siguientes materiales y/o herramientas:

- ✓ Neumáticos usados
- ✓ Polipropileno
- ✓ Tornillos
- ✓ Destornillador
- ✓ Clavos o grapas
- ✓ Martillo
- ✓ Moladora
- ✓ Disco de corte
- ✓ Sierra
- ✓ Elemento móvil. Se utilizó un derivado de la madera, el tablero de MDF de 8mm de espesor para poder sostener el neumático y el polipropileno.

Figura 59. Herramientas y materiales prototipo 1
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)



Imagen 1. Materiales
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Los neumáticos usados se obtuvieron en vulcanizadoras sin costo alguno y el polipropileno en tiendas donde expenden arroz y azúcar al por menor. Adicionalmente, se adquirió un tablero de MDF como elemento móvil para poder colocar y transportar el panel.

- Tablero de MDF: Tablero de fibra de densidad media, fabricado a partir de fibras de maderas (85%) y resinas sintéticas comprimidas. (Maderasantana, 2015)

- **Paso 2: Separación de banda de rodamiento de neumáticos.**

En primer lugar, se corta el neumático usado con una cuchilla, separando los laterales y la banda de rodamiento. Ésta última es la que se utilizará en el prototipo.



Imagen 2. Banda de rodamiento
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 3: Corte de banda de rodamiento.**

Una vez separada la banda de rodamiento, se corta en tramos de 30 a 40 cm para que sea fácil fijarla. Éste procedimiento se realiza con una sierra y/o moladora con disco para acero.

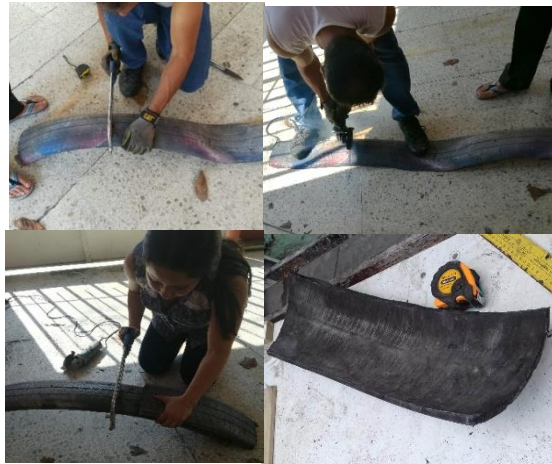


Imagen 3. Corte de banda
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 4: Incorporación del panel a MDF.**

Se atornilla cada tramo cortado de la banda, en el elemento móvil de MDF que se transportará el panel. Sin embargo, también se podrá colocar en el interior de una mampostería, en un tablero de acrílico, entre otros.



Imagen 4. Fijación de banda
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 5: Corte de polipropileno**

A continuación, se corta con una tijera el polipropileno en espacios de 50x50cm para poder colocarlo en el tablero.



Imagen 5. Corte de polipropileno
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 6: Recubrimiento con polipropileno.**

Se recubren los tramos de la banda de rodamiento con 3 capas de polipropileno; fijándolos con clavos o grapas.



Imagen 6. Colocación de polipropileno
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 7: Colocación de perfil decorativo.**

Finalmente, en el tablero se colocará sobre una mampostería, por lo tanto deberá ser un elemento estético. Así que se atornilla el perfil decorativo en tiras de MDF de 20 mm de espesor que cubre los clavos y grapas.



Imagen 7. Colocación de tiras MDF
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

4.1.2. Prototipo 2: Panel acústico sin resina.

4.1.2.1. Proceso de diseño de prototipo 2.

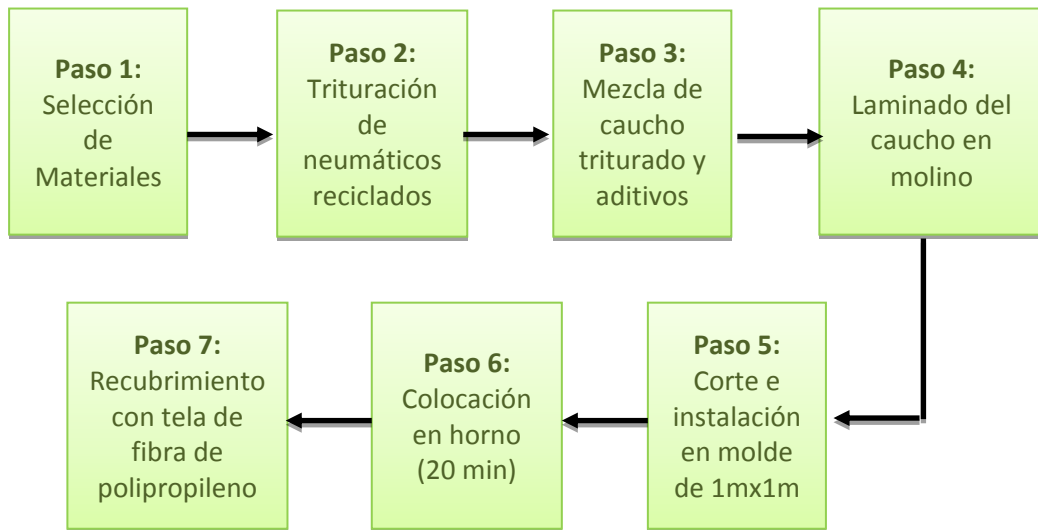


Gráfico 13. Proceso de diseño de prototipo 2
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

- **Paso 1: Selección de materiales.**

Se inicia la elaboración de la plancha de neumático reciclado en la fábrica CARDACIO CAUCHOS con asistencia del Ing. Joffre Triana, seleccionando los materiales que se utilizarían para la mezcla.

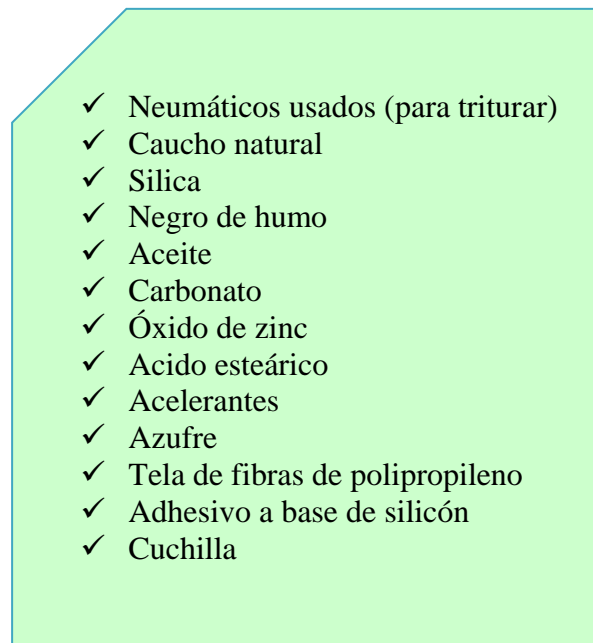


Figura 60. Herramientas y materiales prototipo 2
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)



Imagen 8. Aditivos para prototipo 2
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 2: Trituración de neumáticos reciclados.**

Se introducen los neumáticos en una máquina desfibriladora, realizando la trituración de la llanta varias veces hasta obtener el tamaño adecuado, luego con ayuda de un imán se separa el caucho del metal, finalmente el caucho pasa por un tamiz que se encarga de separar otros componentes como la fibra de vidrio y el nylon.



Imagen 9. Máquina desfibriladora de neumáticos.
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 3: Mezcla de materiales.**

Se coloca el caucho reciclado triturado con los materiales anteriormente seleccionados en la mezcladora para homogenizar los componentes sólidos y líquidos del prototipo.



Imagen 10. Mezcladora

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 4: Laminado en molino de dos rodillos.**

Se ubica la mezcla homogenizada en el molino de dos rodillos para crear una lámina firme y consistente; dándole el espesor necesario.



Imagen 11. Laminado de caucho en molino

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 5: Corte e instalación en molde de 1mx1m**

Se coloca el caucho sobre una base limpia para poder cortarlo y darle la forma del prototipo, luego se lo instala en un molde de acero inoxidable y prepara para el horno.



Imagen 12. Molde de acero inoxidable

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 6: Se coloca en el horno**

Se coloca la mezcla en el horno por un lapso de 20 minutos, luego se deja enfriar para poder desmoldar.



Imagen 13. Horno

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

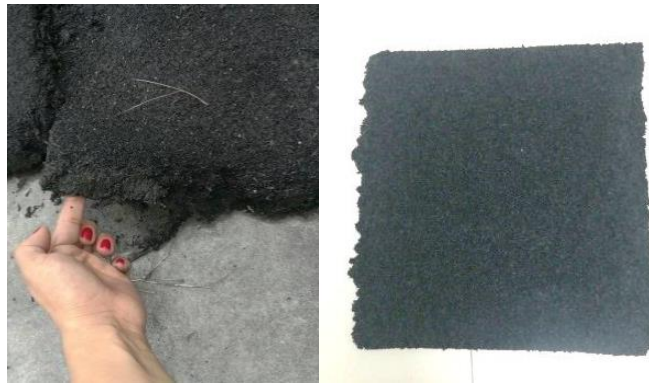


Imagen 14. Plancha de caucho 1mx1m

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 7: Revestimiento con tela de polipropileno.**

Finalmente se recubre el panel de caucho con la tela de fibra de polipropileno del color seleccionado, utilizando un adhesivo a base de silicón.



Imagen 15. Tela de polipropileno

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

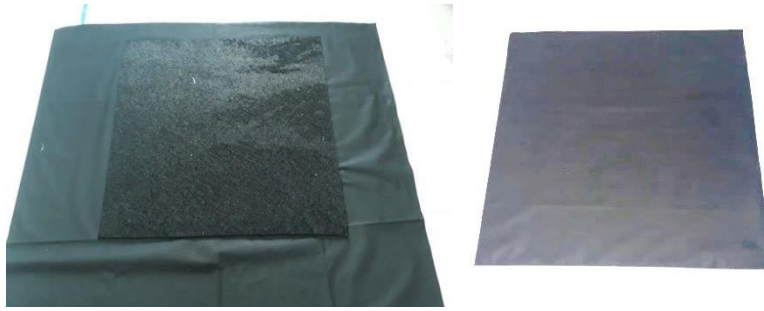


Imagen 16. Recubrimiento con polipropileno
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.1.3. Prototipo 3: Panel Acústico con resina.

4.1.3.1. Proceso de diseño de prototipo 3.

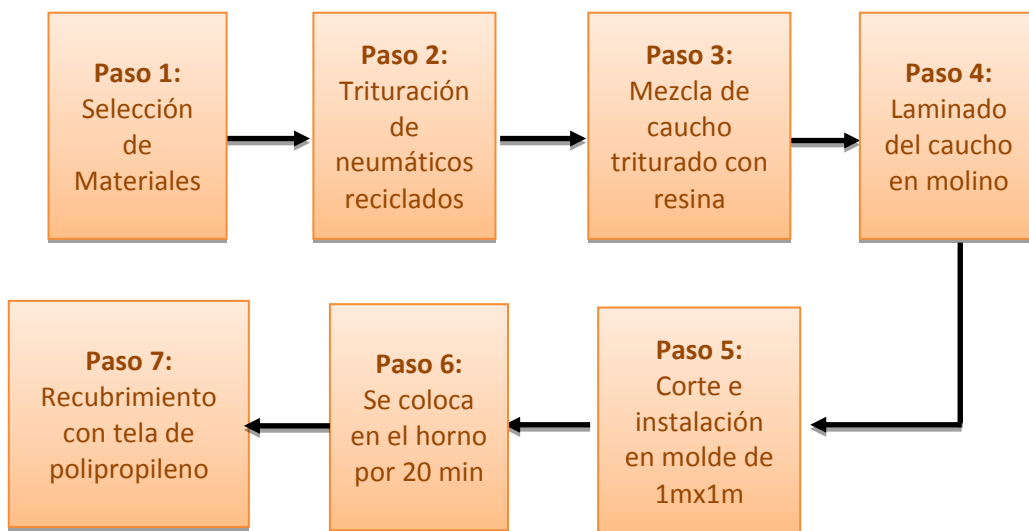


Gráfico 14. Proceso de diseño de prototipo 3
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 1: Selección de materiales.**

Para la elaboración del prototipo No. 3, se utilizaron los siguientes materiales y/o herramientas:

- ✓ Neumáticos usados (para triturar)
- ✓ Resina (poliuretano)
- ✓ Cuchilla
- ✓ Tela de fibra de Polipropileno
- ✓ Adhesivo a base de silicón

Figura 61. Herramientas y materiales prototipo 3
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 2: Trituración de neumáticos reciclados.** (Se repite)
- **Paso 3: Mezcla de caucho triturado con resina.**

Se coloca el caucho triturado con la resina en la mezcladora para homogenizar los componentes sólidos y líquidos del prototipo.



Imagen 17. Herramientas y materiales prototipo 3
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 4: Laminado en molino de dos rodillos.** (Se repite)
- **Paso 5: Corte e instalación en molde de 1m x 1m.** (Se repite)
- **Paso 6: Se coloca en horno.** (Se repite)



Imagen 18. Recubrimiento con polipropileno
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

- **Paso 7: Revestimiento con tela de polipropileno.** (Se repite)

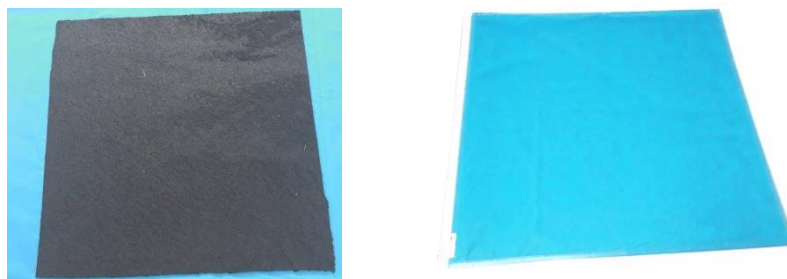


Imagen 19. Recubrimiento con polipropileno
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.2 Pruebas experimentales de acústica.

En el proyecto de investigación de paneles de aislamiento acústico se elaboraron 3 prototipos, por lo tanto, se realizaron las respectivas pruebas experimentales a cada uno de ellos.

Para comprobar que estos prototipos elaborados a base de neumáticos reciclados y polipropileno funcionan como aislamiento acústico, se elaboraron las pruebas de mediciones y absorción de sonido en el Laboratorio de suelos, de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la “Universidad Laica Vicente Rocafuerte”; con la guía del Ing. Milton Andrade, Sub-Decano de la Facultad y el Ing. Kléber Moscoso, docente.

Una de las herramientas utilizadas para ejecutar las pruebas experimentales es el cajón de madera con un recubrimiento interno de espuma de poliuretano y cubetas recicladas, los mismos que lo proveen la capacidad de aislamiento acústico, es decir que permiten aislar el ruido exterior y mantener el ruido interno sin influir en el resultado del experimento. En el interior de la caja se colocaron los prototipos simulando una pared interior, determinando datos reales de la capacidad de aislamiento y/o cuantificando la absorción del ruido que realizan los materiales utilizados, como son el neumático reciclado y el polipropileno, colocando dos sonómetros para medir las distintas intensidades sonoras en tiempo real, uno ubicado cerca de la fuente del ruido funcionando como emisor y el otro del otro lado del panel como receptor.

En la siguiente tabla se detallan las dimensiones de la caja acústica y los paneles diseñados para efectuar las pruebas de laboratorio:

TABLA 13. Dimensiones previas

DIMENSIONES	
Caja Acústica	Longitud: 3m Altura: 1m Ancho: 1m
Prototipo 1	Área: 1m x 1m Espesor: 10mm neumático+10mm MDF
Prototipo 2	Área: 1m x 1m Espesor: 12mm
Prototipo 3	Área: 1m x 1m Espesor: 10mm

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)



Imagen 20. Equipos para pruebas acústicas
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)



Imagen 21. Caja acústica
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.2.1. Prueba 1: Aislamiento acústico de la caja / intensidad sonora baja.

Para llevar a cabo esta prueba se colocó la fuente de sonido (parlante) con volumen bajo en el exterior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el interior de la caja.



Imagen 22. Colocación de sonómetros prueba 1
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Resultado 1:

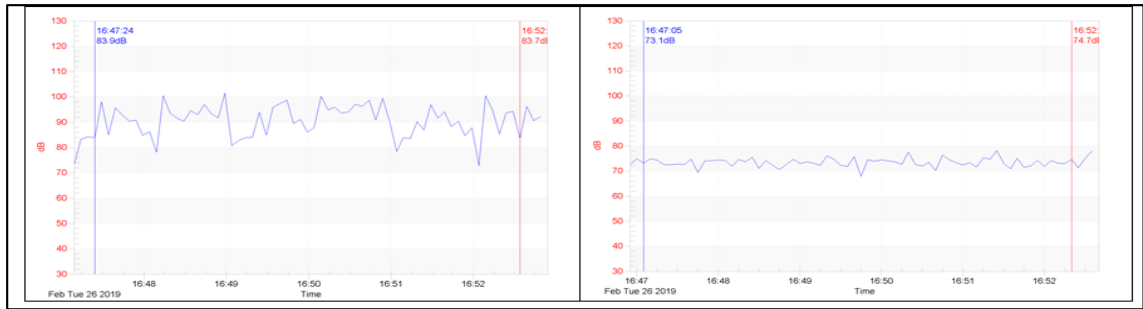


Gráfico 15. Resultado prueba 1

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 1: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 1, existe un promedio del 19% de atenuación.

4.2.2. Prueba 2: Aislamiento acústico de la caja / intensidad sonora alta.

Para llevar a cabo esta prueba se colocó la fuente de sonido (parlante) con volumen alto en el exterior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el interior de la caja.



Imagen 23. Colocación de sonómetros prueba 2

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Resultado 2:

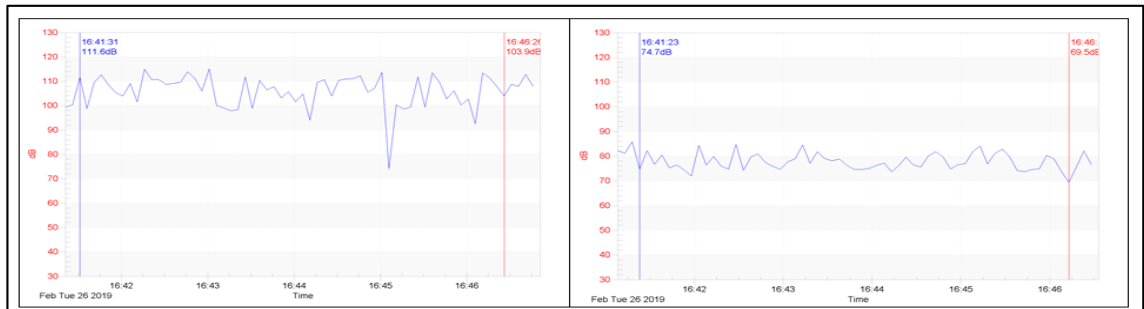


Gráfico 16. Resultado prueba 2

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 2: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 2, existe un promedio del 27% de atenuación.

4.2.3. Prueba 3: Tablero MDF / intensidad sonora baja.

Se procede a colocar el tablero MDF dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen bajo en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.



Imagen 24. Prueba 3 con tablero MDF
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Resultado 3:

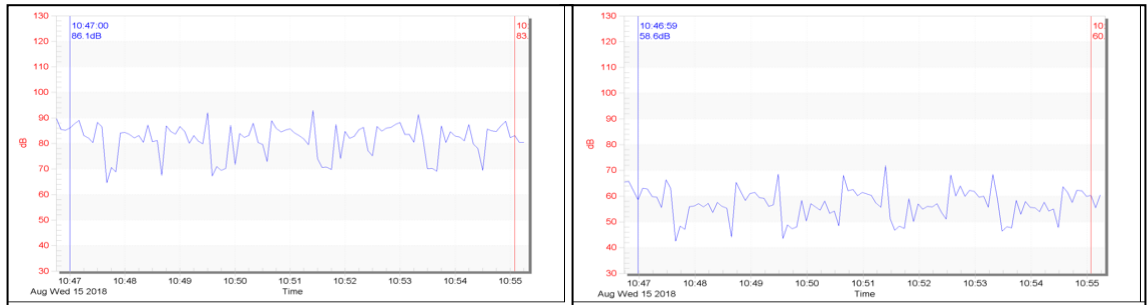


Gráfico 17. Resultado prueba 3

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 3: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 3, existe un promedio del 30% de atenuación.

4.2.4. Prueba 4: Tablero MDF / intensidad sonora alta.

Se procede a colocar el tablero MDF dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen alto en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.



Imagen 25. Colocación de sonómetros de extremo a extremo
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Resultado 4:

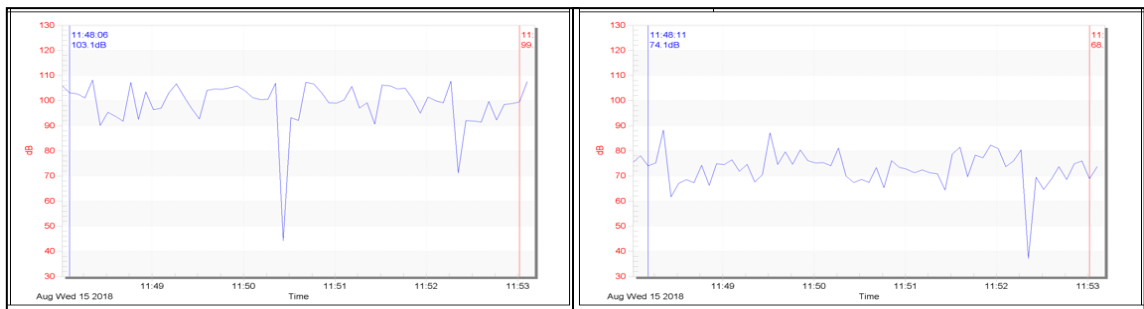


Gráfico 18. Resultado prueba 4

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 4: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 4, existe un promedio del 26% de atenuación.

4.2.5. Prueba 5: Prototipo 1 / intensidad sonora baja.

Se procede a colocar el prototipo 1 dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen bajo en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.



Imagen 26. Prueba 5 con Prototipo 1

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Resultado 5:

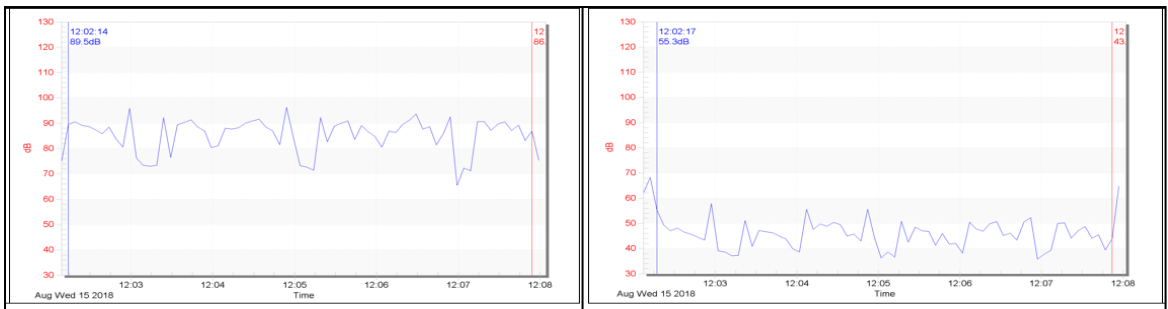


Gráfico 19. Resultado prueba 5

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 5: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 5, existe un promedio del 47% de atenuación.

4.2.6. Prueba 6: Prototipo 1 / intensidad sonora alta.

Se procede a colocar el prototipo 1 dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen alto en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.



Imagen 27. Prototipo 1

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2018)

Resultado 6:

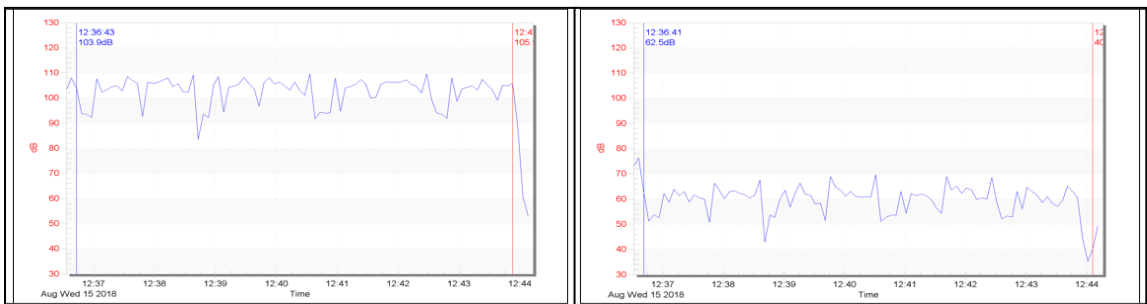


Gráfico 20. Resultado prueba 6

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 6: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 6, existe un promedio del 42% de atenuación.

4.2.7. Prueba 7: Prototipo 2 / intensidad sonora baja.

Se procede a colocar el prototipo 2 dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen bajo en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.

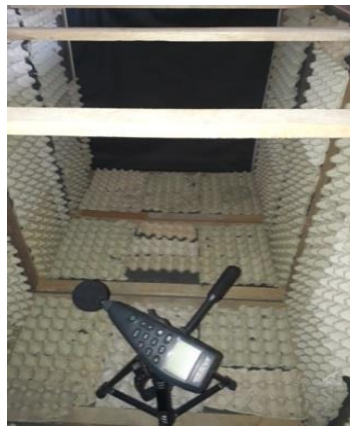


Imagen 28. Prueba 7 con prototipo 2
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Resultado 7:

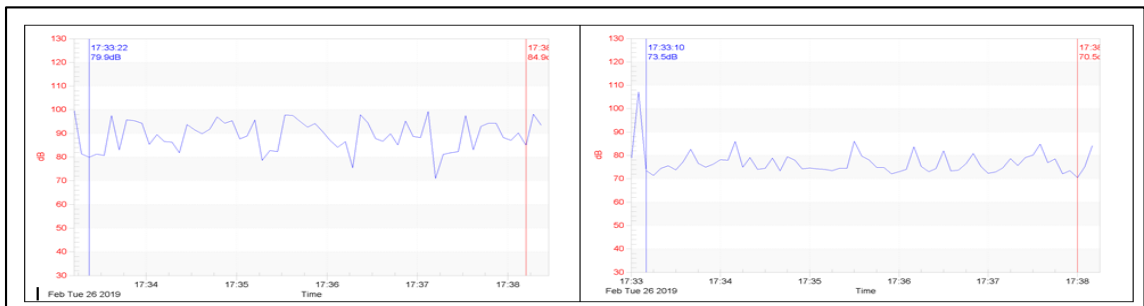


Gráfico 21. Resultado prueba 7

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 7: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 7, existe un promedio del 14% de atenuación.

4.2.8. Prueba 8: Prototipo 2 / intensidad sonora alta.

Se procede a colocar el prototipo 2 dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen alto en un

extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.

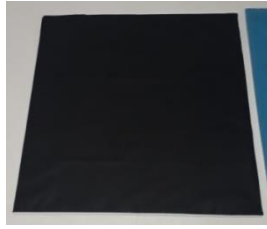


Imagen 29. Prototipo 2

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Resultado 8:

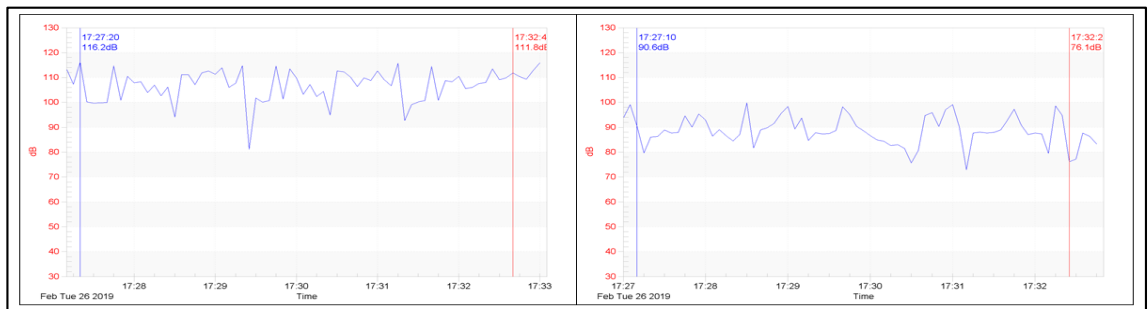


Gráfico 22. Resultado prueba 8

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 8: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 8, existe un promedio del 17% de atenuación.

4.2.9. Prueba 9: Prototipo 3 / intensidad sonora bajo.

Se procede a colocar el prototipo 3 dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen bajo en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.



Imagen 30. Prueba con prototipo 3

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Resultado 9:

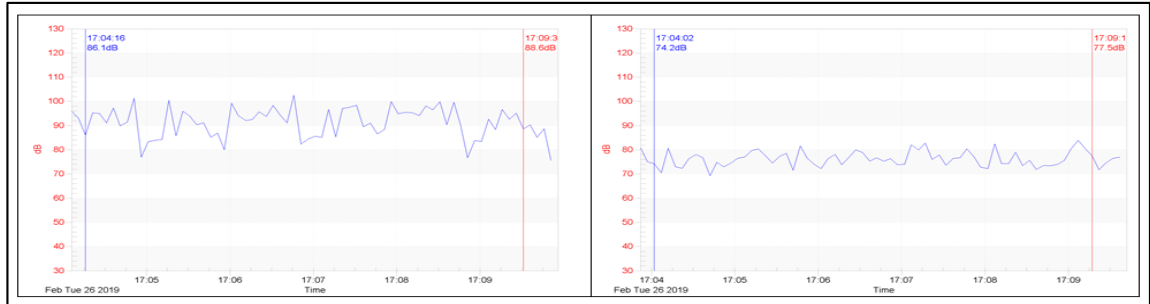


Gráfico 23. Resultado prueba 9

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 9: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 9, existe un promedio del 17% de atenuación.

4.2.10. Prueba 10: Prototipo 3 / intensidad sonora alto.

Se procede a colocar el prototipo 3 dentro de la caja acústica como pared divisoria; colocando la fuente de sonido (parlante) con volumen alto en un extremo del interior de la caja acústica junto al sonómetro emisor, reproduciendo ruido continuamente con varias frecuencias por el transcurso de cinco minutos; y ubicando el sonómetro receptor en el otro extremo de la caja.



Imagen 31. Prototipo 3

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Resultado 10:



Gráfico 24. Resultado prueba 10

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis 10: Según se observa en el gráfico correspondiente a la Prueba 10, existe un promedio del 20% de atenuación.

4.3. Resumen de resultados de pruebas de laboratorio.

Una vez realizadas las pruebas en el laboratorio, se comprueba el porcentaje de atenuación acústico con que cuenta cada uno de los prototipos propuestos. A continuación, se expone el resumen de los resultados con sus correspondientes conclusiones:

Tabla 14. Cuadro de resultados de pruebas a caja acústica

Prueba #	Sonómetro al exterior del cajón acústico (Promedio dBC)	Sonómetro al interior del cajón acústico (Promedio dBC)	Atenuación (%) Individual	Promedio de Atenuación	Observación
1	90,8	73,4	19%	23%	Aislamiento acústico del cajón / Intensidad fuente sonora: Bajo
2	105,9	77,6	27%		Aislamiento acústico del cajón / Intensidad fuente sonora: Alto

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Las pruebas 1 y 2 se realizaron básicamente a la caja acústica en donde se realizaron los experimentos para poder observar que porcentaje de atenuación con que cuenta la misma; arrojando un promedio del 23% de atenuación.

Tabla 15. Cuadro de resultados de pruebas a prototipos

Prueba	Sonómetro junto Fuente Sonido (Promedio dBC)	Sonómetro a 3m Fuente Sonido (Promedio dBC)	Atenuación (%)	Promedio de Atenuación	Observación
3	81,5	56,8	30%	28%	Panel MDF / Intensidad fuente sonora: Bajo
4	98,6	72,8	26%		Panel MDF / Intensidad fuente sonora: Alto
5	85,5	45,4	47%	45%	Prototipo 1 / Intensidad fuente sonora: Bajo
6	102,7	59,4	42%		Prototipo 1 / Intensidad fuente sonora: Alto
7	89	76,3	14%	15%	Prototipo 2 / Intensidad fuente sonora: Bajo
8	106,5	88,8	17%		Prototipo 2 / Intensidad fuente sonora: Alto
9	91,5	76,3	17%	18%	Prototipo 3 / Intensidad fuente sonora: Bajo
10	106,2	85,2	20%		Prototipo 3 / Intensidad fuente sonora: Alto

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

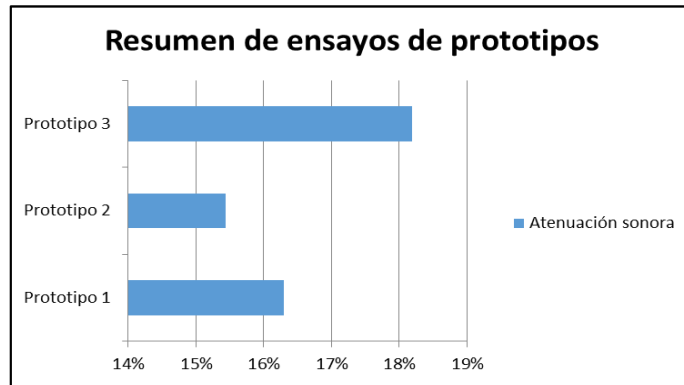


Gráfico 25. Análisis de pruebas
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis: Según las pruebas experimentales realizadas se puede observar que el Prototipo 1 cuenta con un 16% de atenuación, acotando que se eliminó el porcentaje de absorción del elemento móvil (tablero MDF); el Prototipo 2 cuenta con un 15% de atenuación y el Prototipo 3 cuenta con el 18% de atenuación.

Por lo tanto, el experimento ha determinado que el Prototipo 3 cuenta con un mayor porcentaje de absorción, demostrando que puede comportarse como un elemento aislante del ruido.

4.4. Propuesta formal.

Luego de analizar las pruebas experimentales a los prototipos, se seleccionó para la propuesta formal el prototipo 3, debido a que el panel elaborado a base de caucho reciclado y resina cuenta con el mayor porcentaje de absorción, además de la mejor estética. Sabiendo esto, a continuación, se proponen cuatro paneles decorativos y sus distintas aplicaciones.

4.4.1. Propuesta formal 1: Modelo Gaviota.

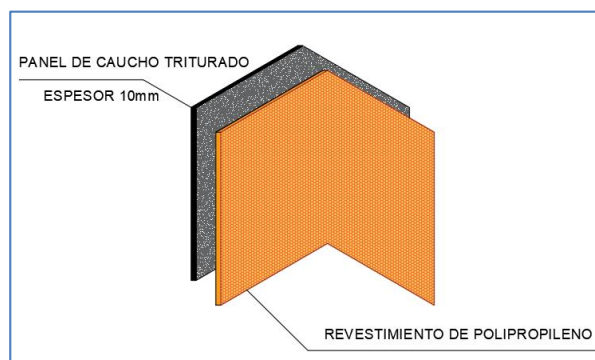


Gráfico 26. Propuesta formal 1
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)



Imagen 32. Propuesta formal 1

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Esta propuesta de panel decorativo es una figura elaborada en forma de V, que cuenta con 18cm de longitud de cada lado, además de 1cm de espesor. El panel fue elaborado con caucho triturado y resina; luego, se procedió a cortarlo en forma de V para más adelante forrarlo con el color de polipropileno deseado.



Imagen 33. Propuesta 1 terminada

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Aplicación: Debido a que el panel tiene forma de V, permite una instalación tipo rompecabezas o mosaico, permitiendo combinar varios colores que son seleccionados de acuerdo al lugar donde se vaya a ubicar. En este caso, el panel es de color naranja considerado energético y equilibrado sin ser abrumador por lo que puede ser aplicado en oficinas o locales comerciales puesto que facilita la interacción entre las personas mejorando la comunicación, dinamismo y trabajo en equipo.



Figura 62. Aplicación propuesta formal 1

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.4.2. Propuesta formal 2: Modelo Hoja.

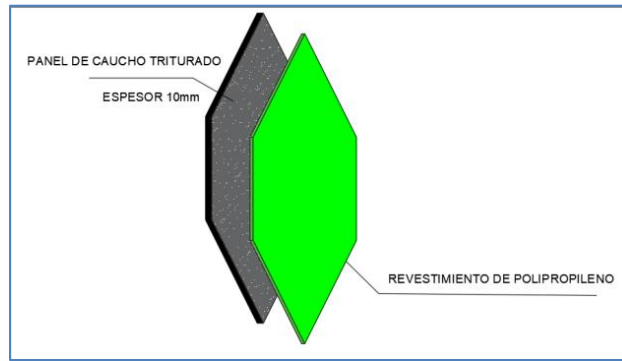


Gráfico 27. Propuesta formal 2

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Como segunda opción de panel se propone una figura hexagonal alargada, que cuenta con 24cm de largo, 12cm de altura y 1cm de espesor. El panel fue elaborado con caucho triturado y resina; luego, se procedió a cortarlo en forma de hexágono alargado para más adelante forrarlo con el color de polipropileno deseado.



Imagen 34. Propuesta 2 terminada

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Aplicación: Debido a que el panel tiene forma hexagonal, al presentarlo en mosaico se asemeja a un trenzado de hojas de árbol. Se puede aplicar en instituciones educativas pues su color verde estimula la creatividad, reduce el estrés y relaja al usuario.



Figura 63. Aplicación propuesta formal 2

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.4.3. Propuesta formal 3: Modelo Escama.

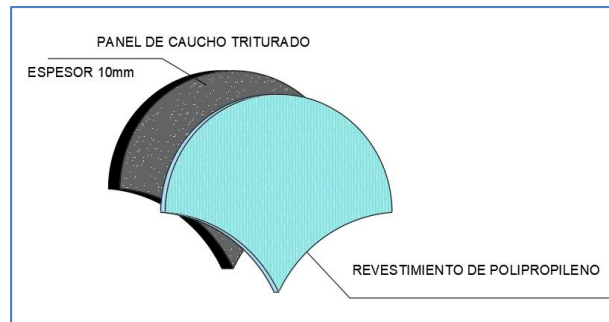


Gráfico 28. Propuesta formal 3
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Como tercera opción de panel se propone una figura semi redonda en forma de escama, que cuenta con alrededor de 23cm de diámetro y 1cm de espesor. El panel fue elaborado con caucho triturado y resina; luego, se procedió a cortarlo en forma de escama para más adelante forrarlo con el color de polipropileno deseado.



Imagen 35. Propuesta 3 terminada
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Aplicación: Como el panel tiene forma de escama, al presentarlo en mosaico se asemeja a una sección del pez. Se puede instalar en lugares que requieran un efecto calmante como en las habitaciones de los hospitales o dormitorios de una vivienda, debido ya que el color celeste está asociado con la estabilidad, además simboliza la confianza, verdad, fe y lealtad.



Figura 64. Aplicación propuesta formal 3
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.4.4. Propuesta formal 4: Modelo Cubo.

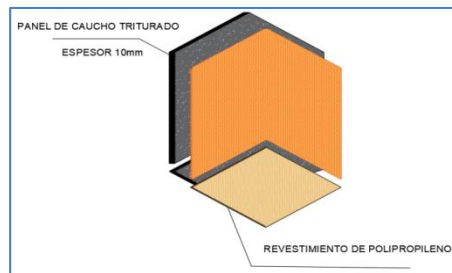


Gráfico 29. Propuesta formal 4
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

En cuanto a la última opción, se propone un panel en forma de cubo, el cual cuenta con 2 partes, una en forma de V y la otra en forma de rombo; sumando alrededor de 22cm de longitud x 18cm de ancho y 1cm de espesor. El panel fue elaborado con caucho triturado y resina; luego, se procedió a cortarlo en forma de V y rombo, formando el cubo; para más adelante forrarlo con el color de polipropileno deseado.



Imagen 36. Propuesta 4 terminada
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Aplicación: Como el panel tiene forma de cubo, también tiene la facultad de colocarse en mosaico. Se seleccionó una combinación de color naranja con un tono oscuro debido a que estos colores son valorados positivamente para espacios, ofreciendo connotaciones de comodidad y sobriedad a la vez. Puede ser aplicado en salas de estar, restaurantes y oficinas.

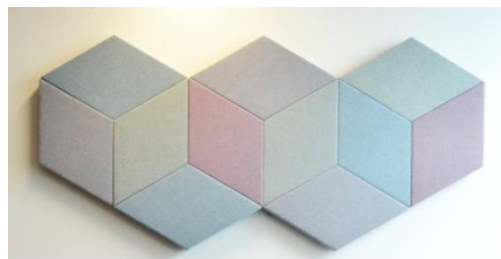


Figura 65. Aplicación propuesta formal 4
Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.5. Costos de prototipos.

Los cuadros que se muestran a continuación, contemplan los gastos para la elaboración de cada uno de los 3 prototipos de paneles acústico, en un formato de 1,00m x 1,00m para un ambiente interior; los mismos que se usaron en los ensayos experimentales. Los valores registrados incluyen materiales y mano de obra.

4.5.1. Prototipo 1.

Tabla 16. Costo prototipo 1.

Item	Rubro	Unidad	Cant.	P. Unit.	P.Total
1	Neumáticos usados	u	2	\$ -	\$ -
2	Sacos de polipropileno usados	u	4	\$ -	\$ -
3	Tornillos	doc	4	\$ 1,00	\$ 4,00
4	Clavos o grapas	doc	4	\$ 0,60	\$ 2,40
5	Disco de corte	u	3	\$ 1,20	\$ 3,60
6	Tablero MDF 1.20x1.20m	u	1	\$ 10,50	\$ 10,50
7	Mano de obra	horas	4	\$ 3,75	\$ 15,00
8	Herramienta menor	5% de mano de obra			\$ 0,75
				Total	\$ 36,25

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.5.2. Prototipo 2.

Tabla 17. Costo prototipo 2.

Item	Rubro	Unidad	Cant.	P. Unit.	P.Total
1	Neumáticos usados (para triturar)	lbr	6,7	\$ 28,00	\$ 28,00
2	Caucho natural	lbr	3,35		
3	Silica	lbr	1		
4	Negro de humo	lbr	1		
5	Aceite	litro	0,3		
6	Carbonato	lbr	0,8		
7	Óxido de zinc	lbr	0,3		
8	Acido esteárico	lbr	0,4		
9	Acelerantes	lbr	0,25		
10	Azufre	lbr	0,6		
11	Tela de fibras de polipropileno	m	2	\$ 1,00	\$ 2,00
12	Adhesivo a base de silicón	U	2	\$ 2,40	\$ 4,80
13	Mano de obra	horas	6	\$ 3,75	\$ 22,50
14	Herramienta menor	5% de mano de obra			\$ 1,13
				Total	\$ 58,43

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.5.3. Prototipo 3.

Tabla 18. Costo prototipo 3.

Item	Rubro	Unidad	Cant.	P. Unit.	P.Total	
1	Neumáticos usados (para triturar)	lbr	12	\$ 20,00	\$ 20,00	
2	Resina (poliuretano)	Ltr	0,8			
3	Tela de fibras de polipropileno	m	2	\$ 1,00	\$ 2,00	
4	Adhesivo a base de silicón	U	2	\$ 2,40	\$ 4,80	
5	Mano de obra	horas	6	\$ 3,75	\$ 22,50	
6	Herramienta menor	5% de mano de obra				\$ 1,13
				Total	\$ 50,43	

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis: Según los cuadros antes expuestos, se puede observar que el costo por m² del Prototipo 1 es de \$36,25; el Prototipo 2 tiene un costo de \$58,43 dólares y el Prototipo 3 tiene un costo de \$50,43 dólares americanos.

A pesar de que el Prototipo 1 es un 28% más económico en comparación al Prototipo 3, se consideró como mejor opción al Prototipo 3 debido a que éste cuenta con una superior absorción de ruido y presenta una mejor estética.

4.6. Porcentaje de atenuación del ruido.

Realizado con el Prototipo 3, en una habitación de 3m ancho x3m longitud x 2,50m altura.



Figura 66. Aislamiento en habitación

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Tabla 19. Cuadro porcentaje de atenuación

Espacio cubierto con panel acústico		% Atenuación de ruido
Medidas	Área (m ²)	
1,00m ancho x 1,00m altura	1,00 m ²	2,43%
3,00m ancho x 2,50m altura	7,50 m ²	18,19%

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

4.6.1. Atenuación por 1m².

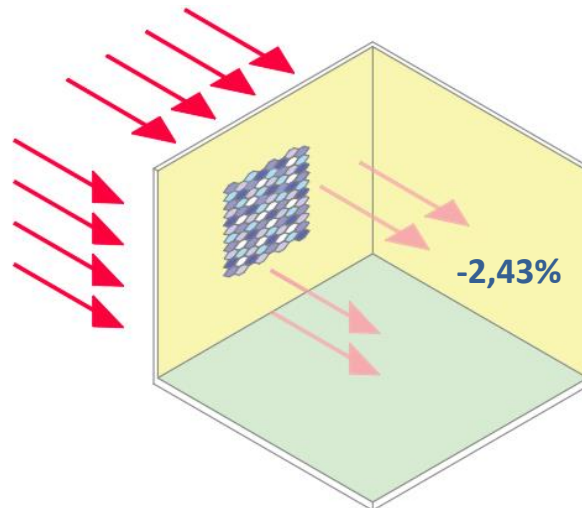


Gráfico 30. Atenuación por 1m²
Elaboración: Iñiga Balón, C. -Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis: Según el cuadro de porcentaje de atenuación expuesto, podemos observar que al colocar 1m² de panel en una habitación, el prototipo absorberá un 2,43% del ruido; brindando una mejor acústica en el sitio.

4.6.2. Atenuación en una pared con un área de 7,50m².

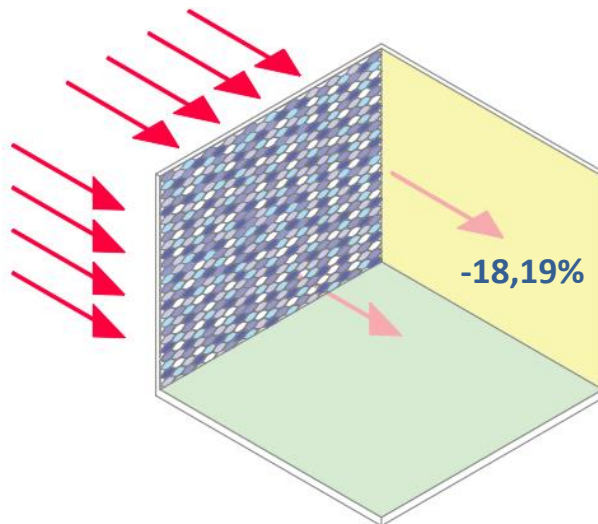


Gráfico 31. Atenuación en pared de 7,50m²
Elaboración: Iñiga Balón, C. -Ledesma Salazar, G. (2019)

Análisis: Según el cuadro de porcentaje de atenuación anteriormente expuesto, podemos observar que al cubrir totalmente una pared de 7,50m² con el panel en una habitación, el prototipo absorberá un 18,19% del ruido; brindando una excelente acústica en el sitio.

4.7. Comparación de la propuesta con los productos existentes.

Tabla 20. Cuadro comparativo de materiales aislantes acústicos.

	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	ESPESOR	AISLAMIENTO	COSTOS	ESTETICA
AISLANTES ACUSTICOS EXISTENTES EN EL MERCADO	Espuma de Poliuretano	Plancha	30mm	Medio	Medio	Bajo
	Panel Geotextil	Rollo	28mm	Medio	Bajo	Bajo
	Lana de Roca o de vidrio	Rollo	50mm	Bajo	Bajo	Bajo
	Lámina de Corcho	Lámina	3mm	Bajo	Bajo	Bajo
	Panel de MDF	Panel	10mm	Medio	Medio	Medio
PANELES PROPUESTOS	Panel casero neumático reciclado + polipropileno	Panel	20mm	Medio	Medio	Bajo
	Panel de caucho triturado sin resina + polipropileno	Panel	12mm	Medio	Medio	Medio
	Panel de caucho triturado con resina + polipropileno	Panel	10mm	Medio	Medio	Alto

Elaboración: Iñiga Balón, C. –Ledesma Salazar, G. (2019)

Los datos de los materiales aislantes acústicos existentes fueron tomados de la revista de la Cámara de la Construcción edición 2018 y de los distribuidores principales.

4.8. Instalación de los paneles acústicos.

Las superficies lisas de las habitaciones actúan como pantalla reflectante, proyectando los sonidos que se emiten en su interior y transmitiéndolos hacia el exterior. Por ello, los absorbentes acústicos se convierten en elementos fundamentales en una estancia, ya que evitan que los ruidos que en ella se emiten se filtren al exterior. Su función principal es minimizar el fenómeno conocido como reverberación a través de la absorción de las ondas de sonido, impidiendo que se distribuyan por el espacio y atraviesen las paredes.

Para su correcta instalación se deberá seguir el siguiente procedimiento:

1 – Replanteo:

Para obtener un resultado de calidad a la finalización de la instalación hay que empezar con un replanteo que dependiendo de las necesidades o de las herramientas de que dispongamos, será haciendo marcas con lápiz en el techo, replanteo con tiralíneas de tiza, tiralíneas láser, etc.

Se trata de un punto fundamental ya que si los paneles no están colocados en forma equidistante o siguiendo las formas de sus cuñas, la instalación tendrá una terminación inadecuada y por tanto, perderá toda su eficacia.

2 – Limpieza:

Es de vital importancia que la superficie donde van a quedar instaladas nuestras placas acústicas se encuentre limpia y libre de toda impureza que pueda disminuir la adherencia a la hora de colocar los paneles.

3 - Aplicación de cola:

La aplicación de la cola en los materiales acústicos no ha de ser ni demasiado generosa ni muy escasa. Debe hacerse en una justa medida. Se administrará un cordón de cola a unos 4-5cm del perímetro de contorno de la pieza absorbente y posteriormente se aplicará una cruceta que irá en las diagonales de dicha pieza. Se puede utilizar un adhesivo instantáneo de alta viscosidad con acelerador. Los adhesivos instantáneos (también conocidos como cianoacrilatos) son fáciles de usar.

4 - Instalación:

Una vez realizado el paso anterior, procedemos a la instalación del panel acústico, colocando sobre las marcas de replanteo y presionando sobre la superficie para fijarlo.

Se repetirán el paso 3 y 4 hasta completar toda la superficie de absorción que se desee instalar y una vez realizado todo esto, solo queda disfrutar de una sala acústicamente confortable y con unos tiempos de reverberación muy bajos.

4.9. Ventajas y desventajas de los prototipos

4.9.1. Ventajas.

- Los paneles absorben considerablemente el ruido, tanto interior como exterior; brindando un ambiente más saludable y confortable.
- Elaborado con materiales reciclados.
- Es económico.
- Fácil procesabilidad y conformabilidad.
- Se puede fabricar en diferentes formas, tamaños y colores; convirtiéndose en un elemento estético.
- El polipropileno ubicado como capa exterior del panel, es un impermeabilizante a la humedad, cuenta con excelente aislación térmica y eléctrica, además es un material no combustible.

4.9.2. Desventajas.

- El caucho del neumático es un elemento que produce gases muy tóxicos, cuando la temperatura supera su punto de inflamabilidad que es de 465°C.

4.10. Aplicación de la propuesta.

Es muy interesante apostar por diferentes materiales y formatos y sobretodo explotar sus aplicaciones y efectos decorativos. La tendencia actual se inclina por las formas simples, los colores vivos mezclados con tonos tierra, y la fabricación con materiales ecológicos. Todo ello se suma para brindar la máxima autenticidad a estos objetos que los convierte en elementos más deseables para formar parte de la arquitectura interior contemporánea.

Los paneles de aislamiento acústico elaborados a base de neumáticos reciclados y polipropileno presentan una estética minimalista y funcional completa que brinda una comodidad acústica excepcional en los espacios de alta concurrencia pudiendo ser colocados en el interior o exterior de una mampostería, además en el tumbado.

Al colocarse en el interior de una mampostería, los elementos se fijarán a una malla, en el centro de dos bloques; continuando con el proceso constructivo tradicional de hormigón armado. Por otra parte, si es ubicado en el exterior de una mampostería o en el tumbado, deberá fijarse como elementos decorativos variando sus medidas y colores, según el área y lugar en que se utilice.

El panel acústico podrá aplicarse en espacios particulares y públicos, como: viviendas, salones de clases, restaurantes, bibliotecas, discotecas, gimnasios, auditorios, oficinas, salas de cines, centros comerciales, entre otros.



Figura 67. Aplicación de panel en pared y tumbado
Fuente: Plazatio - 2018



Figura 68. Aplicación de panel en pared piso/techo
Fuente: Plazatio - 2018



Figura 69. Aplicación de panel en oficina
Fuente: Plazatio- 2018

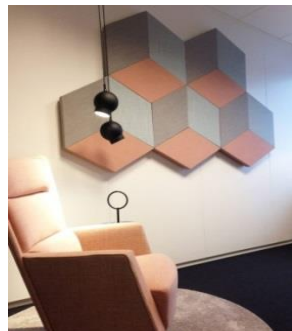


Figura 70. Aplicación de panel en sala de estar
Fuente: Plazatio - 2018

CONCLUSIONES

Como conclusión de lo aprendido en este trabajo, cabe destacar la importancia que tiene desarrollar una metodología clara, para enfrentar cualquier tipo de proyecto. Esta metodología nos permite conocer cómo se compone un proyecto completo, cómo se tiene que abordar para obtener óptimos resultados, cómo se debe enfrentar su ejecución y cómo aprender del trabajo realizado y hacerlo parte del saber hacer.

Se demuestra además que, a pesar de que la acústica es un fenómeno muchas veces estudiado, es cierto que aún hay formas en que podemos aportar el beneficio del ser humano en este tema. La elaboración del presente proyecto colaborará en la disminución de la contaminación sonora que existe actualmente en la ciudad de Guayaquil, y que afecta en gran proporción a las personas, no solo en su concentración y descanso, sino también en su salud.

La energía de las ondas sonoras es reflejada o absorbida por las superficies lindantes, así como por los objetos y personas de la sala. La capacidad de un material para poder absorber las ondas sonoras depende de su composición. Los materiales porosos, abiertos o perforados alcanzan normalmente una buena absorción.

Se considera de vital importancia al reciclaje, reusando o reutilizando elementos para minimizar la contaminación ambiental que sufrimos actualmente. Como por ejemplo la gestión de neumáticos fuera de uso, que reducirá considerablemente el desperdicio de llantas, reusando sus componentes para transformarlos en nuevos productos.

Una vez cumplida la vida útil de un neumático, este es vertido al medio ambiente de forma irracional dificultando su destrucción al estar acumulados sin productividad, cuando en realidad pueden ser reciclados generando un nuevo material de insumo como recurso económico volviendo estos neumáticos en gránulos de caucho para la elaboración de paneles acústicos.

En los ensayos experimentales se comprobó que el prototipo de panel acústico elaborado con los siguientes elementos usados: neumáticos reciclados y polipropileno, funcionan de manera positiva como aislante sonoro, absorbiendo de manera considerable el ruido de la ciudad; siendo materiales idóneos para

considerarlos en la ejecución de inmuebles, debido a que se pueden colocar dentro o fuera de la mampostería, y además en los tumbados.

El producto elaborado se propone como una alternativa dentro de la construcción, dirigida a los diferentes constructores y decoradores de interiores; puesto que, con la elaboración del proyecto, también se evidenció, que el panel cuenta con un método de fabricación económico y viable; no sólo por su fácil ejecución sino también por los innumerables lugares y ambientes en donde se puede aplicar.

Se verificó también que los estudios realizados pueden llegar a ser aplicables, pues al momento de haber realizado los prototipos, se obtuvieron con características que cumplen las especificaciones recomendadas para la aplicación de las mismas. Con el diseño y elaboración participando con el reciclaje de materiales que no son biodegradables, disminuyendo la contaminación con aportes a la necesidad.

Además, según los datos proyectados en las encuestas realizadas en el sector norte de Guayaquil, existe la posibilidad de satisfacer las necesidades de los habitantes y contar con una gran apertura en el mercado de la construcción y decoración de interiores. Por lo tanto, se puede manifestar que se ha cumplido con los objetivos propuestos al inicio del proyecto, con gran satisfacción y buenas experiencias.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar proyectos innovadores para optimizar los centros de acopio de neumáticos fuera de uso existentes en la ciudad para lograr un mayor número de unidades recuperadas y así colaborar en mayor proporción al cuidado del ambiente.

Conjuntamente, el Estado y gobiernos municipales deberán realizar campañas de información a la ciudadanía sobre los procesos de recuperación de las llantas desechadas que ya cumplieron su vida útil para que obtengan una gestión adecuada para darles un nuevo uso.

Optimizar el aprovechamiento de todos los componentes de los neumáticos aparte del caucho como lo son el acero y las fibras textiles para la elaboración de productos innovadores y amigables con el ambiente evitando desperdicios y completar el proceso de reciclaje.

El Gobierno Autónomo Descentralizado junto con el Ministerio de Ambiente podría desarrollar un reglamento específico sobre el control de contaminación acústica de la ciudad, complementando la Ordenanza Municipal existente y así fortalecer y hacer efectivas las sanciones por incumplimiento.

Impulsar nuevas investigaciones enfocadas en las diversas inquietudes acerca de la contaminación acústica, el indicio de que realmente sufrimos niveles inexorables de ruido y a los que no damos mayor importancia pese a que ocasiona graves daños a la salud.

Por último, en cuanto a la ubicación de los paneles acústicos es aconsejable la realización de un plano de colocación y un replanteo en el espacio donde se ubicará el absorbente acústico lo cual determinará el éxito de la instalación. Se trata de un punto fundamental debido a que si los paneles no están colocados en forma equidistante o siguiendo las formas de sus cuñas, la instalación tendrá una terminación inadecuada y por tanto, perderá toda su eficacia.

GLOSARIO.

Acondicionamiento: Consiste en el establecimiento de condiciones interiores de un recinto con objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que se haya previsto destinarlo.

Acústica arquitectónica: Estudia los fenómenos vinculados con una propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto.

Aislamiento: Es la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran a la señal sonora deseada.

Absorción sonora: El sonido es absorbido cuando parte de la energía sonora que alcanza una superficie u objeto se convierte en energía calorífica en los poros del material.

Centro de Acopio: Sitio de almacenamiento temporal de residuos recuperables, donde son clasificados de acuerdo a su naturaleza para su posterior venta o disposición final correspondiente.

Coefficiente de absorción: Relación entre la energía acústica absorbida y la incidente sobre un material por unidad de superficie.

Decibel: Es diez veces la relación logarítmica de base diez de dos cantidades físicas de la misma naturaleza.

Eco: Es una sola reflexión de la onda sonora al incidir en otro medio.

Enmascaramiento: Es un proceso en el cual el umbral de audibilidad correspondiente a un sonido se eleva, debido a la presencia de otro sonido.

Gestión de residuos: Elaboración y presentación de un plan empresarial de prevención de neumáticos fuera de uso para minimizar las afecciones al medio ambiente.

Impacto Ambiental: Es toda actividad realizada por los humanos en la que pueda verse alterado el equilibrio del medio ambiente.

Reciclaje: Es la tarea de darle un segundo uso a algún material que ya cumplió su ciclo de vida o utilidad.

Reflexión: El sonido impacta la superficie y cambia de dirección. Ruido: Es una señal sonora no deseada.

Reverberación: Es un conjunto de ecos producidos por las paredes del recinto que se van sumando a la señal original.

Ruido: Es un fenómeno sonoro irregular que perturba la sensibilidad acústica del sentido auditivo

Sonido: Es un fenómeno producido por la vibración de un cuerpo que se propaga en un medio elástico a una velocidad característica de ese medio y que es percibido por el oído humano.

Sonómetro: Es el aparato que se utiliza para medir el nivel sonoro. Consta de micrófono, amplificador y un indicador del nivel de potencia.

Tiempo de reverberación: Es el tiempo que transcurre en un determinado recinto, desde que se produce un determinado sonido, hasta que la intensidad de ese sonido disminuye a una millonésima de su valor original.

Transmisión: El sonido pasa a través de la superficie al espacio detrás de ella, como luz a través de una ventana.

Umbral de audibilidad: Es el nivel mínimo de presión sonora perceptible por el oído humano.

Vulcanizado: Es el proceso más común de tratamiento del caucho para dotarle de mayor resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Arau, H. (2007). *ABC DE LA ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA*
- Astudillo, E. (2016). *Proyecto de reciclaje de neumáticos usados para aportar la protección del medio ambiente.*
- Calvo-Manza. (1991). *Conceptos-básicos-de-acústica p.84.*
- Cardenas, S. (2010). *Diseño acústico de un salón de clases.*
- Carrión, Antoni. (2004). “*Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos*”
- Castro, V. (2015). *Estudio de factibilidad de creación de una empresa recicladora de neumáticos desechados, para la producción de caucho modificador de asfalto en la provincia del Guayas.*
- Flores, A. (2011). UNAMACOR. Obtenido de Aislamiento térmico, tipos y recomendaciones (actualizado): <http://www.grupounamacor.com/>
- García, A. (s.f.). La exposición cotidiana al ruido ambiental. *Revista de Acústica*, 36-41.
- Giani, Alejandro. (2013). “*Acústica Arquitectónica Ebook*”
- Grupo Pérez-Luzardo. (s.f.). Confort acústico. Obtenido de Grupo Pérez-Luzardo: <http://www.luzardo.es/acustica/confortacustico.html>
- Hernandez, R. (2016). Metodología de la investigación. En R. Hernández, *Metodología de la investigación.*
- Herves, E. (2016). *Proyecto de Reciclaje de Neumáticos para Aportar a la Protección del Medio Ambiente*
- Hidalgo, A. (2011). Aislamiento acústico e insonorización. Obtenido de <http://www.cecorsl.com/2011/06/20/materiales-absorbentes-acusticosaislantes-que-no-aportan-aislamiento-acustico/>
- Ingeniería, L. (2016). “*Paneles Absorbentes Acústicos*”: aplicaciones y ventajas.
- Martos, J. A. (2010). “*El delito de la contaminación acústica*”. (pág. 152). Iustel.
- Millan, M. (2013). *Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de polipropileno y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato provincia de Tungurahua.*
- Paya, M. (1976). *Aislamiento Térmico y Acústico*. Barcelona: Ediciones CEAC.
- Promateriales. (2017). Aislamiento Térmico y Acústico. Obtenido de <http://www.promateriales.com/pdf/pm0307.pdf>

Registro Oficial. (2014, 08 19). Retrieved from NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Rodríguez, F., De la Puente, J., Díaz, C. (2008). “*Guía Acústica de la Construcción*”. Edición adaptada al código técnico de la Edificación.

ROUGERON, C. (1977). AISLAMIENTO ACUSTICO Y TERMICO EN LA CONSTRUCCION. In C. ROUGERON, *AISLAMIENTO ACUSTICO Y TERMICO EN LA CONSTRUCCION*

Tello, Ricardo. (2013). “*Aislamiento acústico (Arquitectura y Construcción)*” Serie Construcciones y Serie Interiorismo. No. 31.

Soto, M. (2012). Retrieved from M A T E R I A L E S A I S L A N T E S A C U S T I C O S P A R A M U R O S

Universo, E. (2018, 05 19). *Gran guayaquil*.

Wicious, W. (2015). *Wucius Wong - Fundamentos del diseño.pdf - LIBROS DE DISEÑO*

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuestas



**UNIVERSIDAD LAICA
"VICENTE ROCAFUERTE" DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DE LA CIUDADELA ALBORADA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Objetivo:
Recolectar información apropiada que permita diseñar el prototipo de panel de aislamiento acústico, mediante el uso de la investigación de campo para determinar su adecuada aplicación.

Instrucciones:
Marcar con una x su respuesta teniendo en cuenta los parámetros de cada pregunta.

CODIGO NO.

PREGUNTA 1. ¿Considera usted que el exceso de ruido de la ciudad afecta sus tareas habituales?		
5	Totalmente de acuerdo	
4	Muy de acuerdo	
3	De acuerdo	
2	Parcialmente de acuerdo	
1	En desacuerdo	

PREGUNTA 2. ¿Qué consecuencias genera en usted el ruido?		
5	Estrés	
4	Irritación	
3	Distracción	
2	Malestar en general	
1	Ninguna	

PREGUNTA 3. ¿Qué fuentes de ruido cree usted que le resultan más desagradables?		
5	Conversaciones	
4	Música	
3	Tránsito vehicular	
2	Obras públicas	
1	Todas	

PREGUNTA 4. ¿Según su criterio, cuáles son las estancias que necesitan un acondicionamiento acústico?		
5	Viviendas	
4	Oficinas	
3	Restaurantes	
2	Instituciones educativas	
1	Todas	

PREGUNTA 5. ¿Es importante asistir a un lugar público y gozar de una buena acústica, aminorando el ruido que generalmente invade?		
5	Totalmente de acuerdo	
4	Muy de acuerdo	
3	De acuerdo	
2	Parcialmente de acuerdo	
1	En desacuerdo	

PREGUNTA 6. ¿Cree usted que se deba impulsar la elaboración de nuevos elementos constructivos para combatir el ruido?		
5	Totalmente de acuerdo	
4	Muy de acuerdo	
3	De acuerdo	
2	Parcialmente de acuerdo	
1	En desacuerdo	

PREGUNTA 7. ¿Usted ha escuchado sobre los paneles acústicos y sus beneficios?		
5	Alguna vez	
4	Rara vez	
3	De vez en cuando	
2	Siempre	
1	Nunca	

PREGUNTA 8. ¿Piensa usted que se pueden elaborar paneles acústicos a base de neumáticos reciclados?		
5	Totalmente de acuerdo	
4	Muy de acuerdo	
3	De acuerdo	
2	Parcialmente de acuerdo	
1	En desacuerdo	

PREGUNTA 9. ¿Sabe usted cual es el destino final de un neumático una vez cumplida su vida útil?		
5	Acumulación descontrolada	
4	Contaminando el ambiente	
3	Elementos de parques	
2	Escondites furtivos	
1	Reutilizado por empresas	

PREGUNTA 10. ¿Se debe reutilizar los neumáticos desechados luego de finalizar su vida útil?		
5	Totalmente de acuerdo	
4	Muy de acuerdo	
3	De acuerdo	
2	Parcialmente de acuerdo	
1	En desacuerdo	

Anexo 2. Cuadro de Coeficientes de absorción de materiales aislantes.

MATERIAL	FRECUENCIAS (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
Algodón, tela	0,04	0,23	0,4	0,57	0,53
Cartones de huevos	0,02	0,05	0,2	0,66	0,53
Caucho, alfombra	0,04	0,04	0,07	0,11	0,03
Corcho en general	0,12	0,27	0,72	0,79	0,76
Corcho, gránulos unidos con aglomerante	0,12	0,27	0,72	0,9	0,75
Enlucido rugoso	0,025	0,026	0,06	0,085	0,043
Espuma de poliuretano	0,17	0,36	0,71	0,9	0,95
Espuma recubierta de plástico	0,79	>1	>1	>1	>1
Fibra de amianto	0,22	0,55	0,65	0,75	0,8
Fibra de madera comprimida	0,04	0,24	0,54	0,88	0,53
Fibra de madera mineralizada	0,11	0,19	0,4	0,79	0,55
Fibra vegetal, estera	0,08	0,17	0,22	0,25	0,31
Fibra de vidrio	0,43	0,98	0,91	0,92	0,88
Fibra de vidrio a fieltro	0,41	0,6	0,99	0,99	0,84
Lana mineral	0,42	0,66	0,73	0,74	0,76
Madera ordinaria	0,16	0,13	0,1	0,06	0,05
Láminas de vidrio de 3 a 5 mm	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02
Yeso, enlucido liso	0,02	0,03	0,04	0,06	0,06
Lana de roca	0,17	0,45	0,93	>1	>1
Lana de roca revestida de una hoja de aluminio	0,22	0,53	>1	>1	0,73