



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación de paredes acústicas basadas en residuos orgánicos para la disminución de la contaminación sonora, en Perú: Revisión sistemática 2015-2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Mamani Cuayla, Rosalinda (orcid.org/0000-0003-0781-742X)

Quispe Pino, Melania (orcid.org/0000-0002-1010-9785)

ASESOR:

Mg. Montalvo Morales, Kenny Ruben (orcid.org/0000-0003-4403-4360)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada la memoria de mi abuelita Paulina Casilla Tacuri, quien me mantuvo soñando cuando quise rendirme. A mi familia, quienes me animaron en este campo de estudio y, durante varios años fueron la guía de mi camino.

Rosalinda Mamani Cuayla

Esta investigación está dedicada a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A mi papá Pancho y mamá Flora por su amor y comprensión en esta etapa y a todas las personas especiales que me acompañaron aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Melania Quispe Pino

Agradecimiento

Me gustaría agradecer en estas líneas a la Universidad César Vallejo por permitirme realizar la presente investigación y a la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo.

Rosalinda Mamani Cuayla

En primer lugar, me gustaría agradecer a la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de culminar mi grado académico. A mis docentes y compañeros que fueron parte de mi proceso de aprendizaje durante la etapa universitaria, muchas gracias.

Melania Quispe Pino

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	20
3.3. Escenario de estudio	21
3.4. Participantes	21
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.6. Procedimiento.....	23
3.7. Rigor científico	24
3.8. Método de análisis de información	25
3.9. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Resultados por objetivos.....	34
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS	71

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Antecedentes de investigación</i>	7
Tabla 2. <i>Matriz de categorización apriorística</i>	20
Tabla 3. <i>Investigaciones analizadas</i>	28
Tabla 4. <i>Categoría "Componentes de la barrera"</i>	34
Tabla 5. <i>Categoría "Atenuación sonora"</i>	39
Tabla 6. <i>Categoría "Tipo de barrera"</i>	45

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Flujograma del proceso de búsqueda de investigaciones para la realización de la revisión sistemática	23
<i>Figura 2:</i> Componentes de la barrera.....	38
<i>Figura 3:</i> Atenuación sonora	44
<i>Figura 4:</i> Tipos de barreras	49

Resumen

La presente revisión sistemática analizó las investigaciones referidas a la aplicación de paredes acústicas preparadas con residuos orgánicos para la disminución de la contaminación sonora en Perú, publicadas del año 2015 al 2021. El objetivo de estudio fue evaluar la aplicación de paredes acústicas en base a residuos orgánicos en la disminución de la contaminación sonora, atendiendo a los componentes de la barrera, la eficiencia de las atenuaciones y los tipos de barrera usados. Metodológicamente fue de tipo aplicada, enfoque cualitativo, diseño narrativo, su técnica fue el análisis documental y el instrumento la “Ficha de registro documental: Aplicación de paredes acústicas para la atenuación sonora”, la población estuvo conformada por las investigaciones referidas a la aplicación de paredes acústicas elaboradas con residuos orgánicos para la disminución de la contaminación sonora. Los resultados permitieron apreciar que en las investigaciones analizadas las barreras acústicas fueron elaboradas tanto con componentes orgánicos y no orgánicos, que las atenuaciones alcanzadas fueron eficientes en el 87% de casos y que los tipos de barrera aplicados fueron prefabricadas, aditivas al concreto y jardines verticales, siendo las más empleadas las prefabricadas (56% del total).

Palabras clave: Barreras acústicas, paredes acústicas, ruido ambiental, contaminación sonora, revisión sistemática.

Abstract

The present systematic review analyzed the investigations related to the application of acoustic walls prepared with organic waste to reduce noise pollution in Peru, published from 2015 to 2021. The objective of the study was to evaluate the application of acoustic walls based on waste. organics in the reduction of noise pollution, taking into account the components of the barrier, the efficiency of the attenuations and the types of barrier used. Methodologically it was of an applied type, qualitative approach, narrative design, its technique was documentary analysis and the instrument was the "Documentary record file: Application of acoustic walls for sound attenuation", the population was made up of investigations related to the application of acoustic walls made with organic waste to reduce noise pollution. The results allowed us to appreciate that in the analyzed investigations the acoustic barriers were made with both organic and non-organic components, that the attenuations achieved were efficient in 87% of cases and that the types of barriers applied were prefabricated, additives to concrete and vertical gardens. , being the most used the prefabricated ones (56% of the total).

Keywords: Acoustic barriers, acoustic walls, environmental noise, noise pollution, systematic review.

I. INTRODUCCIÓN

En este estudio de revisión sistemática se analizó la capacidad de atenuación de las paredes acústicas en base a residuos orgánicos en la reducción de contaminación sonora, pues el problema acústico se hace cada vez más frecuente en las sociedades en crecimiento, llegando incluso a países en vías de desarrollo, donde es cada vez más común presenciar niveles altos de ruido que perjudican drásticamente la salud humana, produciendo pérdida auditiva y otras consecuencias irreversibles en la salud física y mental de la población (Organización Mundial de la Salud OMS, 2022).

Este problema se puede apreciar a nivel internacional tal como señaló el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC-2019), que indicó que en Estados Unidos son aproximadamente 22 millones los trabajadores quienes por su rubro laboral se encuentran expuestos a niveles de ruido peligrosos para su salud. De forma similar, la OMS, citada por Martín (2020), indica que en Europa son aproximadamente 113 millones de personas las que sufren por niveles de ruido superiores a 55 decibeles a consecuencia del tráfico durante el día, siendo que más del 50% de europeos vienen habitando en zonas urbanas expuestas a niveles de ruido que rondan los 55db o más.

De igual forma, la Agencia Europea de Medio Ambiente (2020), señala que la contaminación sonora es uno de los grandes problemas que afectan a la salud de millones de personas del viejo continente, pues más de 100 millones de sus habitantes realizan sus actividades bajo exposición a ruidos prolongados que perjudican su salud. De igual forma la Organización Mundial de la Salud citada por Gil et al. (2017), señalo que los europeos pierden al menos 1 millón de años de vida saludable anuales a consecuencia de una discapacidad o enfermedad provocada por el ruido del tráfico.

Este problema de la contaminación acústica también puede apreciarse a nivel nacional, como lo señala el Estado Peruano (2020), quien conforme a los resultados obtenidos por la OEFA en su campaña de medición de ruido ambiental aplicada en los distritos del Callao y Lima en el 2019, arrojó que tras realizar 131 mediciones en zonas comerciales en 118 se superaba el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de ruido. Además, el Ministerio del Ambiente MINAM (2015) agrega que en Lima es común superar los 70 decibeles, produciéndose así un estado constante de

contaminación sonora, ya que según la OMS el máximo ruido soportable por el hombre es de 60 dB. De igual manera, Vilcapoma (2020), citando a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), indica que casi el 80% de transeúntes de la capital manifiesta venir siendo afectados por el ruido producido en las calles por el tráfico vehicular diario. Algo que aparentemente se viene normalizando desde hace tiempo atrás (La República, 2022).

Las consecuencias de esta elevada contaminación sonora no son mínimas, conforme indica la OMS (2022), en el mundo son más de mil millones de personas entre las edades de 12 a 35 años, quienes son propensos a una pérdida auditiva como consecuencia de una exposición excesiva y prolongada de música a un volumen elevado. Asimismo, la Asociación Médica Mundial (2022) indica que, el ruido perjudica a los seres humanos de muchas formas, sus consecuencias se encuentran relacionadas con la audición, la comunicación oral, el sistema nervioso vegetativo, el rendimiento y el sueño, además se sospecha que el ruido favorece a las enfermedades relacionadas al estrés, tales como las enfermedades cardiovasculares, que se puede manifestar con infartos de miocardio, hipertensión, apoplejía o angina de pecho.

De forma similar, Kalisa et al. (2022) señalo que la contaminación acústica plantea una grave amenaza para la salud pública y sigue aumentando en extensión, frecuencia y gravedad debido al rápido crecimiento de la población y la urbanización, y esto es motivo de especial preocupación en países en desarrollo.

Además, el malestar auditivo no se limita a perjudicar a la especie humana, sino que es también un peligro potencian para la fauna marina y terrestre, pues el exceso de ruido es capaz de disminuir la capacidad reproductiva, además de que incrementa la mortalidad en los animales de las zonas más alejadas y silenciosas (La Vanguardia, 2020).

La proyección de esta problemática no resulta favorable, pues la contaminación sonora no es un problema únicamente de los países industrializados, sino que en la actualidad son más los países que se encuentran en desarrollo y que vienen experimentando un aumento masivo del tráfico vehicular, tanto terrestre como aéreo, produciendo niveles de ruido peligrosos para la salud de sus habitantes, lo

que tiende a aumentar con el crecimiento de las ciudades, por lo que se trata de un problema que va en aumento (CDC-2019).

Asimismo, esta revisión se justifica teóricamente, ya que la información que se logró sistematizar amplió el marco de conocimientos que se tiene sobre las variables de estudio. Asimismo, se justifica económicamente, pues en las investigaciones se analizaron los principales insumos para la elaboración de paredes acústicas, los cuales fueron en base a residuos orgánicos. También, encuentra justificación social, pues la mitigación de la contaminación sonora es una solución que beneficiará a múltiples sectores de la sociedad; Además, tiene justificación en el interés de las autoras, pues la problemática analizada se viene suscitando en el entorno donde las investigadoras domicilian, siendo un problema real que las mismas han podido identificar.

Respecto a la importancia de la revisión, esta permitió aportar información relevante al momento de confeccionar e implementar una pared acústica, pues los datos obtenidos se recabaron directamente de artículos de investigación donde se empleó la pared acústica como variable independiente para la mitigación del ruido comprendido como variable dependiente.

Por lo expuesto, queda evidenciado que el problema investigado en la presente revisión es un problema real, el cual viene aquejando a sectores diversos en distintas ciudades, tanto a nivel internacional, nacional y local. Por lo tanto, resulto necesario indagar en las distintas alternativas de solución para esta situación, para con ello cooperar en su solución, en este caso la capacidad de mitigación de ruido que tienen las paredes acústicas, sobre todo considerando que incluyen material reciclable.

Procediéndose a plantear como problema general: ¿Cómo es la aplicación de paredes acústicas en base a residuos orgánicos para la disminución de la contaminación sonora? Además de los problemas específicos: i) ¿Cuáles son los componentes de las paredes acústicas en base a residuos orgánicos empleados para la disminución de la contaminación sonora?; ii) ¿Cuáles fueron las atenuaciones sonoras alcanzadas con las barreras acústicas?; iii) ¿Cuáles son los

tipos de barreras acústicas utilizados para la atenuación de la contaminación sonora?

Como objetivo general se plantea lo siguiente: Evaluar la aplicación de paredes acústicas en base a residuos orgánicos en la disminución de la contaminación sonora; mismo que se desarrolló mediante el análisis de los siguientes objetivos específicos: i) Identificar los componentes de las paredes acústicas en base a residuos orgánicos empleados para la disminución de la contaminación sonora; ii) Determinar las atenuaciones sonoras alcanzadas con las barreras acústicas; iii) Identificar los tipos de barreras acústicas utilizados para la atenuación de la contaminación sonora.

II. MARCO TEÓRICO

En este estudio de revisión sistemática se tomó como antecedentes de investigación a publicaciones de carácter científico pertenecientes a la base de datos Science Direct, publicados en el periodo de los años 2015 al 2021, previa a la elaboración metodológica.

Tabla 1. Antecedentes de investigación

N°	Autor (año), revista, volumen, número, pag.	Metodología	Objetivo	Resultados	Conclusiones	DOI
1	Yang y Jeon (2020), Edificación y Medio Ambiente Volumen 182, septiembre 2020, 107121	El estudio fue una revisión realizada entre 80 artículos de revistas de los cuales 80 proporcionaron información sobre la medición física implicando un metaanálisis, y 10 artículos brindaron una percepción acústica sobre los materiales y diseños.	El propósito de este estudio fue llevar a cabo una revisión sistemática de los elementos de diseño del edificio para un mejor entorno acústico urbano basado en estudios acústicos previos, y derivar estrategias de diseño de la envolvente del edificio a partir de los elementos de diseño de la envolvente del edificio.	Los estudios analizados fueron realizados durante las últimas décadas, mediante un metaanálisis se pudo demostrar que los elementos geométricos del diseño envolvente del edificio logran reducir considerablemente los niveles de ruido exterior. Además, si se habla de estrategias acústicas tradicionales, tanto la construcción fragmentada como la de mayor uso de materiales absorbentes de sonido son estrategias derivadas del diseño envolvente del edificio.	Para alcanzar un buen ambiente acústico aplicable en construcciones de edificios reales, se necesita esfuerzos colaborativos entre arquitectos, acústicos. Los arquitectos y urbanistas deben considerar los aspectos acústicos, mientras que los especialistas en acústica deben considerar los factores arquitectónicos.	https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107121
2	Caniato et al. (2021), Revista de	El estudio fue una revisión donde tras aplicar	Esta investigación tuvo como objetivo proporcionar una	En relación con los materiales estudiados los resultados fueron los siguientes:	Debe especificarse claramente que a menudo los estudios informan valores diferentes para	https://doi.org/10.1016/j

	Ingeniería de la Construcción Volumen 43, noviembre 2021, 103066	diversos criterios de exclusión e inclusión, se analizaron 42 artículos de revistas académicas que fueron comparados y discutidos.	visión general de los principales parámetros de aislamiento térmico y acústico de elementos utilizados en la construcción de edificios de madera.	<p>Perno de madera, existen numerosos datos sobre la conductividad térmica y el calor específico a presión constante, sin embargo, ningún estudio entre los identificados lo califico acústicamente.</p> <p>Madera OSB, fue el foco de numerosos estudios, que proporcionaron valores sobre densidad y conductividad térmica. Sin embargo, a diferencia del material anterior, solo unos pocos proporcionaron datos sobre sus propiedades acústicas.</p> <p>Lana de vidrio, respecto a sus parámetros acústicos, la resistividad del flujo de aire se trata ampliamente, proporcionando muchos resultados diferentes.</p> <p>Poliestireno; como se esperaba, varios autores hablaron sobre sus propiedades térmicas, aunque hay una falta de datos y caracterización con respecto a ciertas propiedades mecánicas y una representación acústica del material.</p> <p>Sobre la paja, no se encontró información sobre sus parámetros acústicos.</p> <p>Fibras de palmera datilera y estimaron que sus parámetros acústicos varían con relación a su espesor.</p>	materiales similares, mientras que a veces se puede encontrar que para materiales muy diferentes se describen valores muy similares. Como conclusión, podemos afirmar claramente que las bases de datos deben considerarse solo si las mediciones reales no están disponibles, ni son posibles. En consecuencia, basar la simulación numérica en valores de la literatura puede ser engañoso, debido a los amplios rangos presentados.	.jobe.2021.103066
3	Islam y Bhat (2019), Revista de Gestión Ambiental	El estudio fue una revisión realizada con 41 artículos de revistas académicas a fin	En esta revisión se buscó recopilar información sobre aquellos materiales de aislamiento	Se trato la contaminación ambiental y los daños a la salud humana producidos por el desecho de textiles, además de los procesos que minimizan su impacto mediante el	Si bien los resultados fueron muy favorables para promover el uso de textiles reciclados como materiales aislantes, la investigación señalo que este	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109536

	Volumen 251, 1 de diciembre de 2019, 109536	de determinar las características térmicas y acústicas de materiales de residuos textiles. Respecto a las propiedades de aislamiento térmico se estudiaron 23 artículos de revistas y sobre las características de absorción acústica fueron 18 artículos de revistas académicas.	térmico y acústico a partir de residuos textiles.	reciclaje. Además, se hizo una descripción del proceso de transformación de los residuos textiles en materiales de aislamiento. Se determinó que, si bien en el mercado actual los materiales de aislamiento se encuentran dominados por materiales sintéticos convencionales, los residuos de textiles cuentan con propiedades de aislamiento similares e incluso en algunos casos brindan resultados muy superiores. Además, respecto al efecto ambiental, los materiales aislantes sintéticos tienen un impacto negativo en el medio ambiente, cosa que no pasa con el uso de textiles reciclados.	proceso aún se encuentra en etapa inicial, pues las investigaciones de este tipo solo utilizaron fibras textiles muy comunes; la mayoría de materiales estudiados no fueron completamente caracterizados; existe un estudio limitado sobre la estructura de los materiales de aislamiento, multiplicar las capas de diversas estructuras también puede afectar a las propiedades aislantes. Se puede concluir que los desechos textiles tienen el potencial de ser utilizados como un material de aislamiento ecológico, pero aún deben abordarse algunas de las limitaciones.	
4	Lacoste, et al. (2015), Cultivos y productos industriales Volumen 67, mayo 2015, páginas 70-73	Metodológicamente el estudio refirió ser una revisión realizada a partir de 22 artículos de revistas académicas.	En esta revisión se buscó determinar las características de absorción acústica de las espumas a base de taninos.	Las espumas de tanino furánicas fueron probadas por diversos estudios en la absorción acústica, demostrando tener grandes capacidades en este sentido, siendo que, los mejores resultados de absorción sonora se presentaron con frecuencias igual o superiores a 1000 Hz, sin embargo, con frecuencias entre 250 y 500 Hz los resultados no fueron tan sorprendentes, pero aún se encontraban en valores respetables.	Se concluyó que, las espumas a base de taninos si presentaron buenos resultados como un material de absorción acústica, sobre todo cuando se trataban de frecuencias de sonido elevadas por lo que es un material potencial dentro de las nuevas generaciones de materiales para la atenuación acústica.	https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.018
5	Tao et al. (2021), APPLIED MATERIALS TODAY, Volumen	La investigación fue una revisión de 30 artículos de revista que desarrollaron	La presente revisión se centró en los últimos desarrollos en productos fonoabsorbentes	La investigación analizó una amplia gama de materiales como la espuma de poliuretano, las espumas termoplásticas, las telas textiles y los compuestos con diferentes	Se concluyó que, las combinaciones tanto de técnicas como de tipos de materiales aislantes de ruido son estrategias beneficiosas	https://doi.org/10.1016/j.apmt.2021.10.1141

	24, septiembre 2021, 101141	productos de absorción acústica a base de materiales e ingeniería	basados en soluciones de materiales de ingeniería, así como micro y nanoestructuras personalizadas.	estrategias de diseño absorbentes de sonido para aplicaciones en la industria automotriz, interiores, edificios e infraestructura; determinando que, respecto a las espumas, los factores que afectan las capacidades de absorción del sonido incluyen los parámetros estructurales de la espuma, como la densidad y la morfología de las celdas, el contenido de las celdas abiertas; respecto a los textiles, se determinó que su resultado como un material aislante de sonido depende de las características del tejido, como el tipo, el tamaño y la forma de la fibra, la secuencia y el grosor de las capas, la densidad del tejido, así como la tortuosidad y la porosidad estructurales.	para desarrollar una nueva generación de materiales absorbentes de sonido, además, se observó que la mayoría de los materiales que dominan el mercado actual son dañinos para el medioambiente y en muchos casos ni son reciclables por lo que es necesario dar más estudios a materiales como los textiles como un material potencial en el futuro.	
6	Patnaik et al. (2015), Energy and Buildings, Volume 92, Pages 161-169	El presente estudio fue de tipo experimental, se desarrollaron cinco esteras no tejidas a base de residuos de lana y fueron probadas para determinar sus propiedades aislantes térmicas y acústicas.	El objetivo de este trabajo fue desarrollar materiales/muestras rentables a base de lana de desecho para las industrias de la construcción con propiedades de aislamiento térmico y acústico	Dos capas de lana de desecho al 50 % y alfombra de RPET al 50 % proporcionaron las mejores propiedades de aislamiento, acústicas, de absorción de humedad y de resistencia al fuego. Las esteras de lana de desecho/RPET absorbían más del 70 % del ruido incidente en el rango de frecuencia de 50 a 5700 Hz.	Se concluyo que, tras elaborar y producir cinco esteras no tejidas diferentes (CW, DW, RPET, CWP y DWP) en cuanto a la absorción acústica, aislamiento térmico., absorción de humedad, resistencia al fuego y biodegradación. Las esteras de lana de desecho/RPET (CWP y DWP) mostraron el mejor aislamiento térmico, absorción acústica, absorción de humedad y buenas propiedades contra incendios. Se concluyo que	http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.056
7	Kumar et al., (2021), Journal of	Metodológicamente el estudio fue de tipo	El objetivo de la investigación fue determinar la eficacia	El aerogel sintetizado a base de caña de azúcar presento un excelente coeficiente de absorción acústica de	El producto elaborado no solo obtuvo resultados excelentes en el aislamiento de ruido, además,	https://doi.org/10.1016/j.j

	Cleaner Production, Volume 298, 126744	experimental, se desarrollo un aerogel robusto a base de bagazo residual de caña de azúcar como un aislante térmico y acústico	de los residuos de bagazo de caña de azúcar como un aislante acústico.	0,83 (20% superior a los aislantes acústicos comerciales).	presento una reducción del 69% en el costo de producción en comparación con el panel acústico de fibra de poliéster más comercializado en India.	clepro.2021.126744
8	Lawanwadee et al., (2020), Construction and Building Materials, Volume 255, 119376	Metodológicamente el estudio fue de tipo experimental, se desarrollaron ladrillos a base de arcilla con propiedades termoacústicas.	Este estudio tuvo como objetivo desarrollar una estrategia para la fabricación de ladrillos de arcilla termoacústicos utilizando materiales que se encuentran comúnmente en Tailandia, centrándose en las relaciones entre sus propiedades acústicas.	La muestra preparada con 30 % en peso de carbón vegetal grande y cocida a 1100 -C (1100L30) obtuvo un coeficiente de absorción acústica de aproximadamente 0,30dB.	Es posible producir materiales de construcción termoacústicos utilizando aditivos a base de carbón en el cuerpo de arcilla, y estos ladrillos se pueden utilizar como material de construcción alternativo y más económico para sus pobladores.	https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119376
9	Tămaș-Gavrea y Dénes, (2020), Procedia Manufacturing, Volume 46, Pages 402-409	Metodológicamente el estudio fue descriptivo, se caracterizó un nuevo material a base de cal hidratada y componentes naturales y sus propiedades en la absorción acústica.	El propósito de este trabajo fue caracterizar un nuevo material compuesto basado en componentes naturales.	El compuesto a base de cal hidratada, escoria de horno, aditivo y fibras de cáñamo presentó la mayor absorción de los materiales estudiados, con la máxima absorción de 0,53 a la frecuencia de 2000 Hz.	Se puede concluir que el material compuesto propuesto, compuesto por cal hidratada, fibras de lana y pasta de arroz, presenta una aceptable fuerza adhesiva, baja conductividad térmica y alta absorción acústica a altas frecuencias. En base a estas propiedades, el mortero estudiado podría ser utilizado en el campo de las construcciones con la función de acabado interior.	https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.059

10	Liuzzi et al., (2020), <i>Industrial Crops and Products</i> , Volume 147, 112229	Metodológicamente fue un estudio descriptivo que busco caracterizar las fibras vegetales de residuos de paja y olivo y su aplicación en la construcción como un material de absorción acústica.	Se determinó la eficacia de reducción acústica de las fibras vegetales para una mayor utilización en materiales de construcción debido a su baja huella de carbono y su idoneidad como paneles higrorotéticos y absorbentes acústicos	Los resultados arrojaron un valor de tortuosidad de 1,9 para la paja y 3,5 para el olivo, lo que confirma que, en el segundo caso, la estructura densa y en capas de las hojas creaba un camino más complicado para que viajara el sonido. El factor de forma de poro óptimo fue 0,9 para paja y 1,5 para olivo, de acuerdo con el hecho de que las hojas de olivo tienden a crear poros más compactos e irregulares	Se concluyo que, las características de los elementos estudiados mostraron que si pueden ser utilizaos como materiales de absorción acústica pero que su eficacia varía de acuerdo con la cantidad de capas y su grosor. Se pueden utilizar como un buen reemplazo para los materiales absorbentes de sonido poro elásticos tradicionales, posiblemente usados en combinación con capas acústicamente transparentes para proteger la superficie exterior del material y posiblemente abordar los límites estéticos.	https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112229
----	--	---	---	--	---	---

Fuente: elaboración propia.

De igual forma se recopilaron las siguientes bases teóricas:

Durante los últimos años, con la industrialización se dio un veloz desarrollo urbano que viene provocando diversos inconvenientes, siendo el principal de estos **la contaminación sonora** que afecta el estado de ánimo y en general a la salud de millones de personas (Sandin y Peters, 2018).

Arenas et al. (2017) entiende a la **contaminación acústica** como un problema ambiental de gran importancia en nuestra actualidad, ya que genera un impacto negativo mundial a la salud de las personas. Siendo los mecanismos de transporte públicos y particulares la mayor fuente de ruido, principalmente el tráfico de carretera que crece cada vez más con el pasar del tiempo. Al mismo tiempo, Patnaik et al. (2015) señala que con el crecimiento de la contaminación acústica, son cada vez más las industrias como la de construcción las que se encuentran buscando mejorar la calidad de sus materiales aislantes de ruido.

Sandin y Peters (2018) refieren que a **consecuencia de la contaminación acústica** se producen diversos efectos dañinos a la salud del ser humano, desde efectos sensoriales a enfermedades coronarias, pérdida auditiva, estrés, accidentes cardiovasculares y presión arterial. Para la mayor parte de los casos, el diagnóstico no será de forma inmediata, lo que solo llevará al afectado a condiciones peores. Es más, según La Organización Mundial de la Salud citada por De Silva y Perera (2018), se estima que anualmente se pierden más de 1 millón de Años de Vida Saludable en los estados pertenecientes a la Unión Europea y otros países de Europa Occidental, únicamente como consecuencia al ruido del tráfico.

Además, según Thai et al. (2020) **la contaminación acústica también genera** daños cotidianos como la perturbación en horas de trabajo o incluso reduce nuestra eficiencia laboral.

Dado los diversos daños a la salud producidos por la exposición al ruido, es importante la presencia de **barreras acústicas** cuya función es aislar las vibraciones, hechas a partir de materiales efectivos en la atenuación de ruidos y así resolver el problema de la contaminación acústica (Pu et al., 2021).

Para Tran et al. (2020), si bien **las barreras acústicas** son una solución viable a la contaminación sonora, **los materiales de adsorción de sonido tradicionales** se sintetizan principalmente utilizando compuestos orgánicos, que incluyen lana de roca, espuma de poliuretano y fibra de vidrio, pero estos materiales no son respetuosos con el medio ambiente y no se degradan fácilmente en la naturaleza. De forma similar, Kumar et al. (2021) refiere que debido al alto costo involucrado y la naturaleza no biodegradable de ciertos compuestos usados en la elaboración de barreras acústicas, se viene restringiendo su aplicación posterior. Por lo que los materiales naturales, al tener un bajo costo y ser adsorbentes ecológicos, vienen llamando la atención de muchos investigadores.

Según Renterghem y Botteldooren (2012) los diferentes **materiales utilizados en la construcción de barreras acústicas** deben de ser absorbentes y blandos, pues estos son los de mayor efectividad al reducir la intensidad del sonido reflejado por la superficie de la barrera. Sin embargo, gran parte de estos materiales producen residuos durante su fabricación, lo que tiene un negativo sobre el medio ambiente. Muchos de los materiales reciclados utilizados al elaborar barreras acústicas no son reciclables al finalizar su vida útil, por ejemplo, los neumáticos de vehículos triturados, materiales fibrosos, morteros porosos, restos de moquetas, etc. Incluso al finalizar la vida útil de la barrera, esta misma tampoco es apta para reciclaje por lo que contribuye aún más a la huella de carbono.

Ante estos problemas, la **conciencia medioambiental** viene creciendo en todo el mundo, desencadenando un cambio hacia el desarrollo de materiales amigables con el medio ambiente a partir de materiales reciclados. Están surgiendo algunos materiales no convencionales, especialmente de origen natural, que aún presentan raras aplicaciones en el campo de la elaboración de barreras acústicas (Buratti et al., 2018)

Según Aksogan et al. (2018), las **barreras acústicas ecológicas** son una tendencia hacia un nuevo sistema sostenible, donde se utilizaran materiales más amistosos con el medio ambiente y de esta forma contribuir al desarrollo sostenible, además ya se realizaron diversos estudios donde se demostró la eficacia de desechos agrícolas o industriales que agregados con residuos plásticos pueden formar un sólido con grandes capacidades en la atenuación acústica, de igual forma

con materiales simples como la cascarilla de arroz o el papel de deshechos que son materiales novedosos y ecológicos que pueden servir para la elaboración de estas nuevas barreras.

Selamat et al. (2019), define al **desarrollo sostenible** como la inclusión de subproductos o residuos de la biomasa en los materiales de construcción, lo que se traduce en una forma efectiva de afrontar el reto de la contaminación ambiental. Siendo este motivo por lo que en la actualidad son diversos los estudios que se centran en evaluar el potencial de subproductos a fin de utilizarse como componentes en materiales de construcción, asimismo aplicándose también este enfoque en la elaboración de paredes acústicas a base de materiales reciclados eficaces en la atenuación acústica.

Para Gil (2017) , estas **barreras acústicas hechas a base de materiales reciclados tienen un doble propósito**, primero está la reutilización de materiales de desecho y, por otro lado, logran reducir los niveles de contaminación acústica del tráfico. Además, que el uso de materiales locales ayuda a reducir la huella de carbono ya que se omiten los costos de transporte, de igual forma la utilización de materiales ecológicos resulta bastante económico, siendo posible elaborar barreras acústicas totalmente reciclables que incluso al culminar su vida útil no produzcan daños al medioambiente.

Según Abaide et al. (2019), el uso de **cultivos de cereales como un material para la elaboración de barreras acústicas** es una gran ventaja debido a su bajo costo. El arroz como un material reutilizable, cuenta con diversos estudios que aseveran su eficacia en la atenuación acústica, además, de este se pueden obtener diversos subproductos tales como la paja, cascarilla y salvado de arroz, los cuales, si bien se pueden reutilizar de forma parcial en los lechos de animales, gran parte de estos terminan siendo incinerados o depositados en vertederos, generando varios problemas ambientales. Además de tener un bajo costo para su utilización, el arroz y sus subproductos es de fácil acceso ya que este cereal es de los más populares y consumidos en todo el mundo, siendo que en el 2015 su producción fue de 749,8 millones de toneladas, cantidad que se viene incrementando de forma anual.

Según Gil et al. (2017), **el sonido es** una onda mecánica que se traslada por medio de la materia, en estado gaseoso, sólido o líquido. El sonido es aquella sensación que percibimos los seres humanos a través del oído, es producido por el movimiento ondulatorio en un medio elástico que usualmente es el aire; nace como consecuencia de rápidos cambios de presión generados por el movimiento vibratorio de un cuerpo x que se denomina fuente sonora.

Para Marques et al. (2021), **la percepción humana de las ondas sonoras** es el resultado del proceso psicológico llevado a cabo por nuestro sistema auditivo central que nos permite interpretar los sonidos percibidos, se da cuando una fuente sonora comienza a vibrar generando lo que conocemos como sonido, el cual se traslada hasta llegar a nuestro oído; ya en la oreja del ser humano, las vibraciones se mueven por el conducto auditivo hasta alcanzar el tímpano, luego, las vibraciones se movilizan hasta la cadena de huesecillos: estribo, yunque y martillo, donde se amplifica el sonido y llega hasta el oído interno. Finalmente, ya en el oído interno, las vibraciones “mueven” los líquidos perilinfa y endolinfa ubicados en la cóclea, deformando las células ciliadas en el interior las cuales transforman las ondas sonoras percibidas en impulsos eléctricos que llegan hasta el sistema nervioso auditivo y de este a la corteza auditiva, la cuales encarga de interpretar y decodificar la sensación denominada sonido.

Jensen y Alfieri (2021) entienden a la **atenuación del sonido** como el proceso por el cual las ondas sonoras tridimensionales se desplazan y conforme van alejándose de su fuente sonora de origen van debilitándose, la disminución de la amplitud se cuantifica de acuerdo con la Ley cuadrada inversa, la cual refiere algunos fenómenos físicos que entienden el cómo y porque la intensidad del sonido disminuye conforme a la distancia que tengan de su centro de origen

Los **Fenómenos físicos que afectan a la propagación del sonido** son:
Absorción: se da cuando una onda sonora llega hasta una superficie y parte de su energía se ve reflejada, sin embargo, un porcentaje también es absorbido por la superficie. Reflexión: Sucede cuando una onda sonora se topa con un obstáculo que no puede ser traspasado, por lo que termina reflejándose y regresando hacia su fuente de origen. Transmisión: Cuando el obstáculo es plano (paredes de construcciones), una parte de la energía logra traspasar el obstáculo. Difusión: Si

la superficie en cuestión cuenta con alguna rugosidad, la onda sonora reflejada no solo seguirá una dirección, si no que, se divide en múltiples ondas. Refracción: Es la desviación que padecen las ondas en camino a su propagación, cuando el sonido se traslada de un medio a otro. La refracción se debe a que, al cambiar de medio, cambia la velocidad de propagación del sonido. Difracción: Se conoce como difracción al fenómeno que donde una onda acústica encuentra un obstáculo con dimensiones menores a su longitud de onda (λ), esta es capaz de rodearlo atravesándolo (Silva y Perera, 2018).

Respecto a los **parámetros de regulación de los niveles de ruido**, en el Perú durante el 2003 fueron regulados mediante el Decreto Supremo N.º085-2003-PCM, donde se establecieron los límites permitidos de ruido a fin de proteger la salud y la calidad de vida de la población.

Estos estándares de calidad de ruido se clasificaron de acuerdo a la zona y horario, teniendo como los máximos permisibles a los siguientes: Para zonas de protección especial, se permite un máximo de 50 y 40 dB durante horario día y noche respectivamente; para las zonas residenciales, se permite un máximo de 60 y 50 dB en horario día y noche respectivamente; para las zonas comerciales, el máximo permitido es de 70 y 60 dB en horas del día y noche respectivamente; por último, en las zonas industriales se permite un máximo de 80 y 70 dB durante horas del día y noche respectivamente.

Por último, el mismo decreto se encargó de regular el tipo de lugares que comprenden las zonas ya nombradas anteriormente, siendo las siguientes: Zona comercial, son aquellas áreas autorizadas por el gobierno para las actividades comerciales y de servicios; zonas residenciales, son aquellas áreas autorizadas por el gobierno para ser usadas como áreas de vivienda o residencia de sus pobladores; zonas industriales, son aquellas áreas autorizadas por el gobierno para desarrollar actividades de enfoque industrial; por último, las zonas de protección especial, son aquellas áreas que requieren una atención especial con respecto al ruido, pueden ser establecimientos de saludos, educativos y orfanatos o asilos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta revisión correspondió al tipo de investigación básica, conforme a Esteban (2018), es aquella que aporte resultados que sirven de base para la investigación aplicada, siendo entonces esencial para el desarrollo científico; lo que esta revisión aportó al brindar datos concluyentes fruto del análisis de otros estudios.

Respecto al enfoque de investigación de este estudio correspondió al cualitativo, considerando que sus resultados no se obtuvieron por medio de la aplicación de pruebas estadísticas destinadas a la comprobación de una hipótesis, sino que por otro lado, nacieron de la interpretación que las investigadoras realizaron de un conjunto de investigaciones analizadas (Vega et al., 2014).

Asimismo, se usó el diseño de investigación sistemático, el que según Hernández Sampieri et al. (2014), consiste en un conjunto de procedimientos sistematizados para el análisis de información, este proceso implica al recojo de información a través de motores de búsqueda, la aplicación de conectores para la formulación de una estrategia de búsqueda, el empleo de criterios de inclusión y exclusión y la visualización del contenido de los documentos para su análisis.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla 2. *Matriz de categorización apriorística*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
Identificar los componentes de las barreras acústicas en base a residuos orgánicos empleados para la disminución de la contaminación sonora.	¿Cuáles son los componentes de las barreras acústicas en base a residuos orgánicos empleados para la disminución de la contaminación sonora?	Componentes de la barrera	Componentes en base a residuos orgánicos Componentes residuales no orgánicos	Procedencia del material	Costo del material
Determinar las atenuaciones sonoras alcanzadas con las barreras acústicas.	¿Cuáles fueron las atenuaciones sonoras alcanzadas con las barreras acústicas?	Atenuación sonora	Nivel de sonido aceptable Sonido considerado contaminante	Parámetro considerado por el autor	Parámetro ECA internacional
Identificar los tipos de barreras acústicas utilizados para la atenuación de la contaminación sonora.	¿Cuáles son los tipos de barreras acústicas utilizados para la atenuación de la contaminación sonora?	Tipo de barrera	Aditiva al concreto Jardín vertical Prefabricada	Características de la barrera	Diseño de la barrera

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2 se pudo apreciar la matriz de categorización apriorística, la cual contiene las categorías y subcategoría de investigación, las cuales son el equivalente a las variables y dimensiones de una investigación cualitativa. Asimismo, en dicha tabla se ha apreciado de manera sintetizada los problemas y objetivos específicos que orientarán la presente revisión sistemática.

Los objetivos y problemas apreciados guardan congruencia con sus respectivas categorías. Los temas indagados están determinados por las categorías de la investigación, que permitieron recoger la información con un criterio sistemático. Siendo la primera categoría: “Componentes de las paredes acústicas”; que cuenta con las subcategorías: componentes en base a residuos orgánicos y componentes residuales no orgánicos; teniendo como criterios: a la procedencia del material y al costo del material. Siendo la segunda categoría: “Atenuación sonora”; teniendo como subcategorías: el nivel de sonido aceptable y el nivel considerado contaminante; además de los criterios: parámetros considerados por el autor y parámetro ECA internacional. Siendo la tercera categoría: “Tipo de barrera”; que a su vez contó con las subcategorías: aditiva al concreto, jardín vertical y prefabricada; contando con los criterios: características de la barrera y diseño de la barrera.

3.3. Escenario de estudio

Al tratarse de una revisión sistemática el trabajo desarrollado fue el de un estudio de gabinete, por lo tanto, el escenario estuvo constituido por las bases de datos donde se encuentran ubicadas las publicaciones científicas, especificando que estas abordaron el tema investigado.

3.4. Participantes

En la presente revisión se tuvo como elementos para la obtención de información a las mismas investigaciones referidas a la reducción de contaminación sonora mediante barreras acústicas, los cuales fueron analizados mediante la aplicación del instrumento de investigación.

Cabe agregar que, conforme a los autores, una revisión sistemática analiza un conjunto de investigaciones disponibles sobre el tema de interés (Moreno et al., 2018). Por lo cual no hay un mínimo de investigaciones que se deban abarcar, sino

que el criterio de cantidad está supeditado a la información que se encuentra disponible.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de investigación son procesos que hacen posible la realización de la investigación. En el caso del presente estudio que es una revisión sistemática, la técnica que se aplicó fue el análisis documental, que según Arias (2020), consiste en un proceso de revisión para obtención de información de un documento, el cual debe ser una fuente primaria en la cual el investigador pueda obtener datos que le posibiliten alcanzar sus resultados.

En concordancia con la técnica antes mencionada, el instrumento que hizo posible el recojo de información fue una ficha de registro documental denominada “Ficha de registro documental: Aplicación de paredes acústicas para la atenuación sonora”, según Arias (2020) este instrumento permitió recoger información de la fuente que se consultó, su diseño considera la información que se desea obtener, ergo no existe un modelo estandarizado; por lo que en esta revisión se tomó en cuenta las categorías y criterios que previamente se establecieron.

3.6. Procedimiento

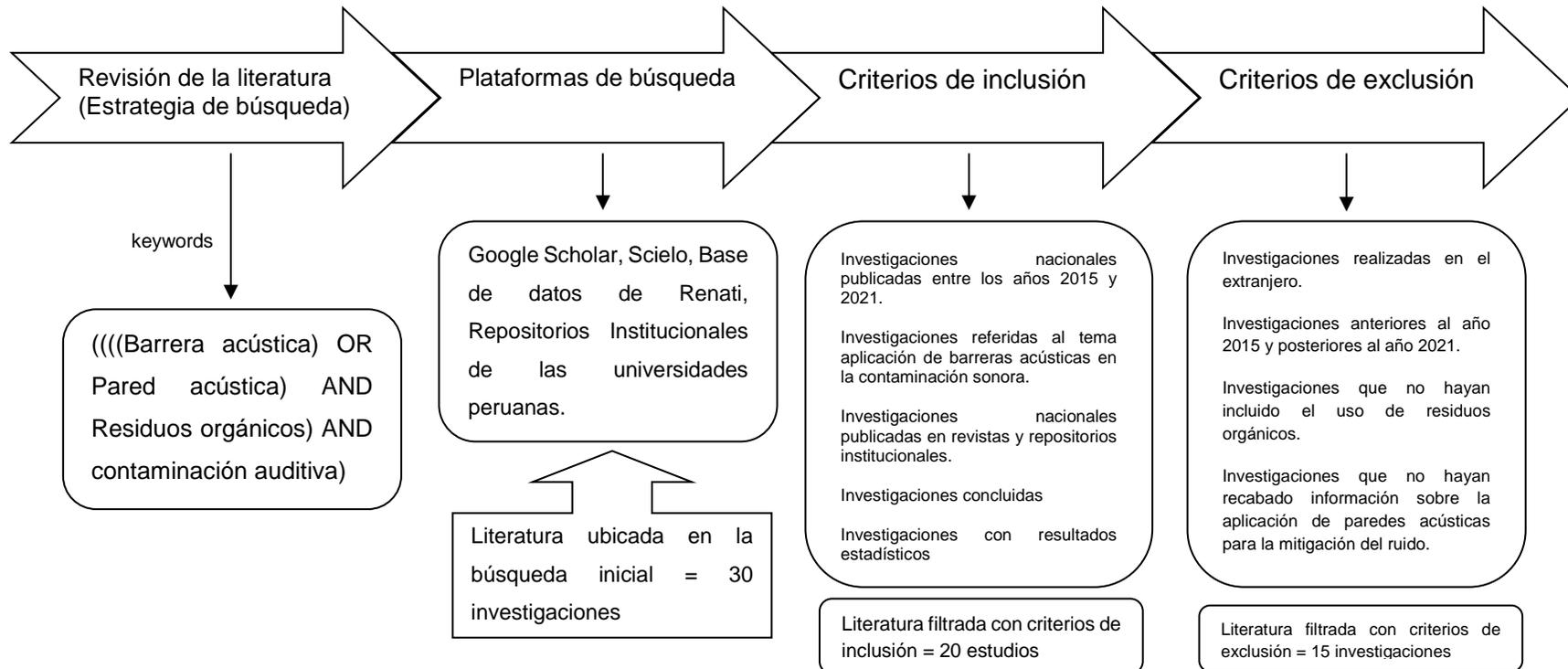


Figura 1: Flujograma del proceso de búsqueda de investigaciones para la realización de la revisión sistemática

En la Figura 1 se puede apreciar el procedimiento seguido para búsqueda y elección de las investigaciones que se analizaron para alcanzar los resultados de la presente revisión sistemática. Distinguiéndose que se empleó como estrategia de búsqueda (((Barrera acústica) OR Pared acústica) AND Residuos orgánicos) AND contaminación auditiva) en las plataformas de información académica Google Scholar y Scielo, además de los repositorios institucionales de las universidades peruanas, obteniendo como resultante de esa búsqueda inicial un total de 30 investigaciones.

Posteriormente se aplicaron criterios de inclusión con lo que se redujo el número de estudios a 20 y tras aplicar los criterios de exclusión se terminaron delimitando las investigaciones a un total de 15, las cuales se ajustaron a los objetivos del presente estudio.

3.7. Rigor científico

Conforme indican Hernández Y Mendoza (2018), existen cuatro principios que regulan el rigor científico en los estudios cualitativos, los cuales son: transferencia, dependencia, credibilidad y confirmación, mismos que han sido considerados en el desarrollo de este estudio de revisión sistemática, como pasa a detallarse.

El principio de transferencia, que se refiere a la capacidad de aplicar en otros contextos la información que se recabe mediante la investigación, algo que será posible pues los datos recogidos sobre los componentes, y la efectividad de las paredes acústicas en la reducción de la contaminación sonora podrá ser de utilidad para otras investigaciones, así como para que tanto el público como las autoridades puedan adoptar futuras estrategias de disminución de la contaminación sonora con respaldo científico.

El principio de dependencia, que se refiere a la congruencia de las conclusiones de una investigación con las de otras investigaciones, para que así haya una reciprocidad entre los hallazgos de muchos autores. Lo anterior se ha de cumplir, dado que las conclusiones de la presente investigación son un compendio de las conclusiones y resultados de varios otros estudios con una temática similar.

El principio de credibilidad, que se refiere a la capacidad de informar los resultados que se obtienen del análisis de la información recogida. El cual podrá ser cumplido pues una vez que esta investigación sea publicada en el respectivo repositorio, podrá ser consultada por el público en general.

El principio de confirmación, que está referido a la credibilidad que tienen los hallazgos de una investigación, es decir a la reducción de errores y apreciaciones subjetivas del investigador. Ante lo anterior, cabe decir, que la presente revisión sistemática se realizó respetando una serie de criterios sistemáticos preestablecidos, como son el uso de una estrategia de búsqueda, el empleo de

criterios de inclusión y exclusión, etc., que dotaron de mayor objetividad a los resultados alcanzados.

3.8. Método de análisis de información

En análisis de resultados en esta revisión sistemática se realizó mediante la estadística descriptiva, que permitió establecer los porcentajes y frecuencias de los datos recogidos, para ello se hizo uso del programa Excel.

3.9. Aspectos éticos

Los aspectos éticos considerados en el desarrollo del presente estudio fueron los recomendados por el Código de ética de la Universidad César Vallejo (2020), que indicó que todos los investigadores deberán evitar el plagio de información, debiendo realizar el adecuado citado que corresponda, en concordancia con el respeto de la propiedad intelectual.

IV. RESULTADOS

Para la **presentación de resultados** se **presentan los resultados correspondientes a los objetivos de investigación** planteados, los cuales corresponden a las 3 categorías de estudio.

Como ya se comentó en el Capítulo II, la cantidad de investigaciones analizadas para poder obtener los resultados que se exponen fue de 15, los cuales vendrían a ser todos los estudios nacionales que se han realizado sobre tema de interés en el periodo de los años 2015 al 2021, los que se pudieron recoger de los repositorios de todas las universidades a nivel nacional; cabe agregar que eso no implicó que no se haya efectuado una búsqueda de artículos de investigación nacionales en revistas indexadas, sino todo lo contrario, pero dicha búsqueda no dio resultados, lo que se explica en que a nivel Perú la mayoría de investigaciones son efectuadas en tesis, y solo pocas pasan a plasmarse en artículos científicos.

Cabe agregar que, conforme a Moreno et al. (2018), una revisión sistemática no tiene un número mínimo de investigaciones que deba abarcar como criterio rector, sino que la cantidad de estudios que debe abarcar está supeditada a la información disponible por el investigador, por lo que, como siendo que las 15 investigaciones analizadas en el presente estudio constituyen a la totalidad de estudios efectuados sobre el tema de interés a nivel nacional, tal cantidad resulta válida.

A continuación, se presenta el listado de las investigaciones analizadas:

Tabla 3. Investigaciones analizadas

Nro	Autor(es)	Objetivo	Resultado(s)	Conclusión(es)
01	Gutiérrez Anca Waldir Eduardo y Justiniano Villegas Erick Alexander (2021)	Diseñar una barrera acústica a base de concreto estructural con agregados de viruta y aserrín y analizar su eficacia en la atenuación acústica	Los ruidos iniciales fueron 76.48 y 74.76 en horario diurno y nocturno respectivamente y con la barrera bajaron un 23%	Se concluyo que, la barrera diseñada logro reducir un 23% del ruido percibido en la zona de estudio, encontrándose dentro de los Estándares de Calidad de Ruido Ambiental
02	Mellado Vargas Zenón (2017)	Elaboración de una barrera prefabricada a base de espuma de poliuretano y lana de fibra de vidrio, y su efecto en la mitigación de ruido en una zona de construcción.	Ruido mínimo y máximo fueron de un Volquete y un Generador Eléctrico produciendo niveles de ruido de 60.6 y 86.3 respectivamente; obteniendo una atenuación de 8.9 y 8.8 dB, que en % serian un 14.69 y 10.26%. Además, como promedio del ruido base se tuvo 72.3 dB y su promedio ponderado de atenuación acústica fue de 14.06%.	Los niveles acústicos de las maquinarias utilizadas (motoniveladora, volquetes y retroexcavadoras) fueron mitigados hasta valores que entran dentro de los estándares de calidad ambiental en una zona urbana.
03	Coa Yman Josselyn Patricia (2021)	Evaluar la atenuación de ruido que produce una barrera acústica vertical compuesta de plantas ornamentales	Se realizaron 3 puntos de prueba con 15 muestras cada uno, obteniéndose como promedios de sonora 1.4; 7.43 y 2.56 respetivamente N1: 72.29 a 70.82 N2: 72.45 a 65.02 N3: 70.96 a 68.40	Se concluyo que el punto de prueba numero 2 fue el que obtuvo la mayor atenuación sonora, sin embargo, esto se debió a factores externos a la investigación.

04	Vilcamango Polanco Anyel Rubi (2018)	La elaboración de una barrera prefabricada a base de fibrocemento y una barrera verde a base de 2 especies vegetales para su posterior medición y comparación en la atenuación acústica.	Se elaboraron 2 barreras, una prefabricada y una vertical, las mismas que se midieron desde 6 distancias diferentes (0; 5; 10; 15; 20 y 25 metros), obteniendo como promedios de ruido 116.9; 113.0; 109.9; 108.7; 106.9 y 106.2 dB antes de aplicar la barrera. Tras la aplicación de la barrera verde se obtuvieron los siguientes promedios: 84.1; 83.1; 79.2; 77.5; 76.4 y 75.3 dB. Y con la aplicación de la barrera acústica se obtuvieron los siguientes: 91.1; 87; 84.1; 83.3; 81.4 y 80.6dB.	Se concluyo que la barrera verde si reduce de forma significativa los niveles de ruido, ya que, en los resultados obtenidos dicha barrera logro reducir hasta 31 dB.
05	Delgadillo Valdez Giancarlo Jhardy (2018)	Determinar la reducción de ruido producida por el uso de barreras vegetales elaboradas con el uso de dos especies distintas.	El ruido simulado fue de 90 dB. La barrera con Jacobea marítima obtuvo un promedio de 81.3 dB, alcanzando un promedio de atenuación acústica de 8.7 dB. La barrera con Aptenia Cordifolia obtuvo un promedio de 76.5 dB, alcanzando un promedio de atenuación acústica de 13.5 dB. La barrera con ambas especies obtuvo un promedio de 78.2 dB, alcanzando un promedio de atenuación acústica de 11.8 dB.	Se concluyo que la barrera elaborada con la primera especie vegetal fue la más eficaz en atenuación acústica.
06	Puma Arias Joselyn Yumara (2018)	Probar la eficacia en la reducción de ruido de una barrera acústica hecha a partir de residuos orgánicos en una avenida principal.	La barrera elaborada a base de marlo de chόcolo, papel periόdico y cάscara de papa logro reducir en 8.4 dB el promedio ruido inicial de 71.2 dB.	La barrera elaborada con una composici3n de 10% papel periόdico, 35% cάscara de papa y 55% marlo de choclo fue eficaz en la atenuaci3n acústica.

07	Maquera Loza Karen Brenda (2018)	Determinación de la eficiencia en barreras acústicas, evaluando la capacidad insonora frente a niveles de presión sonora	El sonido con el que se investigó fueron 2, de una motosierra con un promedio de 95.08 dB y una sirena de ambulancia con un promedio de 98.30 dB. Tuvieron diferentes resultados de acuerdo con el material utilizado en la barrera: Con Madera OBS de 2,2cm; obtuvo un promedio de atenuación de 83.54 y 85.84 para ambos ruidos. Con Madera OBS de 0.9cm; obtuvo como promedio de atenuación 87.66 y 85.36 dB para ambos ruidos. Con Lana de vidrio de 3cm; obtuvo un promedio de 29.70 y 85.89 para ambos ruidos. Con Lana de vidrio de 1.5 cm; obtuvo como promedio 82.07 y 83.11 dB para ambos ruidos. Y por último, la combinación de madera OBS y lana de vidrio obtuvo como promedios de atenuación acústica 85.39 y 81.14 en ambos ruidos estudiados.	La barrera acústica elaborada si logro reducir los niveles de presión sonora a niveles óptimos.
08	Oxsa Delgado Victor Giancarlo (2020)	Elaboración de 3 barreras prefabricadas con lana de roca, corcho y poliestireno y su prueba y comparación en la reducción de ruido en una zona residencial de Lima	El nivel de ruido promedio con el cual se trabajo fue de 86.17 dB, el cual sobrepasa los límites establecidos por el ECA. -El poliestireno expandido tuvo como resultado una reducción de 27.1%, alcanzando un promedio de 62.82 dB. -El corcho tuvo como resultado una reducción del 31.28%, alcanzando un promedio de 59.22 dB.	Se concluyo que los 3 materiales para atenuación acústica fueron eficaces, sin embargo, el que tuvo los mejores resultados fue la lana de roca que alcanzo una reducción del 33%.

			-La lana de roca tuvo como resultado la reducción del 33%, alcanzando un promedio de 57.53 dB.	
09	Atahuachi Layme Gaby Maribel (2020)	Elaborar una mezcla de Stipa Ichu con revestimiento de yeso como un material de construcción termoacústico y determinar su eficacia en la atenuación acústica.	El Stipa Ichu logro atenuar el ruido a 30.59 dB, y al revestirse con yeso alcanzo una atenuación de 47.86 dB. El ruido atenuado fue el mismo para ambos, se simulo con una frecuencia de 8000 Hz.	La investigación demostró que el Stipa Ichu si es un material adecuado en la atenuación acústica, y que es apto para utilizar como un material adherente en materiales de construcción a fin de mejorar sus propiedades acústicas.
10	Gamonal Díaz Rey Franklin (2020)	Determinar la eficacia de una barrera termoacústica elaborada a partir de cáscara de arroz	Se simulo un ruido de 90 dB. Donde la barrera con un espesor de 2.5cm alzando una atenuación acústica de 14.8 dB y la barrera con espesor de 3 cm alcanzo una reducción de 20 dB.	Se concluyó que la cáscara de arroz es eficiente para mitigar el ruido y la temperatura baja.
11	Cárdenas Gómez Juan Carlos (2017)	Elaboración de una barrera acústica con lana de polietileno y su eficacia en la mitigación de ruido en una empresa metalmecánica en Villa el Salvador	El promedio de ruido en la empresa antes de realizar el encapsulamiento acústico es 81.46 dB, después de realizar el encapsulamiento acústico se obtuvo un promedio de 65.38 dB. El resultado final se redujo hasta un promedio de 16.08 dB.	Se comprobó la eficacia de la lana de polietileno como un material optimo en la atenuación acústica, pues en la investigación la barrera a base de dicho material alcanzo un promedio de atenuación de 16.08dB.
12	Zaga De La Cruz, Ivan (2021)	Determinar la influencia en la atenuación acústica que tiene la adición de caucho reciclado en una mezcla clásica de concreto estructural	La absorción de sonido por una placa de concreto no estructural de 4 cm de espesor varían de 19.41 dB (94.89), 22.56 dB (91.74) y 23.41 dB (90.89) para adiciones de 0%,15% y 30% de caucho respectivamente. La absorción de sonido por una placa de concreto no estructural de 8 cm de espesor varía de 29.73 dB	El adherir caucho reciclado a la mezcla de concreto no estructural logro mejorar considerablemente la capacidad de absorción sonora, alcanzando hasta un 30% extra a la mezcla clásica sin caucho reciclado.

			(84.57), 31.90 dB (82.40) y 32.16 dB (82.14) para adiciones de 0%,15% y 30% de caucho respectivamente. La absorción de sonido por una placa de concreto no estructural de 10 cm de espesor varía de 32.11 dB (82.19), 34.99 dB (79.31) y 36.76 dB (77.54) para adiciones de 0%,15% y 30% de caucho respectivamente.	
13	Diaz Carmona Angel Sandro y Taco Pari Gina Jarmilla (2019)	Evaluar la atenuación acústica de la barrera prefabricada a base de lana de vidrio y su viabilidad dentro de una empresa de alimentos balanceados.	Al medir los niveles de ruido en el área de molienda se determinó que estos superan a los del ECA, con un promedio de 89.1dB. El poliuretano resulto ser el mejor material de absorción acústica probado, alcanzado un promedio de 72.6 dB.	Conforme a los resultados se concluyó que el mejor material de absorción acústica fueron los paneles a base de poliuretano.
14	Tipiani Montero Julio Cesar (2018)	Determinar la eficacia de una barrera hecha de placas de fibra de caña de azúcar en la atenuación de los niveles de ruido en un Centro de Salud.	Teniendo como el promedio de ruido antes de la aplicación del filtro a 69.82 dB y tras la aplicación de la barrera de 7 y 14 cm se obtuvo 62.5 y 57.9 dB. Alcanzando una atenuación acústica de 10.4 % y 17.07% respectivamente.	La reducción sonora lograda por la fibra de caña de 7 y 14 cm fue de 7.3 y 11.8 dB respectivamente.
15	Michael, Soto Vásquez (2019)	Adicionar cascarilla de arroz a una mezcla clásica de bloques de concreto vibrado a fin de mejorar sus características de atenuación acústica.	El sonido simulado fue de 90 dB en todas las muestras. Los resultados fueron que los bloques clásicos con 800; 1500 y 3000 gramos de adición de cascarilla llegaron a un aumento de absorción al sonido de 4;	Se concluye que la cascarilla de arroz como un material que se puede adicionar a los bloques de concreto de arroz tiene resultados positivos en la atenuación acústica, sin embargo, baja la resistencia a la compresión.

			8 y 15% respectivamente en comparación con el bloque clásico de concreto.	
--	--	--	---	--

Fuente: elaboración propia.

4.1. Resultados por objetivos

En esta sección se presentan los resultados correspondientes a los objetivos planteados, mismos que corresponden a las categorías de estudio, además de su análisis correspondiente.

4.1.1. Objetivo específico 1: Identificar los componentes de las barreras acústicas en base a residuos orgánicos empleados para la disminución de la contaminación sonora

En primer lugar, se tuvo como objetivo específico 1, el referente a la categoría “componentes de la barrera”, teniendo como subcategorías: componentes en base a residuos orgánicos y componentes residuales no orgánicos.

Tabla 4. Categoría "Componentes de la barrera"

Nro	Autor(es)	Objetivo	Componentes de la barrera		Criterio considerado
			C. residuales orgánicos	C. residuales no orgánicos	
01	Gutiérrez Anca Waldir Eduardo y Justiniano Villegas Erick Alexander (2021)	Diseñar una barrera acústica a base de concreto estructural con agregados de viruta y aserrín y analizar su eficacia en la atenuación acústica	X	X	Concreto con agregados de aserrín y viruta
02	Mellado Vargas Zenón (2017)	Elaboración de una barrera prefabricada a base de espuma de poliuretano y lana de fibra de vidrio, y su efecto en la mitigación	X	X	Aluminio, plancha de policarbonato, espuma de poliuretano y lana de fibra de vidrio, además de mampresas como

		de ruido en una zona de construcción.			parte de la estructura de la barrera
03	Coa Yman Josselyn Patricia (2021)	Evaluar la atenuación de ruido que produce una barrera acústica vertical compuesta de plantas ornamentales	X	X	Barrera acústica vertical consistente en un estante armado con maderas y clavos integrados en paneles de plantas ornamentales
04	Vilcamango Polanco Anyel Rubi (2018)	La elaboración de una barrera prefabricada a base de fibrocemento y una barrera verde a base de 2 especies vegetales para su posterior medición y comparación en la atenuación acústica.	X	X	Varillas de fierro, fibrocemento, aptenia cordifolia y delosperma cooperi
05	Delgadillo Valdez Giancarlo Jhardy (2018)	Determinar la reducción de ruido producida por el uso de barreras vegetales elaboradas con el uso de dos especies distintas.	X	X	Madera de pino, tableros OSB, sustrato, botellas de PVC, plantas (Jacobaea maritima y Aptenia cordifolia)
06	Puma Arias Joselyn Yumara (2018)	Probar la eficacia en la reducción de ruido de una barrera acústica hecha a partir de residuos orgánicos en una avenida principal.	X	X	Una composición de 55% de marlo de choclo, 35% de cáscara de papa y 10% de papel periódico
07	Maquera Loza Karen Brenda (2018)	Determinación de la eficiencia en barreras acústicas, evaluando la capacidad insonora frente a niveles de presión sonora	X	X	Lana de vidrio, y madera de fibras orientadas (OSB) de diferentes grosores y combinaciones

08	Oxsa Delgado Victor Giancarlo (2020)	Elaboración de 3 barreras prefabricadas con lana de roca, corcho y poliestireno y su prueba y comparación en la reducción de ruido en una zona residencial de Lima	X	X	3 barreras de lana de roca, corcho natural y poliestireno expandido
09	Atahuachi Layme Gaby Maribel (2020)	Elaborar una mezcla de Stipa Ichu con revestimiento de yeso como un material de construcción termoacústico y determinar su eficacia en la atenuación acústica.	X	X	Material de construcción termo acústico: Stipa Ichu
10	Gamonal Díaz Rey Franklin (2020)	Determinar la eficacia de una barrera termoacústica elaborada a partir de cáscara de arroz	X	X	Barreras termoacústicas a base de cáscara de arroz Oryza sativa
11	Cárdenas Gómez Juan Carlos (2017)	Elaboración de una barrera acústica con lana de polietileno y su eficacia en la mitigación de ruido en una empresa metalmecánica en Villa el Salvador	X	X	(Planchas de cartón compactado y jabs de huevo y (Lana de polietileno
12	Zaga De La Cruz, Ivan (2021)	Determinar la influencia en la atenuación acústica que tiene la adición de caucho reciclado en una mezcla clásica de concreto estructural	X	X	Mezcla de concreto a base de piedra chancada, caucho molido y reciclado

13	Diaz Carmona Angel Sandro y Taco Pari Gina Jarmilla (2019)	Evaluar la atenuación acústica de la barrera prefabricada a base de lana de vidrio y su viabilidad dentro de una empresa de alimentos balanceados.	X	X	Mapresa, tubo cuadrado de metal, poliéstereno, poliuretano, y lana de vidrio.
14	Tipiani Montero Julio Cesar (2018)	Determinar la eficacia de una barrera hecha de placas de fibra de caña de azúcar en la atenuación de los niveles de ruido en un Centro de Salud.	X	X	La fibra de caña de azúcar como absorbente de dos grosores siendo 7cm y 14 cm
15	Michael, Soto Vásquez (2019)	Adicionar cascarilla de arroz a una mezcla clásica de bloques de concreto vibrado a fin de mejorar sus características de atenuación acústica.	X	X	Bloques de concreto, cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la Tabla 3, referida a la categoría componentes de las barreras acústicas. Se puede distinguir que, aunque todas las barreras incluyen componentes orgánicos residuales dentro de su construcción, también se necesitó de componentes no orgánicos principalmente para darles consistencia a las estructuras necesarias para el armado de las barreras. Por lo antedicho se pudo apreciar que los componentes orgánicos fueron empleados en las 15 investigaciones analizadas; asimismo que los componentes no orgánicos también se emplearon en las 15 investigaciones analizadas.

Además, se puede agregar que dentro de los componentes residuales orgánicos se incluyeron: cáscaras de diferentes alimentos, fibra de caña, planchas de cartón, entre otros numerosos materiales. Por otro lado, dentro de los componentes no orgánicos se incluyeron: concreto, jabs de huevo, lana, corcho, poliéster, entre

otros numerosos materiales. Lo cual vendría a indicar que no existe una predilección respecto a los insumos necesarios para la construcción de las barreras acústicas.

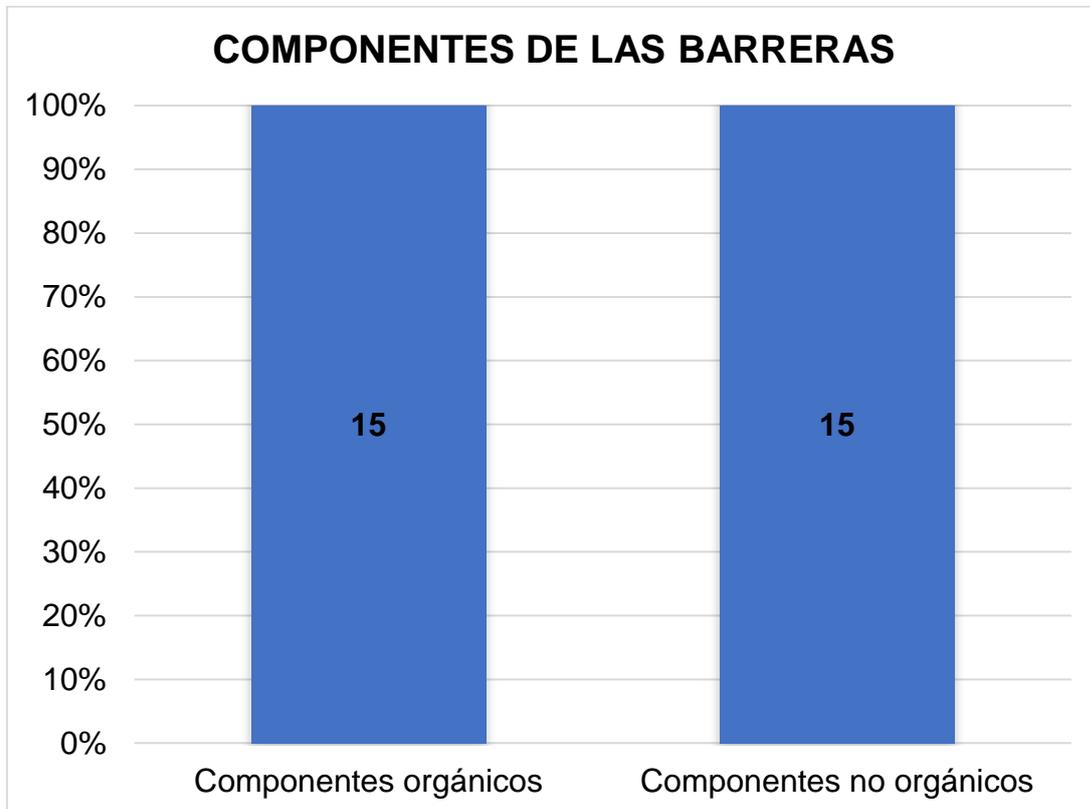


Figura 2: Componentes de la barrera

Del análisis de la Figura 2 se puede apreciar que tanto los componentes orgánicos como los componentes no orgánicos fueron utilizados en las quince investigaciones analizadas, es decir que el 100% de los estudios analizados emplearon una combinación de ambos tipos de componentes.

4.1.2. Objetivo específico 2: Determinar las atenuaciones sonoras alcanzadas con las barreras acústicas.

En segundo lugar, se tuvo como objetivo específico 2, el referente a la categoría “atenuación sonora”, teniendo como subcategorías nivel de sonido aceptable y sonido considerado contaminante.

Tabla 5. Categoría " Atenuación sonora"

Nro	Autor(es)	Objetivo	Atenuación sonora		Criterio considerado
			Nivel de sonido aceptable	Sonido considerado contaminante	
01	Gutiérrez Anca Waldir Eduardo y Justiniano Villegas Erick Alexander (2021)	Diseñar una barrera acústica a base de concreto estructural con agregados de viruta y aserrín y analizar su eficacia en la atenuación acústica	X con base al estándar diurno de zona urbana		-76.48dB y 74.76dB en el horario diurno y nocturno respectivamente -El sistema de barrera acústica diseñado alcanza a absorber hasta 23% del nivel de presión sonora percibido, (resultando en 58dB) Tuvo 76.48 y 74.76 y bajó un 23%
02	Mellado Vargas Zenón (2017)	Elaboración de una barrera prefabricada a base de espuma de poliuretano y lana de fibra de vidrio, y su efecto en la mitigación de ruido en una zona de construcción.	X con el estándar diurno de zona industrial		Ruido mínimo y máximo fueron de un Volquete y un Generador Eléctrico produciendo niveles de ruido de 60.6 y 86.3 respectivamente; obteniendo una atenuación de 8.9 y

					8.8 dB, que en % serian un 14.69 y 10.26%. Además, como promedio del ruido base se tuvo 72.3 dB y su promedio ponderado de atenuación acústica fue de 14.06%. (Con la atenuación el sonido llega a 62dB)
03	Coa Yman Josselyn Patricia (2021)	Evaluar la atenuación de ruido que produce una barrera acústica vertical compuesta de plantas ornamentales		X con el estándar diurno de zona urbana	Se tuvieron 3 puntos de prueba con 15 muestras cada uno, obteniendo como promedios de atenuación acústica de 1.4; 7.43 y 2.56 respetivamente N1: 72.29 a 70.82 N2: 72.45 a 65.02 N3: 70.96 a 68.40
04	Vilcamango Polanco Anyel Rubi (2018)	La elaboración de una barrera prefabricada a base de fibrocemento y una barrera verde a base de 2 especies vegetales para su posterior medición y comparación en la atenuación acústica.		X con el estándar diurno de zona industrial	Se redujo en 31 dB el nivel de ruido
05	Delgadillo Valdez Giancarlo Jhardy (2018)	Determinar la reducción de ruido producida por el uso de barreras vegetales elaboradas		X con el estándar diurno de zona urbana	11.56 dBA y de 13.56 dBA

		con el uso de dos especies distintas.			
06	Puma Arias Joselyn Yumara (2018)	Probar la eficacia en la reducción de ruido de una barrera acústica hecha a partir de residuos orgánicos en una avenida principal.	X con el estándar diurno de zona comercial		Con un ruido inicial de 71.2 dB se logró un Promedio un nivel de atenuación sonora de 8,4 dB.
07	Maquera Loza Karen Brenda (2018)	Determinación de la eficiencia en barreras acústicas, evaluando la capacidad insonora frente a niveles de presión sonora	X con el estándar diurno de zona residencial		5dB; 2,6dB; 3,31dB
08	Oxsa Delgado Victor Giancarlo (2020)	Elaboración de 3 barreras prefabricadas con lana de roca, corcho y poliestireno y su prueba y comparación en la reducción de ruido en una zona residencial de Lima	X con el estándar diurno de zona residencial		27.1; 31.28 y 33%
09	Atahuachi Layme Gaby Maribel (2020)	Elaborar una mezcla de Stipa Ichu con revestimiento de yeso como un material de construcción termoacústico y determinar su eficacia en la atenuación acústica.	X con el estándar diurno de zona residencial		30.59dB y 47.86 dB

10	Gamonal Díaz Rey Franklin (2020)	Determinar la eficacia de una barrera termoacústica elaborada a partir de cáscara de arroz	X con el estándar diurno de zona residencial		14.8 y 20 dB
11	Cárdenas Gómez Juan Carlos (2017)	Elaboración de una barrera acústica con lana de polietileno y su eficacia en la mitigación de ruido en una empresa metalmeccánica en Villa el Salvador	X con el estándar diurno de zona urbana		Se redujo hasta 16.52 dB(A)
12	Zaga De La Cruz, Ivan (2021)	Determinar la influencia en la atenuación acústica que tiene la adición de caucho reciclado en una mezcla clásica de concreto estructural	X con el estándar diurno de la zona industrial		Se alcanzó una atenuación acústica de 23.41; 32.16 y 36.76 dB
13	Diaz Carmona Angel Sandro y Taco Pari Gina Jarmilla (2019)	Evaluar la atenuación acústica de la barrera prefabricada a base de lana de vidrio y su viabilidad dentro de una empresa de alimentos balanceados.	X con el estándar diurno de zona industrial		Se alcanzó una atenuación acústica de 16.5; 10.7 y 6.5 dB
14	Tipiani Montero Julio Cesar (2018)	Determinar la eficacia de una barrera hecha de placas de fibra de caña de azúcar en la atenuación de los niveles de ruido en un Centro de Salud.		X con el estándar diurno de zona de protección	10.4 % y 17.07 %

15	Michael, Soto Vásquez (2019)	Adicionar cascarilla de arroz a una mezcla clásica de bloques de concreto vibrado a fin de mejorar sus características de atenuación acústica.	X con el estándar diurno de zona residencial		Se logró un incremento de atenuación sonora de hasta el 15% gracias al agregado de cascarilla de arroz
----	------------------------------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la Tabla 4, referida a la categoría atenuación sonora. Se puede distinguir que, al haberse analizado quince investigaciones efectuadas a nivel nacional, todas estas fueron revisadas en consideración a parámetros de calidad del Perú, pero cabe aclarar que la normativa peruana diferencia a los estándares en razón de la zona donde se hace la medición, existiendo 4 distinciones: i) para zonas de protección especial los estándares de día son de 50dB y de noche 40dB; ii) para zonas residenciales los estándares de día son de 60dB y de noche de 50dB; iii) para zonas comerciales los estándares de día son de 70 dB y de noche de 60 dB; iv) para zonas industriales los estándares de día son de 80dB y de noche son de 70dB.

Por lo que se han tomado en cuenta distintas medidas estandarizadas según la zona donde se haya efectuado el estudio, lo que a su vez implica que la meta de reducción de dB para cada estudio ha sido distinta. Aclarado lo anterior, se puede decir que de la Tabla 4 se distingue que la mayoría de las investigaciones ha conseguido una atenuación sonora que posicionó al sonido tratado dentro de los límites permisibles para la salud humana. Asimismo, el estándar más empleado fue el de zona residencial, presente en ocho de las investigaciones, seguido del estándar de la zona industrial, presente en cinco de las investigaciones, a los les siguieron los estándares de la zona de protección especial y la zona comercial, cada uno presente en una de las investigaciones analizadas.

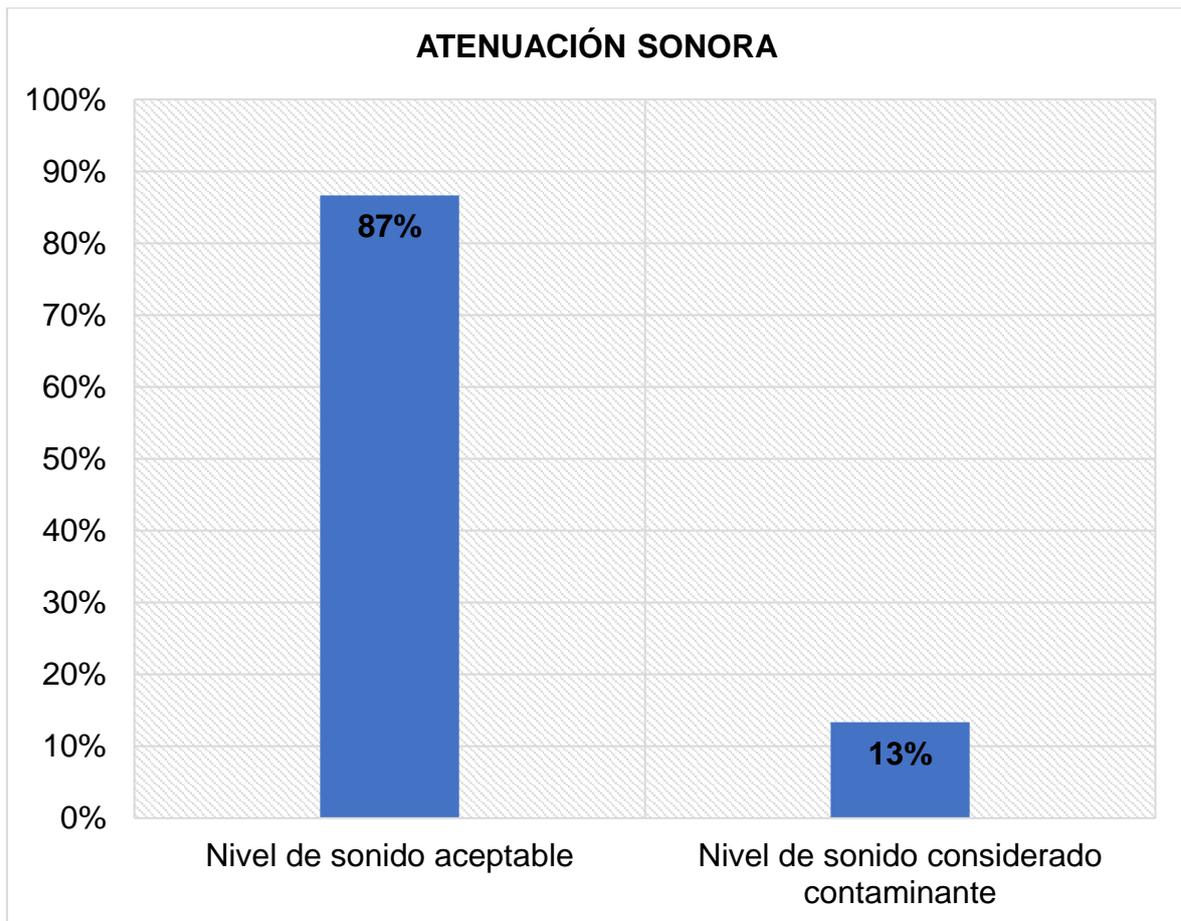


Figura 3: Atenuación sonora

Del análisis de la Figura 3 se puede apreciar que en el 87% de las investigaciones se consiguió alcanzar un nivel de atenuación sonora aceptable para la escucha humana. Por otro lado, en el 13% de las investigaciones el nivel de sonido alcanzado aún se encontraba considerado contaminante.

4.1.3. Objetivo específico 3: Identificar los tipos de barreras acústicas utilizados para la atenuación de la contaminación sonora.

En tercer lugar, se tuvo como objetivo específico 3, el referente a la categoría “tipo de barrera”, teniendo como subcategorías: aditiva al concreto, jardín vertical y prefabricada.

Tabla 6. Categoría "Tipo de barrera"

Nro	Autor(es)	Objetivo	Tipo de barrera			Criterio considerado
			Aditiva al concreto	Jardín vertical	Prefabricada	
01	Gutiérrez Anca Waldir Eduardo y Justiniano Villegas Erick Alexander (2021)	Diseñar una barrera acústica a base de concreto estructural con agregados de viruta y aserrín y analizar su eficacia en la atenuación acústica	X			Adición al concreto
	Mellado Vargas Zenón (2017)	Elaboración de una barrera prefabricada a base de espuma de poliuretano y lana de fibra de vidrio, y su efecto en la mitigación de ruido en una zona de construcción.			X	Prefabricada
03	Coa Yman Josselyn Patricia (2021)	Evaluar la atenuación de ruido que produce una barrera acústica vertical compuesta de plantas ornamentales		X		Jardín vertical
04	Vilcamango Polanco Anyel Rubi (2018)	La elaboración de una barrera prefabricada a base de fibrocemento y una barrera verde a base de 2 especies		X	X	Prefabricada y jardín vertical

		vegetales para su posterior medición y comparación en la atenuación acústica.				
05	Delgadillo Valdez Giancarlo Jhardy (2018)	Determinar la reducción de ruido producida por el uso de barreras vegetales elaboradas con el uso de dos especies distintas.		X		3 Barreras de jardín Vertical
06	Puma Arias Joselyn Yumara (2018)	Probar la eficacia en la reducción de ruido de una barrera acústica hecha a partir de residuos orgánicos en una avenida principal.			X	Prefabricada
07	Maquera Loza Karen Brenda (2018)	Determinación de la eficiencia en barreras acústicas, evaluando la capacidad insonora frente a niveles de presión sonora			X	Prefabricada
08	Oxsa Delgado Victor Giancarlo (2020)	Elaboración de 3 barreras prefabricadas con lana de roca, corcho y poliestireno y su prueba y comparación en la reducción de ruido en una zona residencial de Lima			X	Prefabricada
09	Atahuachi Layme Gaby Maribel (2020)	Elaborar una mezcla de Stipa Ichu con revestimiento de yeso como un material de construcción termoacústico y determinar su eficacia	X			Adición al concreto

		en la atenuación acústica.				
10	Gamonal Díaz Rey Franklin (2020)	Determinar la eficacia de una barrera termoacústica elaborada a partir de cáscara de arroz			X	Prefabricada
11	Cárdenas Gómez Juan Carlos (2017)	Elaboración de una barrera acústica con lana de polietileno y su eficacia en la mitigación de ruido en una empresa metalmecánica en Villa el Salvador			X	Prefabricada
12	Zaga De La Cruz, Ivan (2021)	Determinar la influencia en la atenuación acústica que tiene la adición de caucho reciclado en una mezcla clásica de concreto estructural	X			Adición al concreto
13	Diaz Carmona Angel Sandro y Taco Pari Gina Jarmilla (2019)	Evaluar la atenuación acústica de la barrera prefabricada a base de lana de vidrio y su viabilidad dentro de una empresa de alimentos balanceados.			X	Prefabricada
14	Tipiani Montero Julio Cesar (2018)	Determinar la eficacia de una barrera hecha de placas de fibra de caña de azúcar en la atenuación de los niveles de ruido en un Centro de Salud.			X	Prefabricada
15	Michael, Soto	Adicionar cascarilla de arroz a una mezcla	X			Adición al concreto

	Vásquez (2019)	clásica de bloques de concreto vibrado a fin de mejorar sus características de atenuación acústica.				
--	-------------------	---	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en la Tabla 5, referida a la categoría tipo de barrera. Se puede distinguir que, tras analizar las investigaciones sobre la capacidad de las barreras acústicas para la atenuación del ruido en el Perú, existieron 3 grandes grupos dentro de los que pudieron ubicarse las diferentes barreras acústicas confeccionadas, en primer lugar, las barreras prefabricadas, en segundo lugar, las barreras aditivas al concreto y, en tercer lugar, las barreras mediante jardines verticales. Siendo que las barreras prefabricadas fueron las que más se emplearon en las investigaciones analizadas, representando en nueve de estas; consistieron en armados con marcos contenientes de mezclas de materiales diversos.

Las barreras aditivas al concreto, por su parte, fueron empleadas en cuatro de las investigaciones analizadas, estas se confeccionaron como un elemento adicional en la preparación de concreto, que permitió otorgar propiedades de reducción sonora a los bloques de concreto creados. Por otro lado, las barreras consistentes en jardines verticales estuvieron presentes en tres de las investigaciones analizadas, estas barreras tuvieron una finalidad principal ajena a la reducción del sonido, por lo que sus capacidades insonorizantes fueron un aditivo que no fue planificado.

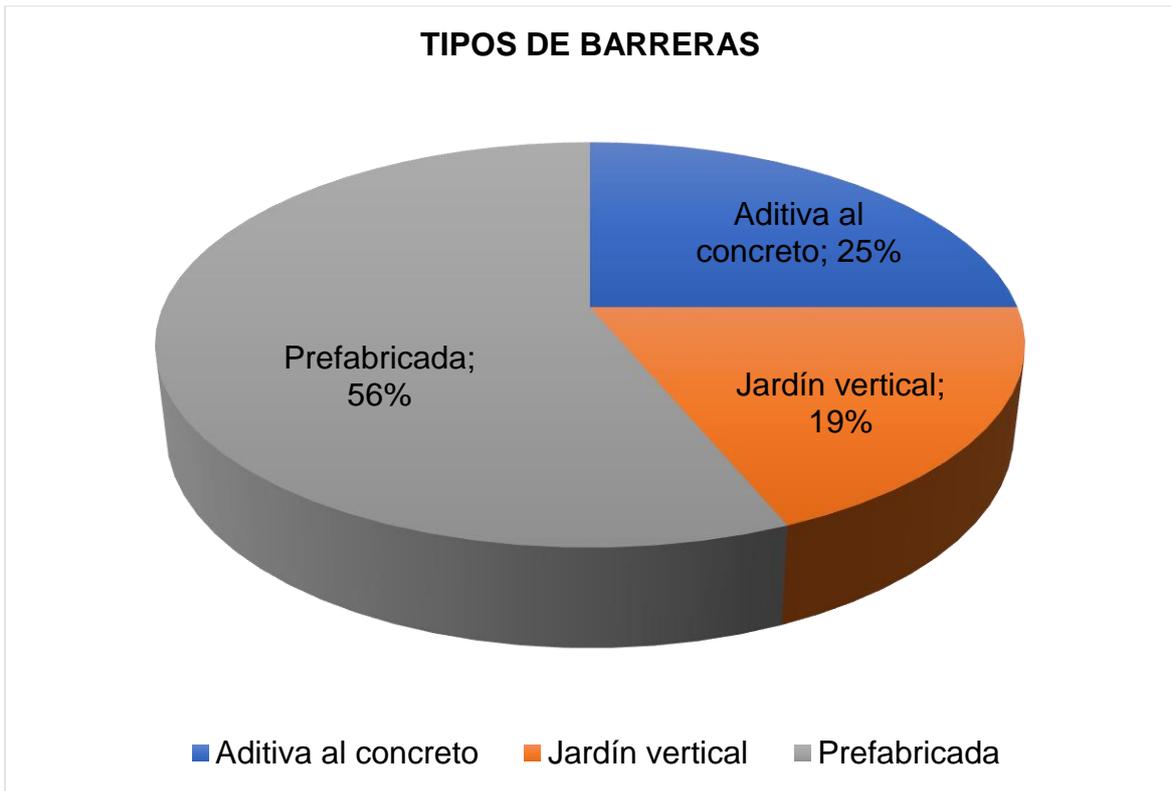


Figura 4: Tipos de barreras

Del análisis de la Figura 4 se puede apreciar que el tipo de barrera más empleado en las investigaciones analizadas fue el prefabricado, presente en el 56% de los casos. Seguido del tipo de barrera aditiva al concreto, presente en el 25% de los casos. Seguidas de la barrera jardín vertical, presente en el 19% de los casos.

V. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo específico, que fue identificar los componentes de las barreras acústicas en base a residuos orgánicos empleados para la disminución de la contaminación sonora, el cual estuvo enfocado en el análisis de la categoría componentes de las barreras.

Se pudo distinguir que si bien en la totalidad de las investigaciones revisadas los componentes de las barreras pertenecieron a ambos grupos (materiales orgánicos y no orgánicos), se rescata que en algunos de estos estudios el material principal utilizado para la atenuación acústica no fue un material orgánico, pero, si contaban con al menos un material de ese tipo a considerar en la construcción de la estructura de la barrera, como sucedió con el estudio de Mellado Vargas (2017), que empleó como materiales de atenuación la espuma de poliuretano y la lana de fibra de vidrio, sin embargo para la elaboración de la estructura utilizó mapresas, lo mismo que ocurrió en el estudio de Maquera Loza (2018), quien para la elaboración de su barrera utilizó como material de atenuación sonora, la lana de vidrio, pero como parte de la estructura de la barrera utilizó madera OSB.

Por otro lado, en el análisis de las investigaciones también se pudieron apreciar estudios en los que se tomó como elemento principal para la elaboración de la barrera a materiales inorgánicos pero como material principal de atenuación acústica si se usó uno de origen orgánico, como sucede en el estudio de Gamonal Díaz (2020), que elaboró una barrera pre fabricada con base a cáscara de arroz, lo mismo que se distingue en el estudio de Soto Vásquez (2019), quien mediante una barrera de tipo adición al concreto, incluyó cascarilla de arroz a una mezcla de concreto con lo que obtuvo mejoras en la atenuación sonora de la construcción.

Asimismo, hubieron barreras acústicas que en cuya construcción se empleó casi una totalidad de materiales de origen orgánico, como indicó Coa Yman (2021), que en su estudio utilizó madera para la estructura de la barrera y como material atenuante a diversas plantas ornamentales. Algo que también se pudo apreciar en la investigación de Delgadillo Valdez (2018), que empleó madera de pino y tableros OBS como parte de la estructura y para la atenuación acústica hizo uso de plantas de las especies de jacobea marítima y aptenia cordifolia, aunque cabe agregar que este tipo de barreras consistentes en jardines verticales no fueron las que

obtuvieron los mejores resultados en atenuación acústica, puesto que su finalidad principal no es en sí la atenuación sonora.

Por último, cabe resaltar que, al analizar todos los componentes utilizados en las diversas investigaciones, se pudo observar que podría elaborarse una barrera acústica de tipo prefabricado con una totalidad de materiales orgánicos, tanto para la finalidad de atenuación acústica como para la construcción de la estructura de la barrera, esto combinando los aportes vertidos en las diferentes investigaciones analizadas.

Respecto al segundo objetivo específico, que fue determinar las atenuaciones sonoras alcanzadas con las barreras acústicas, el cual estuvo enfocado en el análisis de la categoría atenuación sonora. Se pudo distinguir que solamente el 13% de las investigaciones no lograron disminuir el sonido hasta niveles aceptables para la salud humana, sin embargo, el 87% de estudios restantes pudieron alcanzar tal finalidad, aplicando los criterios vertidos en el ECA DL.2003, por lo que tomando en cuenta dicha norma para evaluar la atenuación acústica de las barreras, tenemos como máximo ruido aceptable un margen que oscila entre los 50dB a los 80 dB según la zona donde se haga la medición; teniendo en cuenta estos datos es que se apreció como en la mayoría de investigaciones se logró una atenuación acústica aceptable, pero eso no quiere decir que en todas las investigaciones no se haya efectuado disminuciones en la contaminación acústica, sino que hubieron investigaciones en donde las reducciones de la contaminación sonora fueron mínimas, como sucedió en la investigación de Coa Yman (2021), quien elaboró una barrera de jardín vertical, utilizando como material atenuante a diversas plantas ornamentales, efectuando 3 pruebas de atenuación con diferentes variantes de jardines verticales, en la primera prueba logró una atenuación de ruido de 72.29 a 70.82; en la segunda prueba una atenuación de 72.45 a 65.02 y en la tercera prueba una atenuación de 70.96 a 68.40; mediciones que lograron encajar dentro de los estándares para las zonas residenciales, lo mismo ocurre con la investigación de Tipiani Montero (2018), que buscó atenuar la contaminación sonora en un hospital, para ello utilizó una barrera prefabricada cuyo material atenuante fue la caña de azúcar, esta solo logro atenuar el ruido de 69.82 a 57.9 dB, lo que se encuentra por encima de los 50 dB que indica la normativa nacional como aceptable en zonas de

protección especiales, en ambos casos se pudo apreciar que el material atenuante utilizado fue de origen orgánico, uno mediante el uso de un jardín vertical utilizando a plantas ornamentales y el otro mediante la elaboración una barrera prefabricada; por lo que se podría pensar que el uso de materiales orgánicos como material de atenuación acústica no resulta ser lo más óptimo. Sin embargo, también se analizaron casos como el de la investigación de Soto Vásquez (2019), quien al adherir cascarilla de arroz a su mezcla para la construcción de bloques de concreto logró incrementar las propiedades de atenuación de sus bloques hasta en un 15%, en comparación con los bloques de concreto que no contaban con el material orgánico mencionado.

Yendo en sentido contrario a lo anterior, las investigaciones que lograron una mayor atenuación acústica incluyeron al estudio de Atahuachi Layme (2020), que elaboró una barrera acústica con base a *Stipa Ichu*, que logró una atenuación sonora de hasta 30.59 dB, a esta barrera se le añadió una capa de yeso, consiguiéndose una atenuación de hasta 47.86 dB pudiéndose así notar que con una mezcla correcta de materiales, incluyendo orgánicos e inorgánicos puede mejorarse considerablemente la reducción de ruido y las propiedades de las barreras acústicas; por lo que no se puede generalizar que los materiales orgánicos son los menos idóneos al momento de elaborar barreras, si no que solo es necesario seguir estudiándolos y así lograr determinar cuáles son los más óptimos para la mitigación del ruido, ya que como es sabido el empleo de estos materiales es ayuda a conservar el medio ambiente mediante el proceso de reciclaje.

Respecto al tercer objetivo específico, que fue identificar los tipos de barreras acústicas utilizados para la atenuación de la contaminación sonora. Se pudo distinguir que se identificaron tres tipos de barrera (concreto, jardín vertical y prefabricado) de los cuales solo el último mencionado: prefabricado, es una barrera acústica en todo el sentido de la palabra, considerando que fue el único creado con el fin específico de atenuar el sonido a niveles tolerables para los seres humanos, siendo que los otros 2 tipos de barreras: concreto y jardín vertical, tienen una finalidad principal distinta, siendo la atenuación sonora un fin secundario, sin embargo, dado que la presente revisión incluyó a las investigaciones donde se halla

conseguido una atenuación acústica se hizo necesario incluir las investigaciones donde se trabajó con barreras adheridas al concreto y jardines verticales.

Asimismo, se pudo apreciar como en las investigaciones de barreras de adición al concreto, se adhirió a una mezcla básica del concreto, un material orgánico cuya adhesión logro incremental la capacidad de atenuación sonora del material del concreto como se pudo apreciar en las investigaciones de Gutiérrez Anca y Justiniano Villegas (2021), Atahuachi Layme (2020) , Zaga De La Cruz (2021) y Soto Vásquez (2019), en las que si bien se apreció la capacidad de atenuación sonora de sus barreras, el propósito que estas tuvieron estuvo principalmente enfocado en la construcción de edificaciones, por lo que la adhesión de materiales orgánicos podría afectar a otras características más importantes como la durabilidad o dureza.

Por otro lado, respecto a los jardines verticales, al igual la anterior clase de barreras, estos no se crearon con el propósito principal de la atenuación acústica, sino que fueron diseñados principalmente para combatir la contaminación visual, sin embargo se pudo apreciar como en investigaciones como la de Coa Yman (2021), Vilcamango Polanco (2018) y Delgadillo Valdez (2018), tras el análisis de la eficacia de estas barreras en la atenuación sonora, se obtuvieron resultados de eficacia, siendo que las capacidades de atenuación de los jardines verticales lograron una reducción sonora de 72.45 dB a 65.02 dB por lo que se podrían utilizar esta clase de barreras en situaciones donde la contaminación sonora no sobrepase por mucho los límites establecidos por ECA, si no en lugares donde el ruido producido sea una simple molestia para las personas, para así con la presencia de estas barreras volver el ambiente más tolerable. Un punto importante de estas barreras es que se caracterizan por utilizar como material de atenuación a las plantas, las cuales son materiales netamente orgánicas, sin embargo, se pudo ver como en la investigación de Vilcamango Polanco (2018), se utilizaron materiales no orgánicos como varillas de fierro y fibrocemento para la elaboración de la estructura sobre la cual se pusieron las plantas, pero también se apreció que en investigaciones como la de DelgadilloValdez (2018) se utilizó madera de pino y tableros OSB para la estructura del jardín vertical. Por lo antedicho, se puede decir que si bien las barreras consistentes en jardines verticales son las obtuvieron menores niveles de

atenuación sonora, estas son al mismo tiempo las más amigables con el medio ambiente.

Por todo lo indicado en este apartado puede apreciarse las capacidades que tienen las paredes acústicas con base a residuos orgánicos en la reducción de la contaminación sonora, esta afirmación tiene además respaldo en la teoría de la acústica, la cual dentro de sus postulados señala que existen fenómenos físicos capaces de afectar la propagación del sonido, siendo uno de estos la absorción, la que se produce cuando una onda sonora choca con una superficie, la cual absorbe parte del sonido (Martin, 2014).

Respecto a los aspectos positivos de la investigación puede mencionarse que, al ser una revisión sistemática tuvo la capacidad de generalizar aspectos de un tema a través del análisis de las investigaciones que se hicieron sobre este, brindando datos como que las barreras acústicas han demostrado sus capacidades de atenuación en todas las investigaciones analizadas y que los componentes de las barreras pueden tener como insumo principal a material residual orgánico. Otro aspecto positivo de esta investigación es que se trata del primer estudio de revisión sistemática realizado el tema en cuestión analizando investigaciones peruanas, lo que denota su aspecto novedoso. Asimismo, que por tratarse de una revisión delimitada en el territorio peruano, pudo abordarse a la totalidad de investigaciones enfocadas en la aplicación de barreras acústicas para la contaminación sonora. Sobre los aspectos negativos se puede señalar que debido a que el estudio se circunscribió en el territorio peruano, las investigaciones que estuvieron al alcance fueron tesis, esto debido a que este tipo de publicaciones son las más difundidas en el Perú, donde pocas investigaciones llegan a ser publicadas como artículos de investigación.

Para finalizar, se puede indicar que la relevancia de esta investigación radica en que ha permitido sistematizar los aportes brindados por las diferentes investigaciones peruanas sobre la capacidad de atenuación sonora que tienen las barreras acústicas, pudiéndose generalizar conclusiones como que las barreras son efectivas en la reducción del sonido. Además, otro punto importante es que al difundir conclusiones sobre las barreras acústicas, promueve el empleo de estas, las cuales se caracterizan por ser una alternativa sin costo y eco amigable para

combatir la contaminación sonora, la cual constituye un problema actual con tendencia a incrementarse conforme sigan creciendo las ciudades y las actividades humanas en general.

VI. CONCLUSIONES

En esta revisión sistemática se analizaron investigaciones que abordaron la efectividad de las barreras acústicas para la disminución de contaminación sonora, en el lapso temporal comprendido entre los años 2015 al 2021. Para tal finalidad se tuvo en consideración 3 objetivos de estudio, emparentados a las 3 categorías de investigación, las cuales fueron: componentes de la barrera, atenuación sonora y, tipo de barrera.

Respecto al **objetivo específico 1**, se pudo evidenciar que, respecto a los componentes de las barreras, todas las investigaciones incluyeron componentes orgánicos e inorgánicos al mismo tiempo para la construcción de sus barreras. Habiéndose empleado ambos tipos de componentes tanto para la construcción de la estructura de las barreras como también como parte del material de mezcla para la construcción de la barrera.

Respecto al **objetivo específico 2**, se encontró que, la atenuación sonora lograda en las investigaciones analizadas fue fructífera en el 87% de los casos, en lo que se logró reducir el ruido hasta niveles aceptables para el hombre, conforme a los estándares nacionales. Por otro lado, en el 13% de los casos la atenuación conseguida no bastó para encajar en los niveles máximos tolerables para la salud humana.

Respecto al **objetivo específico 3**, referido al tipo de barreras construidas para los distintos estudios, se pudo distinguir que las barreras prefabricadas fueron las empleadas en el 56% de las investigaciones. Seguidas de las barreras aditivas al concreto presentes en el 25% de estudios. A las que les sucedieron las barreras por jardines verticales presentes en el 19% de investigaciones. A esto se le puede agregar que, las barreras prefabricadas fueron las únicas que se construyeron la finalidad principal de atenuar el ruido, siendo que los otros dos tipos de barreras tuvieron un objetivo primario distinto.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar nuevas investigaciones aplicando barreras con variaciones de componentes netamente orgánicos para así comprobar la capacidad que tendrían en la atenuación del ruido y, al mismo tiempo comprobar mediante un estudio empírico que es posible la construcción de una barrera 100% orgánica.

Uniformizar los criterios para la explicación de la composición de las barreras, pues se pudo apreciar que en los estudios revisados se han empleado criterios individuales que los autores usaron para describir las proporciones de materiales que se usaron en las barreras, lo cual hace complicado reproducir las barreras en nuevas investigaciones.

Difundir el uso de barreras acústicas en los hogares aledaños a zonas comerciales o alto tránsito, pues estos son los que frecuentemente resultan expuestos a niveles de ruido inadecuados para la salud humana.

REFERENCIAS

- Actualización del Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo, 0262-2020/UCV Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo 19 (2020). <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/11/RCUN%C2%B00262-2020-UCV-Aprueba-Actualizaci%C3%B3n-del-C%C3%B3digo-%C3%89tica-en-Investigaci%C3%B3n-1-1.pdf>
- Abaide, E. R., Tres, M. V., Zobot, G. L., & Mazutti, M. A. (2019). Reasons for processing of rice coproducts: Reality and expectations. *Biomass and Bioenergy*, 120, 240-256. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.11.032>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2020). *La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente—Agencia Europea de Medio Ambiente* [Institucional]. <https://www.eea.europa.eu/es/articles/la-contaminacion-acustica-es-un>
- Aksogan, O., Resatoglu, R., & Binici, H. (2018). An environment friendly new insulation material involving waste newsprint papers reinforced by cane stalks. *Journal of Building Engineering*, 15, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.job.2017.10.011>
- Arenas, C., Leiva, C., Vilches, L. F., & González-Ganso, J. A. (2017). Approaching a methodology for the development of a multilayer sound absorbing device recycling coal bottom ash. *Applied Acoustics*, 115, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.08.021>

- Arias-González, J. L. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Enfoques consulting EIRL. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>
- Asociación Médica Mundial. (2022). *DECLARACIÓN DE LA AMM SOBRE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA* [Institucional]. <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-la-amm-sobre-la-contaminacion-acustica/>
- Atahuachi Layme, G. M., & Carcausto Quispesayhua, Y. N. (2020). Aislante termoacústico a base de Stipa Ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3279173>
- Buratti, C., Belloni, E., Lascaro, E., Merli, F., & Ricciardi, P. (2018). Rice husk panels for building applications: Thermal, acoustic and environmental characterization and comparison with other innovative recycled waste materials. *Construction and Building Materials*, 171, 338-349. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.089>
- Caniato, M., Marzi, A., Monteiro da Silva, S., & Gasparella, A. (2021). A review of the thermal and acoustic properties of materials for timber building construction. *Journal of Building Engineering*, 43, 103066. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103066>
- Cardenas-Gomez, J. C. (2017). *“Encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017”* [Tesis de

- pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3500>
- CDC. (2019, enero 15). *CDC - La Pérdida de la Audición Relacionada al Trabajo— Temas de salud y seguridad de NIOSH* [Institucional].
<https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/oido.html>
- Coa-Yman, J. P. (2021). *Evaluación de la disminución del ruido ambiental vehicular mediante el método de la barrera acústica vertical implementando en la localidad de Santa Eulalia -Lima, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4419>
- De Silva, G. H. M. J. S., & Perera, B. V. A. (2018). Effect of waste rice husk ash (RHA) on structural, thermal and acoustic properties of fired clay bricks. *Journal of Building Engineering*, 18, 252-259.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.03.019>
- Delgadillo-Valdez, G. J. (2018). *Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies *Jacobaea maritima* y *Aptenia cordifolia* en condiciones controladas – Lima 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36267>
- Diaz-Carmona, A. S., & Taco-Pari, G. J. (2019). *Evaluación y propuesta de atenuación de los niveles de ruido mediante barreras absorbentes en una empresa de alimentos balanceados, Arequipa-2018* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnología del Perú].
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1884>
- Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM, 11 (2003).
<https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/3115975-085-2003-pcm>

- Estado Peruano. (2020). *Contaminación sonora en Lima se redujo durante cuarentena* [Gubernamental].
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/142118-contaminacion-sonora-en-lima-se-redujo-durante-cuarentena>
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- Gamonal-Díaz, R. F. (2020). *Eficiencia de la cáscara de arroz *Oryza sativa* como barrera termoacústica para reducir el ruido y mejorar condiciones de temperatura – 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68114>
- Gil-Lopez, T., Medina-Molina, M., Verdu-Vazquez, A., & Martel-Rodriguez, B. (2017). Acoustic and economic analysis of the use of palm tree pruning waste in noise barriers to mitigate the environmental impact of motorways. *Science of The Total Environment*, 584-585, 1066-1076.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.162>
- Gutierrez-Anca, W. E., & Justiniano-Villegas, E. A. (2021). *Análisis y diseño de barreras acústicas con una capa de concreto estructural y otra de concreto con agregados de aserrín y viruta, en la sección vial de la Panamericana Norte, entre los km 31 y 35, distrito Puente Piedra* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653975>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGrall Hill Education.
- Islam, S., & Bhat, G. (2019). Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. *Journal of Environmental Management*, 251, 109536. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109536>
- Jensen, M. S., & Alfieri, P. V. (2021). Design and manufacture of insulation panels based on recycled lignocellulosic waste. *Cleaner Engineering and Technology*, 3, 100111. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100111>
- Kalisa, E., Irankunda, E., Rugengamanzi, E., & Amani, M. (2022). Noise levels associated with urban land use types in Kigali, Rwanda. *Heliyon*, 8(9), e10653. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10653>
- Kumar, G., Dora, D. T. K., Jadav, D., Naudiyal, A., Singh, A., & Roy, T. (2021). Utilization and regeneration of waste sugarcane bagasse as a novel robust aerogel as an effective thermal, acoustic insulator, and oil adsorbent. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126744. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126744>
- La Vanguardia. (2020, marzo 5). *El ruido también mata: 113 millones de europeos sufren la contaminación acústica del tráfico* [Informativa]. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/natural/20200305/473972927037/ruido-mata-113-millones-europeos-sufren-contaminacion-acustica-traffic.html>
- Lacoste, C., Basso, M.-C., Pizzi, A., Celzard, A., Ella Ebang, E., Gallon, N., & Charrier, B. (2015). Pine (*P. pinaster*) and quebracho (*S. lorentzii*) tannin-based foams as green acoustic absorbers. *Industrial Crops and Products*, 67, 70-73. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.018>

- LaRepublica. (2022, octubre 7). *¿Cuál es el verdadero uso de la bocina del carro?*
<https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2022/10/06/cual-es-el-verdadero-uso-de-la-bocina-del-carro-evat/>
- Lawanwadeekul, S., Otsuru, T., Tomiku, R., & Nishiguchi, H. (2020). Thermal-acoustic clay brick production with added charcoal for use in Thailand. *Construction and Building Materials*, 255, 119376.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119376>
- Liuzzi, S., Rubino, C., Martellotta, F., Stefanizzi, P., Casavola, C., & Pappalettera, G. (2020). Characterization of biomass-based materials for building applications: The case of straw and olive tree waste. *Industrial Crops and Products*, 147, 112229. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112229>
- Maquera-Loza, K. B. (2018). *Determinación de la Eficiencia en Barreras Acústicas, Evaluando la Capacidad Insonora Frente a Niveles de Presión Sonora* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna].
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1061>
- Marques, B., Almeida, J., Tadeu, A., António, J., Santos, M. I., de Brito, J., & Oliveira, M. (2021). Rice husk cement-based composites for acoustic barriers and thermal insulating layers. *Journal of Building Engineering*, 39, 102297.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102297>
- Martin, F. (2014). Teoría de la acústica. En *Teoría de la acústica*.
https://www.arauacustica.com/files/publicaciones_relacionados/pdf_esp_382.pdf
- Martín-Leon. (2020, marzo 10). *Contaminación acústica nociva en Europa* [Institucional]. Tiempo.com | Meteored.
<https://www.tiempo.com/ram/contaminacion-acustica-nociva-en-europa.html>

- Mellado-Vargas, Z. (2017). *Incidencia de una barrera acústica prefabricada para mitigar la contaminación sonora del equipo mecánico en la obra vial Lampa – Cabanilla, región Puno* [Tesis magistral, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3277742>
- MINAM. (s. f.). *Contaminación sonora MINAM* [Institucional]. Ambien TV. Recuperado 28 de octubre de 2022, de <https://www.minam.gob.pe/ambientv/nuestros-programas/primer-temporada/contaminacion-sonora/>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., Villanueva, J., Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: Definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), 184-186.
<https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>
- OMS. (2022). *La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición* [Institucional].
<https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Oxsa-Delgado, V. G. (2020). *Eficacia de aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales, Lima* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93382>
- Patnaik, A., Mvubu, M., Muniyasamy, S., Botha, A., & Anandjiwala, R. D. (2015). Thermal and sound insulation materials from waste wool and recycled

- polyester fibers and their biodegradation studies. *Energy and Buildings*, 92, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.056>
- Pu, H., Ding, X., Chen, H., Dai, R., & Shan, Z. (2021). Functional aerogels with sound absorption and thermal insulation derived from semi-liquefied waste bamboo and gelatin. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101874. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101874>
- Puma-Arias, J. Y. (2018). “Atenuación sonora por barreras acústicas a base de residuos orgánicos para reducir el nivel de ruido en una avenida principal, Puente Piedra, 2018” [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19344>
- Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. *Journal of Cleaner Production*, 184, 353-365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>
- Selamat, M. E., Hashim, R., Sulaiman, O., Kassim, M. H. M., Saharudin, N. I., & Taiwo, O. F. A. (2019). Comparative study of oil palm trunk and rice husk as fillers in gypsum composite for building material. *Construction and Building Materials*, 197, 526-532. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.003>
- Soto-Vásquez, M. (2019). *Cascarilla de arroz en bloques de concreto vibrado tipo (BII) para mejorar sus características acústicas y mecánicas, Lima 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54949>
- Tămaș-Gavrea, D.-R., & Dénes, T.-O. (2020). Mechanical, Thermal and Acoustical Properties of an Innovative Lime-Wool Composite. *Procedia Manufacturing*, 46, 402-409. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.059>

- Tao, Y., Ren, M., Zhang, H., & Peijs, T. (2021). Recent progress in acoustic materials and noise control strategies – A review. *Applied Materials Today*, 24, 101141. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2021.101141>
- Thai, Q. B., Chong, R. O., Nguyen, P. T. T., Le, D. K., Le, P. K., Phan-Thien, N., & Duong, H. M. (2020). Recycling of waste tire fibers into advanced aerogels for thermal insulation and sound absorption applications. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(5), 104279. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104279>
- Tipiani-Montero, J. C. (2018). *Determinación de la eficacia de placas de fibra de caña de azúcar para atenuar el nivel de ruido en el Centro de salud José Olaya, Callao Perú 2018* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74878>
- Tran, D. T., Nguyen, S. T., Do, N. D., Thai, N. N. T., Thai, Q. B., Huynh, H. K. P., Nguyen, V. T. T., & Phan, A. N. (2020). Green aerogels from rice straw for thermal, acoustic insulation and oil spill cleaning applications. *Materials Chemistry and Physics*, 253, 123363. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.123363>
- Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2012). On the choice between walls and berms for road traffic noise shielding including wind effects. *Landscape and Urban Planning*, 105(3), 199-210. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.12.017>
- Vega-Malagón, G., Ávila-Morales, J., Vega-Malagón, A. J., Camacho-Calderón, N., Becerril-Santos, A., & Leo-Amador, G. E. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15), 7. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/3477>

- Vilcamango-Polanco, A. R. (2018). *Reducción de ruidos en el área administrativa usando barrera acústica y barrera verde en la empresa DEMEM S.A. Ubicado dentro de las instalaciones de la Refinería Conchán – PETROPERÚ - Lurín, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40752/Vilcamango_PAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vilcapoma-Apari, B. A. (2020). *Editorial La Contaminación sonora: Un mal silencioso.* <https://www.parthenon.pe/actjur/editorial/la-contaminacion-sonora-un-mal-silencioso-2/>
- Yang, W., & Jeon, J. Y. (2020). Design strategies and elements of building envelope for urban acoustic environment. *Building and Environment*, 182, 107121. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107121>
- Zaga De La Cruz, I. (2021). *Influencia de la adición de caucho reciclado en elementos de concreto no estructural para el aislamiento acústico, Cusco 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89386>

ANEXOS

Anexo 01: Resultados descriptivos

En esta sección se presentan los resultados correspondientes a la estadística descriptiva obtenida mediante análisis de porcentajes y frecuencias de la data correspondiente a la universidad de donde se extrajo el estudio, año de publicación, tipo de investigación utilizado, y el lugar donde se efectuó la investigación.

Las investigaciones analizadas provinieron de 5 universidades, como se puede apreciar a continuación:



Conforme se aprecia en la figura previa, referida a las universidades de cuyos repositorios se pudieron tomar las investigaciones analizadas. La universidad César Vallejo fue la que más investigaciones pudo aportar, constituyendo el 66,7% de fuentes. Seguida de la universidad Nacional del Altiplano que portó el 13.3% de las fuentes. A las que les siguieron las universidades de Ciencias Aplicadas, Peruana



Unión y la Privada de Tacna, cada una aportando el 6,7% de las fuentes consultadas.

Las investigaciones analizadas se encontraron entre los años 2017 al 2021, habiendo un descenso en el año 2019 que posteriormente tendió a incrementarse, como se distingue a continuación:



Conforme se aprecia en la figura previa, referida a los años en que fueron publicadas las investigaciones consultadas, puede distinguirse que el año en que más publicaciones se hicieron fue el 2018, en el cual se publicó en 40% de estudios analizados. Seguido del año 2021, en el cual se publicó el 27% de estudios analizados. A los que les siguieron en igualdad de proporción los años 2017 y 2020, en cada uno de los cuales se publicó el 13% de los estudios analizados. Pudiendo explicarse estos datos con el advenimiento de la pandemia, que en el año 2019 produjo un descenso de la realización de investigaciones en general, lo que fue aminorándose con el pasar de los años, hasta que llegado el 2021 la cantidad de



investigaciones estuvo más próxima a reestablecerse como era hasta antes de la pandemia.

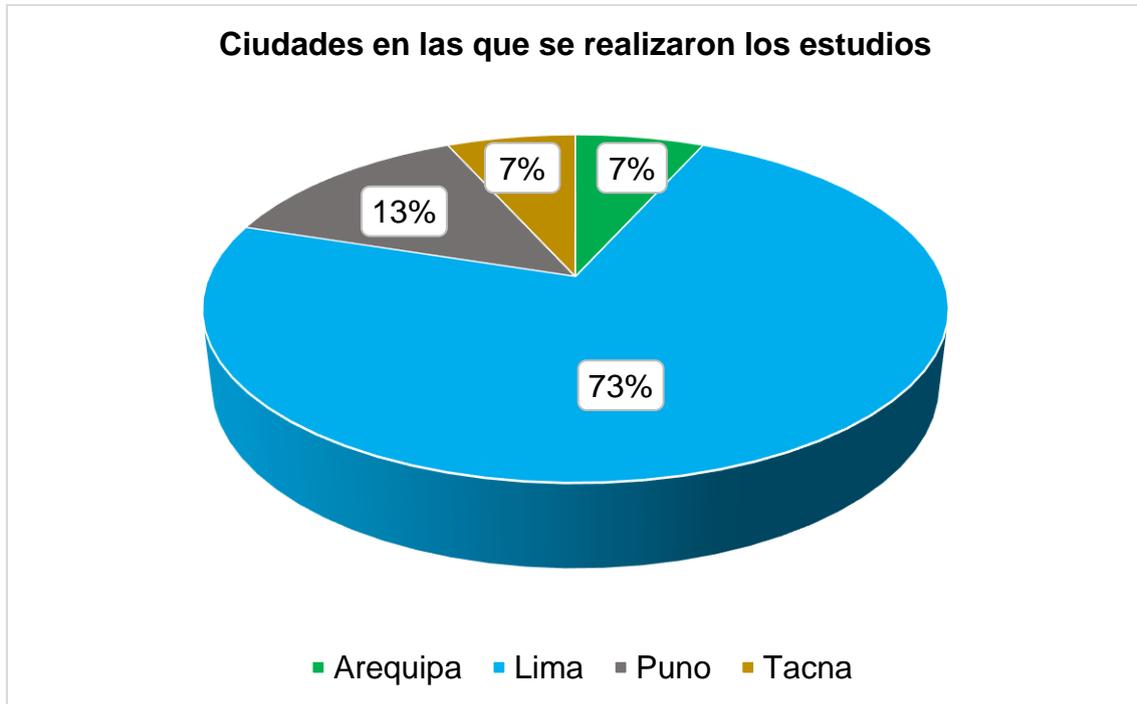
La metodología empleada en las investigaciones incluyó al enfoque cuantitativo, con dos tipos de alcances, como se aprecia a continuación:



Conforme se aprecia en la figura previa, la metodología empleada en las investigaciones analizadas estuvo dentro del enfoque cuantitativo, empleando predominantemente al tipo de estudio experimental, que estuvo representado por el 87% de los estudios consultados. Asimismo, una sección menor de investigaciones que fueron realizadas con el tipo no experimental y un alcance correlacional, que estuvo representado por el 13% de estudios analizados.



Las investigaciones analizadas fueron consultadas a nivel nacional, siendo éstas finalmente extraídas de cuatro ciudades, como se aprecia a continuación:



Conforme se aprecia en la figura previa, referida a las ciudades en las que se efectuaron las investigaciones que se analizaron para la presente revisión. Queda en evidencia la predominancia de los estudios realizados en la ciudad Lima, de donde provinieron el 73% de las investigaciones. Seguida de la ciudad Puno, donde se realizaron el 13% de estudios. A las que se siguieron las ciudades Tacna y Arequipa en igual proporción, de cada una de las cuales provino el 7% de las investigaciones analizadas.



Anexo 02: Instrumento de investigación

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
TÍTULO: Aplicación de paredes acústicas en base a residuos orgánicos en la disminución de la contaminación sonora en el Perú: Revisión sistemática 2015–2021.		
REPOSITORIO:	AÑO DE PUBLICACION:	LUGAR DE PUBLICACION:
TIPO DE INVESTIGACION:	CÓDIGO:	
AUTOR(ES):		
PALABRAS CLAVES:		
COMPONENTES DE LAS PAREDES ACÚSTICAS		
PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN SONORA		
EFICIENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN SONORA		
RESULTADOS:		
CONCLUSIONES:		



Anexo 03: Instrumentos completados tras el recojo de información

	01 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
Análisis y diseño de barreras acústicas con una capa de concreto estructural y otra de concreto con agregados de aserrín y viruta, en la sección vial de la Panamericana Norte, entre los km 31 y 35, distrito Puente Piedra		
UNIVERSIDAD: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas		AÑO DE LA INVESTIGACION: 2021
TIPO DE INVESTIGACION: Experimental		LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú
AUTOR(ES):	Gutiérrez Anca Waldir Eduardo Justiniano Villegas Erick Alexander	
PALABRAS CLAVES:	Nivel de presión sonora; Sonómetro; Barrera acústica; Absorción acústica; Tubo de impedancia; Coeficiente de absorción sonora.	
COMPONENTES DE LA BARRERA	Concreto con agregados de aserrín y viruta.	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	-76.48dB y 74.76dB en el horario diurno y nocturno respectivamente -El sistema de barrera acústica diseñado alcanza a absorber hasta 23% del nivel de presión sonora percibido Tuvo 76.48 y 74.76 y bajo un 23%	
TIPO DE BARRERA/ PARAMETRO	Adición al concreto / Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. - Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. (MINAM 2014)	
RESULTADOS:	De los resultados obtenidos se pudo observar que, tanto en el horario diurno como en el nocturno, los índices acústicos sobrepasaban a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental por un 25% y 35% respectivamente.	
CONCLUSIONES:	En conclusión, el sistema de barrera acústica diseñado alcanza a absorber hasta 23% del nivel de presión sonora percibido, y con ello la zona en estudio se encuentra dentro de los Estándares de Calidad de Ruido Ambiental.	



02 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA

INCIDENCIA DE UNA BARRERA ACÚSTICA PREFABRICADA PARA MITIGAR LA CONTAMINACIÓN SONORA DEL EQUIPO MECÁNICO EN LA OBRA VIAL LAMPA – CABANILLA, REGIÓN PUNO

UNIVERSIDAD: Universidad Nacional del Altiplano

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2017

TIPO DE INVESTIGACION: Correlacional

LUGAR DE PUBLICACION: Puno - Perú

AUTOR(ES):

Mellado Vargas Zenón

PALABRAS CLAVES:

Barrera acústica, contaminación sonora, mitigación, nivel de presión sonora y sonómetro

COMPONENTES DE LA BARRERA

Aluminio, plancha de policarbonato, espuma de poliuretano y lana de fibra de vidrio

CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA

Ruido mínimo y máximo fueron de un Volquete y un Generador Eléctrico produciendo niveles de ruido de 60.6 y 86.3 respectivamente; obteniendo una atenuación de 8.9 y 8.8 dB, que en % serían un 14.69 y 10.26%. Además como promedio del ruido base se tuvo 72.3 dB y su promedio ponderado de atenuación acústica fue de 14.06%.

TIPO DE BARRERA/ PARAMETRO

Barrera prefabricada/ estudio, como zona residencial, esto de acuerdo a la clasificación de los Estándares de calidad ambiental para ruido, 60 dB aceptados en horario diurno

RESULTADOS:

En cuanto a los resultados, se obtuvo 14.06 % de incidencia en la mitigación por la barrera acústica y que la sombra acústica se extiende hasta 4.50 metros de la barrera acústica. Además, la barrera acústica prefabricada genera una sombra acústica que se extiende hasta 2.5 a 3 veces aproximadamente la altura de la barrera, en la sombra acústica se logra reducir 10 dB(A) aproximadamente el nivel sonoro.

CONCLUSIONES:

El nivel sonoro de la motoniveladora, retroexcavadora y los volquetes monitoreados, son mitigados hasta valores por debajo del estándar de calidad ambiental para una zona urbana en horario diurno.



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	03 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
Evaluación de la disminución del ruido ambiental vehicular mediante el método de la barrera acústica vertical implementando en la localidad de Santa Eulalia -Lima, Perú		
UNIVERSIDAD: Universidad Peruana Unión		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2021
TIPO DE INVESTIGACION: Experimental		LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú
AUTOR(ES):	Coa Yman Josselyn Patricia	
PALABRAS CLAVES:	Ruido ambiental, Barreras acústica vertical, absorción acústica.	
COMPONENTES DE LA BARRERA	Barrera acústica vertical compuesta de paneles de plantas ornamentales	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	Se tuvieron 3 puntos de prueba con 15 muestras cada uno, obteniendo como promedios de atenuación acústica de 1.4; 7.43 y 2.56 respectivamente N1: 72.29 a 70.82 N2: 72.45 a 65.02 N3: 70.96 a 68.40	
TIPO DE BARRERA/ PARAMETRO	Jardín vertical/ no especifica el parámetro	
RESULTADOS:	Se obtuvo como promedio en la atenuación sonora en los puntos N°1: 1.4, N° 2: 7.43 y N°3: 2.56.	
CONCLUSIONES:	Asimismo, se concluye que en el resultado obtenido en el punto N°2 tuvo una atenuación sonora más eficiente que en el punto N° 1 y 3, esto se debió a factores externos ya que durante el monitoreo en el punto contuvo una frecuencia menor de vehículos livianos y pesados, que en los otros puntos.	



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	04 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
"Reducción de ruidos en el área administrativa usando Barrera Acústica y Barrera Verde en la empresa DEMEM S.A. Ubicado dentro de las instalaciones de la Refinería Conchán – PETROPERÚ - Lurín, 2018"		
UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2018
TIPO DE INVESTIGACION: Experimental		LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú
AUTOR(ES):	Vilcamango Polanco Anyel Rubi	
PALABRAS CLAVES:	Reducción acústica, Barrera Acústica, Barrera Verde, ruido, decibeles	
COMPONENTES DE LA BARRERA	Varillas de fierro, fibrocemento, aptenia cordifolia y delosperma cooperi	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	Se redujo hasta en 31 dB el nivel de ruido	
TIPO DE BARRERA/ PARAMETRO	Prefabricada(No contiene ni un material organico) y Jardín vertical	
RESULTADOS:	Se elaboraron 2 barreras, una prefabricada y una vertical, las mismas que se midieron desde 6 distancias diferentes (0; 5; 10; 15; 20 y 25 metros), obteniendo como promedios de ruido 116.9; 113.0; 109.9; 108.7; 106.9 y 106.2 dB antes de aplicar la barrera. Tras la aplicación de la barrera verde se obtuvieron los siguientes promedios: 84.1; 83.1; 79.2; 77.5; 76.4 y 75.3 dB. Y con la aplicación de la barrera acústica se obtuvieron los siguientes: 91.1; 87; 84.1; 83.3; 81.4 y 80.6dB.	
CONCLUSIONES:	Se determino en qué medida las características de la barrera verde reducen el nivel de ruido, ya que, en base a los datos obtenidos mediante la medición de ruido, se evidencio que se redujo en 31 dB el nivel de ruido, confirmando asi que las características de la Barrera Verde reducen significativamente la intensidad del ruido	



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		05 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
"Reducción del ruido mediante barreras vegetales con las especies <i>Jacobaea maritima</i> y <i>Aptenia cordifolia</i> en condiciones controladas – Lima 2018"			
UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2018	
TIPO DE INVESTIGACION: Experimental		LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú	
AUTOR(ES):	Delgadillo Valdez Giancarlo Jhardy		
PALABRAS CLAVES:	Atenuación acústica, Barreras vegetales, <i>Aptenia cordifolia</i> , <i>Jacobaea marítima</i> , ruido.		
COMPONENTES DE LA BARRERA	Madera de pino, tableros OSB, sustrato, botellas de PVC, plantas (<i>Jacobaea maritima</i> y <i>Aptenia cordifolia</i>)		
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	Se simulo un ruido de 90dB y se logró reducir 11.56 dB y de 13.56 dB		
TIPO DE BARRERA/ PARAMETRO	3 barreras de Jardín Vertical/ Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de calidad Ambiental para el ruido		
RESULTADOS:	El ruido simulado fue de 90 dB. La barrera con <i>Jacobea marítima</i> obtuvo un promedio de 81.3 dB, alcanzando un promedio de atenuación acústica de 8.7 dB. La barrera con <i>Aptenia cordifolia</i> obtuvo un promedio de 76.5 dB, alcanzando un promedio de atenuación acústica de 13.5 dB. La barrera con ambas especies obtuvo un promedio de 78.2 dB, alcanzando un promedio de atenuación acústica de 11.8 dB.		
CONCLUSIONES:	De los resultados se obtuvo que las características de las barreras, se llegó a concluir que estas características si aumentan la reducción de ruido en condiciones controladas.		



06 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA

“Atenuación sonora por barreras acústicas a base de residuos orgánicos para reducir el nivel de ruido en una avenida principal, Puente Piedra, 2018”

UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2018

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú

AUTOR(ES):

Puma Arias Joselyn Yumara

PALABRAS CLAVES:

Atenuación sonora, barreras acústicas, residuos orgánicos, nivel de ruido.

COMPONENTES DE LA BARRERA

Una composición de 55% de marlo de choclo, 35% de cáscara de papa y 10% de papel periódico

CONTAMINACION ACUSTICA/
ATENUACION SONORA

Con un ruido inicial de 71.2 dB se logró un Promedio un nivel de atenuación sonora de 8,4 dB.

TIPO DE BARRERA/
PARAMETRO

Prefabricada

RESULTADOS:

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el trabajo de campo y gabinete nos permiten corroborar que las barreras acústicas a base de marlo de choclo, cáscara de papa y papel periódico tienen en promedio un nivel de atenuación sonora de 8,4 dBA.

CONCLUSIONES:

Se confirmó los valores de atenuación sonora con la barrera acústica a base de residuos orgánicos implementada en la avenida Panamericana Norte Km 33,5 no varían, pues poseen una media similar permitiendo una reducción del nivel de ruido constante de aproximadamente 8,4 dB(A), debido a las propiedades de absorción que posee la barrera

**07 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA**

“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA EN BARRERAS ACÚSTICAS, EVALUANDO LA CAPACIDAD INSONORA FRENTE A NIVELES DE PRESIÓN SONORA”

UNIVERSIDAD: Universidad Privada de Tacna

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2018

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

LUGAR DE PUBLICACION: Tacna - Perú

AUTOR(ES):

Maquera Loza Karen Brenda

PALABRAS CLAVES:

Barreras acústicas, lana de vidrio, poliestireno expandido y madera OSB

COMPONENTES DE LA BARRERA

Lana de vidrio, y madera de fibras orientadas (OSB) de diferentes grosores y combinaciones

CONTAMINACION ACUSTICA/
ATENUACION SONORA

Los niveles de ruido con los que se trabajaron fueron de 95.08 dB y 98.30 dB.

TIPO DE BARRERA/
PARAMETRO

Prefabricada/ usaron el Según MINAM (2003); durante el año 2003 se aprobó el “Reglamento para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, mediante D.S. N° 085-2003-PCM” c

RESULTADOS:

El sonido con el que se investigó fueron 2, de una motosierra con un promedio de 95.08 dB y una sirena de ambulancia con un promedio de 98.30 dB. Tuvieron diferentes resultados de acuerdo al material utilizado en la barrera:
Con Madera OBS de 2,2cm; obtuvo un promedio de atenuación de 83.54 y 85.84 para ambos ruidos.
Con Madera OBS de 0.9cm; obtuvo como promedio de atenuación 87.66 y 85.36 dB para ambos ruidos.
Con Lana de vidrio de 3cm; obtuvo un promedio de 29.70 y 85.89 para ambos ruidos.
Con Lana de vidrio de 1.5 cm; obtuvo como promedio 82.07 y 83.11 dB para ambos ruidos.
Y por último, la combinación de madera OBS y lana de vidrio obtuvo como promedios de atenuación acústica 85.39 y 81.14 en ambos ruidos estudiados.

CONCLUSIONES:

Las barreras acústicas si presentan capacidad para reducir los niveles de presión sonora tanto para sonidos graves como sonidos agudos.



	08 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
"Eficacia de Aislantes Acústicos para la Reducción del Ruido en habitaciones de Zonas Residenciales, Lima."		
UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2020
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental		LUGAR DE PUBLICACIÓN: Lima - Perú
AUTOR(ES):	Oxsa Delgado Victor Giancarlo	
PALABRAS CLAVES:	Reducción de ruido, corcho, lana de roca, poliestireno expandido y nivel de presión sonora	
COMPONENTES DE LA BARRERA	3 barreras de lana de roca, corcho y poliestireno expandido	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	El ruido con el que se trabajo fue de 86.17 dB, la atenuación acústica alcanzada fue del 27.1; 31.28 y 33%	
TIPO DE BARRERA/ PARAMETRO	Prefabricada/ Estándares de Calidad Ambiental de Ruido (ECA RUIDO)	
RESULTADOS:	El nivel de ruido promedio con el cual se trabajo fue de 86.17 dB, el cual sobrepasa los límites establecidos por el ECA. -El poliestireno expandido tuvo como resultado una reducción de 27.1%, alcanzando un promedio de 62.82 dB. -El corcho tuvo como resultado una reducción del 31.28%, alcanzando un promedio de 59.22 dB. -La lana de roca tuvo como resultado la reducción del 33%, alcanzando un promedio de 57.53 DB.	
CONCLUSIONES:	La utilización de estos materiales garantiza y mejoran los problemas de ruido existente en diferentes tipos de construcciones, encontrando evidencias suficientes en las investigaciones incluidas acerca de la eficacia que tienen los aislantes acústicos para la reducción de ruidos.	



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	09 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
AISLANTE TERMOACÚSTICO A BASE DE STIPA ICHU PARA ATENUAR EL RUIDO Y CAMBIOS DRÁSTICOS DE TEMPERATURA EN VIVIENDAS DE SECTORES EN EXPANSIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE PUNO		
UNIVERSIDAD: Universidad Nacional del Altiplano		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2018
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental - Correlacional		LUGAR DE PUBLICACION: Puno - Perú
AUTOR(ES):	Atahuachi Layme Gaby Maribel	
PALABRAS CLAVES:	Stipa Ichu, aislamiento térmico, aislamiento acústico, confort, expansión urbana.	
COMPONENTES DE LA BARRERA	Material de construcción termo acústico: Stipa Ichu	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	Se recreo una frecuencia de 8000 Hz La atenuación sonora alcanzada fue de 30.59dB y 47.86 dB.	
TIPO DE BARRERA / PARAMETRO	Adición al concreto/ Decreto Supremo N° 085-2003-PCM Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Lima,	
RESULTADOS:	Al probar con una frecuencia de 8000 Hz, El Stipa Ichu alcanza a atenuar el ruido en 30.59 dB, y como material compuesto (con revestimiento de yeso) alcanza a atenuar en 47.86 dB.	
CONCLUSIONES:	Los resultados demuestran que el Stipa Ichu tiene propiedades físicas adecuadas para ser empleada como un material para el aislamiento térmico y acústico de viviendas, además de ser amigable con el medio ambiente y revalorar una práctica ancestral.	



10 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA

Eficiencia de la cáscara de arroz Oryza sativa como barrera termoacústica para reducir el ruido y mejorar condiciones de temperatura – 2020

UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2020

TIPO DE INVESTIGACION: Experimental

LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú

AUTOR(ES):

Gamonal Díaz Rey Franklin

PALABRAS CLAVES:

Cáscara de arroz Oryza sativa, reducción de ruido, cambio de temperatura, barreras termoacústicas.

COMPONENTES DE LA BARRERA

Barreras termoacústicas a base de cáscara de arroz Oryza sativa

CONTAMINACION ACUSTICA/
ATENUACION SONORA

Se simuló un ruido de 90 dB y la atenuación acústica alcanzada fue de 14.8 y 20 dB.

TIPO DE BARRERA/
PARAMETRO

Prefabricada/ Reglamento Estándares de calidad ambiental para ruido. DS N° 085-2003-PCM

RESULTADOS:

Simuló una fuente de ruido de 90 dB. Mediante los resultados, se determinó que, la eficiencia fue del 17 % para el espesor de 2.5 cm, con una reducción de ruido de 14.8 dB, y 22% de eficiencia, para el espesor de 3.0 cm, que evidenció una reducción de ruido de 20 dB,

CONCLUSIONES:

Se concluyó que la cáscara de arroz es eficiente para mitigar el ruido y la temperatura baja



11 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA

“Encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017”

UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2017

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú

AUTOR(ES):

-Cárdenas Gómez Juan Carlos

PALABRAS CLAVES:

Ruido, encapsulamiento acústico, aislante y absorbente acústicos.

COMPONENTES DE LA BARRERA

(Planchas de cartón compactado y jabs de huevo y (Lana de polietileno

CONTAMINACION ACUSTICA/
ATENUACION SONORA

El nivel de ruido con el que se trabajo fue de 81.46 dB, el cual se logró reducir hasta 16.52 dB(A)

TIPO DE BARRERA /
PARÁMETROS

Prefabricada / se logró cumplir con la normativa ambiental vigente, encontrándose por debajo de los Estándar Nacional de Calidad Ambiental de ruido nocturno cuyo valor es 70 dB(A).

RESULTADOS:

El promedio de ruido en la empresa antes de realizar el encapsulamiento acústico es 81.46 dB, después de realizar el encapsulamiento acústico se obtuvo un promedio de 65.38 dB. El resultado final se redujo hasta un promedio de 16.08 dB.

CONCLUSIONES:

Se comprobó la eficacia de la lana de polietileno como un material optimo en la atenuación acústica, pues en la investigación la barrera a base de dicho material alcanzo un promedio de atenuación de 16.08dB.



	12 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
"Influencia de la adición de caucho reciclado en elementos de concreto no estructural para el aislamiento acústico, Cusco 2021."		
UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2021
TIPO DE INVESTIGACION: Experimental		LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú
AUTOR(ES):	Zaga De La Cruz, Ivan	
PALABRAS CLAVES:	Caucho reciclado, aislamiento acústico, placas de concreto; absorción del sonido, medición del sonido.	
COMPONENTES DE LA BARRERA	Mezcla de concreto a base de piedra chancada, caucho molido y reciclado	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	Los niveles de ruido con los que se trabajó fueron 90.89 dB; 82.14 dB y 77.54dB, Se alcanzó una atenuación acústica de 23.41dB; 32.16dB y 36.76 dB respectivamente	
TIPO DE BARRERA / PARAMETROS	Adición al concreto/ NO ESPECIFICA	
RESULTADOS:	La absorción de sonido por una placa de concreto no estructural de 4 cm de espesor varían de 19.41 dB (94.89), 22.56 dB (91.74) y 23.41 dB (90.89) para adiciones de 0%,15% y 30% de caucho respectivamente. La absorción de sonido por una placa de concreto no estructural de 8 cm de espesor varía de 29.73 dB (84.57), 31.90 dB (82.40) y 32.16 dB (82.14) para adiciones de 0%,15% y 30% de caucho respectivamente. La absorción de sonido por una placa de concreto no estructural de 10 cm de espesor varía de 32.11 dB (82.19), 34.99 dB (79.31) y 36.76 dB (77.54) para adiciones de 0%,15% y 30% de caucho respectivamente.	
CONCLUSIONES:	El adherir caucho reciclado a la mezcla de concreto no estructural logro mejorar considerablemente la capacidad de absorción sonora, alcanzando hasta un 30% extra a la mezcla clásica sin caucho reciclado.	



	13 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
"Evaluación y propuesta de atenuación de los niveles de ruido mediante barreras absorbentes en una empresa de alimentos balanceados, Arequipa2018"		
UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2021
TIPO DE INVESTIGACION: Descriptivo-Correlacional		LUGAR DE PUBLICACION: Arequipa - Perú
AUTOR(ES):	Angel Sandro Diaz Carmona Gina Jarmila Taco Pari	
PALABRAS CLAVES:	Agentes físicos, exposición a ruido, medidas de control.	
COMPONENTES DE LA BARRERA	Mapresa, tubo cuadrado de metal, poliéstereno, poliuretano, y lana de vidrio.	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	El nivel inicial de ruido con el que se trabajo fue de 89.1 dB. Se alcanzó una atenuación acústica de 16.5 dB; 10.7 dB y 6.5 dB.	
TIPO DE BARRERA / PARAMETROS	Prefabricado	
RESULTADOS:	Como resultado se obtuvo que el área de molienda fue el área con mayores niveles de ruido y al monitorearla por un periodo de ocho horas, obteniendo como resultado 89.1 dB. Los resultados del ensayo indican que el material con mejor absorción acústica es el poliuretano con una reducción de 89,1 dB a 72.6 dB	
CONCLUSIONES:	En el ensayo realizado el mejor material de absorción acústica fue los paneles de poliuretano que absorbieron de 89.1 a 72.6 dB seguido de lana de vidrio de 89.1 dB a 78.4 dB y poliestireno que redujo de 89.1 dB a 82.6 dB.	



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	14 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA	
"Determinación de la eficacia de placas de fibra de caña de azúcar para atenuar el nivel de ruido en el Centro de salud José Olaya, Callao Perú 2018"		
UNIVERSIDAD: <i>Universidad César Vallejo</i>		AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2018
TIPO DE INVESTIGACION: Descriptivo-Correlacional		LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú
AUTOR(ES):	Tipiani Montero Julio Cesar	
PALABRAS CLAVES:	Fibra de caña de azúcar, Nivel de ruido, Atenuación acústica, Absorbente acústico, Decibeles.	
COMPONENTES DE LA BARRERA	La fibra de caña de azúcar como absorbente de dos grosores siendo 7cm y 14 cm ,	
CONTAMINACION ACUSTICA/ ATENUACION SONORA	El promedio de ruido antes de la aplicacion del filtro a 69.82 dB y tras la aplicación de la barrera de 7 y 14 cm se obtuvo 62.5 y 57.9 dB.	
TIPO DE BARRERA / PARÁMETROS	Prefabricado / Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido - D.S. N° 085-2003- MINAM. Lima, 2008	
RESULTADOS:	Los resultados fueron que la eficacia de la fibra de caña de azúcar para atenuar el nivel de ruido tomando los datos registrado del Centro de Salud para 7 cm y 14 cm fueron de 10.4 % y 17.07 % respectivamente. Teniendo como el promedio de ruido antes de la aplicacion del filtro a 69.82 dB y tras la aplicación de la barrera de 7 y 14 cm se obtuvo 62.5 y 57.9 dB.	
CONCLUSIONES:	La reducción sonora lograda por la fibra de caña de 7 y 14 cm fue de 7.3 y 11.8 dB respectivamente.	



15 FICHA DE REGISTRO DOCUMENTAL: APLICACIÓN DE PAREDES ACÚSTICAS PARA LA ATENUACIÓN SONORA

“Cascarilla de arroz en bloques de concreto vibrado tipo (BII) para mejorar sus características acústicas y mecánicas, Lima 2019.”

UNIVERSIDAD: Universidad César Vallejo

AÑO DE LA INVESTIGACIÓN: 2019

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental

LUGAR DE PUBLICACION: Lima - Perú

AUTOR(ES):

Michael, Soto Vásquez

PALABRAS CLAVES:

Cascarilla de arroz, bloques de concreto vibrado, coeficiente acústico, resistencia a la compresión.

COMPONENTES DE LA BARRERA

Bloques de concreto, cascarilla de arroz

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA/
ATENUACION SONORA

Se simulo un sonido base de 90 dB, con el cual al implementar la cascarilla de arroz a la mezcla básica de concreto vibrado, hubo un incremento de atenuación sonora de hasta el 15% gracias al agregado de cascarilla de arroz

TIPO DE BARRERA /
PARÁMETROS

Adición al concreto/ Estandares ECA

RESULTADOS:

El sonido simulado fue de 90 dB en todas las muestras. Los resultados fueron que los bloques clásicos con 800; 1500 y 3000 gramos de adición de cascarilla llegaron a un aumento de absorción al sonido de 4; 8 y 15% respectivamente en comparación con el bloque clásico de concreto.

CONCLUSIONES:

Se concluye que la cascarilla de arroz como un material que se puede adicionar a los bloques de concreto de arroz tiene resultados positivos en la atenuación acústica, sin embargo, baja la resistencia a la compresión.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, KENNY RUBEN MONTALVO MORALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de paredes acústicas basadas en residuos orgánicos para la disminución de la contaminación sonora, en Perú: Revisión sistemática 2015-2021", cuyos autores son QUISPE PINO MELANIA, MAMANI CUAYLA ROSALINDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
KENNY RUBEN MONTALVO MORALES DNI: 43713929 ORCID: 0000-0003-4403-4360	Firmado electrónicamente por: KRMONTALVO el 23- 03-2023 19:13:49

Código documento Trilce: TRI - 0537476