



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**"Revisión sistemática de barreras acústicas a base de residuos
solidos en la reducción de ruido en el medio ambiente"**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Atoche Suclupe, Olexis Yamir (orcid.org/0000-0003-1312-9834)

ASESOR:

Mg. Garzon Flores, Alcides (orcid.org/0000-0002-0218-8743)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos Solidos

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por darme la vida, la sabiduría, el conocimiento y la fuerza, por ser un guía en mi camino

A mis padres Víctor Emilio Atoche Morales y Mari Luz Suclupe Alvarado y a mi hijo Thiago David Atoche Paredes por su apoyo incondicional y su motivación siendo parte fundamental en mi formación académica

Agradecimiento

A mis docentes y asesores por su comprensión y aporte de conocimientos y experiencias para la realización de este proyecto

A nuestra casa de estudios La Universidad Cesar Vallejo por brindarnos el soporte necesario para desarrollarnos intelectual y humanamente para ser buenos ciudadanos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Tabla de contenido.....	4
Índice de tablas	5
Índice de figuras	6
Índice de anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	14
III. MÉTODO	24
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	25
3.3 Escenario de estudio	27
3.4 Participantes	27
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.6 Procedimientos	27
3.7 Rigor científico	30
3.8 Métodos de análisis de información	30
3.9 Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de categorización apriorística.....	19
Tabla 2 Diseño y dimensiones de cada barrera acústica según diversos estudios.....	30

Índice de figuras

Figura 1 Choque de ondas sonoras con una barrera.....	20
Figura 2 Micrografías del vástago de fibra de lchu.....	27
Figura 3 Diseños en forma plana rectangular de una barrera acústica.....	28
Figura 4 Diseños en modelo Gyplac (Construcción liviana) como barrera acústica.....	29
Figura 5 Métodos del tubo de impedancia para encontrar el coeficiente de absorción acústica.....	33
Figura 6 Distribución espacial del sonido.....	36
Figura 7 Generación de energía eléctrica a través de energía acústica.....	37

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó una revisión sistemática teniendo como objetivo determinar cuáles son los residuos sólidos que se puedan utilizar para la elaboración de barreras acústicas en la reducción de ruido, el problema de investigación ¿Qué residuos sólidos se pueden utilizar para la elaboración de barreras acústicas en la reducción del ruido? La metodología consistió en la revisión sistemática de trabajos de investigación usando bases de datos como ScienceDirect, Google Académico, Redalyc, etc. Obteniendo 21 artículos seleccionados por criterios de inclusión y exclusión. Los resultados obtenidos fueron que, de los 21 artículos de selección, 13 de ellos hace mención a residuos orgánicos resaltando las fibras de coco como un agente con mayor cantidad de reducción en ruido, 3 tuvieron como materia de estudio a residuos inorgánicos, 3 residuos industriales y 2 residuos de construcción, entre los residuos encontrados fueron: cascara de papa, cascara de piña, marlo de choclo, cisco de café, cascarillas de arroz, tallos de plantas, Stipa lchu, fibras de coco, fibras de bambú, fibras de vidrio, fibras de caña de azúcar, etc. La metodología más utilizada para la medición de ruido, fue la NORMA ISO 10534-1 norma que mide el coeficiente de absorción sonora.

Palabras clave: contaminación acústica, barreras acústicas, residuos sólidos, reducción de ruido.

Abstract

In the present research work, a systematic review was carried out with the objective of determining which solid waste can be used for the elaboration of acoustic barriers in noise reduction, the research problem: ¿What solid waste can be used for the elaboration of of acoustic barriers in noise reduction? The methodology consisted of the systematic review of research papers using databases such as ScienceDirect, Google Scholar, Redalyc, etc. Obtaining 21 articles selected by inclusion and exclusion criteria. The results obtained were that, of the 21 selection articles, 13 of them mention organic waste, highlighting coconut fibers as an agent with the greatest amount of noise reduction, 3 had inorganic waste as the subject of study, 3 industrial waste and 2 construction residues, among the residues found were: potato peel, pineapple peel, corn marlo, coffee husk, rice husks, plant stems, Stipa lchu, coconut fibers, bamboo fibers, glass fibers , sugar cane fibers, etc. The most widely used methodology for noise measurement was the ISO 10534-1 standard that measures the sound absorption coefficient.

Keywords: noise pollution, acoustic barriers, solid waste, noise reduction.

I. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de investigación está orientado a sintetizar los resultados de la reducción del ruido por barreras acústicas elaboradas por diferentes residuos sólidos y comparar los datos de disminución de ruido mediante la búsqueda sistemática de investigaciones realizadas teniendo como doble finalidad reducir el efecto negativo que ocasionan los residuos sólidos al medio ambiente y atenuar la contaminación sonora provocada por distintas fuentes.

En la actualidad, la contaminación acústica se ha transformado en un peligroso problema ambiental y social que está afectando a los habitantes de ciudades con un alto nivel de ruido, esto se debe al sonido no deseado que producen vibraciones en el oído interno transmitiendo impulsos nerviosos al cerebro, el cual lo interpreta como sonido o ruido (Meira, et al, 2015, Martín y Sánchez, 2017) generando molestia y malestar en las personas, siendo estos causados principalmente por fuentes que ocasionan las actividades del ser humano, tales como actividades industriales, parque automotor, construcciones, comercio, entre otros. La mayor fuente de contaminación ruido destacada a nivel mundial es el parque automotor (Arenas, et al 2017)

La contaminación ambiental sonora o acústica, es potencialmente nociva para la audición y el bienestar psicológico, se considera como un sonido no soportado (Rodríguez y Alfonso, 2017, Kitronza y Philippe, 2016).

La OMS (Organización Mundial de la Salud) considera al ruido un tipo más de contaminación, debido a los impactos que genera a las personas provocando lesiones a largo plazo, así como también, La Comunidad Económica Europea (CEE) a través de la Conferencia de Estocolmo, ratificó al ruido como un contaminante específico, exigiendo a los países que lo conforman un esfuerzo para contrarrestar legalmente la contaminación acústica (Gonzales, Fernández, 2017).

Por otro lado, la contaminación acústica ha llegado a ser una problemática ambiental y social poco tocada, es decir, la importancia que le dan a este tipo de contaminación es casi nada, debido a que gran parte de la población mundial no conocen a profundidad el tema acerca de los efectos que pueden causar a salud. (Enda Murphy y Eoin King 2014).

A diferencia de otros tipos de contaminación, la contaminación sonora es percibida solamente por un sentido, la audición, siendo éste el más perjudicado, lo cual no presenta ni deja residuos tangibles, pero si puede ser un problema grave a largo plazo. (George Bugliarello 1976).

Se hizo una estimación que, de toda la población mundial, el 10% presenta riesgos de traumatismo sonoro siendo la mitad la que desarrollo un déficit en el sentido auditivo (Basner M. 2014).

Por otro lado, las elevadas intensidades del ruido muestran influencia en el incremento de enfermedades cardiovasculares, provocando un riesgo de infarto de miocardio o ictus, la cual están asociadas de manera progresiva con la intensidad del ruido (Jaana I. Halonen, 2015).

En la actualidad, en distintos países, con el fin de contrarrestar la contaminación sonora se diseñaron algunas medidas para reducir el nivel del ruido, entre las cuales existen las barreras acústicas que en su mayoría en el mercado son a base de acero y aluminio, aunque la investigación sobre estas barreras se ha desarrollado desde 1950 lastimosamente este sistema de atenuación presenta un costo económico significativamente alto, debido a que los materiales utilizados son muy sofisticados, es por ello que llamó la atención de diferentes investigadores los cuales propusieron el uso de residuos sólidos como material de elaboración de barreras acústicas, llegando a la conclusión que diversos residuos sólidos presentan propiedades demasiadas similares a la de los materiales convencionales o sintéticos. (Constanza Rubio 2018).

La presente investigación está orientada a comparar los resultados de diferentes procesos de elaboración de un sistema de barreras acústicas utilizando residuos sólidos, analizar el efecto que estos presentan frente a la reducción de los niveles de ruido y contaminación sonora, haciendo una revisión bibliográfica de trabajos realizados.

Estos trabajos de investigación pretenden dar un estilo de vida de mejor calidad a las personas protegiendo su salud y estabilidad emocional teniendo en cuenta que el único sentido que puede percibir este tipo de contaminación es el oído. (Tomas Gil, Manuel Medina 2017).

Cabe destacar, que las barreras acústicas tienen un comportamiento en función a como incide la onda sonora desviando su trayectoria de tal manera que diferentes atenuaciones son proporcionadas en diferentes frecuencias creando una zona de sombra acústica, es decir, una zona donde no llega el ruido.

La razón de llevar a cabo el presente trabajo investigación surge fundamentalmente porque se necesita sintetizar información de distintos estudios debido a que no existen aplicaciones de barreras acústicas la cual hayan sido elaboradas a través de materiales de residuos sólidos. El aumento de la contaminación por ruido y la necesidad de controlarla, el cual es un fenómeno pocamente estudiado. El conjunto de ruido constante, el uso permanente del automóvil y las políticas ambientales poco comprometidas provocan un déficit en la gestión ambiental y poco clara frente a esta problemática (Alfie y Salinas, 2017).

Bajo esta realidad problemática presentada se plantea como problema general ¿Qué residuos sólidos se pueden utilizar para la elaboración de barreras acústicas en la reducción del ruido? Y como problemas específicos los siguientes:

PE1: ¿Qué tipos de residuos sólidos son los más eficientes en la elaboración de barreras acústicas para la reducción de ruido?

PE2: ¿Qué metodologías son las más utilizadas para la medición de reducción de ruido a través de barreras acústicas a partir de residuos sólidos?

El objetivo general es determinar cuáles son los residuos sólidos que se puedan utilizar para la elaboración de barreras acústicas en la reducción de ruido a base de revisiones técnicas. Los objetivos específicos son:

OE1: Determinar cuáles son tipos de residuos sólidos más eficientes para la elaboración de barreras acústicas en la reducción de ruido.

OE2: Describir las metodologías más utilizadas para la medición de reducción de ruido a través de barreras acústicas elaborados con residuos sólidos.

II. MARCO TEÓRICO.

En base a las teorías relacionadas a la presente investigación, estuvo orientada a la recopilación y sinterización de información a través de algunos trabajos previos realizados por investigadores y tesis en distintos países con temas relacionados a barreras acústicas elaboradas a partir de residuos sólidos, destacando sus propiedades y su comportamiento frente a la contaminación acústica, algunas bases de información son las siguientes:

Puma Arias Joselyn, (2018), Determinó la disminución de los niveles de ruido planteando unas barreras acústicas elaboradas con residuos orgánicos siendo su lugar de estudio en la avenida Panamericana norte Km 33.5, Puente Piedra-Lima. Las barreras fueron elaboradas con material orgánico tales como la tuza del choclo, cascara de papa y papel periódico con 3 barreras en proporciones distintas, siendo la metodología guiada por el protocolo de monitoreo de ruido ambiental llegando a concluir que los resultados que se obtuvieron tienen un promedio de reducción de ruido de 8,4 dBA.

Tovar Luis y Carranza Annie (2014), determinó la capacidad de absorción del sonido mediante barreras acústicas elaboradas a partir de residuos orgánicos como el marlo de choclo, y cascara de piña, la cual se basaron en una metodología de la norma UNE-EN ISO 10534-1 que sirve para determinar el coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia, teniendo en cuenta las siguientes condiciones: temperatura, ruido de fondo en el menor posible, ausencia de actividades que generen ruido, entre otros. Generando ruido en distintas frecuencias 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz en 3 proporciones de material orgánico en dimensiones de 1,5 cm y 3 cm de grosor de cada barrera Llegando a concluir que conforme las proporciones de materia orgánica y el grosor van aumentando, la capacidad de absorción acústica también aumenta, teniendo como mejor resultado en las proporciones de 70% y 30% de marlo de choclo y papel periódico respectivamente y un grosor de 3 cm teniendo un coeficiente de absorción de 0.763.

Acevedo A, (2014), disminuyó la contaminación acústica después de haber implementado un sistema de barreras a partir de jabas de huevo”, la cual tuvo como base 2 procesos: la primera fue colocar jabas de huevo, teniendo una cámara de aire en medio, en el segundo se colocaron jabas de huevo cambiando la cámara de aire por piedras, es decir la mitad estuvo cubierta de piedras. Se tuvo como conclusión que en los resultados los que mejor llegaron al valor de reducción fue en el 2 proceso llegando a los valores entre 9 y 15 dBA de reducción.

Alexandra Jagniantinskis, et al, (2017), realizó una medición In Situ sobre la pérdida de inserción sonora en una barrera acústica”, la cual tiene como referencia la norma ISO 10847:1997. En la investigación tuvieron como base dos enfoques: el primer enfoque implicaba eliminar el factor tiempo, la cual aquí ocurren eventos de ruido que son impedidos y en el segundo enfoque se basaron en determinar el nivel donde el sonido está expuesto en cada vehículo, la cual se controló a través de dos puntos, siendo los puntos dos zonas de protección, el primer punto de control tuvo una ubicación a una distancia de 30 metros de una barrera acústica con 5 metros de altura, siendo 10,8 dBA la pérdida de inserción, por otro lado el segundo punto de control tuvo una distancia de 20 metros de la barrera acústica presentando una altura de 6 metros siendo 13,5 dBA la pérdida de inserción.

Bravo M, (2015), elaboró un prototipo de pantallas acústicas para minimizar la contaminación sonora”, en esta investigación se sacaron muestras en 6 combinaciones de material, la primera fase se hizo mediante un método de puro materiales finitos, la cual, se concluyó que la pantalla que mejor atenuación tuvo era la combinación P4 con una altura de 2,4 metros, y 50 milímetros dentro de ella una capa de lana mineral de roca de 80 kg/m³, teniendo un refuerzo de una plancha de Gypsum y un corcho de espesor de 15 y 16 milímetros cubierta de manera frontal con una capa de hierro galvanizado de 1,4 milímetros de espesor perforadas con agujeros de 10 milímetros de diámetro presentando un aproximado de 15dBA de atenuación sonora. Luego de haber elaborado el prototipo se realizaron las evaluaciones de campo teniendo como resultado una mayor reducción en un punto

de medida que es cercana a la barrera y con algunas frecuencias que son mayores a 400 Hz.

Putra Asma, et al, (2013), elaboró un prototipo de pantallas acústicas aprovechando los residuos de las fibras de caña de azúcar, realizando cada muestra de absorción de sonido manualmente, al momento de obtener las medidas de los coeficientes de absorción se utilizó el método de tubos de impedancia y programas como MATLAB. Los resultados que se obtuvieron fueron un promedio de 0.65 en coeficiente de absorción para un rango de frecuencias de 1200 Hz a 4500 Hz con un grosor de media pulgada, teniendo como conclusión que de tal manera la caña de azúcar sirve como un agente absorbente acústico ya que tiene valores que se aproximan a los valores de pantallas absorbentes sintéticos clásicos.

Silvestre Adán (2014) evaluó la efectividad de barreras acústicas elaboradas con algunos tipos de materiales que sirven como aislador de ruido en construcciones, Los materiales evaluados para aislar el sonido fueron: fibra de vidrio, cisco de café en bolsa de polietileno poliuretano, Frescasa, cisco de café granel, presentando baja densidad y cisco en bolsa de polietileno presentando alta densidad. Para la metodología de aislamiento acústico se evaluaron elementos que lleguen a superar una densidad de 300 kg/m³, con una finalidad de que se aplique la ley de masas y las ecuaciones siendo fundamento para la determinación de la capacidad de atenuación sonora, la técnica a utilizar fue la de multicapas para que los muros aíslen a la mitad de estos, y así poder tener una eficiencia mayor en atenuar las áreas adyacentes y alcanzar aislar el ruido hasta 53 decibelios según el tipo de material a utilizar. Se compararon los resultados con los materiales utilizados y se tuvo como mejores resultados utilizando el cisco de café granel. Los resultados de atenuación acústica fue 12,23 dB con una frecuencia de 250 Hz, 6,92 dB con una frecuencia de 500 Hz, 15,18 dB con una frecuencia 1000 de Hz, 14,50 dB con una frecuencia de 2000, 18,31 dB con una frecuencia de 4000 y por último 3,96 dB con una frecuencia de 8000 Hz. En conclusión, se determinó que el uso del cisco de café es una buena alternativa de solución para adecuarlo como un aislante acústico en la implementación de construcciones livianas.

Martínez (2015) buscó elaborar un sistema de barrera acústica a partir de sustrato de fibra de coco, la cual sirva para disminuir la contaminación acústica provocado por el parque automotor en una vía rápida, Martínez (2015) resaltó a la fibra de coco como un material orgánico natural que presenta una elevada capacidad de rigidez, dureza, y propiedades que son aceptables para permitir la absorción acústica.

En sus resultados tuvo como discusión que la absorción acústica se altera de acuerdo a la densidad y al grosor de los materiales ecológicos, especificando que al utilizar un 66.7% de sustrato de fibra de coco y cambiando de espesor de 10 cm a 20 cm, la aislación acústica hace un incremento de un 2 dB y con el espesor de 20 cm en condiciones húmedas el aislante acústico hace una disminución en 3 dB.

PAREJO (2013) elaboró unos paneles de construcción siendo su material orgánico de absorción acústica la cascara de arroz, La metodología para la medición hizo referencia a los fundamentos teóricos del tubo de Kundt siendo su método fundamental el método de tubo de impedancia, la cual mide el coeficiente de absorción acústico. El procedimiento fue la elaboración de 6 muestras con proporciones de cascara de arroz con resina y catalizador, de las 6 muestras, 3 de ellas se evaluaron para obtener el coeficiente de absorción. La mayor eficiencia de absorción fue en las proporciones de 64 a 69.6% de resina, 10.4 a 16% de catalizador y 20% de cascara de arroz siendo 0.9 el coeficiente de absorción obtenido, esto es debido a que la barrera presento mayor abertura en su superficie ocasionando que la onda sonora se encuentre retenida. En conclusión , el coeficiente de absorción disminuye al incrementar el porcentaje de vermiculita, la cascarilla de arroz es un potencial absorbente acústico.

Lo que buscan todos estos trabajos de investigación es minimizar la contaminación acústica, protegiendo el bienestar de cada persona, y así dando una mejor calidad de vida, teniendo en cuenta que el único órgano que puede percibir este tipo de contaminación es el oído.

El órgano sensorial más importante del ser humano, después de la visión, es el oído debido a que es un órgano muy complejo y altamente sensible, siendo el sonido el factor lo que percibe, (Rebaza Marco 2016).

El sonido según Bruel y Kaer lo definen como una variación de presión en el aire donde el órgano que lo detecta es el oído, el sonido puede ser producido en un medio elástico o denso, ya sea en estado líquido, sólido o gaseoso propagando perturbaciones a diferentes velocidades, la cual originan variaciones de presión o desplazamiento de partículas en el medio como por ejemplo en el aire el sonido es propagado a una velocidad de 340 m/s, en el agua su velocidad de propagación es de 1500 m/s y en sólidos la velocidad es de 5000 m/s.

Existen magnitudes como: la velocidad, amplitud, periodo, frecuencia, longitud de onda

La velocidad del sonido viene a ser la distancia en la que son desplazadas las ondas sonoras sobre un tiempo determinado, sin embargo, existen algunos factores la cual modifica la velocidad del sonido, como por ejemplo la temperatura. A temperatura ambiente 20° C la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s aproximadamente, pero si la temperatura aumenta 1° C, la velocidad también aumenta un 0,61 m/s aproximadamente (Federico Miyara 2001) El sonido tiene un viaje más veloz en los cuerpos sólidos que en el aire, por ejemplo, en un ladrillo la velocidad del sonido aproximadamente es 11 veces mayor que en el aire (Harris, 1995)

La amplitud es la magnitud la cual está asociada con la presión sonora, donde viene a ser el valor máximo del movimiento de una onda. Su unidad de medida es la (A) (Federico Miyara 2001).

Por otro lado, existe otra magnitud la cual es el periodo, donde viene a ser el tiempo que transcurre un punto hasta llegar a su misma posición de alcance. Su unidad de medida es (T). (Federico Miyara 2001).

La frecuencia es otra magnitud que viene a ser un fenómeno donde señala la cantidad de variaciones de la presión sonora que se da en un segundo, este fenómeno se da de manera periódica, dependiendo si es que la frecuencia es alta o baja, la sensación de tonalidad puede ser aguda o grave. La unidad de medida de la frecuencia es el Hertz (Hz), donde 1 Hertz equivale a un ciclo por segundo. Una

persona normal joven tiene una percepción auditiva desde los 20 Hz hasta los 20000 Hz (BARTÍ, 2010, p.12).

La longitud de onda es la distancia que existe en dos puntos que son consecutivos y que se encuentran en un mismo estado de vibración, su unidad de medida la lambda, donde su unidad de expresión es en metros o pies y está relacionada con la frecuencia y la velocidad del sonido, la cual se muestra en la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{VELOCIDAD\ DEL\ SONIDO}{FRECUENCIA}$$

El sonido también presenta características físicas como: la potencia sonora, nivel de potencia sonora, presión sonora, nivel de presión sonora, difracción del sonido, intensidad del sonido

La potencia sonora viene a ser la emisión de energía acústica de fuentes generadoras de ruido, se expresa en vatios o pico vatios, se puede determinar en potencia máxima la cual es valor máximo en cualquier tiempo, la potencia media es menor que la potencia máxima y esta depende del intervalo de tiempo. A menudo, resulta más cómodo expresar la potencia sonora sobre una escala logarítmica. Entonces, se emplea el nivel de potencia sonora, L_w , de una fuente en decibelios la cual se obtiene mediante la expresión:

$$L_w = (10 \log Lw + 12) dB$$

Donde W es la potencia sonora de la fuente en vatios.

El decibelio (dB) es una unidad de nivel utilizada para determinar la relación entre dos valores de presión sonora. El número de decibelios que corresponde a esta relación es 10 veces el logaritmo (de base 10) de la razón de las dos cantidades. (Harris, 1995).

Por otra parte, tenemos la presión sonora, donde se tiene un punto que exista un foco de ruido el cual emita sonido, esta varíe a la presión. Su unidad de medida es el N/m^2 o Pascal.

Existen rangos de presión sonora la cual toman valores que oscilan entre los 20×10^{-5} y 200 N W/m^2 por otro lado, si se trata de un rango la cual es demasiado amplio, se hace uso de la escala logarítmica. Como se muestra en la ecuación:

$$L_w = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log P/P_0$$

Donde:

P: Es la presión RMS (Root Mean Square) en unidades de N/m^2

P_0 : es igual a $20 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$

La Comisión Internacional Electrónica IEC 6162:2003 dicta una norma donde establece un nivel de presión sonora ponderado A la cual habla que los decibeles están dentro del rango de 20 Hz a 20 KHz considerando que este rango es la sensibilidad que el oído humano puede percibir, para poder cubrir dichas frecuencias se utiliza un filtro. Además, estas se originan de la percepción de volumen de los tonos puros por parte del oído humano. (MÖSER y BARROS, 2009).

$$LdB (A) = 10 \log \left[\frac{P_{Arms}}{P_0} \right]^2$$

Donde

P Arms: es el valor eficaz de la presión acústica ponderado A en Pascales

P_0 : es la presión de referencia que equivale a 20×10^6 pascales.

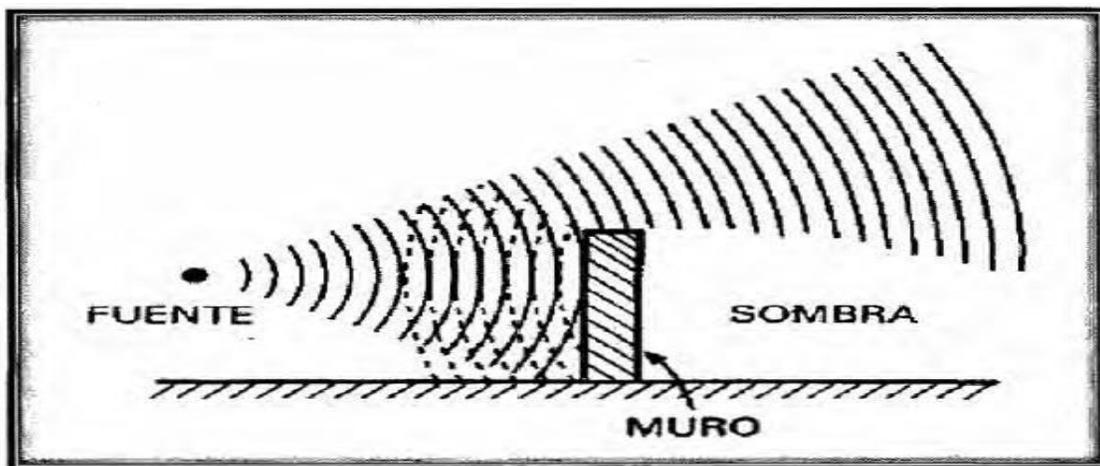
Por otro lado, existe un nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A la cual influye el factor tiempo, es decir, indica el nivel de ruido constante que posee la misma energía que el ruido variable, pero en un periodo de tiempo estudiado con ponderación A.

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{t} \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{L_i/10} \right]$$

Donde L_{AeqT} viene a ser el Nivel de presión sonora equivalente con T que es el tiempo que dura la medición expresado en segundos, t_i viene a ser el número de repeticiones en la medición y l_i son los valores de nivel de la presión sonora por cada segundo.

Otra de las características que presenta el sonido es la difracción, la cual llega a ser la dirección donde las ondas sonoras se propagan al momento de chocar en algún obstáculo, por ejemplo, en muros, barreras, etc. como se muestra en la figura N° 01

FIGURA N°01 Choque de ondas sonoras con una barrera



Fuente: Manual de medicas acústicas y control de ruido. 2010

En muchos casos, estos cambios de intensidad, presión, potencia del sonido llega al canal auditivo de manera desfavorable lo cual es muy perjudicial para el ser humano, a este fenómeno se le llama ruido. (Rejano, 2000).

El ruido tiene como definición a un sonido no deseado, el sonido viaja a través del espacio por medio de ondas produciendo una vibración en el tímpano, el tímpano comunica estas vibraciones a tres huesos minúsculos en el oído medio, los que a la vez comunican las vibraciones al fluido contenido en la cóclea (en el oído interno) Dentro de la cóclea se encuentran las células ciliadas siendo unas pequeñas terminales nerviosas. Estas células ciliadas reaccionan a las vibraciones del fluido enviando los impulsos nerviosos al cerebro que entonces interpreta los impulsos como sonido o ruido. (Isabel Amable Álvarez, 2017).

Así como todo contaminante que genera consecuencias tanto hacia las personas como al medio ambiente, la contaminación sonora, no es una excepción, estas son algunas de las consecuencias posibles que presenta la contaminación sonora:

Fatiga auditiva: se le define así a la reducción de la capacidad auditiva, en algunos casos el efecto tiene una duración de 16 horas aproximadamente, donde la mayor parte de la audición se recupera en las 2 primeras horas. (García, 2010).

Una de las consecuencias que se presenta en los niños es la pérdida de concentración, rendimiento y atención, es decir, las poblaciones expuestas a altos niveles de presión sonora se ven perjudicadas en la capacidad de su concentración, a consecuencia de esto los niños realizan tareas de manera incompleta y presentan una falta de atención muy preocupante. (Reyes, 2011).

La falta de sueño también es una de las consecuencias producto por la contaminación sonora ocasionando dificultades para poder dormir, como por ejemplo el insomnio provocando así un mal humores, estrés, etc. (Reyes, 2011).

III. MÉTODO.

La metodología se basa en mencionar el tipo y diseño de investigación, categorización, escenario de estudio, participantes, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos, rigor científico, método de análisis de información y aspectos éticos.

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación: el tipo de investigación es cualitativo descriptivo. Ya que su objetivo no implica a la recolección de datos si no a relacionar dos o más variables que abarca una investigación. Según el Concytec (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica) determina que el tipo de investigación está dirigida a determinar mediante del conocimiento científico, los medios (metodologías, protocolos y tecnologías) puesto que, se puede cubrir una necesidad reconocida y específica.” (p. 43). En la presente investigación se recopiló y sintetizó los resultados, metodologías, y procedimientos de investigaciones realizadas en la elaboración de barreras acústicas a base de residuos sólidos, se determinará cual es la más recomendable.

Diseño de investigación: el diseño de investigación es narrativa la cual se va a describir las metodologías, resultados y recomendaciones de investigaciones ya realizadas. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), definen a los diseños narrativos como un estudio que pretende comprender la sucesión de hechos, fenómenos, procesos, situaciones y eventos donde están involucrados los sentimientos, emociones, pensamientos e interacciones, a través de las experiencias contadas por quienes los estudiaron, describiendo un evento o un conjunto de eventos conectados cronológicamente”.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:

Matriz de categorización apriorística es un modelo que se elabora antes del proceso en la recolección de información considerando el problema y los objetivos, categorías, subcategorías, criterios de inclusión y exclusión. Se presentan en la siguiente matriz apriorística.

Tabla N°01 Matriz de categorización apriorística

Objetivos específicos	Problemas específicos	categoría	subcategoría	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Determinar cuáles son los tipos de residuos mas eficientes para la elaboración de barreras acústicas en la reducción de ruido.	¿Qué tipos de residuos solidos son los mas eficientes en la elaboración de barreras acústicas para la reducción de ruido?	Tipos de residuos sólidos en la elaboración de barreras acústicas para la reducción de ruido.	Residuos orgánicos Residuos industriales Residuos de construcción	Investigaciones, artículos de los últimos años. A nivel Latinoamericana y Caribe. Trabajos aplicados Artículos de revistas indexadas Artículos de revistas en inglés y español	Artículos con antigüedad mayor a 8 años Países fuera del área de Latinoamérica y el Caribe Artículos de revistas no indexadas Artículos de revistas fuera de los idiomas inglés y español
Describir las metodologías más utilizadas para la medición de reducción de ruido a través de barreras acústicas elaborados con residuos solidos	¿Qué metodologías son las mas utilizadas para la medición de reducción de ruido a través de barreras acústicas a partir de residuos sólidos?	Metodologías en la medición de reducción de ruido.	Metodologías de medición de ruido In Situ Metodologías de medición de ruido a nivel de laboratorio		

Fuente: Elaboración propia

3.3. Escenario del estudio:

El escenario de estudio está basado en material científico tales como son artículos científicos, libros, revistas, que haga mención a antecedentes de métodos de elaboración de barreras acústicas utilizando residuos sólidos, analizando los parámetros, barreras acústicas de residuos sólidos y su efecto en la reducción del ruido.

3.4. Participantes:

Se consideran a todos los libros, artículos o publicaciones de revistas indizadas que utilizamos para recopilar información, antecedentes, conclusiones y recomendaciones para la presente investigación.

Las revistas que se utilizaron para la búsqueda de artículos son: Redalyc, Science Direct, biblioteca digital (BIDI), Alicia (CONCYTEC), Google académico, Scielo, Scopus y Proquest.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En la presente investigación se utilizó la técnica de análisis documental, recopilando los métodos, resultados y recomendaciones de las investigaciones consultadas, como instrumentos se utilizó las fichas técnicas de recolección tal y como se muestra en la tabla N° 03 ver en anexo N° 01 y análisis de información ver en anexo N° 01. Recopilación Para Arias (2012), técnica de investigación, es el proceso o medio de adquirir información.

3.6. Procedimientos:

Para el procedimiento de la presente investigación se tomó en cuenta las etapas que se debe realizar para hacer una revisión sistemática:

Propósito de la revisión y formulación de la pregunta: es la etapa inicial de la revisión sistemática donde se llega a establecer una pregunta que sea conocida y accesible para poder identificar en la literatura (Eugenia Urra y René Barría, 2010).

Búsqueda de la literatura: en esta etapa el investigador debe detallar los criterios en la elección de los diseños de la investigación, debe optarse por investigaciones que presenten resultados válidos, y disponibles para contestar las preguntas, esta búsqueda puede contener criterios para limitar idioma, periodo y tipo de artículo (Eugenia Urra y René Barría, 2010).

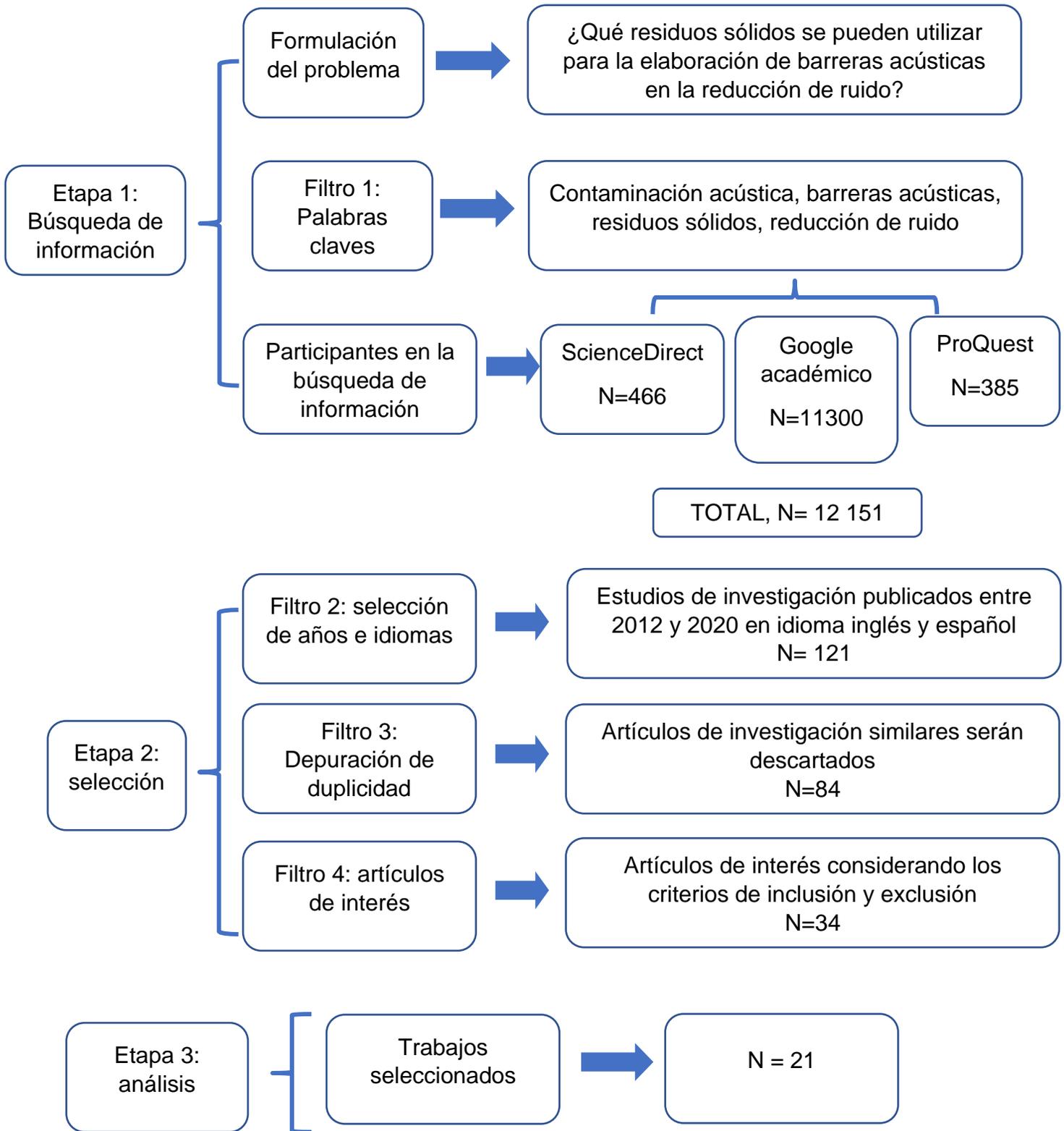
Ejecución de búsqueda de literatura: esta es la etapa del chequeo de la base de datos, es la etapa donde mayor tiempo se requiere, los elementos más esenciales son: base de datos, revistas que tengan relación con el tema, y literaturas que no hayan sido publicadas, aquí el investigador determinará cuan extensa será la revisión de la literatura (Eugenia Urra y René Barría, 2010).

Evaluación de los datos: en esta etapa se verifica si el material de investigación está disponible, aquí se ordenan los criterios para determinar los estudios relacionado con la pregunta inicial, la finalidad de esta etapa es valorar la validez de resultados, encontrar el motivo de diferencias entre cada estudio y facilitar información suficiente al lector (Eugenia Urra y René Barría, 2010).

Análisis y síntesis de los datos: en esta etapa, se considera categorizar, organizar y combinar los datos de los estudios para así poder responder los problemas o preguntas, el análisis de la revisión sistemática puede ser estadístico o cualitativo. En este presente informe de investigación es de tipo cualitativo.

Presentación de resultados: en esta etapa los resultados pueden presentarse de manera de análisis de resultados , conclusiones, o simplemente una síntesis, el estudio debe ser escrito en lenguaje entendible, al igual que sus métodos y conclusiones, también es importante reconocer que para investigaciones futuras se debe poner ciertas recomendaciones.

Esquema de procedimiento de la búsqueda de la información



3.7. Rigor científico.

La investigación cumple con 4 criterios de rigor científico de tipo cualitativo.

La Credibilidad: se define como credibilidad a la recolección de datos verdaderos y verídicos de investigadores que hayan experimentado el fenómeno a través de método científico. Castillo y Vásquez 2003, p. 165 - 166.

La transferibilidad o aplicabilidad: se define como transferibilidad a la probabilidad de que los resultados sean llevados a otros contextos que dándole origen a otros estudios. Castillo y Vásquez 2003, p. 165 -166.

La conformabilidad: Es la Capacidad o criterio para interpretar la información para seguir el camino de estudio de lo que el autor original está tratando de explicar (Castillo y Vásquez; 2003, p. 165 -166).

Reflexibilidad o Conformabilidad: se refieren a una ética del investigador, la información obtenida en el estudio es veraz de acuerdo a los objetivos e instrumento del estudio utilizados. Noreña, Alcaraz, Rojas y Rebolledo 2012, p. 265-268.

3.8. Método de análisis de información

La revisión sistemática hace uso de un método sistemático para la búsqueda de información relevante junto con unos criterios explícitos y reproducibles Araujo 2012. Define el análisis crítico, como una condición fundamental para la interpretación correcta de cualquier estudio que se haya decidido revisar, puesto que permite verificar el cumplimiento de un estudio con ciertos criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, con respecto a su calidad metodológica.

Según Carvajal 2004, p. 67-72, “el sesgo sistemático es como cualquier causa errónea la cual influye en las conclusiones acerca de los grupos y distorsione las comparaciones”.

Para el método de análisis de datos se utilizarán formatos de análisis de contenido, donde se registrará la información de valor para el presente trabajo de revisión sistemática. Además, para seleccionar y analizar los formatos, se tendrá presente

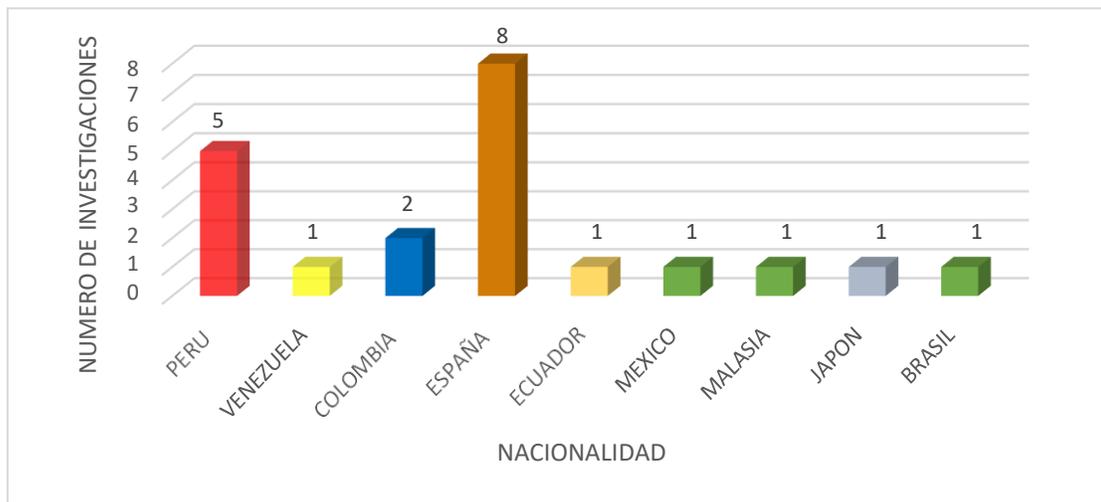
los siguientes criterios: Información actualizada, nivel de especialización del autor, relevancia con el tema a tratar, por su origen y naturaleza del contenido.

3.9. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se basa por el cumplimiento de los códigos éticos respetando los lineamientos de investigación con el derecho de todos los autores referenciados, cumpliendo las normas éticas de la universidad César Vallejo al citar cada una de los antecedentes en normas ISO 690. Por consiguiente, No se plagiará trabajos de investigación, para ello la información recopilada se verificará usando el programa Turnitin respetando el derecho de cada autor.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

GRÁFICO N°01 NACIONALIDAD DE ESTUDIOS SELECCIONADOS QUE ELABORARÓN BARRERAS ACUSTICAS A PARTIR DE RESIDUOS SOLIDOS



Fuente: elaboración propia

En el grafico N° 01 se puede observar la nacionalidad de los 21 artículos seleccionados, donde 5 son a nivel nacional, 6 son estudios a nivel de Latinoamérica, y 13 son a nivel de Europa resaltando España con 8 estudios.

Según El diario internacional “el economista” en su reporte “las 10 ciudades con la peor contaminación acústica” publicado el 27 de marzo del 2017 nos indica que España se encuentra entre los 10 países más ruidosos a nivel mundial siendo Barcelona, Madrid y Sevilla las ciudades con más contaminación acústica, despertando la preocupación de distintos autores para poder contrarrestar esta contaminación.

Gráfico N° 02 Tipos de residuos sólidos utilizados en la elaboración de barreras acústicas según distintos estudios seleccionados.

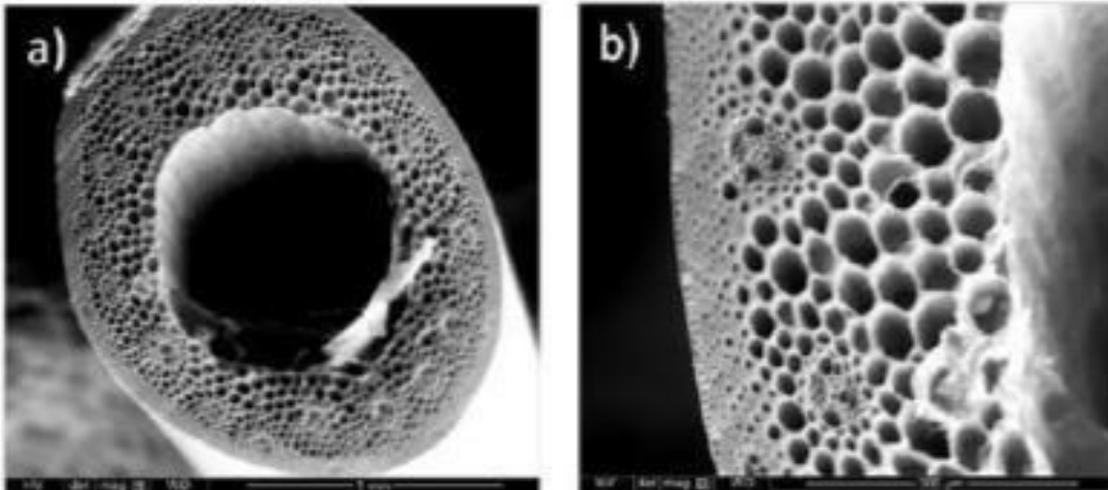


Fuente: Elaboración propia

Se visualiza en el gráfico N° 02 los tipos de residuos sólidos utilizados en los 21 estudios seleccionados lo cual en 13 estudios hace mención a residuos orgánicos entre ellos: cascara de papa, marlo de choclo, fibras de coco, cascara de arroz, cisco de café, fibras desechadas de caña de azúcar, fibras de bambú, hojas de árboles como palmeras, Stipa Ichu, entre otros, 3 estudios hace mención a residuos inorgánicos entre ellos: el caucho, jabas de huevos y desechos de cigarrillos, 3 estudios son de residuos industriales entre ellos: cenizas de carbón, escorias de aluminio y Geopolimero de aluminio y por ultimo 2 hace mención a residuos de construcción entre ellos: Geopolimero de hormigón y cascara de cerámica y poliestireno.

Según Carranza Annie y Tovar Luis (2014) menciona a través de las propiedades de los materiales absorbentes, que los residuos orgánicos en su mayoría, gracias a la celulosa, presentan una mayor porosidad en sus capas, concluyendo que mientras más porosos sean los materiales, su efectividad en absorber será mayor ya que al penetrar la onda sonora sobre un material poroso, las vibraciones de las moléculas de aire son amortiguada por el fenómeno de la fricción contra las superficies de las fibras o las partículas que forman la estructura porosa.

Figura N°02 Micrografías del vástago de fibra de Ichu



Fuente: UTEC & MIT 2013)

En la figura N° 03 se puede observar la micrografía del vástago de la fibra de Ichu siendo una especie totalmente porosa, la cual cumple con las propiedades que se requiere para que una barrera acústica sea eficiente, GABY MARIBEL ET AL (2018) elaboro barreras acústicas a partir de este material con grosores de 5cm 6 cm y 7 cm en cada barrera, teniendo como resultado 16,44 dB de reducción de ruido.

Por otro lado, en 9 estudios de los 21 seleccionados hace mención a materiales fibrosos, entre ellos fibras de coco, fibras de bamboo, fibras de caña de azúcar, fibras de vidrio, etc. que según Martha Parejo Gamboa (2013) estos tienen la capacidad de absorber en función a su resistividad al flujo de aire, espesor, grado de porosidad, textura.

De los 21 trabajos seleccionados un residuo sólido se repite en distintos autores. El cisco de café, que fueron planteados por Adán Silvestre (2014) y Arango Aliaga con Priscila Chauca (2019) la cual los resultados fueron casi similares ya que ambos obtuvieron resultados con 11,7 dB, 14,2 dB de reducción de ruido para Arango y Priscila, y 10 dB de reducción de ruido en promedio para Adán Silvestre. La diferencia fue el diseño de cada barrera, Arango y Priscila (2019) trabajaron con barreras planas con dimensiones de 100 cm x 80 cm x 2 y 2,5 cm tal y como se muestra en la figura N°04 mientras Adán silvestre (2014) elaboro un modelo Gyplac (construcción liviana) con 60 cm x 60 cm x 60 cm como se muestra en la figura N°05

Figura N°03 Diseños en forma plana rectangular de una barrera acústica



Fuente: Arango Aliaga y Priscila Chauca (2019)

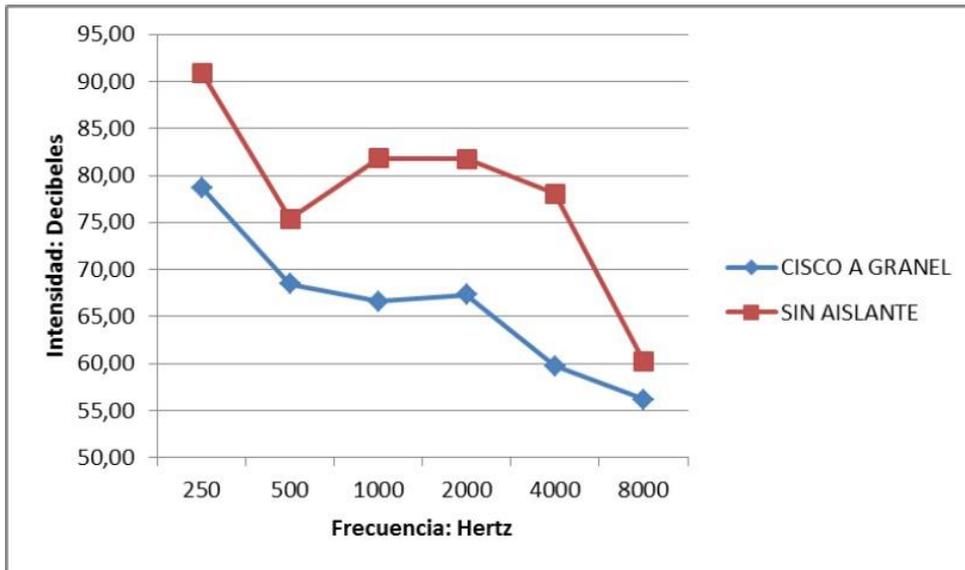
Figura N°04 Diseños en modelo Gyplac (Construcción liviana) como barrera acústica



Fuente: Adán Silvestre (2014)

Arango y Priscila (2019) a diferencia de Adán silvestre (2014), empleo una fuente de ruido que no era manejado por las frecuencias, sin embargo, Adán silvestre (2014), empleo en su metodología, un generador de ruido usando el programa NCH Tone Generator, generando frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 4000, y 8000 Hz teniendo un promedio en cada uno de las frecuencias tal y como se muestra en el grafico N° 03

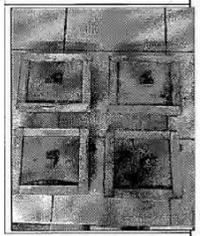
Gráfico N°03 Resultados de material cisco de café a diferentes frecuencias



Fuente: Adán Silvestre (2014)

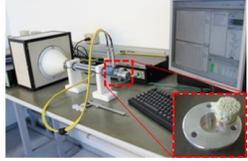
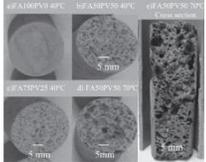
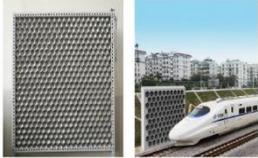
Se puede visualizar en el grafico N°03 los resultados de Adán Silvestre (2014) en la reducción de ruido en diferentes frecuencias: 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 con medidas antes y después de aplicar las barreras acústicas, teniendo mayor absorción en la frecuencia de 4000 Hz, esto se debe a que Adán Silvestre indica que los materiales de absorción a frecuencias menores de 1000 Hz no son tan eficientes.

Tabla N°02 diseño y dimensiones de cada barrera acústica según diversos estudios

Autor	dimensiones	Diseño	Imagen
Puma Arias Joselyn	1.8 m x 1.6 m x 0.4 m	Plana rectangular	
Carranza Annie y Tovar Luis	30 cm x 40 cm x 3 cm y 30 cm x 40 cm x 1.5 cm	Plana rectangular	

Martínez De Adrianza Ede	Espesor de 10 cm a 20 cm	Techo rectangular	
Silvestre Adán	60 cm x 60 cm x 60 cm	Modelo (Gyplac) construcción liviana	
Parejo Gamboa Martha	40 cm de altura y 33 cm de diámetro	Probetas cilíndricas	
Maureen Connely	Dimensión natural	Techos con cubierta vegetal	
Lorena Cevallos Vargas	30 cm x 30 cm x 3 cm	Plana rectangular	
Maderuelo Rubén Valentín Gómez, Juan meneses	8.89 cm de diámetro con 1.4, 2.6, y 5.2 cm de espesor	Probetas cilíndricas	
Naftali López Jiménez	Junípero alto (1.20 m) ancho (1.02 m) buganvilla alto (2m) ancho (0.4m) sábila alto (2m). ancho (2.3m)	Barreras naturales de junípero buganvilla y sábila	

Gaby Atahuachilayme y Yanet Quispesayhua	1.2 m x 2.4 m x 5 cm 6 cm y 7 cm de grosor	Planchas rectangulares	
Arango Ariaga	2 cm y 2.5 cm de grosor	Planchas cuadradas	
Arenas Luna Leyva Et. Al	4 cm de largo por 3.5 cm de diámetro	Probetas cilíndricas	
M. García Valles, G Ávila, S. Martínez, et al 2008	2 a 3 cm de altura con cámara de aire de 5 cm a 20 cm	Plana rectangular	No contiene imagen
J. Segura J. Crespo Et al.	1 cm y 2 cm de espesor	Probetas cilíndricas	
Tomas Gil, Manuel Medina Et al	1.8 m base inferior 0.55 m base superior 3 m de altura	Forma trapezoidal	
Putra Azma, Yasseer Abdullah, Et al	3 cm de diámetro	Probetas cilíndricas	
T Koizumi, N. Tsujiuchi	Grosor de 2.5 cm 5 cm y 7.5 cm	Probetas cilíndricas	No contiene imagen
J. Pfretzschnher R. M. Rodríguez	2.5 cm 5 cm y 9 cm de grosor	Probetas cilíndricas	No contiene imagen

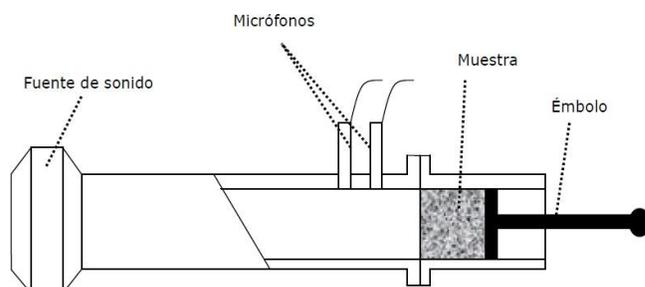
S. Arcaro L. R. Barbosa, A Lenzi Et al	2.5 y 5 cm de espesor	Probetas cilíndricas	
C Leiva, Luna Galiano et al	Cilindro de 3.5 cm y 4 cm de alto	Probetas cilíndricas	
Yuan Wang, Xin Zhu, Tingheng Zhang, et al 2018		Plana rectangular	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla N° 02 la cual indica las dimensiones y diseños de cada barrera elaborada, resaltando en 9 estudios los diseños en forma de probetas cilíndricas, esto se debe a que los 9 estudios hacen referencia a la metodología ISO 10534-1 siendo la metodología más usada, método de función de transferencia a través de tubos de impedancia acústica más conocido como el método del tubo de Kundt, tal y como se puede observar en la figura N° 6

Las formas las formas cilíndricas indican que la medición de ruido fue elaboradas a nivel de laboratorio, dejando un vacío, para poder llevarlo a la realidad, ya que la escala a nivel de laboratorio es menor a la de la realidad.

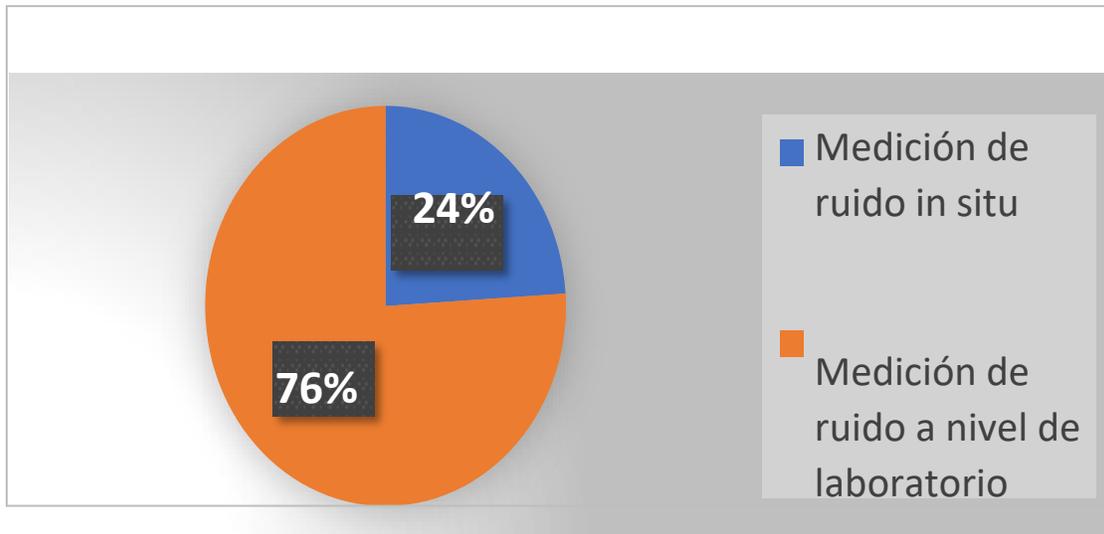
Figura N°05 métodos del tubo de impedancia para encontrar el coeficiente de absorción acústica



Fuente: NORMA ISO 10534-2

En la figura N°06 hace mención a la metodología de tubo de impedancia para encontrar el coeficiente de absorción acústica de la NORMA ISO 10534-1, el coeficiente de absorción acústica es la relación entre energía acústica incidente y la energía acústica de reflexión. (Luong. J., Bueno. M. et al 2013).

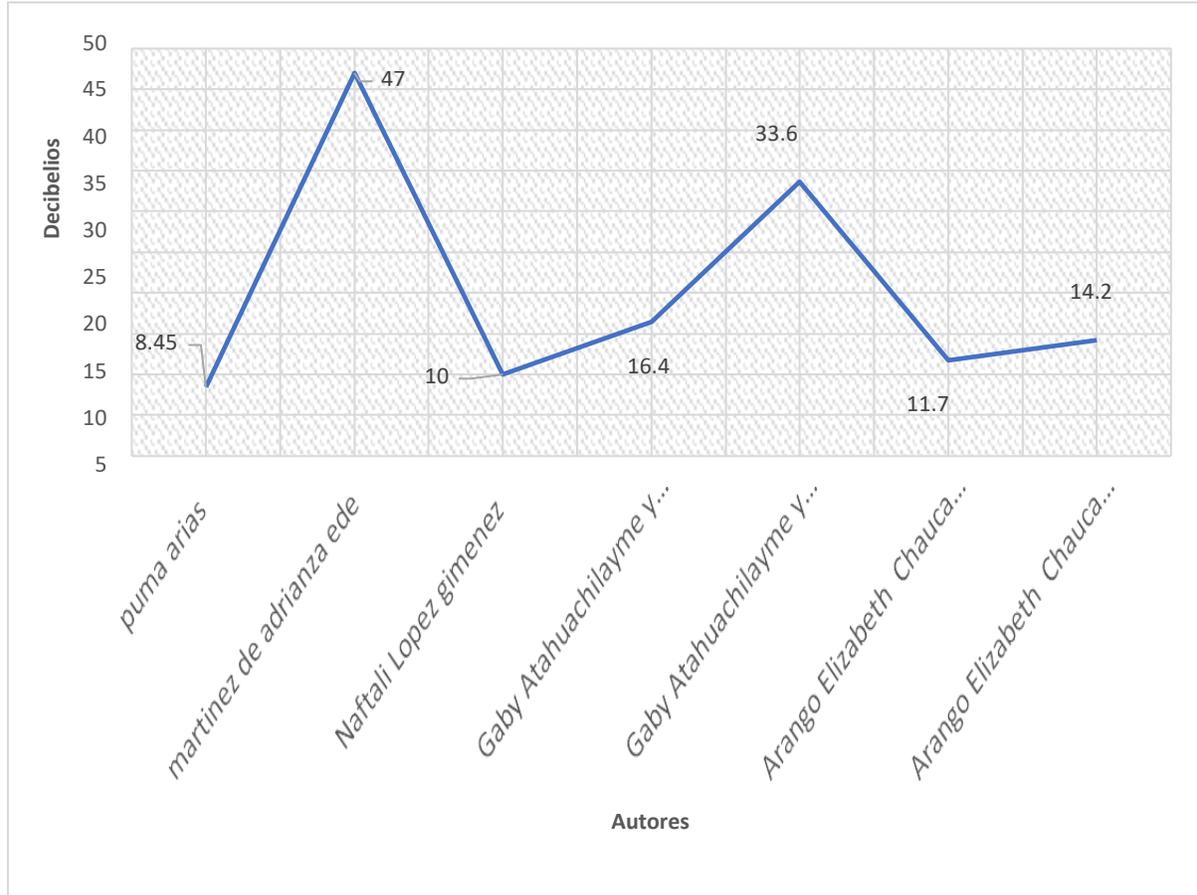
GRAFICO N°03 Medición de ruido in situ con medición de ruido a nivel de laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar el gráfico N° 03 donde indica que de los 21 artículos seleccionados el 24% hace referencia a medición de ruido in situ, es decir mediciones inmediatas dentro del objeto de estudio, el 76% hace referencia a mediciones a nivel de laboratorio siendo estas manipuladas por algunas variables como las frecuencias del sonido, o algún tipo de variable que se quiera estudiar.

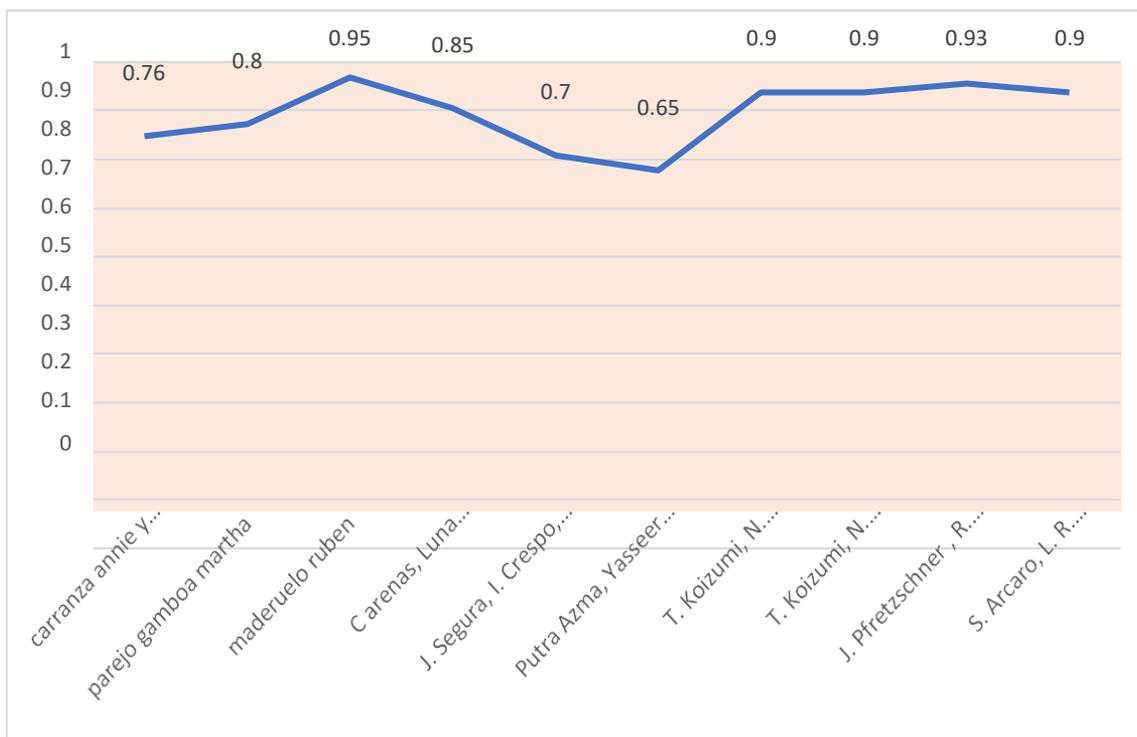
Gráfico N°04 Resultados de medición de ruido In Situ



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 04 se puede observar los resultados en decibelios (dB) de reducción de ruido medidos in situ, siendo el estudio de Martínez de Adrianza (2015) el que sobresale con 47 dB en promedio, con el residuo de fibras de coco, esto se debe a la composición y el agregado que les dio a las barreras acústicas siendo entre ellos: mortero de cemento, películas de polietileno y arcilla los que le dieron consistencia en la reducción de ruido teniendo un grosor de 10 a 20 cm de fibra de coco llegando a de 60 cm con los agregados, que a diferencia del resto este es 10 veces mayor en grosor a los demás estudios.

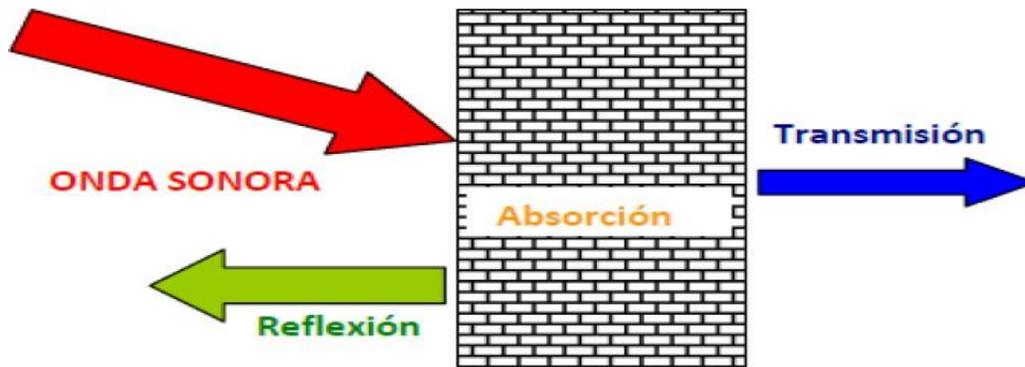
Gráfico N°05 resultados de medición de reducción de ruido a nivel de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar en el grafico N° 05 donde indica los resultados a nivel de laboratorio mencionando los coeficientes de absorción acústica, siendo la metodología usada por la NORMA ISO 10534-1 a través de los tubos de impedancia acústica para medir los coeficientes de absorción acústica teniendo como el resultado más óptimo de 0,95 propuesto por Maderuelo Rubén, Valentín Gómez, et al (2018) utilizando las fibras de cigarrillo a través del acetato de celulosa, esto se debe a su gran porosidad y su material absorbente gracias a las fibras que lo compone.

Figura N°06 Distribución espacial de sonido

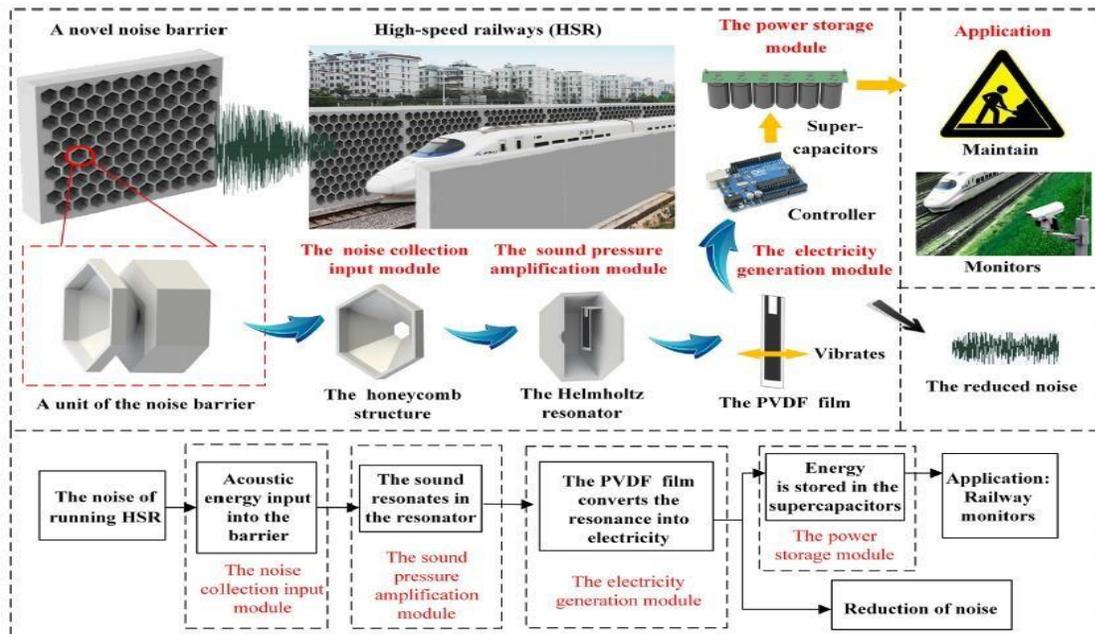


Fuente: Parejo Gamboa Martha 2013

En la figura N° 07 se puede observar la distribución espacial del sonido, donde una onda sonora interseca sobre una barrera, esta hace la función de absorber el sonido, dejando como residuos la reflexión y transmisión, la reflexión es el rebote de la onda sonora a la fuente de emisión, mientras que la transmisión son las ondas que llegan a traspasar la barrera a la otra área.

Referente a las metodologías de todos los estudios seleccionados en ninguna de las normas citadas, habla sobre el índice de reflexión sonoro de barreras, la cual puede ser un tema de interés, metodología para medir el índice de reflexión es la norma voluntaria europea CEN/TS 1793-5:2003, donde se describe un método de caracterización acústica de dispositivos reductores de ruido de tráfico usando técnicas de media de la respuesta al impulso y MLS (Maximum Length Sequences),

Figura N° 07 generaciones de energía eléctrica a través de energía acústica



Fuente: Yuan Wang, Xin Zhu, Tingsheng Zhang, et al 2018

En la figura N° 08 se puede observar un diagrama de transformación de energía acústica a energía eléctrica por medio de un resonador Helmholtz y una película de PVDF y luego ser almacenada en una batería, este estudio tuvo como conclusión que el recolector propuesto de energía, demostró ser efectivo un 55%, dejando en vacío algunas inquietudes para supuestas investigaciones a futuro ya que solo fue el único estudio encontrado con este tipo de investigación

V. CONCLUSIONES.

Los residuos sólidos más comunes para la elaboración de barreras acústicas fueron: marlo de choclo, cascara de papa, cascara de piña, cascara de arroz, cisco de café, fibras de bambú, fibras de coco, fibras de caña de azúcar residual, fibras de vidrio, cubiertas vegetales, jabas de huevos, tallos de plantas de sorgo, trigo y aserrín, filtros de cigarrillos, Geopolimero de hormigón, cenizas volantes, escorias de aluminio, fibras de caucho, neumáticos, podas de palmeras, cascarillas de cerámica, resaltando dos residuos con mayor capacidad de absorción acústica, los cuales son los filtros de cigarrillo gracias a la celulosa y las fibras de coco gracias a sus propiedades que presenta.

Una de las metodologías más utilizadas dentro de la medición de absorción de ruido a través de barreras acústicas es la metodología de la NORMA ISO 10534- 1 norma que mide el coeficiente de absorción acústica en materiales a través del tubo de impedancia o tubos de Kundt

Otras metodologías fueron recolectadas de acuerdo a la norma de calidad de ruido de cada nación como es por ejemplo, en el Perú está el reglamento de la norma Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, en México, la norma 081-ECOL- 1994, establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido en fuentes fijas, etc.

De los estudios recolectados el 76% son estudios que hace mediciones a nivel de laboratorio, teniendo resultados a una escala menor a la de la realidad, solo el 26% de los estudios hace mediciones in situ, es decir a gran escala, teniendo resultados un poco más reales. Concluyendo que aún no se ha podido realizar estudios con barreras acústicas aplicándolos a grandes escalas, y en distintas fuentes de ruido dejando un vacío para futuras investigaciones con temas más profundos como el diseño y la morfología de cada barrera.

Existe una manera mejor de aprovechar la energía acústica transformándola en energía eléctrica, tal y como lo mencionan Yuan Wang, Xin Zhu, Tingsheng Zhang, et al 2018 siendo el único estudio presentando un 55% de efectividad en los resultados, abriendo conocimientos en blanco para distintos autores a futuro que tengan la noción de aprovechar la capacidad del ruido.

VI. RECOMENDACIONES.

Se recomienda elaborar barreras acústicas en escalas mayores, adecuándonos a la realidad, ya que, si se pudo comprobar a nivel de laboratorio la capacidad de absorción de distintos tipos de residuos sólidos, estos ya estarían en adecuadas maneras para instalarlas en distintas fuentes de ruido.

Se recomienda no elaborar barreras lisas, ya que la capacidad de reducción de ruido sería menor

Se recomienda efectuar estudios a mayores profundidades de cada barrera como por ejemplo porosidad, textura, comprensión, etc.

Se recomienda evaluar residuos sólidos que tengan mayor demanda y que no sean tratados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KITRONZA PL, Philippe M. Environmental factors associated with textile industry in Democratic Republic of Congo: state of play. Pan Afr Med J. 2016.

ENDA Murphy y Eoin A. King, Environmental noise pollution 2014 Irland, ISBN 978-0-12-411595-8

BUGLIARELLO, George, Ariel Alexander, et, al. The impact of noise pollution New York 1976

ISBN 978-0-08-018166-0.

BASNER Mathias, Babish W. Davis A. Brink M. Clark C. Janssen S. et al. Auditory and non auditory effects of noise on health. 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3988259/>

Jaana Halonen. 2015 Londres "Road traffic noise is associated with increased cardiovascular morbidity and mortality and all-cause mortality in London". Disponible en:

<https://academic.oup.com/eurheartj/article/36/39/2653/2398234>

CONSTANZA Rubio, CASTIÑEIRA Ibáñez, Control del ruido ambiental en su fase de transmisión para la protección de edificios, modelo de diseño de barreras acústicas basado en arreglos de dispersores aislados, Edificación y medio ambiente, España 2015. Disponible en:

<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315300512>

ARANGO Duque, Catalina y MOLINA Toro, Manuel. Construcción de una barrera acústica a escala para disminuir la contaminación sonora producida por el alto flujo vehicular. Trabajo de Titulación (Ingeniero de sonido). Bogotá, Colombia, 2010.

QUIRÓZ Rodríguez, Fernando. Estudio de pantallas acústicas elaboradas a partir de Green Composites. Gandía: Universidad Politécnica de Valencia, 2013.

COHEN Miriam, SALINAS Osvaldo, Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable Vol. 32 pág. 65-96. ISSN 2448-6515, México, 2017.

PUMA Joselyn Yumara arias. Atenuación sonora por barreras acústicas a base de residuos orgánicos para reducir el nivel de ruido en una avenida principal, Puente Piedra, Lima 2018. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/19344/Puma_AJY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CARRANZA Chavarría Annie; TOVAR Palomino Luis. “Determinación de la capacidad de absorción sonora de barreras acústicas a partir de residuos orgánicos”. Universidad Nacional del Callao, 2014.

ACEVEDO Herrera, Anthony. “Determinación del nivel de contaminación sonora e implementación de las jabas de huevo como aislantes acústicos en la empresa E.C. Prefabricados S.A.C. Distrito de Puente Piedra-Lima-2014”.

JAGNIANTINSKIS, Alexandra; FIKS, Boris; MICKAITIS, Marius. Determination of Insertion Loss of Acoustic Barriers under Specific Conditions. Procedia Engineering, 2017. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.377>

PUTRA, Azma, et al. Utilizing sugarcane wasted fibers as a sustainable acoustic absorber. Procedia Engineering, 2013. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813002002>

PAREJO Gamboa Marta, Desarrollo de materiales absorbentes acústicos a partir de residuos agrícolas, Universidad de Sevilla, España, 2013. Disponible en:

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70473/fichero/Desarrollo+de+material+es+absorbentes+ac%C3%BAsticos+a+partir+de+r.pdf>

REBAZA, Marco Aurelio, estudio de la calidad ambiental del ruido en frontis principal del campus de la universidad privada Antenor Orrego de Trujillo. Tesis, Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2918/1/RE_MAEST_ARQ_MARCO.REBAZA_CALIDAD.AMBIENTAL.pdf

MIYARA Federico, Acústica y sistema de sonido, Argentina, 2001

ISBN 950-673-196-9 Disponible en:

<https://dokumen.tips/documents/acustica-y-sistemas-de-sonido-federico-miyara.html?page=1>

HARRIS Cyril M. Manual para el control del ruido, ISBN 84-7088-097-7, España, 1995. Disponible en:

https://www.academia.edu/28051794/MANUAL_PARA_EL_CONTROL_DEL_RUIDO_Vol

BARTI, Robert. Acústica Medioambiental. Vol. 1 Alicante: Editorial Club Universitario, 2010. 12. pp.

ISBN: 8499480209

Comisión internacional electrónica IEC 6162:2003 Uso y referencia a norma ISO e IEC en la reglamentación técnica.

ISO (International Organization for standardization). ISO 10847:1997. Acoustic in situ determination of insertion loss of outdoor noise barriers of all types. Londres, 1997.

REJANO, Manuel. Ruido Industrial y Urbano. España: S.A. Ediciones Paraninfo, 2000.

ISBN: 9788428326827

MOSER Michel, BARROS José, Ingeniería acústica 2da edición, New York, 2009.

ISBN: 9783642025440

AMABLE, Álvarez Isabel, MENDEZ Martínez J. DELGADO Pérez L. ACEBO Figueroa F. Contaminación ambiental por ruido disponible en:

<http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2305/3446>

GARCÍA Ferrándiz, GARCÍA Gómez, J. Efecto de la contaminación acústica en la salud: Conceptualización del alumnado de enseñanza secundaria obligatoria Valenciana Vol.4. Valencia, 2010

Consejo nacional de ciencia y tecnología e innovación tecnológica (CONCYTEC), Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - SINASYT, 2018)

HERNANDEZ, Roberto, Carlos Fernández y Pilar Baptista. Metodología de la investigación. 6a. edición. México, McGraw-Hill, 2014, p. 60.

CASTILLO Edelmira, VASQUEZ Marta, El rigor metodológico en la investigación cualitativa, pág. 165-167, Vol. 3, Colombia, 2003, Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/283/28334309.pdf>

NOREÑA Ana, ALCARAZ Noemi, ROJAS Juan, REBOLLEDO Dinora, Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa, pág. 265-268, Vol. 3, Colombia 2012. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74124948006>

ARAUJO Gómez Miguel, Análisis crítico de la literatura: nociones básicas, Medwave, Chile 2012.

CARVAJAL C. Jorge A., Guía para el análisis crítico de publicaciones científicas Carvajal, pág. 67-72, Chile, 2014

Diario internacional “El Economista”, Las 10 ciudades con la peor contaminación acústica, 2017. Disponible en:

<https://www.eleconomista.com.mx/internacionales/Las-10-ciudades-con-la-peor-contaminacion-acustica-20170327-0022.html>

ARANGO A. Elizabeth, CHAUCA P. Pricila M. Encapsulamiento acústico de cisco de café para la atenuación del nivel de presión sonora de una compresora, Lima - Perú, 2019. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41643/Arango_AEE-Chauca_PPM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CEVALLOS Vargas Lorena, Paneles para paredes en base a la mezcla compacta de tallos recuperados de las plantas de sorgo, trigo y aserrín para espacios interiores, Ecuador, 2019 Disponible en:

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3398/1/T-ULVR-2978.pdf>

MADERUELO, Rubén; GÓMEZ, Valentín; MENESES, Juan. Potential use of cigarette filters as sound porous absorber. Applied Acoustics, 2018. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X17306217>

LOPEZ Jimenez Naftali, Propuesta para el control de ruido ambiental en función de frecuencias de emisión mediante barreras vegetales, México, 2018. Disponible en:

<http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/15531/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ATAHUACHI Gaby, CARCAUSTO Yanet, Aislante termoacústico a base de stipa lchu 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, Perú, 2018.

GIL Tomas, MEDINA Manuel, VERDU Amparo, MARTEL Basilio, análisis y acústico económico de la utilización de residuos de poda de palmeras en barreras acústicas para mitigar el impacto ambiental de las autopistas, España, 2017. Disponible en:

<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717301791>

J. Pfretzschner, R. M. Rodríguez, Acoustic properties of rubber crumbs, Instituto de acústica (CSIC), Madrid, España 1999. Disponible en:

<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142941898000099>

E. G. De Moraes, L. Sangiacomo, N. P. Stochero, S. Arcaro, L. R. Barbosa, et al. Innovative thermal and acoustic insulation foam by using recycled ceramic shell and expandable styrofoam (EPS) wastes, federal University of Santa Catalina (UFSC), Brasil, 2019. Disponible en:

<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19302326>

C Leiva, Luna Galiano, C. Arenas, B. Alonso Fariñas et al. A porous geopolymer base don aluminum waste with acoustic properties, University of seville SN 41092, Sevilla, España, 2019. Disponible en:

<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19304301>

YUAN Wang, XIN Zhu, TINGSHENG Zhang, et al. A renewable low-frequency acoustic energy harversting noise barrier for high-speed railways using a Helmholtz resonator and a PVDF film, China, 2018

ANEXOS

Anexo N° 01 Ficha de análisis de datos

FICHA DE ANÁLISIS		
TÍTULO		
REVISTA INDEXADA	IDIOMA	AÑO
AÑO DE PUBLICACIÓN		
AUTORES		
PALABRAS CLAVES		
OBJETIVO		
RESIDUOS UTILIZADOS		
METODOLOGÍA		
RESULTADOS		
DISCUSIONES		
CONCLUSIONES		

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GARZON FLORES ALCIDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "REVISIÓN SISTEMÁTICA DE BARRERAS ACÚSTICAS A BASE DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA REDUCCIÓN DE RUIDO EN EL MEDIO AMBIENTE", cuyo autor es ATOCHE SUCLUPE OLEXIS YAMIR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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.

TRUJILLO, 10 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GARZON FLORES ALCIDES DNI: 70298997 ORCID: 0000-0002-0218-8743	Firmado electrónicamente por: AGARZON el 23-12- 2020 19:27:52

Código documento Trilce: TRI - 0079555