



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Eficacia de Aislantes Acústicos para la Reducción del Ruido en  
habitaciones de Zonas Residenciales, Lima.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Oxsa Delgado, Victor Giancarlo (ORCID: 0000-0002-2319-961X)

**ASESOR:**

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA- PERÚ**

**2020**

## Dedicatoria

Dedico esta Tesis especialmente a mi madre Lastenia Delgado Del Alamo, quien siempre estuvo a mi lado alentándome, brindándome su amor, su paciencia, su apoyo incondicional; a mi padre Victor Melitón Oxa, aunque no esté físicamente pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me motiva, me aconseja y sobre todo me guía para que todo salga bien.

A mi Tía Rosa, Pilar, mi Tío Uriel, Victor, Oswaldo; mis Primos, quienes con su apoyo sus palabras alentadoras y la confianza que depositaron en mí, pude realizarme profesionalmente y a todas aquellas personas que siempre estuvieron conmigo en las buenas y malas, que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

## Agradecimiento

Mi agradecimiento primeramente se dirige a DIOS, por brindarme salud y fortaleza, por iluminarme y guiarme por el buen camino dándome la voluntad en los momentos más difíciles permitiéndome cumplir con éxito uno de mis objetivos anhelado.

A mi madre, por el apoyo y esfuerzo incondicional, sin ti no hubiese sido posible terminar mi carrera. Por ser una mujer luchadora, que siempre ha tenido la paciencia, tolerancia y sobretodo confianza en mí. Gracias por ayudarme a cumplir una de mis metas.

A mi asesor de tesis, Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores por guiarme en la elaboración de esta tesis, quien con su paciencia y motivación, su visión crítica y rectitud como profesional me ayudo a poder desarrollarla con éxito.

## Índice de contenidos

Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de abreviaturas	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	20
3.2 Variables y Operacionalización	20
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5 Procedimientos	23
3.6 Método de análisis de datos	30
3.7 Aspectos éticos	30
IV RESULTADOS	31
V DISCUSIÓN	45
VI CONCLUSIONES	50
VII RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla N° 1 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido .....	11
Tabla N° 2 Tipos de Ponderación de Frecuencia.....	13
Tabla N° 3 Composición de la Lana de Roca .....	17
Tabla N° 4 Resumen de Propiedades más relevantes.....	18
Tabla N° 5 Técnicas e Instrumentos según las etapas de desarrollo del estudio.....	22
Tabla N° 6 Docentes que validaron el Instrumento.....	23
Tabla N° 7 Ubicación en Coordenadas UTM de la fuente .....	25

## Índice de figuras

Figura Nº 1 Curvas de Ponderación A,B Y C.....	13
Figura Nº 2 Arquitectura del sueño (ciclos).....	14
Figura Nº 3 Salud y niveles de ruido en decibelios (dB) .....	15
Figura Nº 4 : Diagrama de flujo del proceso de la eficacia de aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales, Lima .....	24
Figura Nº 5: Drywall y los aislantes cortado en 60 x60 cm.....	25
Figura Nº 6: Planchas de drywall.....	25
Figura Nº 7: Planchas de drywall 60x60.....	26
Figura Nº 8: Elaboración de la caja acústica .....	26
Figura Nº 9: Caja acústica con Drywall.....	26
Figura Nº 10: Medición antes de la implementación de los aislantes acústicos .....	26
Figura Nº 11: Planchas de corcho 60x60cm.....	27
Figura Nº 12: Caja acústica implementada con corcho.....	27
Figura Nº 13: Medición con sonómetro después de la implementación.....	27
Figura Nº 14: Planchas de poliestireno expandido 60X60cm .....	28
Figura Nº 15: Caja acústica implementada con poliestireno expandido.....	28
Figura Nº 16: Medición con sonómetro de la caja acústica implementado con poliestireno expandido.....	28
Figura Nº 17: Plancha de lana de roca 60x60cm.....	29
Figura Nº 18: Caja acústica implementada con lana de roca.....	29
Figura Nº 19: Medición con sonómetro de la caja acústica implementado con lana de roca.....	29
Figura Nº 20: Resultados de Monitoreo del Piloto de Caja Acústica (Drywall).....	31
Figura Nº 21: Resultados de Monitoreo con la implementación de Caja Acústica con Corcho.....	32
Figura Nº 22: Resultados de Monitoreo con la implementación de Caja Acústica con Poliestireno Expandido .....	33
Figura Nº 23: Resultados de Monitoreo con la implementación de Caja Acústica con Lana de Roca.....	34
Figura Nº 24: Figura Comparativa de los niveles sonoros antes y después de la implementación del Corcho, Lana de Roca y Poliestireno Expandido .....	35
Figura Nº 25: Cuadro comparativo de promedios con los ECA RUIDO .....	36

## Índice de abreviaturas

AFELMA: Asociación de fabricantes Españoles Lanas Minerales Aislantes

CTE: Código Técnico de la Edificación

DFM: Directorio Forestal Maderero

ECA: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

OMS: Organización Mundial de la Salud

OEFA: Organización de Evaluación y Fiscalización

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la eficacia del corcho, lana de roca y poliestireno expandido como aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales, siendo esta una fuente fija que se encuentra ubicado en una zona residencial, la metodología utilizada es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y con un diseño de investigación experimental de pre y post prueba. En el proceso experimental se elaboró un piloto de caja acústica con tres prototipos a implementar: lana de roca, corcho y poliestireno expandido; para identificar cuál de ellos tiene mayor eficacia en la reducción sonora para la implementación en las habitaciones de zonas residenciales, teniendo como resultados que la implementación con lana de roca obtuvo un 33% de reducción y el corcho un 32.28%, estos en comparación con el valor encontrado antes de la implementación de dichos materiales.

Palabras clave: Reducción de ruido, corcho, lana de roca, poliestireno expandido y nivel de presión sonora



## Abstract

The present investigation had the general objective of determining the effectiveness of cork, rock wool and expanded polystyrene as acoustic insulators for the reduction of noise in rooms in residential areas, this being a fixed source located in a residential area, the methodology used is of an applied type, with a quantitative approach and with a pre and post test experimental research design. The experimental process was elaborated a pilot of acoustic box with three prototypes to implemented: rock wool, cork and expanded polystyrene; to identify which of them has greater effectiveness in the sound reduction for the implementation in the rooms of residential zones, having like results that the implementation with rock wool obtained a 33% of reduction and the cork a 32.28%, these compared with the value found before the implementation of these materials.

Keywords: Noise reduction, cork, rock wool, expanded polystyrene and sound pressure level

## I. INTRODUCCIÓN

El ruido urbano conocido también como ruido residencial, ruido doméstico o ruido ambiental; constantemente ha sido una preocupación medio ambiental muy relevante para la humanidad, puesto que el ruido es una anomalía sin patrones y el sonido obedece a un patrón distinguible, siendo un estímulo necesario en la vida; no obstante puede convertirse en un agente contaminante poniendo en riesgo la salud del receptor.

Teniendo como Realidad Problemática en la actualidad, la contaminación sonora se ocasiona por diversos sectores de actividades antropogénicas, siendo un problema cotidiano; uno de ellos es el crecimiento poblacional desenfrenado que originó aglomeración de zonas urbanas o megalópolis donde se vulnera la calidad de vida, originando un verdadero retroceso ambiental, una de estas regresiones es el ruido que quizás sea la más antigua y fácil de generar. Por otro lado también resultan del reflejo del proceder de los ciudadanos y la actitud pasiva de las autoridades; en el caso de la ciudad de Lima, el crecimiento vertiginoso en los últimos años del parque automotor estimado es debido a una disposición que facilita la importación de vehículos usados, trayendo consigo la contaminación acústica; siendo la fuente principal el tránsito automotor tanto de servicio público y particular, el uso y abuso de claxon, sirenas, alarmas y una gran variedad de otras fuentes sonoras, causando alarma en la salud y calidad de vida de los ciudadanos (Torres,2006). Vivimos en una sociedad en la que el ruido nos invade por doquier, hasta el punto de llegar a poner en peligro nuestra salud. Gran parte del ruido producido es inevitable, inherente a las actividades que realizamos. A pesar de eso, hay otra parte que si se puede evitar, ya que su génesis se encuentra en determinadas actividades que pueden ser modificadas, únicamente en estos últimos años se vino desarrollando una conciencia sobre el peligro que provoca el ruido que recae primordialmente frente a la salud humana. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que la contaminación sonora genera riesgos para la salud y bienestar como el estrés, insomnio, presión alta, pérdida de audición, entre otros; así como

también fijan los 53 decibelios de día y los 45 de noche al tráfico de vehículos rodados como límite para que no afecte a la salud, al estar asociados con problemas de insomnio y de salud en general. Además, menciona que, más del 5% de la población mundial padece de pérdida de audición, estimando que en 2050 más de 900 millones de personas (una cada diez) padecerá de pérdida de audición (OMS,2019). Para el informe de contaminación sonora de la Organización de Evaluación y Fiscalización (OEFA), se ha registrado a las municipalidades de Lima Metropolitana en sus mediciones del nivel de presión sonora en los 49 distritos de lima y callao, comparados con los estándares de calidad ambiental ruido, identificándose muchos sectores críticos, frente a esta situación, los aislantes acústicos se convierten en un elemento de control de la fuente (OEFA,2015). Por tratarse de una ciudad como Lima, una gran metrópoli con un gran avance en sus edificaciones y en la tecnología, el trabajo de investigación buscó determinar la eficacia del corcho, lana de roca y poliestireno expandido para la mitigación del ruido en su implementación en prueba piloto, de habitaciones de zonas residenciales, para brindar una mejor la calidad de vida y bienestar en la población.

En el siguiente informe de investigación se presentó como Problema general: ¿El uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, reduce significativamente la contaminación acústica en habitaciones de zonas residenciales?, así mismo se planteó los problemas específicos: ¿Cuáles son los niveles de ruido después de la implentación del corcho como aislante acústico para mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales?, ¿Cuáles son los niveles de ruido después de la implementación de la lana de roca como aislante acústico para mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales? Y ¿Cuáles son los niveles de ruido después de la implementación del poliestireno expandido como aislante acústico para mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales?; como parte de la investigación, la justificación a nivel teórica brinda contribuir con los conceptos teóricos sobre la eficacia de los aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones, facilitando la técnica desarrollada. Mientras que a nivel práctico, se basó en la eficacia de aislantes acústicos que permitieron, por ende, elaborar un prototipo para encontrar soluciones

concretas a problemas de ruido y se tendrá también la posibilidad de proponer cambios e innovaciones en las construcciones de zonas residenciales. La justificación en el ámbito social, es mejorar la calidad de vida y bienestar de las personas que habitan en las zonas residenciales con el uso de diferentes aislantes acústicos, ayudando en la mitigación del ruido y encontrando un mayor confort al momento del descanso u otra actividad. Así de esta manera, la implementación de estos aislantes permite reducir la generación de enfermedades por estar expuestos a niveles elevados de ruido; mientras que la justificación ambiental es impulsar el uso eficaz de aislantes acústicos que beneficiarán a la reducción de los niveles de presión sonora en las habitaciones de zonas residenciales y sobre todo siendo materiales reciclables. Por ello, se planteó la implementación de la caja acústica con corcho, lana de roca y poliestireno expandido a fin de cumplir con los ECA.

Al presentar la justificación de la investigación, se propuso como Hipótesis general: El uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, como aislantes acústicos mitigan el ruido en las habitaciones de zonas residenciales y como Hipótesis específicas, El corcho como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales. La lana de roca como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales y El poliestireno expandido como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales. Luego se tuvo como Objetivo General el determinar la eficacia del corcho, lana de roca y poliestireno expandido como aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales y como Objetivos específicos, determinar los niveles de ruido después de la implementación del corcho como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales; determinar los niveles de ruido después de la implementación de la lana de roca como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales y determinar los niveles de ruido después de la implementación del poliestireno expandido como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.

## II. MARCO TEÓRICO

Como trabajos Previos tenemos la tesis doctoral titulada “Preparación y caracterización de materiales a base de neumático, corcho y kenaf, para ser utilizados en el acondicionamiento acústico de salas”, cuyo método fue el análisis granulométrico y textural, esta última mediante el procedimiento de isotermas de  $N_2$  a  $-196\text{ }^\circ\text{C}$ , porosimetrías de mercurio(Hg) y evaluación de las densidades de Helio (He) y Mercurio (Hg), procediendo a seleccionar las muestras con mejores propiedades y realizar la simulación mediante software de su comportamiento en proyectos de edificios reales para el acondicionamiento acústico de salas. Los resultados obtenidos determinaron tanto al corcho y kenaf, como materiales más porosos, con un colosal coeficiente de absorción acústica apropiado para el revestimiento en el interior de salas de edificios, mejorando el comportamiento acústico y permitiendo su utilización en proyectos reales (Carroza, 2013); asimismo en el artículo titulado “ El empleo del corcho como aislamiento en la construcción”, cuyo objetivo fue proponer el uso de materiales naturales como el corcho que fue evaluado y se concluyó que congrega una gran cantidad de ventajas y propiedades que lo convierten en un aislante eficaz, con un coeficiente de aislamiento de  $105\text{ kg/m}^3$ , siendo un absorbente acústico que puede ser utilizado como antivibratorio, mitigando los ruidos producidos por impactos, pisadas o golpes, como aislante de sonido aéreo y como superficie reduciendo el eco generado en espacios amplios (Ruibal, 2011); en forma similar, en el 48º Congreso Español de Acústica; Encuentro Ibérico de Acústica; European Symposium on Underwater Acoustics Applications ; European Symposium on Sustainable Building Acoustics; en el artículo de nuevos materiales y dispositivos acústicos, se presentó un “Análisis del uso del corcho en diferentes montajes para su uso como absorbente”, cuyo método fue determinar las configuraciones de sistemas absorbentes elaborado con corcho, con distintas granulometrías, incorporando placas perforadas elaboradas con aluminio o metacrilato. Para

esta caracterización el coeficiente de absorción acústico es medido con un tubo de impedancia modelo 4206 T de Brüel & Kjaer. Los resultados evidencian que en parámetros como número de perforaciones y granulometría funciona como un excelente absorbente, lo que permitió el empleo en paredes, pantallas acústicas o techos (Sanz et al, 2017). Por otra parte, en el artículo titulado “ Nuevas Aplicaciones del corcho en el campo de la edificación”, cuya metodología fue realizar probetas según el pliego de yeso, para comprobar la compatibilidad del corcho y yeso, se agrega 20% de corcho sobre el peso de yeso, posteriormente se fragua. Los resultados obtenidos son productos que presentan las características óptimas para construcciones de excelente solidez, mejora el aislamiento acústico (Río, 2005). En la tesis titulada “Manual de materiales acústicos en la arquitectura”, donde el objetivo fue crear una guía para el uso de materiales que reducen el ruido, mencionó el uso de corcho en planchas como un aislante natural, como amortiguador de impactos y como revestidos, por su bajo contenido en agua y su carencia de conductividad, haciendo de este material efectivo (Lancerio, 2015). Agregando a lo anterior, en la tesis titulada “Sistema de insonorización en materiales renovables para viviendas en Bogotá”, cuyo método utilizado fue el diseño de sistemas de 80mm con tableros de madera y corcho de espesor de 25 a 80mm. Los resultados fueron sistemas de insonorización, los cuales son adaptables a edificios y viviendas, reduciendo total o parcialmente el ruido, brindando confort y mejor calidad (Lambraño, 2017). Igualmente, en la tesis titulada “Materiales Aislantes acústicos para muros”, mencionó al corcho como un material ecológico y reciclable, subrayando que los aglomerados del corcho se utilizan para el aislamiento acústico, calor y frío. En la aplicación se elaboró muros a base de ladrillos con corcho aglomerado y ladrillos con cámara de aire. Los resultados indicaron que para lograr un aislamiento apropiado en los muros se debe utilizar los prefabricados de corcho, con un espesor mínimo de 25 a 33 mm, con una densidad de 0.096 a 0.160  $kg/dm^3$  y con coeficiente de absorción de 0.77 para ser aplicado en la elaboración de paredes de edificios residenciales. Por otra parte, también se refirió a la lana de roca como un aislante estupendo, eficaz y ventajoso. Aplicó el método de incorporación de planchas de lana de roca durante la construcción de

paredes de ladrillo con cámara de aire, donde el panel de roca fue de 50 mm con una densidad de  $0.138 \text{ kg/dm}^3$  generando una absorción de 0.55, de este modo se determinó la eficacia del material; este método es usado para la construcción de edificios modernos, primordialmente en oficinas que presentan niveles elevados de contaminación sonora (Soto, 2012). Agregando a lo anterior, en el artículo de título “6 materiales perfectos para aislar el ruido en casa”, desarrollaron la técnica corcho proyectado, que consistió en poner capas de corcho de 5cm en las fachadas de las viviendas, obteniendo como resultado la mitigación del ruido exterior ( Contreras, 2018)

Por otra parte en el libro titulado “Aislamiento térmico y acústico” se mencionó la técnica masa + muelle+ masa, para ello existen placas de yeso con adherencia de planchas de poliestireno plastificado, laminado o cartón prensado. Los paneles de Poliestireno pueden utilizarse en cualquier medida hasta un máximo de 200x100x50 cm, con una densidad aproximada que va desde los 10 a  $35 \text{ kg/m}^3$ , obteniendo como resultado la mitigación del ruido a 40 dB por medio de la espuma de poliestireno; este método fue de total confianza ya que se comprobó el uso del poliestireno expandido como un material aislante de calidad (Paya,1978). Asimismo, en el artículo titulado “Aportación de los forjados de poliestireno expandido a la mejora de la transmisión de ruido de impactos”, cuya metodología empleada fue las muestras Unidireccionales (mecanizada y moldeada) y reticulares(moldeado y mecanizado), todas con losa flotante de hormigón y plancha de poliestireno expandido de 20,30 y 40 mm, mezclada con yeso. Los resultados obtenidos fueron que las losas flotantes sobre EPS reducen el nivel de ruido en 45dB (Rozas,et al, 2003). Además, en la tesis titulada “Proceso Constructivo del proyecto de oficinas con paredes de poliestireno expandido en el Centro Polifuncional Municipal Zumar en la ciudad de Guayaquil”, la metodología aplicada fue la construcción con paneles de poliestireno expandido con mallas de acero y perfilado de 8cm de espesor; se colocó una capa de mortero de 2.5cm en cada cara del panel, posteriormente se realizó una losa y se recubrió con láminas de aluminio. Los resultados de esta implementación fue oficinas con paredes de EPS que evitaron el ruido exterior y el calor producido por el sol, generando un ambiente fresco (Flores,

2016). Por otra parte, en la Tesis titulada “Plan estratégico para la comercialización del poliestireno expandido (EPS) en la construcción de viviendas livianas y térmicas para la empresa Plastro S.A”, la metodología empleada fue construir una probeta a escala real, con bloques para losas, láminas para paredes y tumbado, ambos aislados con poliestireno expandido de densidad  $15 \text{ kg/m}^3$  y espesor de 5 cm. Los resultados indicaron el nivel de aceptación de los Paneles de poliestireno expandido, buen absorbente al ruido impacto con aislamiento acústico de 25.2 dB y densidad de  $14 \text{ kg/m}^3$  (Salcan, 2017). Asimismo, en la tesis titulada Diseño y Construcción de un panel absorbente con materiales de residuo sólido, la metodología fue la mezcla de Poliestireno expandido de 0.19 de absorción, tela, cartón y corcho haciendo un panel de 2.5 cm de espesor, posteriormente se mide las ondas estacionarias en el tubo de impedancia. Los resultados fueron el panel a 250 Hz absorbe 0.6595, a 500Hz absorbe 0.7087, a 1000Hz absorbe 0.8277 y a 4000 Hz 0.8207 (Infante y Proaño, 2012). También, en artículo “Poliestireno expandido vs poliestireno extruido: diferencias y aplicaciones”, mencionaron al EPS como un material reutilizable de densidades entre 10 y  $25 \text{ kg/m}^3$ , el uso de este material tuvo como efecto la mitigación de energía en un 40%, siendo un efectivo aislante acústico con una gran resistencia química (Cir62, 2018).

Por otra parte en el 48º Congreso Español de Acústica; Encuentro Ibérico de Acústica; European Symposium on Underwater Acoustics Applications; European Symposium on Sustainable Building Acoustics; en el artículo de nuevos materiales y dispositivos acústicos, presentaron “Paneles de lana mineral para el confort acústico en instalación de climatización”, cuyo método fue la simulación de una red de conductos de climatización, donde se analizó la disminución de los niveles acústicos con la instalación de lana mineral (lana de roca). Los resultados obtenidos indicaron que a medida el ruido viajó por los conductos implementados con lana de roca, los niveles de ruido se fueron atenuando, contribuyendo de forma considerable al confort acústico (Herranz y García, 2017); asimismo, en el artículo titulado “Excelente aislamiento acústico con lana de roca Rockwool”, su método fue las pruebas piloto de barrera acústica combinado con yeso, hormigón, madera; fabricación de



techos y pantallas acústicas, aislamiento acústico de maquinarias ruidosas en exteriores e interiores de edificios, entre habitaciones y suelos. Los resultados eficientes se debió a que presentan una estructura abierta y porosa, haciendo que absorba el sonido de manera natural y eficaz; es así que en sus pruebas piloto en tiendas, viviendas o áreas de trabajo, aislaron hasta un 40% de ruido, obteniendo la confiabilidad de este material lana de roca, imponiéndose frente a otros materiales, mejorando la acústica en los interiores, siendo apropiados y acerteros para aislar ruido (Rockwool, 2016). Asimismo, según (Rodero y Peinado, 2007), en su artículo titulado “Absorción Acústica en las Lanos Minerales (SIN PLENUM), el método experimental aplicado fueron los diferentes ensayos con distinta densidad y espesor, realizados en una cámara reverberante, donde se midió el tiempo de reverberación de la cámara vacía; seguidamente se instaló el prototipo en la superficie de la cámara, donde se realizó la segunda medición del tiempo de reverberancia con la implementación del prototipo. Los resultados indicaron que a mayor espesor de lana de roca y lana de vidrio, el coeficiente de absorción acústico será más eficaz. Por otra parte en el artículo titulado “Rehabilitación acústica de los edificios con lanas minerales”, la metodología fue trasdosar con lana mineral y placa de yeso laminado, los cuales consiguen un aislamiento acústico relevante; el método más eficaz es el empleo de cerramientos de doble hoja con cámara rellena de lana mineral (masa, muelle, masa), siendo su elasticidad la principal propiedad para lograr este apropiado aislamiento; teniendo como resultado el crecimiento excelente en el aislamiento acústico priorizando el espacio en los edificios y viviendas (Peinado y Bermejo, 2007).

Según (Martinez, 2017), en la Tesis titulada “Evaluación y Diseño de Sistemas de Aislamiento Acústico para el salón comunal del edificio selva alegre mediante el uso de elementos constructivos del Ecuador”, mencionó el uso de materiales porosos para la mitigación de ruido, cuya metodología fue el revestimiento de la fachada con hormigón cuya cavidad fue rellena con lana de roca de 70 kg de densidad con espesor de 50mm. Los resultados que indicaron reducción de la emisión sonora gracias a la absorción presente en la cavidad del sistema empleado, generando una mejora considerable. Por

otra parte, en el artículo de título “Búsqueda de la Sostenibilidad en los grandes proyectos de Ingeniería mediante la Modelización Acústica 3D y la optimización de los sistemas constructivos”, cuya metodología fue la modelizaciones con el programa de cálculo SONArchitect, posteriormente se implementa las separaciones verticales y el sistema constructivo de fachadas con lana de roca de 50mm de espesor y  $40 \text{ kg/m}^3$  de densidad. Los resultados fueron el aislamiento acústico aéreo y ruido impacto, con valores de 32 dB a 52 dB (Rodríguez et al, 2013). Asimismo, en el artículo de título “Influencia del tipo de trasdosado sobre una fábrica de ladrillo perforado de medio pie en el aislamiento a ruido aéreo, consideraciones sobre el ruido de tráfico”, cuya metodología fue el montaje experimental en la cámara de transmisión donde se realizó los ensayos del índice de reducción sonora; los prototipos de fachadas ensayadas fueron fachadas pesadas y ligeras ambas trasdosada con placa de yeso y lana de roca de 50mm de espesor con una densidad  $70 \text{ kg/m}^3$ . Los resultados fueron mejoras en el índice de reducción sonora de 20 dB para el sistema ligero y 10dB para el pesado.(Guillén et al, 2003). Agregando a lo anterior, en el artículo titulado “Las prestaciones acústicas de soluciones ETICS con Lana de roca”, cuya metodología fue los ensayos en laboratorio donde se elaboró muros de ladrillo cerámico revestidos con yeso y con lana de roca de 0.35 de densidad – 60mm de espesor, se repite el ensayo aumentando el espesor de la lana de roca de 60 a 100 mm . Los resultados obtenidos indican una mejora en la reducción sonora de 10 a 12 dB (Bolea, 2009). Además, en la Guía de soluciones constructivas con placa de yeso laminado y lana mineral para el cumplimiento del CTE, el método usado en los ensayos fue trasdosados de placa de yeso laminado de espesor 15mm, estructura metálica de 70mm, canales y la implementación de lana de roca de espesor 60 a 70 mm; placa de yeso de 15 mm y lana mineral de 40 a 50 mm. Los resultados fueron una reducción acústica de 45.7 dBA y 43,2 dBA. (Afelma, 2016).

Respecto a teorías relacionadas al tema es indispensable mencionar e iniciar por RUIDO, según el D.S N°085-2003 PCM Estándares de Calidad Ambiental (ECA Ruido), se denomina ruido al sonido externo no deseado que genera

incomodidad y perjudica la salud de las personas que lo percibe. Por otro lado, (Chaparro y Linares, 2017) definen como ruido a diferentes sonidos emitido por ondas sonoras de alta frecuencia no agradables que con el tiempo generan daño a la salud.

Fuente de ruido en: En la R.M N°227-2013 MINAM, "Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental", indica los tipos de fuentes de ruido que existen: Fijas zonales o de área que son fuentes puntuales que por su cercanía se pueden agrupar y se determinan como una fuente única, Fijas Puntuales que es aquella en donde la potencia de emisión sonora se concentró en un punto de forma continua y se traslada en todas las direcciones. Por ejemplo las máquinas que realizan actividades determinadas; Móviles detenidos se consideran fuentes móviles a los vehículos, debido a que ocasionan ruido en su propia actividad y por el funcionamiento del motor, así como los elementos de seguridad (claxon y alarmas) y Móviles Lineales que hace referencia a las vías (rutas aéreas, avenidas, calle, autopista, vía del tren, etc.) por donde circulan los vehículos, estas fuentes emiten sonidos en forma de ondas cilíndricas, llegando a conseguirse distinta relación de variación de energía mediante la distancia.

Como Normativa Nacional se aprobó el Reglamento para Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para ruido, mediante D.S. N° 085-2003-PCM, su objetivo es establecer los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben ser superados y preservar la salud de las personas. Los ECA's determinan como parámetros el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{AeqT}$ ) y toman en cuenta los horarios y las zonas de aplicación, según la tabla N°01

**Tabla N° 1 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

<b>ZONAS DE APLICACIÓN</b>	<b>VALORES EXPRESADOS EN</b>	
	<b>(L<sub>AeqT</sub>)</b>	
	<b>HORARIO DIURNO</b> <b>(07:01 a 22:00)</b>	<b>HORARIO NOCTURNO</b> <b>(22:01 a 07:00)</b>
<b>Zona de protección especial</b>	<b>50 dB</b>	<b>40 dB</b>
<b>Zona residencial</b>	<b>60 dB</b>	<b>50 dB</b>
<b>Zona comercial</b>	<b>70 dB</b>	<b>60 dB</b>
<b>Zona industrial</b>	<b>80 dB</b>	<b>70 dB</b>

**Fuente: Decreto Supremo N.º 085-2003 –PCM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.**

Resolución Ministerial N° 227-2013- MINAM Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental, establece metodologías, técnicas y procedimientos para así desarrollar adecuadamente el monitoreo de ruido ambiental. Asimismo, da a conocer dos Normas Técnicas Peruana (NTP) que se encuentra a cargo de INDECOPI:

NTP-ISO 1996-1:2007; referida a la Medición, descripción y evaluación del ruido ambiental. Para la primera parte se determina los índices básicos para describir el ruido en los ambientes comunes y describir los procedimientos de evaluación. Así mismo se refiere a los métodos para evaluar el ruido ambiental y orienta en la predicción.

NTP-ISO 1996-2:2008; referida a la Medición, descripción y evaluación del ruido ambiental. Para la segunda parte se basa en la determinación de los niveles de ruido ambiental, así mismo se utiliza para medir las diferentes ponderaciones de frecuencia o banda de frecuencia. Ley N°27972, Ley Orgánica de Municipalidades, en el artículo 80° describe que las municipalidades, deben tomar en cuenta saneamiento, salubridad y salud

para regular y controlar las emisiones de humos, gases, ruidos y otros elementos contaminantes de la atmosfera y en medio ambiente (MINAM,2013).

Por otra parte, La Contaminación Sonora se denomina a los niveles de ruido presentes en el ambiente externo o interno que producen incomodidad, generan riesgo, perjudican y afecta la salud así como el bienestar de las personas (D.S. N° 085-2003 PCM), agregando a lo anterior, toda actividad sin importar cuál sea el emisor acústico que lo origine y cause efectos significativos hacia el medio ambiente es definido como Contaminación (Martínez y Peters, 2013)

Los tipos de ruido de acuerdo a la NTP ISO 1996-1:2007, existen diferentes tipos de sonidos que para esta norma son denominados como ruido. En función al tiempo tenemos cuatro: Ruido Fluctuante que son aquellos que emiten ruido por diferentes fuentes que presenta la fluctuación por encima de 5 dB durante 1 minuto, Ruido Estable es producido por diferentes fuentes de generación que no superan la fluctuación de 5 dB y un periodo de 1 minuto , Ruido Intermitente se presenta en un determinado periodo de tiempo con una duración de ocurrencia superior a 5 segundos y Ruido Impulsivo determinado por impulsos de una duración mínima de presión sonora y su duración es inferior a 1 segundo; mientras que en función al tipo de actividad generadora podemos mencionar al ruido producido por el tráfico ferroviario, automotor y de aeronaves; así como el producido por las industrias, edificaciones y diferentes actividades recreativas.

La intensidad de ruido se mide en decibel (dB), este expresa un logaritmo de la razón en una cantidad media y cantidad de referencia.

El Nivel de Presión sonora (NPS), según (R.S.N° 227-2013-MINAM), define como el cálculo de diez veces el logaritmo en base 10 del cociente y elevando al cuadrado de la presión sonora, así mismo el cuadrado del valor de referencia y sus unidades son decibles (dB).

$$Lp = 10 \log \left[ \frac{P^2}{P_0} \right] dB \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Po= Valor de referencia (20 uPa)

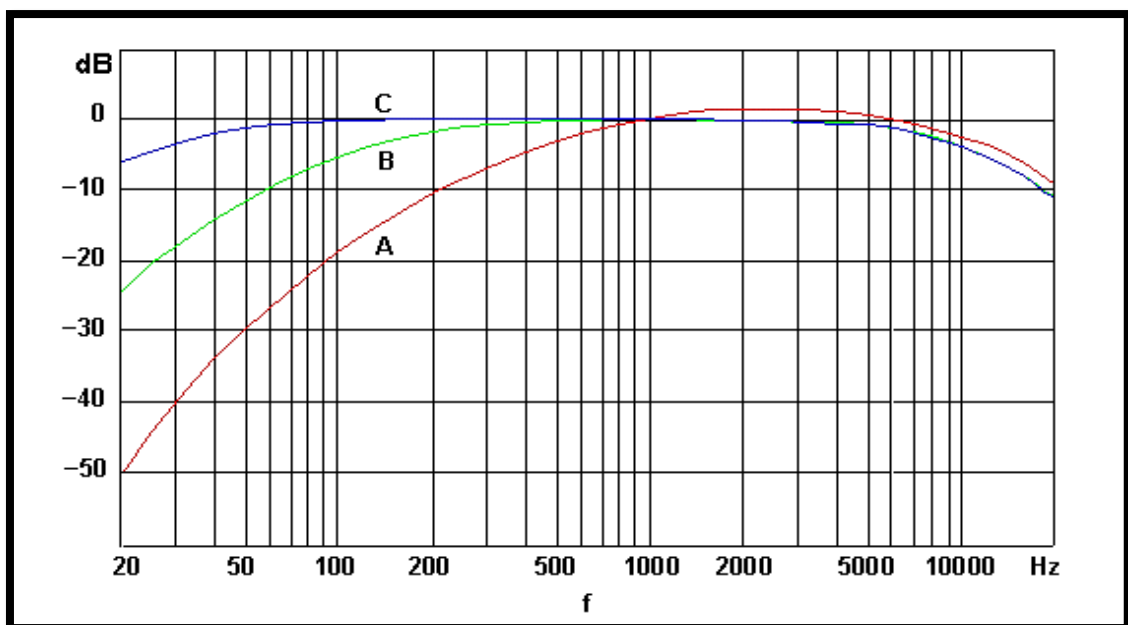
P= Presión sonora

Por otra parte, para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se mide los niveles de presión sonora mediante la generación de diferentes fuentes con dirección al exterior, teniendo como resultado la curva de ponderación (D. S N° 085-2003 PCM); por consiguiente existen tres tipos de ponderaciones de frecuencia (ver Tabla N°02)

**Tabla N° 2 Tipos de Ponderación de Frecuencia**

<b>PONDERACIÓN</b>	<b>NIVEL DE SONIDO</b>	<b>NIVEL EN dB</b>
<b>A</b>	<b>BAJO</b>	<b>40 dB</b>
<b>B</b>	<b>MEDIO</b>	<b>70 dB</b>
<b>C</b>	<b>ELEVADO</b>	<b>100 dB</b>

Fuente: R.M. N° 227-2013-MINAM



**Figura N° 1 Curvas de Ponderación A,B Y C**

Fuente: R.M. N° 227-2013-MINAM

El Nivel de Presión Sonora continuo equivalente con ponderado A ( $L_{Aeq,Ta}$ ); de acuerdo al D.S. N° 085-2003 PCM, se define como el nivel de presión sonora constante, siendo la medición promedio que determina los diferentes valores instantáneos en un periodo de tiempo (T). Su unidad de medida es decibeles A. Por otra parte, el Nivel de Presión Sonora Máxima ( $L_{max}$  ó NPS Max), determina el máximo nivel de presión sonora, se utiliza la curva de ponderación A (dBA) en un periodo de medición establecido. Para terminar, el Nivel de Presión Sonora Mínima ( $L_{min}$  ó NPS Min), determina el mínimo nivel de presión sonora, se utiliza la curva de ponderación A (dBA) en un periodo de medición establecido.

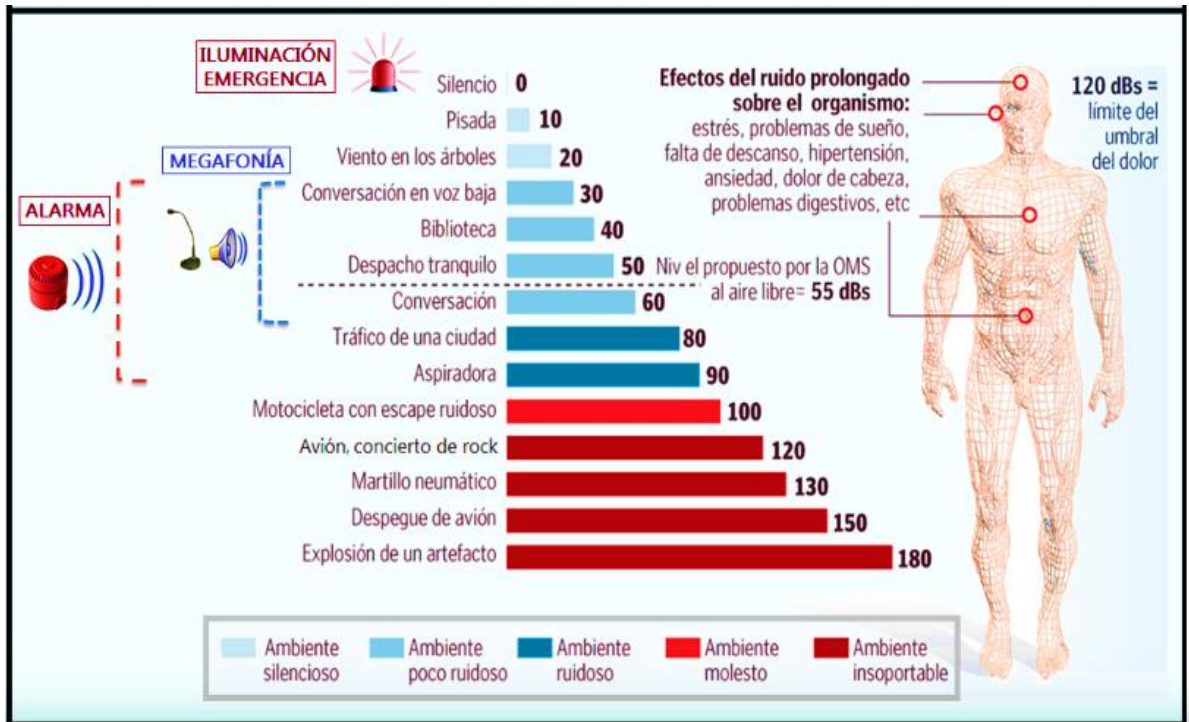
El sonido se define como una variación de presión de aire, debido a que se transfiere mediante ondas circulares desde la fuente, ingresando en el canal auditivo generando impulsos nerviosos; tiene relación con las ondas que se forman cuando se lanza una piedra en el agua. (Martínez y Peters, 2013)

Las consecuencias hacia la Salud por los efectos de ruido cada vez son más comunes, es por eso que la OMS establece un máximo de 35 dB por la noche, indicando que si los niveles sonoros son muy elevados, pueden alterar los ritmos de sueño y la profundidad del sueño, trayendo consigo fatiga, dolores de cabeza, irritabilidad, disminución de rendimiento laboral y académico, insomnio, estrés, depresiones y hasta puede afectar al sistema nervioso. (Tardón, 2016) (Ver figura N°02)



**Figura N° 2 Arquitectura del sueño (ciclos)**

**Fuente: DKV SEGUROS, Disponible en : <https://www.terra.org/categorias/articulos/el-ruido-una-cuestion-de-salud>**



**Figura N° 3 Salud y niveles de ruido en decibelios (dB)**

**Fuente:** KIVERSAL Disponible en: <https://blog.kiversal.com/sordera-y-ruido-ue/>

El Sonómetro, según Sexto (2007) es definido como un instrumento que sirve medir el nivel de presión sonora, presenta cuatro tipos o clases de sonómetros: Tipo 0, que es el sonómetro usado en los laboratorios, siendo el básico y preciso en las mediciones; Tipo 1 es usado en campo debido a que tiene una alta precisión en las mediciones (Ruido Ambiental), Tipo 2 es usado en el campo de manera general y Tipo 3 empleado para reconocimientos y mediciones aproximadas.

El Corcho, es un material que se localiza en la corteza de los Alcornoques (*Quercus suber*) de estructura celular, donde interiormente se llena de un gas semejante al aire, creando compartimientos pequeños conformado por anillos que actúan como paredes elásticas, impermeables y resistentes, dando origen a la corteza que recubre el tronco de dicho árbol. De esta manera el corcho viene hacer un producto íntegramente reformable, biodegradable y natural. (DFM, 2015).

Según el Manual didáctico del taponero, los usos o aplicaciones del corcho son muy numerosos, pero los más representativos están en: La construcción



(aislamiento acústico y térmico, decoración, revestimiento, etc.), en la industria naval (revestimiento, aislamiento acústico, decoraciones entre otras), en la industria textil, industria pesquera, industria química, en la industria de los transportes (aislamiento acústico, vibratorio y térmico), en la industria del calzado, en el taponamiento de líquidos, artículos de papelería y hogar, entre otros.

En cuanto a las propiedades que hacen del corcho un material adecuado y eficaz para la construcción, podemos mencionar sus Propiedades Físicas como la resiliencia y compresibilidad (el corcho se reduce sometido a presión y después recupera su tamaño original 95%), alto coeficiente de fricción (es un material no resbaladizo con buena adherencia a una superficie), impermeabilidad (al agua y otros líquidos, que al presentar una estructura no capilar impide la penetración, acerado al aceite), baja conductividad térmica (gracias al aire presente en las celdillas demora la transferencia de calor), bajo peso específico (la estructura celular repleta de aire hace que el corcho sea ligero y flote), absorción de vibraciones (las celdas de aire reciben las vibraciones, las absorben y proceden a reducirla), absorción acústica (las celdas rotas de la cara externa del corcho crean una superficie apta para la absorción de las ondas acústicas ) y Propiedades Químicas, como es la Resistencia que presenta el corcho a los ácidos, a pesar de que los halógenos y los álcalis fuertes de llegar a las celdillas deshacen dicha estructura, la Estabilidad (presenta una perdurabilidad ante condiciones climáticas extremas y exposición al sol de 8 a 12 años) y la Resistencia al deterioro puesto que su composición no varía cuando entra en contacto con minerales, gases como el  $CO_2$  (Dióxido de carbono), H (Hidrogeno), N (Nitrógeno), gasolina, animales, vegetales, agua, aceites. (Merino, 2005)

La Lana de roca es un prototipo de lana mineral formado a partir de la roca volcánica (basálticas) y el mineral coque (carbón). Estos materiales se funden a temperaturas elevadas ( $>1500^{\circ}C$ ) y una vez se encuentran en estado líquido se procede a deshilar en forma de fibras, para luego ser convertidos en distintos formatos (rollos, placas); adjudicando densidades acordes a la prestación acústica o térmicas. (ECOGREENHOME, 2020). Además es un aislante exclusivo que realiza un aislamiento acústico, térmico y por su

naturaleza ignífugo (protección contra el fuego). (AFELMA, 2020). Presenta una estructura fibrosa inerte obtenida de la fundición de un 20% de piedra caliza, diabasa 60% y 20% de carbón coque a temperatura de 1600°C; apropiado para la hidroponía puesto que ofrece ventajas como protector de plagas y enfermedades. (BAIXAULI y AGULAR, 2002).

La composición de este material (lana de roca) varía de acuerdo al fabricante fundamentalmente: (Ver Tabla N°03)

**Tabla N° 3 Composición de la Lana de Roca**

<b>NOMBRE</b>	<b>CONCENTRACION (%) LANA DE ROCA</b>
Oxido de Silicio	47
Oxido de Calcio	16
Oxido de Aluminio	14
Oxido de Magnesio	10
Óxido de Hierro	8
Oxido de Sodio	2
Oxido de Titanio	1
Oxido de Potasio	1
Oxido de Manganeso	1

**Fuente: (Fernández y Cuadrado, 1999) Centro de Investigación para la horticultura en Francia, publicados en Culture Legumières sur**

Por otra parte la lana de roca presenta Propiedades físicas como: capacidad de aireación del 25% al 30%, espacio poroso en un 97%, agua fácilmente disponible que al humedecerse por inversión previo a la plantación obtiene valores por encima del 70%, pero después, durante el cultivo reduce entre el 50 y 60 % puesto que la lana de roca no es capaz de rehumectarse enteramente, agua de reserva entorno al 1%, densidad aparente de  $0.08g.cm^{-3}$  (Hernández, 2013). Asimismo como propiedades químicas mencionamos que es un producto químicamente inerte, con cierta resistencia alcalina que puede ser corregida con una solución nutritiva acida (pH de 5,5-5,8), presenta una capacidad de intercambio catiónico y un poder tampón nulos; según (Camacho et al. 2003) manifiesta que las alteraciones de la lana

de roca, no es por descomposición de actividades biológicas, sino por alteraciones mecánicas que se presentan en la compactación de las fibras.

**Tabla Nº 4 Resumen de Propiedades más relevantes**

PROPIEDADES	LANA DE ROCA
Densidad aparente (g. $cm^{-3}$ )	0.08
Porosidad (%)	97%
Capacidad de aireación (% volumen)	25-30%
Agua fácilmente disponible(% volumen)	>95%
Agua difícilmente disponible(% volumen)	2-4%
Agua de reserva(% volumen)	1%

**Fuente: ( Hernández, 2014)**

La lana de roca es un aislante térmico único, ya que otorga beneficio en aislamiento acústico de los elementos constructivos a los que se adhiere, disminuyendo los niveles sonoros de hasta 70 dB, debido a su elasticidad que elimina la energía de las ondas, evitando los ruidos aéreos, de impacto y de reverberaciones, contribuyendo un verdadero confort acústico. Para terminar las aplicaciones más habituales de la lana de roca que podemos mencionar son en el aislamiento térmico de centros comerciales, viviendas, industrias (protección contra incendios, aislante térmico y acústico), industria naval, edificaciones, garajes, fachadas ventiladas, chimeneas (protección contra incendios). Con respecto al medio ambiente indica que un adecuado aislamiento térmico reduce el consumo de aire acondicionado previniendo la difusión a la atmosfera de cerca de 1000kgs de  $CO_2$  por domicilio y año. (AFELMA, 2020)

El poliestireno Expandido, según (López, 2014), más conocido como EPS, es un material de estructura celular cerrada repleta de aire (98%), químicamente inerte, que no se desintegra (plástico) y no presenta clorofluorocarburos (CFC), en tal sentido químicamente no contamina el aire, agua y suelo, pero tiene que ser reciclados ya que son materiales eternos. Asimismo según (Martínez, 2012).en su documento de grado titulado Construcción con Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido, define al

EPS como una espuma liviana, tiesa y plástica elaborada de las perlas de poliestireno. El poliestirenoexpandido presenta propiedades físicas, como la densidad (caracterizado por ser resistente y ligero), es de color blanco debido a la refracción de la luz, presenta una resistencia mecánica (resistencia a la tracción, flexión, compresión para una deformación del 10% y resistencia a la cizalladura), comportamiento frente al agua y vapor de agua (es un material que no puede absorber), con un aislamiento térmico (excelente capacidad para aislar el calor y frío), comportamiento frente a factores atmosféricos (en exposición a la luz UV la superficie del Poliestireno expandido se pone amarilla convirtiéndose en un material frágil), estabilidad frente a la temperatura ( Temperaturas de 100°C para duración reducida y 80°C para actividades continuas sometido a una carga de 20Kpa); por otro lado, las propiedades químicas del EPS aseveran que es estable frente a un gran número de productos químicos; propiedades biológicas, no se descompone ni producen formación de gases nocivos, evita la formación de moho y las propiedades frente al fuego (presenta un comportamiento combustible). El EPS tiene un uso diverso, ya sea en las obras civiles (barreras de ruido, aislantes, construcción de carreteras, pisos industriales, edificios pequeños); en la industria (envasado y embalado, 10% reciclable) y en edificaciones (soluciones para el aislamiento acústico y térmico, ligereza en estructura)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

- Tipo de investigación

El presente estudio se consideró de tipo aplicada, pues se llevó a cabo un trabajo de campo correspondiente y no solo se hizo en el plano teórico o descriptivo, si no que los resultados obtenidos sirvieron para la aplicación de posibles soluciones remediadoras de dicho problema.

- Diseño de investigación

El presente estudio fue de diseño Experimental- Pre y Pos prueba. Porque se demostró la eficacia del corcho, lana de roca y poliestireno expandido como aislante de ruido siguiendo una serie de pruebas en la cual se identificó los cambios de la variable dependiente.

La estrategia para obtener la información requerida tuvo la siguiente representación simbólica:

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

$O_1$ : Muestra a tratar (Prototipo de Caja Acústica) antes de la implementación de los aislantes.

$X$  =  $X_1$ : Implementación de corcho

$X_2$ : Implementación de Poliestireno Expandido

$X_3$ : Implementación de Lana de Roca

$O_2$ : Implementación después de la implementación de los aislantes

#### 3.2 Variables y Operacionalización

- Variables Dependiente: Ruido
- Variables Independiente: Corcho, Lana de roca y Poliestireno expandido.

### 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

- Población: La presente investigación tiene como población un prototipo de caja acústica que se encuentra en el tercer piso de un edificio, ubicado en el Jr.Saenz Peña, en el distrito de La Victoria.
- Muestra: La muestra para esta investigación es el prototipo de caja acústica implementada con los diferentes aislantes acústicos, esta a su vez constó de mediciones de ruido ambiental antes y después de la implementación de los aislantes.
- Muestreo: En la presente investigación se realizó el muestreo no probabilístico por conveniencia, empleando el sonómetro como medidor de los niveles de ruido y con el apunte de los datos obtenidos en la hoja de campo.
- Unidad de análisis: 1 Decibel (dB)

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Técnica de recolección de datos

Para la realización de esta investigación se utilizó la técnica de observación de campo, la cual nos permite reunir información del objeto en estudio; es decir permite su exploración. (ver tabla N°05 de Técnica de Instrumentos )

- Instrumentos de recolección de datos

El instrumento a usado para este Proyecto es la hoja de campo.

La implementación de la prueba piloto mediante una caja acústica se ejecutó con los siguientes materiales:

- ✓ Drywall
- ✓ Planchas de corcho
- ✓ Planchas de poliestireno expandido
- ✓ Panel de lana de roca
- ✓ Fijadores
- ✓ Masilla
- ✓ Perfiles metálicos

- ✓ Cuchilla
- ✓ Wincha
- ✓ Lápiz, regla
- ✓ Laptop

Donde primeramente se implementa la caja acústica, se monitorea y posteriormente se empieza a implementar con los aislantes a usar; haciendo monitoreo cada vez que se incorporan los diferentes materiales.

**Tabla Nº 5 Técnicas e Instrumentos según las etapas de desarrollo del estudio**

ETAPA	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Identificación de la fuente	Edificio Residencial	Observación Visual	Mapa de Ubicación (Anexo C)	Área Reconocida y apta para el desarrollo de la investigación
Elaboración del piloto de caja acústica/muestreo inicial	Caja acústica	Monitoreo con sonómetro	Hoja de campo (Anexo E)	Supera los ECA de Ruido
Implementación y Monitoreo de la caja acústica con corcho	Caja acústica	Monitoreo con sonómetro	Hoja de campo (Anexo G)	Disminución de dB de ruido
Implementación y Monitoreo de la caja acústica con poliestireno expandido	Caja acústica	Monitoreo con sonómetro	Hoja de campo (Anexo F)	Disminución de dB de ruido
Implementación y Monitoreo de la caja acústica con lana de roca.	Caja acústica	Monitoreo con sonómetro	Hoja de campo (Anexo H)	Disminución de dB de ruido
Elaboración de cuadros	Computadora	Excel	Hoja de campo (Anexos F,G,H)	Determinar la eficacia de los aislantes acústicos

**Fuente: Elaboración propia**

- Validación y confiabilidad del instrumento

En el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental – Resolución Ministerial N°227-2013-MINAM, se describe la metodología para monitoreo y medición de ruido ambiental, así mismo se detalla un anexo utilizado en campo; el instrumento usado es:

- ✓ Hoja de campo

Dicho instrumento de recolección de datos presenta una validación por especialistas en el tema detallado en la siguiente tabla:

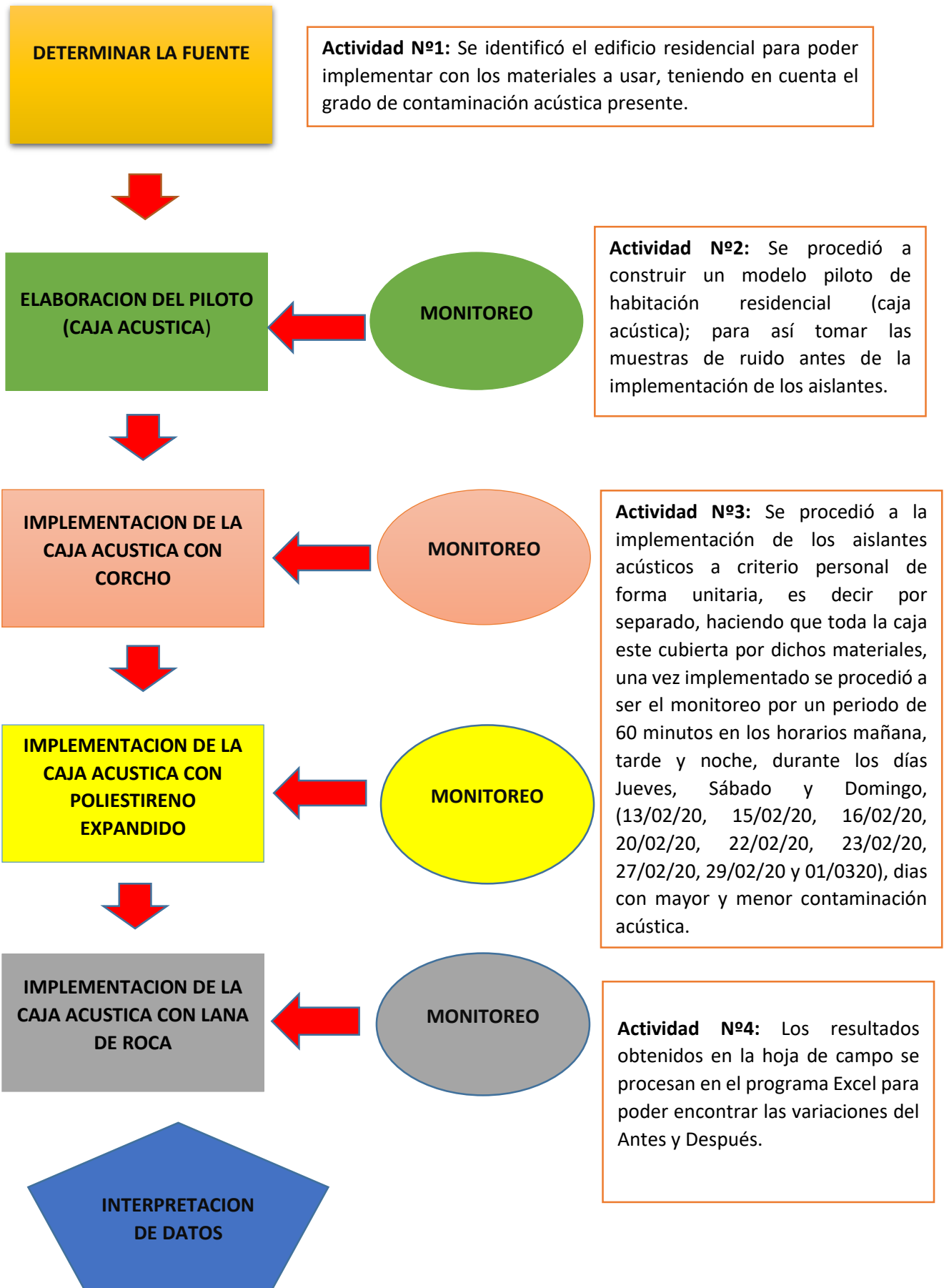
**Tabla N° 6 Docentes que validaron el Instrumento**

<b>Cargo</b>	<b>Especialista</b>	<b>CIP</b>
Docente-Ingeniero	Issac Gamarra Gómez	13600
Docente-Ingeniero	Cecilia Libia Cermeño	123075
Docente Ingeniero	Nancy Mamani Paravecino	108412

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.5 Procedimientos





**Figura Nº 4 : Diagrama de flujo del proceso de la eficacia de aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales, Lima**

**FUENTE:** Elaboración propia

## ETAPA I: DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En esta etapa se realizó la visita y observación del área de estudio para identificar la problemática de la zona con la contaminación acústica.

Se tomó como punto un edificio de 5 pisos, donde se determina la instalación del piloto de monitoreo (caja acústica) en el tercer piso, como simulación de una habitación existente en una zona residencial. (Ver anexo 01 de ubicación)

**Tabla N° 7 Ubicación en Coordenadas UTM de la fuente**

COORDENADAS UTM	
ZONA	18S
NORTE	279017
ESTE	8665397

Fuente: Elaboración propia

## ETAPA II: ELABORACIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA

En esta etapa se procedió a la elaboración de la caja acústica (piloto), usando como material principal al draywall, el cual últimamente es el más usado en el rubro de construcción. Para lo cual se usó tres planchas de draywall, las cuales se cortaron en una medida de 60x60 cm dando forma de cubo; uniendo los lados con fijadores y masilla, simulando una habitación a pequeña escala, para luego proceder al monitoreo por un periodo de 60 minutos, en los horarios 8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm, durante el día Sábado (08/02/20), siendo uno de los días con mayor tránsito de personas y vehicular generando contaminación acústica.



Figura N° 5: Planchas de draywall



Figura N° 6: Draywall y los aislantes cortado en 60 x60 cm



Figura N° 6: Planchas de draywall 60x60



Figura N° 5: Elaboración de la caja acústica



Figura N° 7: Caja acústica con Draywall



Figura N° 8: Medición antes de la implementación de los aislantes acústicos

### ETAPA III: IMPLEMENTACIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA CON CORCHO

En esta etapa se procedió al acondicionamiento de la caja acústica con material de corcho de 2 pulgadas, cubriendo las paredes de la caja acústica de manera que quede completamente forrado como una segunda capa de pared, los días de monitoreo fueron el Jueves, Sábado y Domingo en los horarios establecidos 8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm por un periodo de 60 minutos.



Figura N° 10: Planchas de corcho 60x60cm

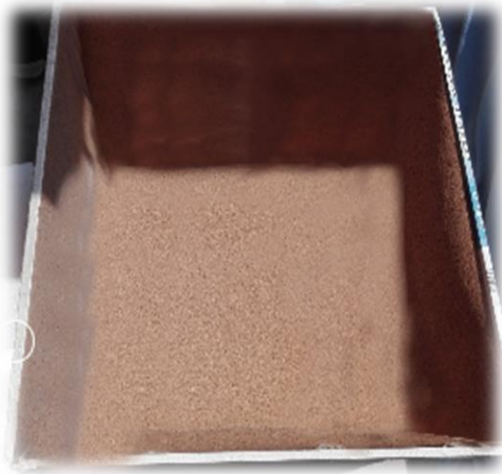


Figura N° 9: Caja acústica implementada con corcho



Figura N° 11: Medición con sonómetro después de la implementación

#### **ETAPA IV: IMPLEMENTACIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA CON POLIESTIRENO EXPANDIDO**

En esta cuarta etapa se implementó el piloto de la caja acústica con material de poli estireno expandido, cubriendo cada pared de la caja con dicha espuma de 2 pulgadas, una vez implementado se procedió a realizar las mediciones correspondientes, los días de monitoreo fueron el Jueves, Sábado y Domingo en los horarios establecidos 8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm por un periodo de 60 minutos.



Figura N° 13: Planchas de poliestireno expandido 60X60cm

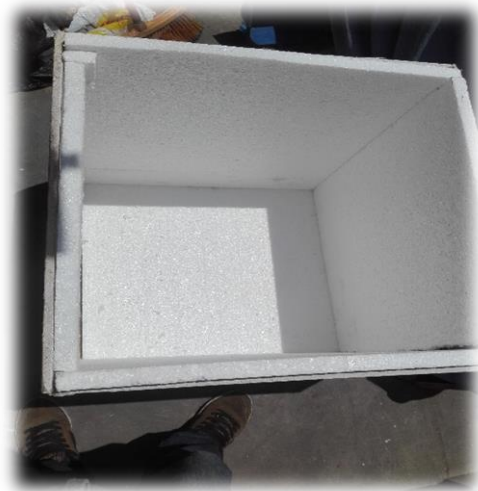


Figura N° 12: Caja acústica implementada con poliestireno expandido



Figura N° 14: Medición con sonómetro de la caja acústica implementado con poliestireno expandido

## ETAPA V: IMPLEMENTACIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA CON LANA DE ROCA

En esta etapa se procedió al acondicionamiento de la caja acústica con material de lana de roca de 50mm (2 pulgadas); una vez implementada la caja acústica con dicho material, se realizó las mediciones correspondientes con el sonómetro, los días de monitoreo fueron el Jueves, Sábado y Domingo en los horarios establecidos 8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm por un periodo de 60 minutos.



Figura N° 16: Plancha de lana de roca 60x60cm



Figura N° 15: Caja acústica implementada con lana de roca



Figura N° 17: Medición con sonómetro de la caja acústica implementado con lana de roca

## **ETAPA VI: INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Se procedió a la interpretación de los datos obtenidos en las diferentes etapas de prueba, de tal forma que se pueda determinar el material más óptimo y sobretodo con mayor eficacia en la absorción acústica.

Se interpreta la eficacia de los aislantes acústicos en el programa Excel con los diferentes resultados obtenidos por el sonómetro

### 3.6 Método de análisis de datos

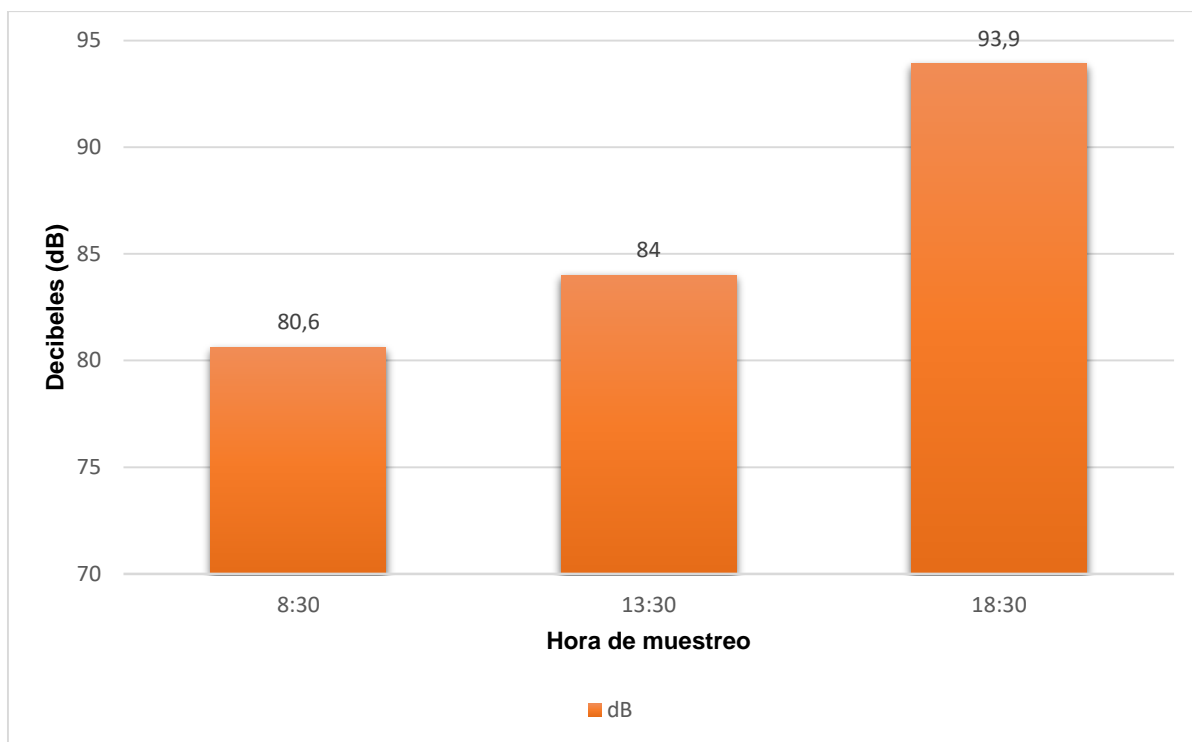
- En la presente investigación se realizó el análisis descriptivo – correlacional de datos cuantitativos con diseño pre experimental.
- Los análisis de datos obtenidos fueron procesados estadísticamente, para ello se usó el programa MICROSOFT EXCEL.
- Los análisis son la comparación de resultados de las mediciones de la prueba piloto de caja acústica antes de la implementación de aislantes y después de implementar dicho piloto de caja acústica.

### 3.7 Aspectos éticos

Se tuvo en cuenta la veracidad de resultados; toda la presente información plasmada en este proyecto de investigación y los estudios realizados para poder completarlo, son totalmente confidenciales y verdaderos, siguiendo el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo y los lineamientos establecidos, asimismo el estudio fue sometido al programa Turnitin para verificar su originalidad, de tal manera que no serán manipulados con otros fines y menos alterados por alguna conveniencia a favor del trabajo.

## IV RESULTADOS

- Objetivo 1: Niveles sonoros después de la implementación del corcho, lana de roca y poliestireno expandido en habitaciones de zonas residenciales

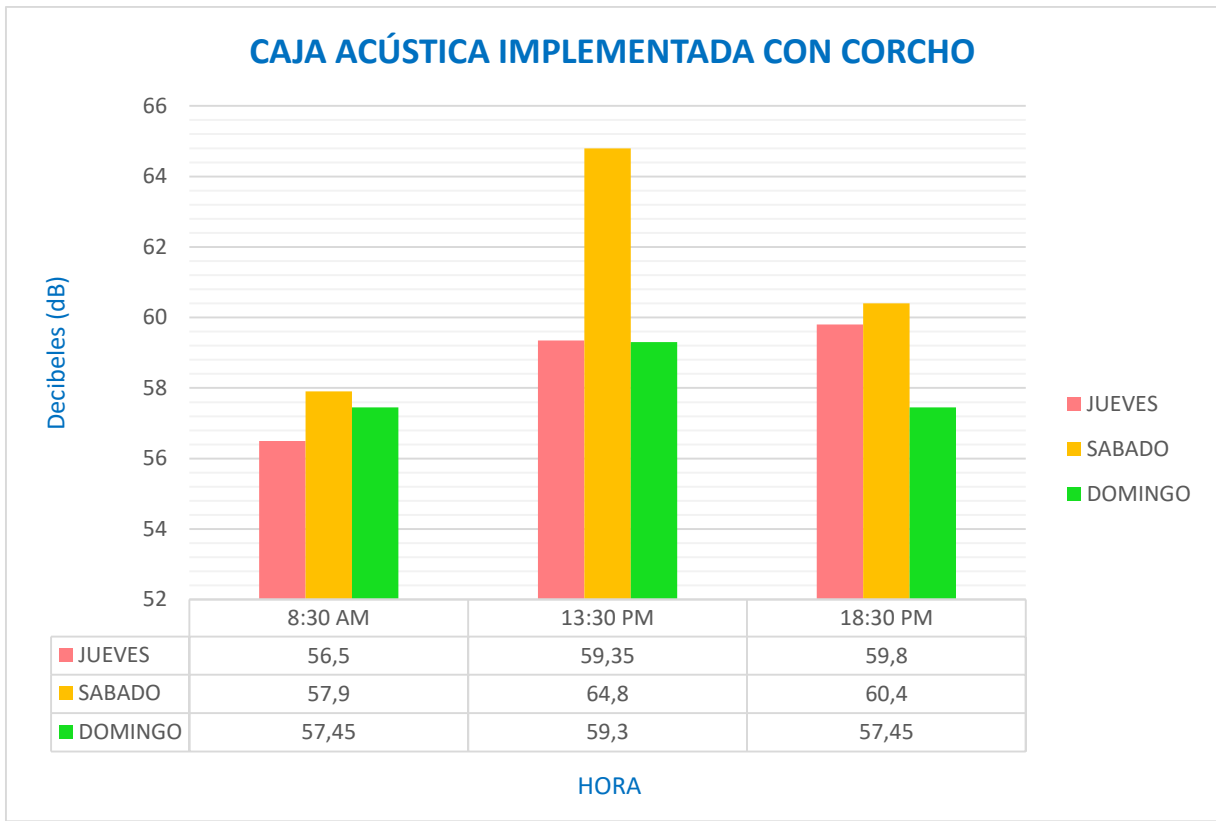


**Figura Nº 18: Resultados de Monitoreo del Piloto de Caja Acústica (Drywall)**

Interpretación:

Esta figura de columnas manifiesta de forma resumida los resultados que se obtuvieron en el monitoreo realizado al piloto de caja acústica antes de proceder con la implementación de los aislantes acústicos, el día de monitoreo fue el 08/02/2020 por ser uno de los días con mayor tránsito de personas y vehículos, los valores obtenidos representan los niveles de ruido encontrados en los diferentes horarios (8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm), estos resultados fueron tomados por un lapso de 1 hora respectivamente, donde los resultados excedieron con los valores establecidos en la normativa del ECA de RUIDO para zonas residenciales (DIURNO= 60 dB; NOCTURNO=50 dB)

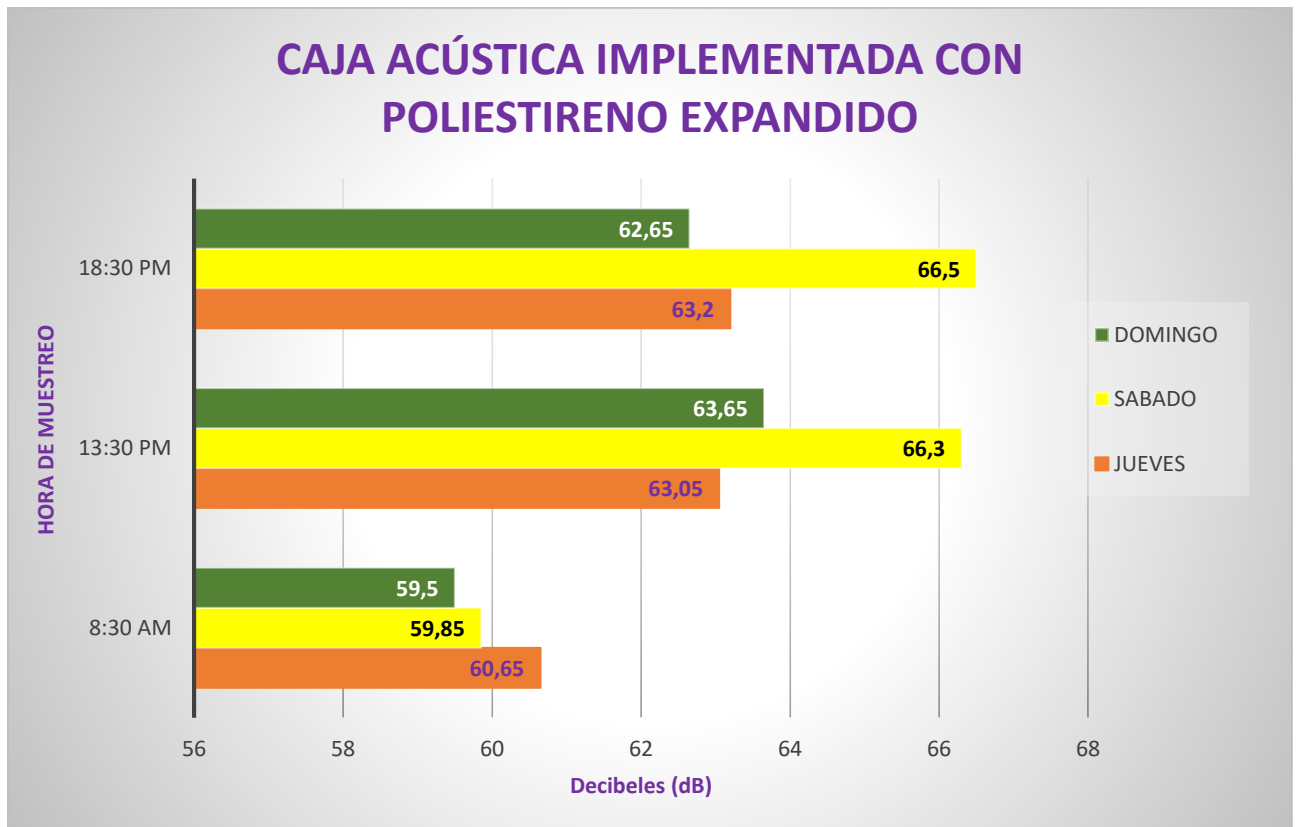




**Figura N° 19: Resultados de Monitoreo con la implementación de Caja Acústica con Corcho**

Interpretación:

En la figura se puede contemplar los resultados obtenidos una vez implementada la caja acústica con el material de corcho, los días 13/02/20, 15/02/20 y 16/02/20 en los horarios de 8:30am, 13:30pm y 18:30 pm; cada barra representa un día diferente de monitoreo, los valores representados en la gráfica son el promedio de los valores mínimos y máximos de los niveles de ruido que se obtuvo, dichos resultados cumplen en gran parte con la normativa del ECA de RUIDO, haciendo del corcho un material confiable, adecuado y eficaz para poder utilizarlo en las nuevas construcciones de las habitaciones en las zonas residenciales.

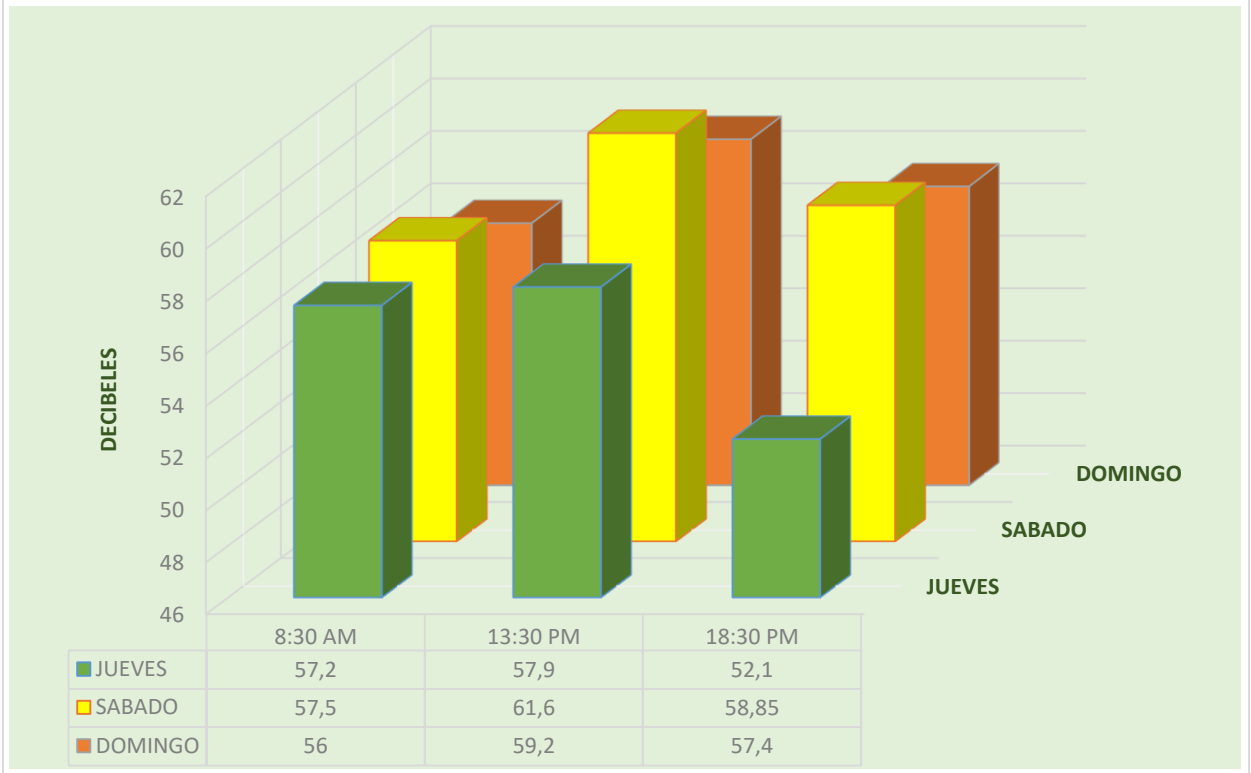


**Figura N° 20: Resultados de Monitoreo con la implementación de Caja Acústica con Poliéstireno Expandido**

Interpretación:

En la figura se puede observar los resultados obtenidos una vez implementada la caja acústica con el material de poliéstireno expandido los días 20/02/20, 22/02/20 y 23/02/20 en los horarios de 8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm; cada barra representa un día diferente de monitoreo, los valores representados en la gráfica son el promedio de los valores mínimos y máximos de los niveles de ruido que se adquirió, dichos resultados cumplen parcialmente con la normativa del ECA de RUIDO, haciendo del poliéstireno expandido un material medianamente confiable y eficaz para poder utilizarlo en las nuevas construcciones de las habitaciones en las zonas residenciales.

### CAJA ACÚSTICA IMPLEMENTADA CON LANA DE ROCA

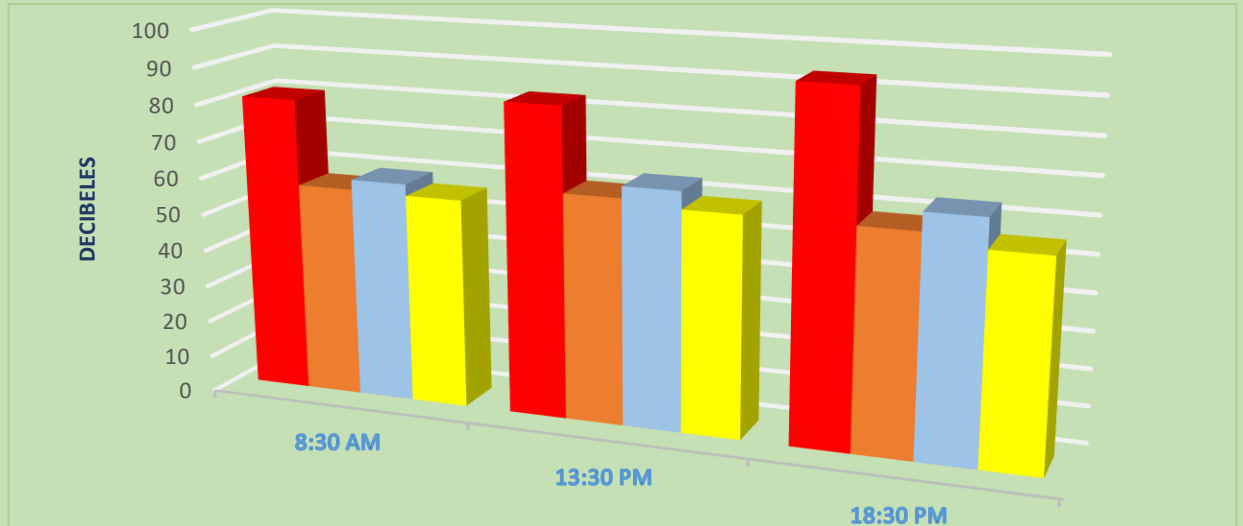


**Figura Nº 21: Resultados de Monitoreo con la implementación de Caja Acústica con Lana de Roca**

Interpretación:

En la figura se puede observar los resultados obtenidos una vez implementada la caja acústica con el material de lana de roca los días 27/02/20, 29/02/02 y 01/03/20 en los horarios de 8:30 am, 13:30 pm y 18:30 pm; cada barra representa un día diferente de monitoreo, los valores representados en la gráfica son el promedio de los valores mínimos y máximos de los niveles de ruido que se consiguió, dichos resultados cumplen en gran parte con la normativa del ECA de RUIDO, haciendo de la lana de roca un material confiable, óptimo y el más eficaz para poder utilizarlo en las nuevas construcciones de las habitaciones en las zonas residenciales.

## COMPARATIVO DE NIVELES SONOROS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN

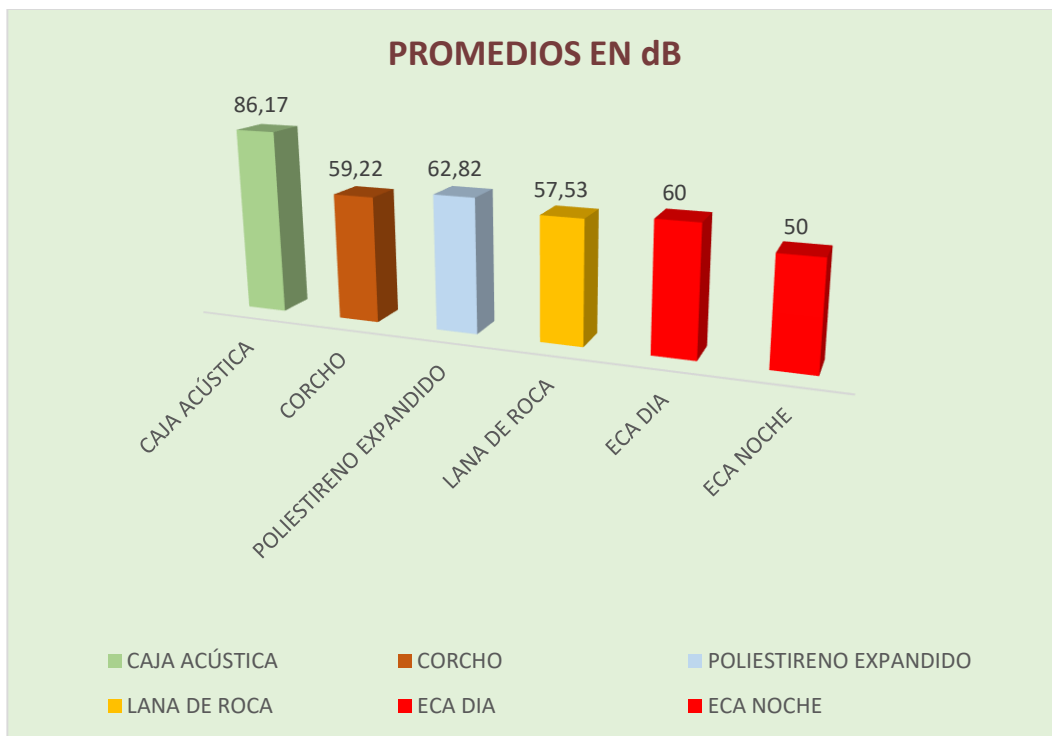


	8:30 AM	13:30 PM	18:30 PM
CAJA ACÚSTICA	80,6	84	93,9
CORCHO	57,28	61,15	59,22
POLIESTIRENO EXPANDIDO	60	64,33	64,12
LANA DE ROCA	56,9	59,57	56,12

**Figura Nº 22: Figura Comparativa de los niveles sonoros antes y después de la implementación del Corcho, Lana de Roca y Poliestireno Expandido**

Interpretación:

En la figura se puede observar la comparación de todos los promedios de nivel sonoro en decibeles (dB) de los aislantes acústicos por horas de muestreo, con los valores obtenidos del piloto de caja acústica; donde apreciamos gran variación y reducción en los niveles de ruido, haciendo que los aislantes cumplan con su eficacia y adjudicando a la lana de roca como el material más eficaz con respecto a los demás aislantes acústicos.



**Figura N° 23: Cuadro comparativo de promedios con los ECA RUIDO**

Interpretación:

En la figura se analizó, que de acuerdo a los promedios obtenidos por el monitoreo y en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental de Ruido (ECA RUIDO), el prototipo con material de mayor grado de eficacia en la reducción de ruido para la implementación de habitaciones en las zonas residenciales fue la lana de roca, con un espesor de 50mm (2 pulgadas) y con una densidad de  $70 \text{ kg/m}^3$  que hicieron que redujera los niveles de ruido de 86.17 dB obtenidos en el piloto de la caja acústica a 57.53 dB obtenidos con la implementación de lana de roca disminuyendo 28.64 dB; lo que hizo que este material sea el más eficaz y óptimo para dicho propósito. Cabe mencionar que mientras mayor sea la proporción de espesor de los aislantes, mayor eficacia de mitigar el ruido.

## Contrastación de la Hipótesis

Para proceder a analizar los datos con pruebas de inferencia estadística se corroborará si se distribuyen de manera normal.

Para ello, se determina la prueba de normalidad para determinar si la distribución es normal.

### Hipótesis específica 1

H1. El corcho como aislante acústico al mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales se ajusta a una distribución Normal.

Ho. El corcho como aislante acústico al mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales se ajusta a una distribución No Normal.

Datos

Repetición	Hora	Ruido (dB) después de implementación con corcho		
		jueves	sábado	Domingo
Repetición 1	8:30	56.5	57.9	57.45
Repetición 2	13:30	59.35	64.8	59.3
Repetición 3	18:30	59.8	60.4	57.45

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ruido corcho	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

### Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error
Ruido corcho	Media	59,0500	,64959
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	57,6203
		Límite superior	60,4797
	Media recortada al 5%	58,8722	
	Mediana	59,3250	
	Varianza	5,064	

Desv. Desviación	2,25025	
Mínimo	56,50	
Máximo	64,80	
Rango	8,30	
Rango intercuartil	2,35	
Asimetría	1,442	,637
Curtosis	3,320	1,232

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2022*

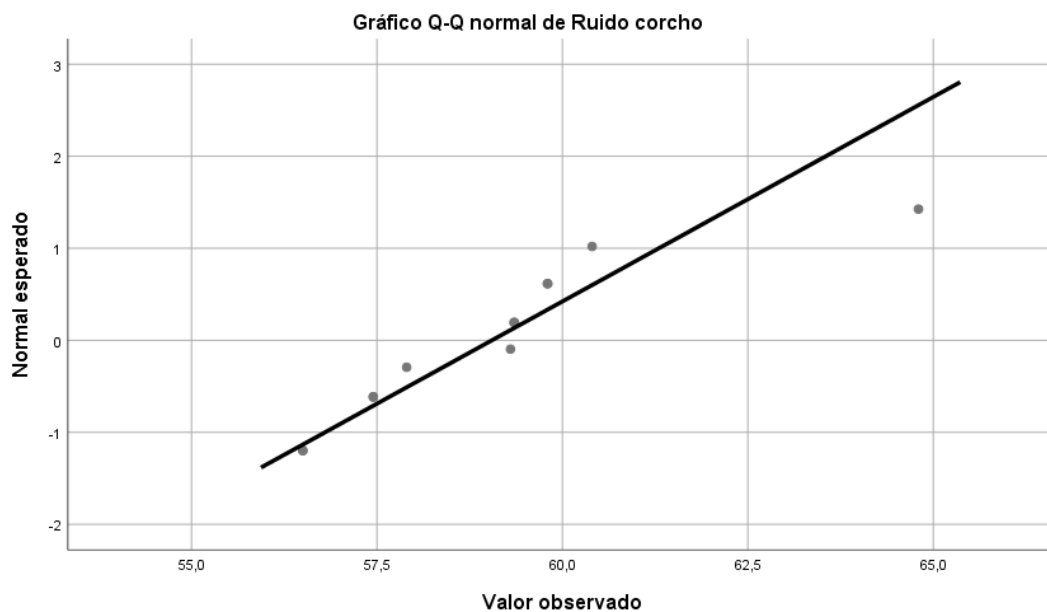


Figura Gráfico Q-Q normal de ruido en corcho

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ruido corcho	,203	12	,186	,855	12	,042

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2022*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$ ; Siguen una distribución normal. Se acepta  $H_0$

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$ ; No siguen una distribución normal. Se rechaza  $H_0$

Como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los

datos se ajustan a una distribución No normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

### Hipótesis específica 2

H1. La lana de roca como aislante acústico al mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales se ajusta a una distribución Normal.

Ho. La lana de roca como aislante acústico al mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales se ajusta a una distribución No Normal.

Datos

Repetición	Hora	Ruido (dB) después de implementación con lana de roca		
		jueves	sábado	Domingo
Repetición 1	8:30	57.2	57.5	56
Repetición 2	13:30	57.9	61.6	59.2
Repetición 3	18:30	52.1	58.85	57.4

### Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ruido Lana de roca	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

### Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Ruido Lana de roca	Media	52,0625	6,77515	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	37,1505	
		Límite superior	66,9745	
	Media recortada al 5%	52,2917		
	Mediana	57,4500		
	Varianza	550,831		
	Desv. Desviación	23,46980		
	Mínimo	7,00		
	Máximo	93,00		
	Rango	86,00		
	Rango intercuartil	6,04		
	Asimetría	-,946	,637	
	Curtosis	1,717	1,232	



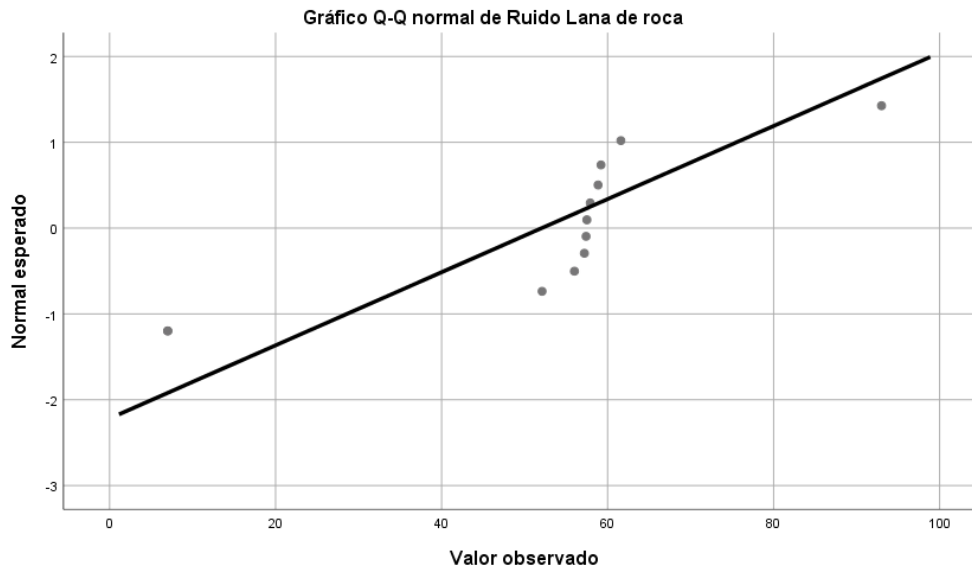


Figura Gráfico Q-Q normal de ruido en lana de roca

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ruido Lana de roca	,334	12	,001	,750	12	,003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2022*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$ ; Siguen una distribución normal. Se acepta  $H_0$

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$ ; No siguen una distribución normal. Se rechaza  $H_0$

Como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución No normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

### Hipótesis específica 3

H1. El poliestireno expandido como aislante acústico al mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales se ajusta a una distribución Normal.

H0. El poliestireno expandido como aislante acústico al mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales se ajusta a una distribución No Normal.

Datos:

Repetición	Hora	Ruido (dB) después de implementación con poliestireno expandido		
		jueves	sábado	Domingo
Repetición 1	8:30	60.65	59.85	59.5
Repetición 2	13:30	63.05	66.3	63.65
Repetición 3	18:30	63.2	66.5	62.65

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ruido Poliestireno	9	75,0%	3	25,0%	12	100,0%

### Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error
Ruido Poliestireno	Media	62,7056	,89708
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	60,6369
		Límite superior	64,7742
	Media recortada al 5%	62,7090	
	Mediana	63,0500	
	Varianza	7,243	
	Desv. Desviación	2,69124	
	Mínimo	58,85	
	Máximo	66,50	
	Rango	7,65	
	Rango intercuartil	4,90	
	Asimetría	,026	,717
	Curtosis	-,897	1,400

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2022*

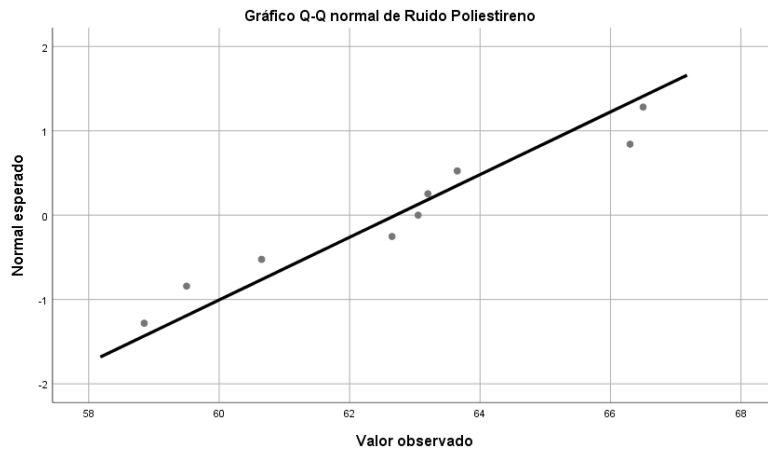


Figura Gráfico Q-Q normal de ruido en poliestireno expandido

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ruido Poliéstireno	,158	9	,200*	,934	9	,517

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2022*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$ , Siguen una distribución normal. Se acepta  $H_0$

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$ , No siguen una distribución normal. Se rechaza  $H_0$

Como el p-value es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

### Hipótesis general

H1: El uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, como aislantes acústicos mitigan el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.

H0: El uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, como aislantes acústicos NO mitigan el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.

Para el contraste mediante medias de muestras relacionadas se utiliza la **prueba T**.

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Grupos	4,250	12	2,7345	,7894
	Ruido corcho	59,0500	12	2,25025	,64959
Par 2	Grupos	4,250	12	2,7345	,7894
	Ruido Lana de roca	52,0625	12	23,46980	6,77515
Par 3	Grupos	5,000	9	2,7386	,9129
	Ruido Poliestireno	62,7056	9	2,69124	,89708

### Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Grupos & Ruido corcho	12	,137	,672
Par 2	Grupos & Ruido Lana de roca	12	,107	,741
Par 3	Grupos & Ruido Poliestireno	9	,170	,661

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			n	o	Inferior	Superior			)
Par 1	Grupos - Ruido corcho	-54,80000	3,29531	,95128	-56,89374	-52,70626	-57,607	11	,000
Par 2	Grupos - Ruido Lana de roca	-47,81250	23,33661	6,73670	-62,63987	-32,98513	-7,097	11	,000
Par 3	Grupos - Ruido Poliestireno	-57,70556	3,49718	1,16573	-60,39373	-55,01738	-49,502	8	,000

Criterio usado para las correlaciones de muestras relacionadas:

Si  $P\text{value} > \alpha=0.05$  se acepta la  $H_0$ , luego los grupos son homogéneos.

Si  $P\text{value} < \alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$ , luego los grupos no son homogéneos.

Observando las significancias, notamos que todas las significancias son menos de 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, como aislantes acústicos mitigan el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.

## V DISCUSIÓN

En la presente investigación se elaboró una caja acústica a escala piloto, aplicando tres aislantes por separado, donde se puede determinar una diferencia significativa entre el antes y después de la implementación.

Según el objetivo general, determinar la eficacia del corcho, lana de roca y poliestireno expandido como aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales, los resultados obtenidos evidencian que el uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, tienen una eficacia en la reducción del ruido, esto quiere decir que estos aislantes pueden ser empleados en construcciones para la reducción eficaz del ruido, datos que al ser comparados con lo encontrado por (Carroza, 2013), quien concluye que el Corcho es un material poroso con un colosal coeficiente de absorción apropiado para el revestimiento en el interior de salas de edificios. Asimismo para ( Contreras, 2018), quien puso capas de corcho de 5cm en las fachadas de las viviendas, obteniendo como resultado la mitigación del ruido exterior. De igual forma para (Sanz et al, 2017), cuyos resultados evidencian al corcho como un excelente absorbente, lo que permitió el empleo en paredes, pantallas acústicas o techos. Así también para (Lancerio, 2015), quien mencionó el uso de corcho en planchas como un aislante natural, como amortiguador de impactos y como revestidos, por su bajo contenido en agua y su carencia de conductividad, haciendo de este material efectivo. De igual forma para (Flores, 2016) cuyo resultados fueron oficinas con paredes de EPS que evitaron el ruido exterior y el calor producido por el sol, generando un ambiente fresco. Asimismo para (Salcan, 2017), cuyo resultados indicaron el nivel de aceptación de los Paneles de poliestireno expandido como un buen absorbente al ruido impacto y con aislamiento acústico de 25.2 dB. Agregando a lo anterior (Peinado y Bermejo, 2007) usaron lana mineral con placas de yeso, donde refieren que la elasticidad de la lana de roca es la principal propiedad para lograr un apropiado aislamiento. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar

estos resultados, confirmamos y coincidimos que mientras utilizemos el corcho, lana de roca y poliesterno expandido como aislantes, los resultados serán favorables como los obtenidos en la prueba piloto de la caja acústica desarrollada en el presente trabajo de investigación, donde todos los aislantes proporcionan un nivel de eficacia al momento de mitigar el ruido; del mismo modo la influencia de las propiedades que presentan cada uno de ellos, ya sea la porosidad, elasticidad, el grado de absorción, etc; la metodología desarrollada de los sistemas empleados por los diferentes estudios citados líneas arriba, son similares al que se realizó en nuestra prueba piloto, ya que empleamos el aislante de corcho, lana de roca y poliestireno expandido con placas de yeso (drywall), encontrando un sistema con mucha eficiencia y sobretodo apto para el revestimiento en habitaciones de zonas residenciales.

Con el objetivo de determinar los niveles sonoros después de la implementación del corcho, lana de roca y poliestireno expandido en habitaciones de zonas residenciales, los resultados reflejaron que la lana de roca es 33% más eficaz como aislante respecto al corcho y poliestireno expandido, lo que significa que las propiedades que presenta este aislante tiene una mejor eficacia al momento de reducir los ruidos existentes, influenciando también la densidad y espesor de dicho material; este resultado es respaldado por (Herranz y Garcia, 2017), quienes en la simulación de una red de conductos de climatización, implementado con lana de roca, refieren que a medida el ruido viaja por los conductos, los niveles de ruido fueron atenuados considerablemente. De igual forma para (AFELMA, 2016), que con el uso de placa de yeso, estructura metálica y lana de roca obtuvieron resultados de una reducción acústica de 45.7 dBA y 43,2 dBA; estos resultados son similares al encontrado por (Rockwool, 2016), que al implementar las viviendas y áreas de trabajo con lana de roca, se logró un aislamiento de ruido de 40% de manera notable gracias a la estructura abierta y porosa que presenta. Agregando a lo anterior (Rodríguez et al, 2013), emplearon lana de roca de 50mm obteniendo resultados de aislamiento acústico aéreo y ruido impacto, con valores de 32 dB a 52 dB. Analizando estos resultados podemos percibir

que la lana de roca presenta más eficiencia al momento de mitigar el ruido y comparando con nuestro trabajo de investigación, en la implementación de la caja acústica con lana de roca se consiguió una reducción de 28.64 dB, haciendo que los niveles de ruido de la muestra se encuentren dentro del margen establecido por la normativa de Estándares de Calidad Ambiental de Ruido, estos valores son próximos a los obtenidos en los trabajos citados anteriormente, ya que la estructura que se usó en el piloto de la caja acústica de la investigación, presentó una similitud en el espesor de 50mm y en el uso de placas de yeso (drywall), más no en las estructuras metálicas, lo que influyó a no presentar una estructura superior, en consecuencia la utilización de lana de roca con placas de yeso contribuyen de una manera favorable con la reducción del ruido en las habitaciones de zonas residenciales; también, se obtuvo una reducción de 26.95 dB con la implementación de corcho y 23.35 dB con la implementación del poliestireno expandido.

Los resultados evidencian que la mayor proporción de espesor de corcho, lana de roca y poliestireno expandido mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales, lo que significa que mientras mayor proporción tenga la dosis de aislantes, mayores resultados de reducción se adquirirán, estos resultados guardan concordancia con la investigación de (Rodero y Peinado, 2007), quienes en su investigación llegan a concluir que a medida que el espesor de la lana de roca sea mayor, el coeficiente de absorción acústica será más eficaz. Asimismo (Martinez, 2017), realizó revestimiento con lana de roca de 70 kg de densidad con espesor de 50mm, cuyos resultados que indicaron reducción de la emisión sonora gracias a la absorción presente en la cavidad del sistema empleado. De igual forma para (Bolea, 2009), quien usó yeso con lana de roca de 60 y 100mm, obteniendo como resultados la reducción sonora de 10 a 12 dB. Agregando a lo anterior (Soto, 2012), refiere que en la incorporación de planchas de lana de roca durante la construcción de paredes con ladrillo con cámara de aire, donde el panel de roca fue de 50mm generó una absorción de 0.55; asimismo se refiere que se debe utilizar los prefabricados de corcho con un espesor mínimo de 25 a 33 mm con una



densidad de 0.096 a 0.160  $kg/dm^3$  con su coeficiente de absorción de 0.77. Así también (Lambraño, 2017), quien en su investigación concluye que el uso de tableros de madera y corcho de 25 a 80mm presentan resultados de sistemas de insonorización, los cuales son adaptables a edificios y viviendas, reduciendo total o parcialmente el ruido, brindando confort y mejor calidad. De igual forma para (Rozas, et al, 2003), quienes emplearon poliestireno expandido de 20,30 y 40 mm, mezclada con yeso cuyo resultados obtenidos fueron que las losas flotantes sobre EPS reducen el nivel de ruido en 45dB. En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente y al analizar estos resultados, comparándolo con nuestro estudio, donde utilizamos un espesor de 50mm de lana de roca, con una densidad de 70kg, lo que coincide con el sistema de aislamiento usado por Martinez, haciendo más veraz dicho empleo de este material; con respecto a la plancha de corcho en la implementación de la caja piloto, obtuvimos la reducción de 31.28%, con un espesor de 50mm, mientras que en los antecedentes de estudio los espesores utilizados son de 25 a 80mm, obteniendo un buen sistema de aislamiento; podemos reafirmar que mientras mayor espesor tengan estos materiales, el coeficiente de absorción acústica será mayor, así como lo demuestra el poliestireno expandido que en nuestro piloto presenta un espesor de 50mm, empleado con placas de yeso (drywall) y reduciendo 23.35 dB; mientras que en los antecedentes mencionan espesores de 20, 30 y 40 mm combinados con placas de yeso reduciendo 45 dB.

Se evidencia que la lana de roca incide en la mitigación de ruido en habitaciones de zonas residenciales, esto quiere decir que para reducir los ruidos existentes en zonas residenciales el prototipo diseñado con la lana de roca ofrece mayor eficacia y seguridad, siendo el más apto seguido del corcho y poliestirneo expandido, datos que al ser comparados con lo encontrado por (AFELMA, 2020), la lana de roca es un aislante acústico de los elementos constructivos a los que se adhiere, disminuyendo los niveles sonoros de hasta 70 dB debido a su elasticidad, estos resultados son similares al encontrado por (Guillén et al, 2003), quienes usaron prototipos de yeso y lana de roca obteniendo como

resultado mejoras en el índice de reducción sonora de 20 dB para el sistema ligero y 10dB para el pesado, en tal sentido al analizar estos resultados, confirmamos que el prototipo que utilizamos placa de yeso (drywall) con lana de roca, tuvo una similitud parcial, con la diferencia que en los estudios detallados en los antecedentes integran láminas dobles de yeso y estructuras metálicas, ambos prototipos demandan absorción eficaz del ruido, haciendo la comparación podemos afirmar que no es necesario integrar muchos materiales puesto que como el piloto de caja acústica solo fue necesario placas de yeso y lana de roca para que este material cumpla con lo que se requiere y así denote un verdadero nivel de fiabilidad sin mucha diferencia en sus resultados.

## VI CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y los objetivos presentados en esta investigación se determina lo siguiente:

1. La utilización de estos materiales garantizan 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. Comprobando que el diseño piloto de caja acústica es óptima y adaptable a la implementación del corcho, poliestireno y lana de roca. La comparación de la mejora de calidad y eficacia usando el poliestireno expandido tuvo como resultado una reducción de 27.1% y con respecto a los valores obtenidos en la toma del piloto de caja acústica, haciendo de este material el más bajo en eficacia, pero si cumpliendo con la reducción del ruido en un porcentaje bajo, usando el corcho tuvo como resultado una reducción del 31.28% con respecto a los valores obtenidos en el piloto de la caja acústica, haciendo de este material eficaz y sobre todo adecuado para el uso como reductor de ruido cumpliendo con los valores ECA RUIDO y el uso de lana de roca que también cumple con la función de mitigadora; se avala la eficacia de dichos materiales en la reducción de la contaminación acústica en zonas residenciales.
2. Los niveles sonoros después de la implementación de dichos aislantes manifestaron resultados muy excelentes, donde la lana de roca fue el producto que más eficacia presenta, este material es estable al momento de mitigar el ruido, denotando un verdadero nivel de fiabilidad sin mucha diferencia en sus resultados. La comparación de la mejora de calidad y eficacia usando la lana de roca tuvo como resultado la reducción del 33% del total obtenido del monitoreo del piloto de la caja acústica, haciendo de este material el más óptimo y eficaz para la reducción de ruido, así como para el empleo en habitaciones de zonas residenciales.

3. Se concluye que para tener ambientes libres de cualquier contaminación sonora, la implementación de los aislantes deben ser en espesores y densidades mayores, cuanto más proporción se tenga de algún material, la reducción de ruido será más favorable.
  
4. El prototipo de lana de roca, es un sistema sencillo y adaptable a cualquier ambiente, lo que le permite ser utilizado sin ocupar campo ni malograr el ambiente visual de una habitación; el uso de este material no solo contribuye con la reducción del ruido sino que también contribuye con funciones independiente como puede ser la impermeabilidad, resistencia al fuego, aislante térmico y sobre todo que es un material reciclable, haciendo de este amigable con el medio ambiente.

## VII RECOMENDACIONES

- Realizar capacitaciones a las diferentes familias de las zonas residenciales, para que puedan aprender la implementación del corcho, lana de roca y poliestireno expandido con láminas de drywall y así tener espacios libres de ruido donde puedan descansar.
- Utilizar aislantes con espesores mayores a 50 mm para tener un mayor grado de absorción acústica.
- Exigir la instalación con material acústico de lana de roca en habitaciones residenciales, ya que es el más eficaz; de esa manera tener espacios apropiados y libres de todo ruido que pueda incomodarnos e influir en la salud.
- Proponer otra alternativa de prototipo que pueda incluir los tres aislantes juntos para poder reducir ruido con mayor perfección.

## REFERENCIAS

ASOCIACIÓN DE FABRICANTES ESPAÑOLES DE LANAS MINERALES (AFELMA), Diez Razones para utilizar Lanas Minerales. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://afelma.org/wp-content/uploads/2019/07/10-razones.pdf>

ASOCIACIÓN DE FABRICANTES ESPAÑOLES DE LANAS MINERALES AFELMA. Guía de soluciones constructivas con placa de yeso laminado y lana mineral para el cumplimiento del CTE. 2016 Disponible en: [https://afelma.org/wp-content/uploads/2019/07/Gu%C3%ADa-Soluciones-PYL-Y-LANA-MINERAL\\_2016.pdf](https://afelma.org/wp-content/uploads/2019/07/Gu%C3%ADa-Soluciones-PYL-Y-LANA-MINERAL_2016.pdf)

BAIXAULI, C. y AGULAR, J. M., Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos. Ed. Generalitat Valenciana. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2002. Disponible en: <http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772261/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas/bb39ab24-ef7c-4f51-82a7-ebf73e414e18>

BOLEA, J., PENINSULAR, R., y BRUC, S. C. Las Prestaciones Acústicas de soluciones ETICS con lana de roca, 2009. Tecniacústica, Cádiz- 2009. Disponible en: [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Cadiz09\\_AED\\_001.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/Cadiz09_AED_001.pdf)

CHAPARRO y LINARES. Evaluación del cumplimiento de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en la Universidad Libre sede el bosque, 2017 [Tesis de Grado Ingeniería Ambiental, Universidad Libre Bogotá] Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10370/Proyecto%20Ruido%20UL%2017.02.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONTRERAS, Evagianny. 6 Materiales perfectos para aislar el ruido en casa, 2018 [en línea] Homify 25 de enero. [fecha de consulta: 11 de mayo]

del 2020]

Disponible

en:[https://www.homify.com.co/libros\\_de\\_ideas/4766761/6-materiales-perfectos-para-aislar-el-ruído-en-casa](https://www.homify.com.co/libros_de_ideas/4766761/6-materiales-perfectos-para-aislar-el-ruído-en-casa)

DECRETO SUPREMO N°085-2003- PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. [En línea]. Perú: Lima, 2003. [Fecha de consulta: 05 de abril del 2020]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruído>

DFM DIRECTORIO FORESTAL MADERERO ¿Qué es el Corcho?, (6 de Julio, 2015) Disponible en : <https://www.forestmaderero.com/articulos/item/que-es-el-corcho.html>

De Rozas, M. J., Escudero, S., Colina, C. D. L., Peña, M. A., Rodríguez Alves, R. M., Cortés, A., & Esteban, A.. Aportación de los forjados de poliestireno expandido a la mejora de la transmisión de ruido de impactos. 2003. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/7197>

ECOGREENHOME, Lana de roca aislamiento completo para viviendas [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://ecogreenhome.es/que-es-la-lana-de-roca/>

Expertos en Aislamientos y suministros industriales CIR62, Poliestireno expandido vs Poliestireno extruido: Diferencias y aplicaciones. 2018 [Fecha de consulta: 11 de abril del 2020]. Disponible en: [https://cir62.com/blog/26\\_diferencias-entre-poliestireno-expandido-y-poliestireno-extruido](https://cir62.com/blog/26_diferencias-entre-poliestireno-expandido-y-poliestireno-extruido)

FLORES Izquierdo, K. M. Tesis Proceso Constructivo Del Proyecto De Oficinas Con Paredes De Poliestireno Expandido En El Centro Polifuncional Municipal Zumar En La Ciudad De Guayaquil, 2016. (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil). Disponible en: <http://repositorio.uq.edu.ec/handle/reduq/16504>

GUILLÉN et al, Influencia del tipo de trasdosado sobre un fábrica de ladrillo perforado de medio pie en el aislamiento a ruido aéreo. Consideraciones sobre el ruido de tráfico. 2003 Disponible en: [https://www.aepro.com/files/congresos/2003pamplona/ciip03\\_1564\\_1570.2286.pdf](https://www.aepro.com/files/congresos/2003pamplona/ciip03_1564_1570.2286.pdf)

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. Metodología de la Investigación. [aut. libro] Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y María del Pilar Baptista Lucio. Metodología de la Investigación. México: McGRAW-HILL, 2014. Disponible en : [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_roberto_hernandez_sampieri.pdf)

HERNÁNDEZ Lao, S. Estudio del comportamiento de distintos tipos de sustratos de lana de roca, en respuesta al aumento de oxígeno disuelto en la solución nutritiva respecto a la producción y calidad de un cultivo de tomate tipo “cherry pera”. 2014 Disponible en: <http://repositorio.ual.es/handle/10835/2641>

Herranz G. SILVIA y Garcia N. JUSTO Tecniacústica 2017: 48º Congreso Español de Acústica ; Encuentro Ibérico de Acústica ; European Symposium on Underwater Acoustics Applications ; European Symposium on Sustainable Building Acoustics : A Coruña 3-6 Octubre 2017 / Antonio Calvo Manzano (ed. lit.), Antonio Pérez López (ed. lit.), 2017, págs. 900-907  
ISBN 978-84-87985-29-4

INFANTE y PROAÑO. Diseño y Construcción de un Panel Absorbente con Materiales de Residuo Sólido. Tesis para optar el título de ingeniero de sonido. Universidad San Buenaventura facultad de ingeniería de sonido. Bogotá D.C. 2012. Disponible en: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/69020.pdf>



KIVERSAL. Pérdida auditiva y niveles de ruido frecuentes en la unión europea. (13 de Mayo, 2019), Disponible en: <https://blog.kiversal.com/sordera-y-ruido-ue/>

LÓPEZ, C. M., y CANEPA, J. R. L. Poliestireno expandido (EPS) y su problemática ambiental. 2014. Kuxulkab, vol.19(nº 36) Disponible en: <http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/339>

LANCERIO Echeverría, K. H. Manual de materiales acústicos en arquitectura, 2015. (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala). Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6621/1/KEILA%20HANAMEEL%20LANCERIO%20ECHEVERR%C3%8DA.pdf>

LAMBRAÑO, G., y de JESÚS, R. Sistema de insonorización en materiales renovables para viviendas en Bogotá, 2017. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15038>

MANUAL DIDACTICO DEL TAPONERO. DISPONIBLE EN: <https://www.ceresnet.com/ceresnet/esp/taponero/index.html>

MARTÍNEZ, Peters. La contaminación sonora; Ecologistas en Acción, 2013. Disponible en: [https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno\\_ruido\\_2013.pdf](https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf)  
ISBN: 97884-940652-1

MARTÍNEZ Martínez, N. Construcción con paneles estructurales de poliestireno expandido, 2012. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3076/tfg62.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARTÍNEZ Pozo, D. F. Evaluación y diseño de sistemas de aislamiento acústico para el salón comunal del edificio Selva Alegre mediante el uso de elementos constructivos del Ecuador (Tesis de pregrado), 2017.

Universidad de las Américas, Quito. Disponible en:  
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8386>

NUÑEZ Carroza, J. M. Preparación y caracterización de materiales a base de neumatico, corcho y kenaf, para ser utilizados en el acondicionamiento acústico de salas, 2013. [fecha de consulta:13 de mayo de 2020 ]  
Disponible en: <http://hdl.handle.net/10662/678>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Sordera y pérdida de audición. 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (OEFA). La Contaminación sonora en Lima y Callao. 2015.[en línea]  
Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=19087](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087)

PAYA, Miguel. Aislamiento Térmico y Acústico. 9ª ed. Ceac: Barcelona, 1978. 155pp  
ISBN: 843293687

PEINADO Hernández, F., y BERMEJO Presa, N. Rehabilitación acústica de los edificios con lanas minerales. [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2020].  
Disponible en: [http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/SBA\\_005.pdf](http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/SBA_005.pdf)

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°227-2013 MINAM, Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. [En línea]. Perú: Lima, 2013. [Fecha de consulta: 05 de abril del 2020]. Disponible en:  
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-227-2013-MINAM.pdf>

RÍO Merino, Mercedes. Nuevas aplicaciones del corcho en el campo de la edificación. En: "III Encuentro Eurocork", 2005, Huelva Disponible en:  
[http://oa.upm.es/1896/1/RIO\\_PON\\_2005\\_01.pdf](http://oa.upm.es/1896/1/RIO_PON_2005_01.pdf)

RODRÍGUEZ et al. Los, B. D. L. S. E., & constructivos, O. D. L. S. EAA EUROPEAN SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL ACOUSTICS AND NOISE MAPPING. Búsqueda de la sostenibilidad en los grandes proyectos de ingeniería mediante la modelización acústica 3d y la optimización de los sistemas constructivos. 2013 Disponible en: [http://ftp.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/AED-0\\_013.pdf](http://ftp.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/AED-0_013.pdf)

RODERO Antunez, C., y PEINADO Hernández, F. Absorción acústica en las lanas minerales (SIN PLENUM). [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2020]. Disponible en: [http://www.sea-acustica.es/WEB\\_ICA\\_07/fchrs/papers/tna-07-002.pdf](http://www.sea-acustica.es/WEB_ICA_07/fchrs/papers/tna-07-002.pdf)

RUIBAL, J. A. El empleo del corcho como aislamiento en la construcción, 2011. Disponible en: <https://www.admasarquitectura.com/el-empleo-del-corcho-como-aislamiento-en-la-construccion/>

SEXTO, L. F. ¿Cómo elegir un sonómetro?, 2007. La Habana, Cuba [en línea] Disponible en : [http://www.djbolanos.com.ar/circuitos\\_archivos/sonometr.pdf](http://www.djbolanos.com.ar/circuitos_archivos/sonometr.pdf)

SALCAN Guaman, N. I. Tesis. Plan estratégico para la comercialización del poliestireno expandido (eps) en la construcción de viviendas livianas y térmicas para la empresa PLASTRO S.A. 2017. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16996>

SANZ, R. M., MORILLAS, J. M. B., GOZALO, G. R., MORAGA, P. A., GONZÁLEZ, D. M., & AMORÓS, J. E. C. Análisis del uso del corcho en diferentes montajes para su uso como absorbente. In Tecniacústica 2017: 48º Congreso Español de Acústica; Encuentro Ibérico de Acústica; European Symposium on Underwater Acoustics Applications; European Symposium on Sustainable Building Acoustics: A Coruña 3-6 Octubre 2017 (pp. 807-814). Sociedad Española de Acústica. Disponible en: <http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Coruna17/AED-2%20009.pdf>

SOTO Zumba, Marco Leonardo, Materiales aislantes acústicos para muros. Loja-Ecuador, 2012. [en línea] Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3518/1/SOTO%20ZUMBA%20MARCO%20LEONARDO.pdf>

TARDON, L. EL RUIDO: UNA AMENAZA PARA LA SALUD, (27/04/2016), Disponible en: <https://www.elmundo.es/salud/2016/04/27/571f7504e2704ed1208b4585.html>

TORRES, P. No una sino varias Javier Prado, (17/07/2006) Diario El Comercio, pag 27, Lima, Perú.

## ANEXOS

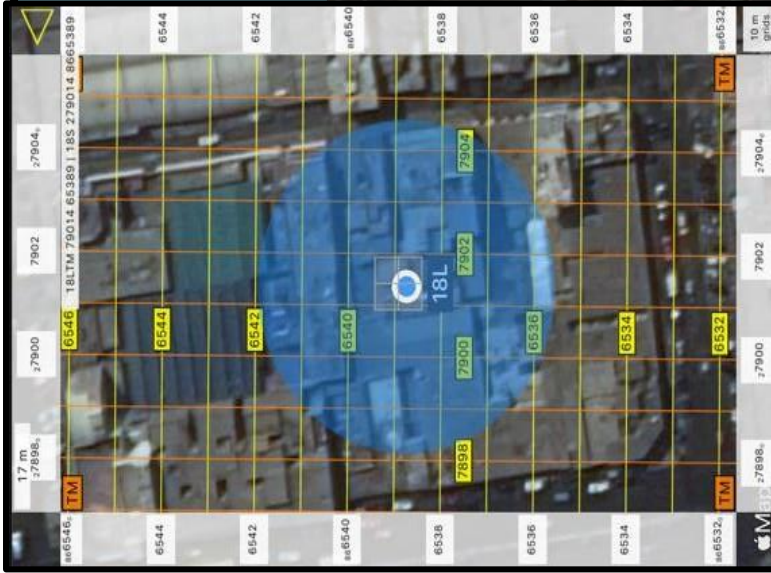
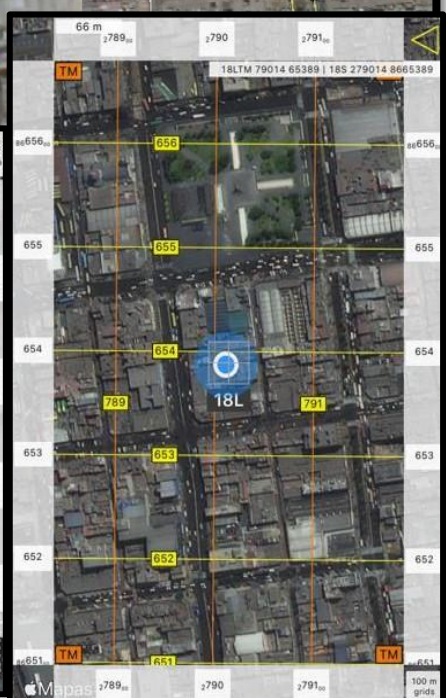
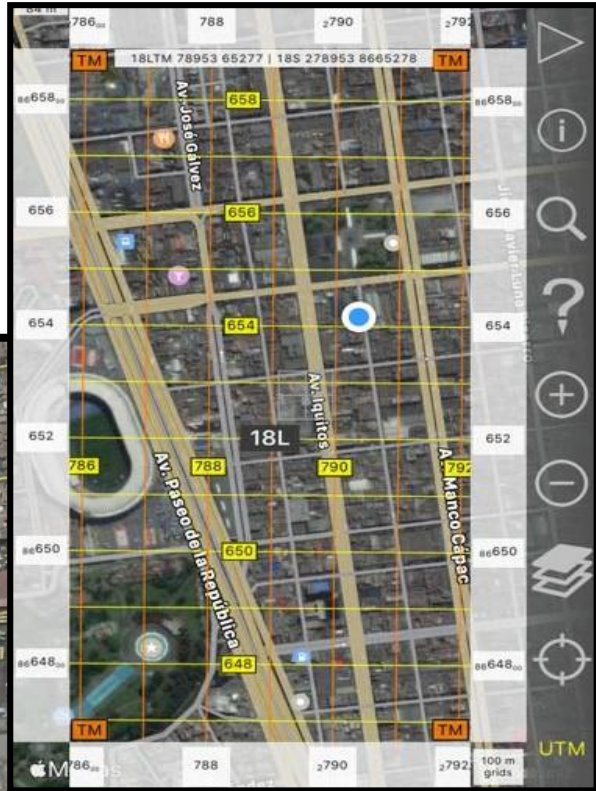
### Anexo A. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	
¿El uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, reduce significativamente la contaminación acústica en habitaciones de zonas residenciales?	Determinar la eficacia del corcho, lana de roca y poliestireno expandido como aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de zonas residenciales.	El uso del corcho, lana de roca y poliestireno expandido, como aislantes acústicos mitigan el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> La población se encuentra en el tercer piso de un edificio, ubicado en el Jr.Saenz Peña, en el distrito de La Victoria.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra es el prototipo de caja acústica implementada con los diferentes aislantes, esta a su vez constó de mediciones de ruido ambiental antes y después de la implementación</p> <p><b>Muestreo:</b> Esta investigación realizó el muestreo no probabilístico por conveniencia, con el uso de la hoja de campo y sonómetro.</p>
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	
¿ Cuáles son los niveles de ruido después de la implementación del corcho como aislante acústico para mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales?	Determinar los niveles de ruido después de la implementación del corcho como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.	El corcho como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.	
¿ Cuáles son los niveles de ruido después de la implementación de la lana de roca como aislante acústico para mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales?	Determinar los niveles de ruido después de la implementación de la lana de roca como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.	La lana de roca como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales .	
¿ Cuáles son los niveles de ruido después de la implementación del poliestireno expandido como aislante acústico para mitigar el ruido en las habitaciones de zonas residenciales?	Determinar los niveles de ruido después de la implementación del poliestireno expandido como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.	El poliestireno expandido como aislante acústico mitiga el ruido en las habitaciones de zonas residenciales.	


## Anexo B. OPERACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE	CORCHO	Es un producto natural, proveniente de la corteza del Alcornoque, formado por pequeñas células las cuales crean compartimientos pequeños formados por anillos que son como paredes resistentes, elásticas e impermeables; haciendo del corcho un material aislante térmico, sonoro y resistente a la humedad.	La eficacia de aislamiento del corcho se medirá mediante un sonómetro que indica los valores óptimos	características Físicas	Elasticidad	intervalo/razón
					impermeabilidad	
	absorción acústica					
	LANA DE ROCA	Es un tipo de lana mineral fabricado a partir de la mezcla de basalto(Roca Volcánica) y escoria de acero(producto derivado de acería) que es usado principalmente como aislante acústico	La eficacia de aislamiento de la lana de roca se medirá mediante un sonómetro que indica los valores óptimos	características Físicas	Estabilidad	intervalo/razón
					Resistencia a los ácidos	
	POLIESTIRENO EXPANDIDO	Material plástico celular y rígido, fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, usada básicamente en instituciones para reducir el nivel de ruido.	La eficacia de aislamiento del poliestireno expandido se medirá mediante un sonómetro que indica los valores óptimos	características Físicas	Densidad	intervalo/razón
Porosidad						
Impermeabilidad absorción acústica						
RUIDO	El ruido es la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable, puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una actividad en un momento dado	La reducción de ruido se realizará con la implementación de aislantes acústicos que se implementaran, siendo el sonómetro el encargado de dar los valores según la normativa	características Químicas	Incombustible	intervalo/razón	
				Aislante térmico		
RUIDO	El ruido es la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable, puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una actividad en un momento dado	La reducción de ruido se realizará con la implementación de aislantes acústicos que se implementaran, siendo el sonómetro el encargado de dar los valores según la normativa	características Físicas	Impermeable absorción acústica	intervalo/razón	
				aislante térmico	intervalo/razón	
DEPENDIENTE	RUIDO	El ruido es la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable, puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una actividad en un momento dado	características Químicas	Ruido aéreo, transporte, ruido impacto	Aguda	razón
					Grave	
					Nivel de ruido	

# Anexo C. Ubicación



## Anexo D. Validación de Instrumentos


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombre: CERMEÑO CASTROMONTE, CECILIA

1.2. Cargo e Institución donde labora: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: HOJA DE CALIFICAR

1.4. Autor del Instrumento: Oxsa Delgado, Victor Giancarlo

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**


CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		41	42	43	44	45	46	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											/		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											/		

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación  Si
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación


**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

Lima, 19 de Junio del 2017

  
 Ing. CECILIA CERMEÑO CASTROMONTE  
 INGENIERA AGRÓNOMA  
 CIP: 123075 Reg. CIP. N° 123075



## Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1 Apellidos y Nombre: MADANI PRAVILINO NANCY

1.2 Cargo e institución donde labora: INGENIERA - MUNICIPALIDAD DE COMAS

1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluar: HOJA DE CÁLCULO

1.4 Autor(A) de Instrumento: CSA DELIBO VIZOR GERARDO

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					PARCIALMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE		
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1 CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/
2 OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/
3 ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/
4 ORGANIZACIÓN	Esta con una organización lógica.											/
5 VALIDEZ	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/
6 OPERACIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/
7 CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos teóricos y/o empíricos.											/
8 COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/
9 METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/
10 PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/

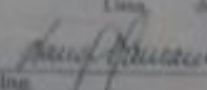
**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación  **SI**


El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 05

Lima, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2017

  
 Ing. \_\_\_\_\_  
 DNI: 09981267  
 CIP: 105412

## Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1 Apellidos y Nombre: ISRAEL GOMARRA CAMEZ

1.2 Cargo e institución donde labora: INGENIERO - UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: HOJA DE CÁLCULO

1.4 Autor(A) de Instrumento: DR. DELEGADO VILTOR GRANADOS

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se apalida en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90%

Fecha: de Junio del 2017

*[Firma]*

CIP: 13800  
TEL: 492048862  
DNI: 09552151

65



**Anexo F. Hoja de Campo para el Monitoreo con implementación con Poliestireno Expandido**

HOJA DE CAMPO PARA MONITOREO DE RUIDO											
TIPO DE SONOMETRO:		Marca:	ENVIRONMENT METER		MONITOREO DE:		Implementación Poliestireno expandido				
		Modelo:	DT-8820								
FECHA	N° MUESTRA	TIEMPO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM			RESULTADOS			OBSERVACIONES		
			NORTE	E S T E	ZONA	Min(dB)	Max (dB)	Promedio dB			
20/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397	18 S	58,9	62,4	60.65			
20/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18 S	61,3	64,8	63.05			
20/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18 S	59,5	66,9	62.2			
22/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397	18 S	59,4	60,3	59.85			
22/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18 S	65,4	67,2	66.3			
22/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18 S	64,7	68,3	66.5			
23/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397	18 S	58,6	60,4	59.5			
23/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18 S	62,6	64,7	63.65			
23/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18 S	61,4	63,4	62.65			

Anexo G. Hoja de Campo para el Monitoreo con la implementación de Corcho

**HOJA DE CAMPO PARA MONITOREO DE RUIDO**

TIPO DE SONOMETRO:  MONITOREO DE:

Marca:

Modelo:

FECHA	Nº MUESTRA	TIEMPO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM			RESULTADOS			OBSERVACIONES
			NORTE	ESTE	ZONA	Min(dB)	Max (dB)	Promedio dB	
13/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397	18S	55.2	57.8	56.5	
13/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18S	58.5	60.2	59.35	
13/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18S	58.9	60.7	59.8	
15/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397	18S	56.7	59.1	57.9	
15/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18S	60.7	68.9	64.8	
15/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18S	57.6	63.2	60.4	
16/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397	18S	56.2	58.7	57.45	
16/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18S	58.1	60.5	59.3	
16/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397	18S	55.4	59.5	57.45	

**Anexo H. Hoja de Campo para el Monitoreo con la implementación de Lana de roca**

HOJA DE CAMPO PARA MONITOREO DE RUIDO										
TIPO DE SONOMETRO:		Marca:	ENVIRONMENT METER		MONITOREO DE:					Implementación de Lana de roca
		Modelo:	DT-8820							
FECHA	N° MUESTRA	TIEMPO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM			ZONA	RESULTADOS			OBSERVACIONES
			NORTE	ESTE			Min(dB)	Max (dB)	Promedio dB	
27/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397		18 S	53,6	60,8	57,2	
27/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397		18 S	53,9	61,9	57,9	
27/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397		18 S	51,4	52,8	52,1	
29/02/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397		18 S	54,7	60,3	57,5	
29/02/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397		18 S	54,8	63,4	61,6	
29/02/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397		18 S	53,6	62,1	59,85	
01/03/20	8:30 am	60 minutos	279017	8665397		18 S	57,4	58,6	56	
01/03/20	1:30 pm	60 minutos	279017	8665397		18 S	58,3	60,1	59,2	
01/03/20	6:30 pm	60 minutos	279017	8665397		18 S	55,2	59,6	57,4	

## REGISTRO FOTOGRÁFICO



### PILOTO DE CAJA ACÚSTICA CON MATERIAL DRYWALL



MEDIDA DE ESPESOR DEL CORCHO  
2 PULGADAS



MEDIDA DE ESPESOR DEL  
POLIESTIRENO EXPANDIDO 2  
PULGADAS



MEDIDA DE ESPESOR DE LA LANA DE ROCA 50 MM



**REGISTRO FOTOGRÁFICO  
DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE  
CORCHO**



Resultado de sonómetro 56.7dB después de la implementación con corcho (8:30am – Sábado)



Resultado de sonómetro 68.9dB después de la implementación con corcho (1:30pm – Sábado)



Resultado de sonómetro 60.5dB después de la implementación con corcho (1:30pm – Domingo)



Resultado de sonómetro 60.2dB después de la implementación con corcho (1:30pm – Jueves)



Resultado de sonómetro 58.5dB después de la implementación con corcho (1:30pm – Jueves)



Resultado de sonómetro 63.2dB después de la implementación con corcho (6:30pm – Sábado)



## REGISTRO FOTOGRÁFICO DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE CORCHO



Resultado de sonómetro 58.9dB después de la implementación con corcho (6:30pm – Jueves)



Resultado de sonómetro 56.2dB después de la implementación con corcho (8:30am – Domingo)



Resultado de sonómetro 60.7dB después de la implementación con corcho (6:30pm – Jueves)



Resultado de sonómetro 55.2dB después de la implementación con corcho (8:30am – Jueves)



Resultado de sonómetro 57.8dB después de la implementación con corcho (8:30am – Jueves)



Resultado de sonómetro 59.1dB después de la implementación con corcho (8:30am – Sábado)

**REGISTRO FOTOGRÁFICO  
DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE  
CORCHO**



Resultado de sonómetro 60.7dB después de la implementación con corcho (6:30pm – Jueves)



Resultado de sonómetro 58.1dB después de la implementación con corcho (1:30pm –Domingo)



Resultado de sonómetro 55.4dB después de la implementación con corcho (6:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 58.7dB después de la implementación con corcho (8:30am - Domingo)



Resultado de sonómetro 59.5dB después de la implementación con corcho (6:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 57.6dB después de la implementación con corcho (6:30pm -Sábado)

**REGISTRO FOTOGRÁFICO  
DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN  
CON POLIESTIRENO EXPANDIDO**



Resultado de sonómetro 60.4dB después de la implementación con poliestireno expandido (8:30am - Domingo)



Resultado de sonómetro 58.6dB después de la implementación con poliestireno expandido (8:30am - Domingo)



Resultado de sonómetro 59.4dB después de la implementación con poliestireno expandido (8:30am - Sábado)



Resultado de sonómetro 58.9dB después de la implementación con poliestireno expandido (8:30am - Jueves)



Resultado de sonómetro 61.3dB después de la implementación con poliestireno expandido (1:30pm - Jueves)



Resultado de sonómetro 59.5dB después de la implementación con poliestireno expandido (6:30pm - Jueves)

**REGISTRO FOTOGRÁFICO  
DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN  
CON POLIESTIRENO EXPANDIDO**



Resultado de sonómetro 64.8 dB después de la implementación con poliestireno expandido (1:30pm - Jueves)



Resultado de sonómetro 66.9 dB después de la implementación con poliestireno expandido (6:30pm - Jueves)



Resultado de sonómetro 61.4 dB después de la implementación con poliestireno expandido (6:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 63.9 dB después de la implementación con poliestireno expandido (6:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 67.2 dB después de la implementación con poliestireno expandido (1:30pm - Sábado)

## REGISTRO FOTOGRÁFICO DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN CON LANA DE ROCA



Resultado de sonómetro 59.6 dB después de la implementación con lana de roca (6:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 59.8 dB después de la implementación con lana de roca (1:30pm - Sábado)



Resultado de sonómetro 52.8 dB después de la implementación con lana de roca (6:30pm - Jueves)



Resultado de sonómetro 61.9 dB después de la implementación con lana de roca (1:30pm - Jueves)



Resultado de sonómetro 53.4 dB después de la implementación con lana de roca (8:30am - Domingo)



Resultado de sonómetro 53.9 dB después de la implementación con lana de roca (1:30am - Jueves)

## REGISTRO FOTOGRÁFICO DE RESULTADOS DE LA MEDIDA CON LA IMPLEMENTACIÓN CON LANA DE ROCA



Resultado de sonómetro 53.6 dB después de la implementación con lana de roca (8:30am - Jueves)



Resultado de sonómetro 58.6 dB después de la implementación con lana de roca (8:30am - Domingo)



Resultado de sonómetro 55.2 dB después de la implementación con lana de roca (6:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 58.3 dB después de la implementación con lana de roca (1:30pm - Domingo)



Resultado de sonómetro 57.6 dB después de la implementación con lana de roca (6:30pm - Sábado)  
62.1dB (6:30 – Sábado) después de la implementación con lana de roca  
54.7 dB (8:30am - Sábado) después de la implementación con lana de roca