



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las
propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de
La Esperanza, Trujillo 2022.**

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

AUTORES:

Pinedo Jara, Edy Alberto (orcid.org/0000-0003-1027-3216)
Verde Garcia, Waldir Erwin (orcid.org/0000-0002-8411-5192)

ASESORES:

Mg. Ing. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)
Mg. Meza Rivas, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-4258-4097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Trujillo – Perú

2022

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación le dedico a Dios y a mis padres, quienes me brindaron la fuerza necesaria y fortalezas para poder cumplir mis metas. A mis hermanos por ser el motivo de mi constante dedicación y esfuerzo en esta etapa universitaria.

Pinedo Jara, Edy Alberto.

A Dios por darme la vida, la salud, por estar presente en cada uno de los días de mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional, por ser mi ejemplo de lucha y superación, por los valores inculcados, por su amor y bondad.

Verde García, Waldir.

Agradecimiento

A Dios por brindarme la vida y permitirme lograr mis objetivos.

A mi familia por siempre darme su apoyo incondicional.

A mis docentes de la Escuela Académica Profesional de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, quienes fueron los responsables de brindarme sus conocimientos y posteriormente implementarlo en mi investigación.

Pinedo Jara, Edy Alberto.

A Dios y cada una de las personas que han estado presentes en mi desarrollo profesional, en especial a mis padres por brindarme todo su apoyo, amor y confianza.

Verde García, Waldir.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Enfoque, Tipo y diseños de investigación:.....	16
3.2. Variables y operacionalización:	18
3.3. Población, muestra y muestreo:	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	20
3.5. Procedimientos:	22
3.6. Método de análisis de datos:.....	56
3.7. Aspectos éticos:.....	56
IV. RESULTADOS	57
4.1. Diseños de mezcla de mortero:.....	57
4.2. Construcción de prototipo de viviendas:	57
4.3. Tarrajeo en muros:.....	58
4.4. Aislación térmica y acústica	59
4.5. Control de temperatura:.....	66
4.6. Cantidad óptima de perlas de poliestireno expandido reciclado	69
V. DISCUSIÓN:	72
VI. CONCLUSIONES:.....	74
VII. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	77
ANEXOS.....	83

Índice de tablas

Tabla 1. Esquema de diseño Cuasi-Experimental	18
Tabla 2. Matriz de clasificación de variables	19
Tabla 3. Instrumentos y validaciones	20
Tabla 4. Aporte unitario de materiales para morteros	23
Tabla 5. Valores de referencia para aislamiento a ruido aéreo	48
Tabla 6. Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A	48
Tabla 7. Cantidad de materiales por m ³ de mortero	57
Tabla 8. Cantidad de materiales de mortero en juntas para asentado de ladrillos	58
Tabla 9. Cantidad de materiales de mortero para tarrajeo en muros de prototipo	58
Tabla 10. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”	59
Tabla 11. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”	60
Tabla 12. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”	61
Tabla 13. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”	62
Tabla 14. Conductividad térmica de materiales empleados en prototipos	63
Tabla 15. Resistencia térmica de prototipo convencional	63
Tabla 16. Resistencia térmica de prototipo con 10% de perlas de eps reciclado ...	64
Tabla 17. Resistencia térmica de prototipo con 25% de perlas de eps reciclado ...	64
Tabla 18. Resistencia térmica de prototipo con 50% de perlas de eps reciclado ...	65
Tabla 19. Transmitancia térmica de prototipos	65
Tabla 20. Control de temperatura de prototipos	66
Tabla 21. Cantidad óptima de eps en prototipos	69

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Poliestireno expandido	11
Figura 2. Perlas de poliestireno expandido.....	11
Figura 3. Diagrama del diseño de investigación	17
Figura 4. Obtención de perlas de poliestireno expandido reciclado.....	25
Figura 5. Mezcla de mortero con porcentajes de perlas de eps de junta para asentado de ladrillo.....	25
Figura 6. Mezcla de mortero con porcentajes de perlas de eps de junta para tarrajeo de muros.....	26
Figura 7. Primera hilada en asentado de ladrillos.....	29
Figura 8. Nivelación vertical de muro	29
Figura 9. Asentado de ladrillos	30
Figura 10. Prototipo convencional	30
Figura 11. Mezcla de mortero con 10% de perlas de eps reciclado.....	31
Figura 12. Asentado de ladrillo con mortero con 10% de perlas de eps	32
Figura 13. Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado.....	32
Figura 14. Diseño de mezcla de mortero de junta con 25% de perlas de eps reciclado	34
Figura 15. Alineación de ladrillos para la construcción de prototipo con 25% de eps reciclado	34
Figura 16. Nivelación vertical de muro.....	35
Figura 17. Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado.....	35
Figura 18. Alineación de ladrillos para la construcción de prototipo con 50% de eps reciclado	37
Figura 19. Diseño de mezcla de mortero de junta con 50% de perlas de eps reciclado	37
Figura 20. Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado.....	38
Figura 21. Tarrajeo en muros de prototipo convencional.....	39
Figura 22. Frotachado de muro	40
Figura 23. Mezcla de mortero con 10% de eps reciclado	41
Figura 24. Pañetado de muro.....	41
Figura 25. Tarrajeo interior de prototipo	42
Figura 26. Regleado de muro.....	43

Figura 27. Tarrajeo interior de prototipo	43
Figura 28. Rociado de agua y cemento al interior del prototipo	45
Figura 29. Frotachado de muro	45
Figura 30. Relleno de imperfecciones en muro	46
Figura 31. Tarrajeo interior de prototipo	46
Figura 32. Software y sonómetro utilizados para los ensayos acústicos.....	49
Figura 33. Registro de datos en el ambiente emisor.....	49
Figura 34. Registro de datos en el ambiente receptor	49
Figura 35. Thermtest TLS-100	50
Figura 36. Ensayo de conductividad térmica de mortero convencional.	51
Figura 37. Ensayo de conductividad térmica de mortero con 10% de perlas de eps reciclado.	51
Figura 38. Ensayo de conductividad térmica de mortero con 25% de perlas de eps reciclado.	51
Figura 39. Ensayo de conductividad térmica de mortero con 50% de perlas de eps reciclado	52
Figura 40. Conductividad térmica del ladrillo tipo pandereta.....	52
Figura 41. Materiales que componen el prototipo	53
Figura 42. Control de temperatura al interior y exterior de prototipo	54
Figura 43. Uso del termómetro digital para medición de prototipos	55
Figura 44. Registro de datos de temperatura obtenidos	55
Figura 45. Índice de reducción acústica (R)	59
Figura 46. Índice de reducción acústica (R)	60
Figura 47. Índice de reducción acústica (R)	61
Figura 48. Índice de reducción acústica (R)	62
Figura 49: Temperatura interior y exterior de prototipo convencional	67
Figura 50: Temperatura interior y exterior de prototipo con 10% de eps reciclado	67
Figura 51: Temperatura interior y exterior de prototipo con 25% de eps reciclado	68
Figura 52: Temperatura interior y exterior de prototipo con 50% de eps reciclado	68
Figura 53. Aislación térmica en prototipos	69
Figura 54. Aislación acústica en prototipos	70
Figura 55. Temperatura promedio en prototipos.....	70
Figura 56. Curva de temperaturas al interior y exterior de prototipos	71

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la influencia del uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, la investigación posee una metodología de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada por su propósito y con un diseño experimental, tuvo una población conformada por muros de albañilería de las viviendas del distrito de la esperanza, trabajándose con una muestra conformada por 8 probetas en forma de paneles hechas con mortero convencional y mortero modificado con adición de perlas de poliestireno expandido reciclado, que se usaron para realizar ensayos de conductividad térmica, y 4 prototipos de vivienda de medidas (1.00 m x 1.00 m x 1.00 m) usadas para realizar ensayos de aislación térmica y acústica mediante un tarrajeo con mortero modificado con perlas de poliestireno expandido reciclado. Se consideró un muestreo no probabilístico por conveniencia. La técnica empleada para la recolección de datos en la presente investigación fue la observación directa, los instrumentos estuvieron compuestos por las guías de observación. Concluyéndose que el uso de perlas de poliestireno expandido reciclado influye de manera significativa en las propiedades de un sistema de aislación en muros. Se realizó los ensayos de aislación acústica y térmica, donde se determinó que el prototipo con adición de perlas en un 50% registra niveles de presión sonora por debajo de los niveles establecidos en la Norma ISO 717-1, en los ensayos de conductividad térmica el mortero con adición del 50% de perlas de poliestireno expandido reciclado presenta un valor de 0.20 w/m.k, valor que se encuentra por debajo de los demás, en los cálculos de resistencia térmica el prototipo con 50% de perlas de poliestireno expandido reciclado arroja un valor de 0.947 m².k/w, valor que resulta favorable con respecto a los demás. Se determinó que la cantidad optima de perlas en el mortero de asentado y tarrajeo es la de 50%, ya que brinda un mayor desempeño en cada uno de los ensayos realizados, obteniendo valores como 0.947 m².k/w en resistencia térmica 1.06 w/m².k en transmitancia térmica, valores que favorecen a un mayor confort termoacústico.

Palabras clave: aislación en muros, aislación acústica y térmica, eps reciclado, prototipo de viviendas, mortero con perlas de eps reciclado.

Abstract

The objective of this investigation was to determine the influence of the use of recycled expanded polystyrene beads on the properties of an insulation system in walls, the investigation has a quantitative approach methodology, of the type applied for its purpose and with an experimental design, it had a population made up of masonry walls of the houses in the district of La Esperanza, working with a sample made up of 8 test tubes in the form of panels made with conventional mortar and modified mortar with the addition of recycled expanded polystyrene beads, which were used to carry out tests of thermal conductivity, and 4 housing prototypes of measurements (1.00 m x 1.00 m x 1.00 m) used to carry out thermal and acoustic insulation tests by means of grouting with mortar modified with recycled expanded polystyrene beads. A non-probability sampling was considered for convenience. The technique used for data collection in this investigation was direct observation, the instruments were composed of observation guides. Concluding that the use of recycled expanded polystyrene beads significantly influences the properties of a wall insulation system. Acoustic and thermal insulation tests were carried out, where it was determined that the prototype with 50% addition of pearls registers sound pressure levels below the levels established in ISO 717-1, in the thermal conductivity tests the Mortar with the addition of 50% recycled expanded polystyrene beads has a value of 0.20 w/m.k, a value that is below the others. In thermal resistance calculations, the prototype with 50% recycled expanded polystyrene beads yields a value of 0.947 m².k/w, value that is favorable with respect to the others. It was determined that the optimal amount of pearls in the settling and tarrajeo mortar is 50%, since it provides greater performance in each of the tests carried out, obtaining values such as 0.947 m².k/w in thermal resistance 1.06 w/ m².k in thermal transmittance, values that favor greater thermoacoustic comfort.

Keywords: wall insulation, acoustic and thermal insulation, recycled eps, housing prototype, mortar with recycled eps beads.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción ha formado parte del crecimiento y el avance de la tecnología por parte de las civilizaciones a nivel mundial, aunque algunas sobresalen más que otras, han existido culturas grandes y pequeñas que intervinieron en la búsqueda de un mejor nivel de vida. La importancia de este rubro continúa en la economía, ya que este mueve un gran número de insumos, promueve notoriamente la creación de puestos de trabajo de manera directa e indirecta y aporta una parte importante de la formación de capital en el país (Ortega, Sarmiento y Villegas, 2016). Es importante que cada familia tenga un espacio para vivir cómodamente, es por eso que los constructores y los propietarios de viviendas están cada vez más motivados en construirlos. Para la construcción de las viviendas, el sistema estructural más utilizado es la albañilería confinada, por lo que permite un mayor consumo de unidades de albañilería (Lapa, 2020).

Hoy en día, el poliestireno expandido es muy utilizado en Estados Unidos y Europa, donde existe una tendencia a instalarse en el rubro de la construcción, gracias a sus propiedades aislantes ya que no se puede conseguir con algún otro material aislante, esto se debe a su baja conductividad térmica (Pérez, 2017, p. 47).

San, Viegas y Jodra (2018) mencionan que, en Argentina se dieron a conocer diferentes investigaciones a base de la utilización de materiales de aislación alternativos, reciclados y de origen natural. Señalan que el nivel socioeconómico de las diferentes sociedades justifica el estudio de estos materiales porque son baratos o económicos, fáciles de obtener y tienen buenas propiedades térmicas.

El poliestireno expandido crea problemas ambientales porque su proceso de biodegradación es muy lento, en Bogotá hay mucho espacio para rellenos sanitarios y vertederos; la idea es que el generador haga un manejo integral de los residuos sólidos, reutilizando este material a través de un plan de gestión de seguridad, en cuyo caso teniendo en cuenta la disposición final y adecuada, si se incluye en este caso la reutilización y reciclaje de este material, consideraremos el sector de la construcción, fabricando bloques para los sedimentos, este material tiene buenas propiedades aislantes para la industria de la construcción y su disponibilidad pueden reducir el uso de otros materiales más caros sin comprometer la calidad (García, León, y Sierra, 2019, p. 9).

Sánchez y Vivanco (2022), mencionan que, en el Perú, en el rubro de la construcción ha aumentado en los últimos años, conjuntamente con la investigación y los nuevos métodos constructivos. El poliestireno expandido, como material ligero, aporta al concreto propiedades aislantes como la térmica, acústica y eléctrica; sin embargo, no existe una norma para su correcto uso.

En Trujillo, el poliestireno es muy utilizado en diferentes diseños constructivos del concreto, esto se debe a sus diversas características y propiedades acústicas, y mecánicas y se diseña de acuerdo a las necesidades del proyecto; además se utiliza en la construcción de diversas maneras como paneles aligerados, falsos techos (no recomendados), juntas, tabiquería, soluciones acústicas y sistemas constructivos no convencionales (Vascones, 2021, p. 12).

La presente investigación determinará la influencia del uso de perlas de poliestireno expandido reciclado, en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de La Esperanza 2022 y si esta es respaldada con la aplicación de la norma técnica E.070 Albañilería, la Norma Técnica EM.110 y la norma UNE-EN ISO 717-1; donde se busca cumplir con los parámetros establecidos.

(Vascones, 2021) Encontró que el poliestireno expandido es un grupo de partículas que se pueden utilizar de diferentes formas, especialmente en la construcción, debido a sus múltiples características y propiedades térmicas, ya que contiene el 98% de aire, atrapado dentro de un 2% de materia sólida, lo que contribuye a su menor peso, con una consistencia de 10 y 35 kg/m², lo que ayuda a que sea fácil de transportar y a ahorrar combustible, además este material evita pérdidas de energía y ayuda a reducir costes, reduciendo así los costos.

(Pérez, 2017) Encontró que la alta eficacia térmica de los paneles con poliestireno, donde la capacidad de contener el calor en un ambiente dado y la capacidad de mantener un buen aislamiento en cuanto a los elementos de la comparación contribuye al ahorro de energía ya que generan menos pérdidas de calor, por lo que conlleva a usar menos energía.

(García, 2011) Sus inigualables ventajas en amortiguación, aislación térmica y protección han hecho que el poliestireno expandido, sea un material habitual, aunque en la actualidad haya poca importancia por su reciclaje, lo que lleva a que acabe en

vertederos donde cada día disminuye su capacidad; además de no ser un material biodegradable.

El poliestireno expandido tiene propiedades termoacústicas; además de otras características físicas y mecánicas; por otro lado, debido al impacto ambiental que genera el poliestireno, existe la necesidad de reutilizarlo; ya que es un material que es reciclable y se puede aplicar en la construcción de muros; así como en otras construcciones.

La empresa DIPROPOR S.A.C. con RUC N° 20390325895, es una empresa peruana que fabrica, comercializa y aplica productos de poliestireno expandido (EPS) en la construcción, con mucha experiencia en el mercado; ofreciendo productos de calidad como materiales para uso en la construcción, desde piezas estructurales hasta piezas decorativas que se pueden aplicar en lugares donde se necesite aislación térmica, o un material ligero, asociado con una alta absorción al impacto. DIPROPOR viene desarrollando desde hace años acciones con el recupero, reciclado y reutilización del EPS. Entre ellas el recupero del EPS de sus clientes para su posterior reciclado y reutilización; además brinda soporte y asesora en el desecho de los productos derivados del EPS (Poliestireno Expandido), el procedimiento es evidenciado con la entrega del CERTIFICADO “Recojo y Desecho Responsable EPS” (DIPROPOR S.A.C.).

La empresa CONSTRUCCIONES Y PANEL S.A.C. con RUC N° 20556295361, es una empresa que surge con el fin de producir e instalar paneles estructurales modulares para ser utilizados en el rubro de la construcción, con grandes ventajas para los constructores y para los clientes. Los sistemas constructivos de paneles estructurales modulares, representan avances tecnológicos en la industria de la construcción, brindando una mejor respuesta a los requerimientos técnicos, económicos, sociales y ambientales requeridos en la industria de la construcción diseños actuales, debido a todas las propiedades de resistencia y durabilidad de un tradicional edificio, pero con grandes ventajas (CONPANEL S.A.C).

El problema más común en los muros de albañilería es su deterioro, esto se debe a que están expuestos a una constante humedad, manifestado por un daño severo en

la mampostería sin revestimiento, que puede desmoronarse, astillarse y agrietarse (Lopez y Morriel, 2022, p. 5).

Debido a los problemas ambientales que existe en la actualidad, se puede percibir una notoria variación en el clima; ocasionando así enfermedades respiratorias, perjudicando así a la población. Este problema se intensifica sobre todo cuando no hay un conocimiento básico acerca de alternativas eco amigables en la construcción de muros, con propiedades aislantes.

La contaminación acústica es otro de los problemas que afectan a los pobladores, ya que ocasiona malestares como el estrés, hipoacusia y problemas cardíacos. Según Loza (2019) el 60% del ruido molesto en la ciudad es causado por vehículos (transporte público, privado y carga), el restante es provocado por puestos de venta de música, discotecas, etc. (p. 1).

Mediante este proyecto de investigación se busca conocer acerca de la influencia que posee el uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros de albañilería; de este modo se busca realizar ensayos establecidos bajo la norma perteneciente; además de estudiar a los componentes del poliestireno expandido, reciclado, para su correcta aplicación en la construcción de muros de albañilería y así obtener un buen producto.

En caso de no realizar este proyecto de investigación, la sociedad carecerá de tan importante información; ya que este proyecto ofrece reducir costos de energía; así como costos económicos en las viviendas, mediante la reutilización de poliestireno expandido. De igual manera, se estaría dando a mostrar ante la población un producto innovador y sobre todo eco amigable; de manera que se evitaría la propagación de la contaminación que genera este producto.

En base a lo mencionado, se busca que este proyecto de investigación permita determinar la influencia del uso de perlas de poliestireno expandido reciclado, en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de La Esperanza y que proporcionen de manera directa e indirecta aportes a la comunidad vulnerable con la elaboración de prototipos, usando un material reciclado.

Para el presente proyecto de investigación, se planteó el siguiente problema ¿De qué manera el uso de perlas de poliestireno expandido reciclado influye en las propiedades de un sistema de aislación en muros en el distrito de La Esperanza Trujillo, 2022?

El presente proyecto de investigación se justifica ya que se origina debido a la necesidad de mejorar un sistema constructivo en muros de albañilería, mediante la implementación de un material termoacústico, denominado poliestireno expandido reciclado, el cual se usará en forma de perlas en la mezcla de mortero, para usarlo como mortero para asentado de ladrillos y revestimiento como capa de aislación externa y/o interna en muros.

Ante esto, la solución a esta problemática ayuda a realizar un proyecto que sea de alta calidad, tenga las mejores propiedades aislantes y lo más importante, sea económica para los pobladores del sector en estudio; además, ayuda a reducir el impacto ambiental, que cada año aumenta de forma nociva.

Con esta investigación, se busca lograr la reutilización del poliestireno expandido, para así obtener mejores propiedades térmicas y acústicas del poliestireno expandido convencional en muros de las viviendas; asimismo se busca reducir los desperdicios que hay en los rellenos sanitarios, ya que es un material muy contaminante.

Esta investigación sirve como ayuda a los pobladores del distrito de La Esperanza, ya que carecen la aplicación de este material en sus viviendas. Además, brinda ayuda a las entidades públicas, a través de la reducción de residuos sólidos; asimismo a las entidades privadas, ayuda a generar una idea sostenible del uso de perlas de poliestireno expandido reciclado.

La justificación teórica de esta investigación, busca la realización con respecto a bases teóricas y normativas estipuladas sobre el uso de perlas de poliestireno expandido reciclado, en las propiedades de un sistema de aislación de muros, con el fin dar solución al problema existente en el distrito de La Esperanza.

La justificación práctica de esta investigación, sirve como una alternativa de solución económica y sostenible en el reuso que se le da al poliestireno procedente de los

desechos sólidos para la aplicación en los muros de viviendas, permitiendo así, la mejora ambiental y de los pobladores del distrito de La Esperanza.

La justificación metodológica de este estudio se desarrolló para facilitar la comprensión y la viabilidad como un esfuerzo y/o modelo de investigación básica para que se puedan realizar o incluso agregar nuevas técnicas de diseño en el futuro; el objetivo es proporcionar un material reciclado como alternativa de solución a la contaminación generada por el poliestireno.

El objetivo general de esta investigación es determinar la influencia del uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros en el distrito de La Esperanza, 2022. Para poder concretizar y obtener los resultados esperados, se plantean los siguientes objetivos específicos: Realizar el diseño de mezclas para un mortero convencional y mortero con porcentajes (10%, 25% y 50%) de perlas de poliestireno expandido reciclado; construir 4 prototipos de viviendas cuadradas con ladrillos tipo pandereta y una cobertura, utilizando el diseño de mezclas de un mortero convencional y mortero con porcentajes de perlas de poliestireno expandido reciclado; realizar el tarrajeo en muros de los prototipos de viviendas con mortero convencional y mortero con porcentajes (10%, 25% y 50%) de perlas de poliestireno expandido reciclado; realizar los ensayos de aislación acústica y térmica para determinar el desempeño térmico y acústico entre el mortero convencional y el mortero con porcentajes (10%, 25% y 50%) de perlas de poliestireno expandido reciclado; realizar un control de temperaturas por un periodo de 24 horas al interior y exterior de los prototipos de viviendas; determinar la cantidad óptima de perlas de poliestireno expandido reciclado de los prototipos de viviendas. La hipótesis del presente proyecto de investigación es: El uso de perlas de poliestireno reciclado influirá significativamente en las propiedades de un sistema de aislación de muros en el distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.

II. MARCO TEÓRICO

López y Morriel (2022), tuvieron como objetivo principal de su investigación, incrementar la durabilidad de los muros de albañilería mediante la agregación de perlitas de eps en las cavidades huecas del ladrillo y en el mortero, para reducir los daños por las heladas que sufren los muros no portantes; la metodología utilizada es de tipo experimental, ya que luego de seleccionar las mezclas de mortero con diferentes proporciones de perlas de poliestireno y evaluar sus propiedades físicas, se comprobó de manera experimental la calidad y el desempeño del mortero adicionado en pilas de ladrillos, mediante la evaluación de sus propiedades mecánicas y durabilidad frente a condiciones de bajas temperaturas. Como resultados, se tuvo que el promedio de las resistencias a compresión de los prismas de albañilería, elaborados con mezcla tradicional, es de 41.08 kg/cm². Como último resultado, después de los ciclos de congelamiento y descongelamiento la resistencia axial del prisma adicionado con EPS es mayor que la del convencional en 5.95 kg/cm². Con respecto a los resultados encontrados, la adición del poliestireno expandido en los ladrillos, juntas y tarrajeo es beneficioso ante climas fríos.

Reyes y Torres (2020), establecieron como objetivo principal de su investigación, determinar el mortero alterado con poliestireno para usarlo como un sistema de aislación térmica, para el recubrimiento de muros; la metodología que se utilizó fue explicativa, debido a que se pretende revelar las causas y efectos que origina el mortero al agregar el poliestireno. Los resultados que se obtuvieron con respecto a los ensayos de temperatura, muestran que el mortero con adición de poliestireno expandido, brinda una mayor conservación térmica con respecto al mortero convencional; por lo que se llegó a la conclusión que el mortero modificado con poliestireno en el revestimiento de muros, actúa como aislante térmico, además se realizaron ensayos térmicos de 4 prototipos de morteros con adición de eps (0%, 3%,5% y 7%) y se determinó que el prototipo con 7% de poliestireno expandido, mantiene el 50% de su temperatura.

Naiza (2017), tuvo como objetivo de su tesis, la elaboración de un sistema estructural con poliestireno expandido para sustituir muros de tabiquería. La metodología que se utilizó fue de tipo aplicada ya que consistió en alterar parte de la estructura con otros componentes más ligeros con menor consistencia y mayor conductividad

térmica. Los resultados que se obtuvieron fueron 3 muestras, logrando hallar partes iguales de ligereza con perlas de poliestireno expandido para muros no estructurales. Los resultados que más resaltaron, se llevaron a cabo en el diseño de muros de tabiquería con poliestireno expandido con la siguiente medida de compresión que es de 15 kg/cm², 20 kg/cm² y a 25 kg/cm² basados en la norma E 0.70, en las pruebas de laboratorio que se obtuvo, se ve el nivel de material usado y costo eficiente en su elaboración. Como conclusión general se pudo demostrar que es factible realizar unidades de concreto liviano sustituyendo el agregado grueso por perlas eps.

Larino y Chaiña (2021), establecieron como objetivo principal definir la influencia del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión, densidad y aislación térmica en unidades de albañilería de concreto. Se utilizó una metodología explicativa ya que se buscó aclarar de qué manera se comporta la variable con respecto a la otra variable, realizando análisis de causa y efecto. Se llegó a la conclusión que cuando se incrementa la adición porcentual de eps en la mezcla, existe una disminución en el costo, donde el mayor porcentaje es el que más diferencia produce. Con respecto a la aislación térmica se llegó a la conclusión de que, mientras más adición porcentual de poliestireno expandido se agregue, habrá mayor desigualdad en la temperatura interna y externa en los muros.

Paulino y Espino (2017), tuvieron como objetivo principal en su proyecto de investigación, realizar un análisis de comparación entre un concreto simple y liviano con perlitas de poliestireno por medio de unidades de albañilería, con el fin de encontrar qué concreto tiene un mejor comportamiento ante características específicas, que es el peso, aislación térmica y acústica. La metodología usada fue cuantitativa, con un enfoque descriptivo, para encontrar los puntos negativos y positivos entre ambos concretos; para así determinar qué tan buenas propiedades de aislación tienen. De acuerdo a los ensayos de aislación térmica y acústica, se pudo concluir que el bloque de concreto liviano con perlitas de poliestireno logró tener una diferencia estándar, por lo que se determinó que tiene mejor aislación acústica que el concreto simple. Por otro lado, el ensayo de aislación térmica al bloque de concreto liviano con perlitas de poliestireno logró tener un coeficiente de conductividad térmica de 0.59 W/m^{°K}, siendo esta solo el 34% de la conductividad

de un bloque de concreto simple ($1.73 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$) y logrando una disminución en la conductividad del calor de un 65%.

Quispe y Noé (2014), buscaron determinar la influencia del poliestireno en el rubro de la construcción, mediante paneles de mortero. Para ello, realizaron paneles de mortero con eps con porcentajes de 0.05%, 0.10% y 0.15% en peso. Los resultados que obtuvieron con respecto a la conductividad térmica y densidad de los paneles de mortero con poliestireno, fue que la adición del eps influye de manera significativa y favorece a la pérdida de conducción térmica; logrando la propiedad de aislación térmica del material.

Ferrándiz-Mas y García (2012), se plantearon como objetivo evaluar la influencia del poliestireno expandido reciclado y comercial, al agregar diferentes proporciones mediante las mezclas de mortero; donde determinaron sus características físico mecánicas. Para la realización de las distintas mezclas de mortero, utilizaron eps triturado reciclado, eps en polvo reciclado y eps normal. Los resultados que obtuvieron con respecto al mortero fue que al aumentar la dosificación de eps, la mezcla es menos trabajable. Asimismo, la mezcla de mortero con eps reduce la resistencia a la flexión y compresión. Con respecto al comportamiento acústico, no existe gran variación entre las mezclas de mortero con eps y la mezcla de mortero patrón.

Torres (2020), tuvo como objetivo la elaboración de paneles de concreto ligero en base a poliestireno expandido reciclado, aplicado en construcciones; asimismo se planteó realizar un diseño óptimo de mezclas sustituyendo el agregado por el poliestireno. Los resultados con respecto al trabajo de investigación realizado, afirman que es factible realizar viviendas a base de poliestireno expandido reciclado, debido a su ligereza y resistencia. Asimismo, el eps reciclado usado en la construcción es un material alternativo como elemento estructural y ayuda a reducir la contaminación generado por el propio material.

La necesidad de aislación en los edificios cobra importancia porque reduce las pérdidas de energía termoacústica, que se origina por medio de sus materiales, mejorando el confort al reducir las diversas temperaturas y ruidos del ambiente

interno y externo, además de reducir la condensación para disminuir la humedad en el interior de los espacios (Schmitt, 2013, p. 54).

Un correcto sistema de aislación, tanto para el térmico y el acústico reducirán el costo del pago. Impulsado por el usuario y un espacio cómodo en la estructura de aislamiento ya que permitirá mantener una temperatura más uniforme en la vivienda, sin tener que sufrir cambios de temperatura (Paulino y Espino, 2017, p. 43).

El éxito del diseño acústico en cualquier vivienda, independientemente de su tamaño, radica en escoger los materiales utilizados para revestimiento, con el objetivo de encontrar formas de absorber o reflejar el sonido dentro de la vivienda. (Pérez, 2017, p. 31).

El poliestireno expandido otorga un beneficio importante, que es la de atenuar las ondas sonoras que se generan en el ambiente o zona en la que se encuentra. Sin embargo, dado que el EPS tiene un alto índice de porosidad y contiene aire, considerando que este es el medio en el que se produce la transmisión acústica, se puede optar por dejar pasar algo, pero depende de la frecuencia emitida y su difusión en la zona donde se produce el ruido (Quispe, 2014, p. 29).

El poliestireno expandido es un material con excelentes propiedades de aislación térmica contra el calor y el frío. Esto es debido a su propia composición, que consiste principalmente en aire oculto que se encuentra en el interior de una estructura celular compuesta de poliestireno. Alrededor del 98% del volumen del material es aire y el 2% es poliestireno (sustancia sólida). La capacidad de aislación térmica, se define por su coeficiente de conductividad térmica λ que, en el caso del poliestireno expandido, cambia (al igual que las propiedades mecánicas) con la densidad aparente. (Quispe, 2014, p. 7).

Los productos y materiales a base de poliestireno expandido, tienen buena capacidad de aislación térmica contra el calor y el frío. Esto es debido a su propia estructura que consiste principalmente en aire incluido (Alva, 2019, p. 10).

Según ANAPE (2018), el poliestireno expandido o EPS es un componente de características plásticas y espumado usado en la construcción, primordialmente como aislante termoacústico, en diferentes sectores del rubro, además posee una variedad de aplicaciones.

El poliestireno expandido, es una espuma plástica rígida y liviana hecha de perlas de poliestireno que contienen pequeñas cantidades del agente de expansión, pentano. Cuando estas perlas se someten a elevadas temperaturas por medio del vapor de agua, el pentano se evapora, lo que hace que las perlas se expandan hasta 50 veces su volumen original en la primera etapa. Una vez que las perlas pre expandidas se almacenan o maduran, se inyectan vapor nuevamente en moldes cerrados y se expanden nuevamente hasta que se sueldan en un bloque o forma adecuada para una aplicación específica, listas para salir al mercado (Quispe, 2014, p. 3).



Figura 1. *Poliestireno expandido*

Las perlititas de poliestireno tienen forma de esferas con un diámetro de 0.3 a 2 mm. Este elemento tiene una gran trabajabilidad gracias a su mínima densidad y gran resistencia física mecánica asociado a su bajo peso aparente (Paulino y Espino, 2017, p. 38).

HORMIPRET (2015), menciona que sus características principales de las perlas de poliestireno son: fácil manejo y ligereza, alta resistencia a la compresión, fácil transporte y almacenaje; es no corrosivo, inofensivo, inodoro, insípido, impermeable, de larga duración, reciclable y ecológico, no se humedece y no propaga llama.



Figura 2. *Perlas de poliestireno expandido*

La albañilería o también llamado mampostería, es un grupo de unidades que están unidos con un material, como el mortero. Estas unidades son de origen natural

(piedras) o artificial (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema surge por la necesidad del ser humano con la finalidad de satisfacer sus exigencias, principalmente de viviendas (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p. 14).

Básicamente hay dos tipos de muros: los muros portantes y no portantes.

Los muros portantes, son aquellos muros empleados como sistema estructural en edificaciones. Dichos muros son sometidos a variedad de condiciones, tanto contenida en su plano como perpendicular al mismo, tanto vertical como lateral, así como permanente o eventual (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p. 22).

Los muros no portantes, también conocido como “tabique”; son aquellos muros que no reciben ningún peso vertical, o que no están apoyados en la vigueta. Siempre están en sentido paralelo a las viguetas, que son los elementos de concreto en el techo.

El mortero es un material pétreo, que se realiza por medio de la mezcla de cemento, agua y agregados; a esta mezcla, se suele adicionar un aditivo; asimismo, al mezclar todos los componentes, se agrega de manera simultánea otro elemento que es el aire (García, 2011, p. 1).

El mortero para asentado de ladrillos Es usado en la adherencia de ladrillos y es usado para construir muros. Para realizar el mezclado, se utiliza arena gruesa. Hay dos variedades de mortero, de acuerdo a la dosificación de sus elementos (Aceros Arequipa, 2020, p. 26).

La proporción que se recomienda en una vivienda de dos niveles es el tipo “P2”, en otras palabras, un volumen de cemento por cuatro ó cinco volúmenes de arena gruesa. Dicha dosificación resulta al usar una bolsa de cemento con 1 1/2 buggies de arena gruesa y el agua requerido para tener una mezcla pastosa que logre permitir buenos resultados (Aceros Arequipa, 2020, p. 27).

El mortero para tarrajeos es usado en el revestimiento de las paredes y los techos. La mezcla se realiza con agregado fino, la dosificación que se recomienda es de un volumen de cemento por cinco volúmenes de arena fina. Dicha dosificación se obtiene al usar una bolsa de cemento con 1 1/2 buggies de arena fina y la proporción de agua requerida para obtener un mezclado pastoso que logre un buen resultado (Aceros Arequipa, 2020, p. 27).

El cemento es un aglomerante finamente dividido, mezclado con agua, formando así una mezcla pastosa que tiene las propiedades de fraguar y endurecer debido a sus reacciones e hidratación y después de su endurecimiento, mantiene una resistencia y le da estabilidad aún con el agua (Bustamante y Diaz, 2014, p. 53)

El cemento es un elemento activo del concreto y contribuye en todas las propiedades de dicho material. Asimismo, el cemento representa alrededor del 10 al 20% del peso del concreto, entre el 80 y 90% conforman el resto de los materiales que determinan la capacidad del concreto para desarrollar sus propiedades (Porrero, et al., 2014, p. 91).

Los agregados generalmente constituyen la mayor parte del volumen del concreto, contribuyendo en gran medida en las propiedades del concreto recientemente mezclados y endurecidos, en las dosificaciones de la mezcla (Bustamante y Diaz, 2014, p. 47).

Los agregados finos son grupos de partículas formadas a través de la desintegración de las rocas, que pueden provenir naturalmente o pueden ser producidas de manera artificial, su granulometría debe ser pasada por el tamiz 3/8 de pulgada y debe ser retenida por el tamiz número 200, el agregado fino participa como relleno, lo que significa que su granulometría logra llenar los espacios vacíos generados por el agregado grueso, asimismo contribuye al darle una mejora en la trabajabilidad del concreto (Bustamante y Diaz, 2014, p. 48).

El agregado grueso, se compone principalmente de piedra o grava, ya sea natural o triturada; se considera agregado grueso al agregado que es retenido de un tamiz estándar de 4,75 mm (n° 4). Los áridos gruesos deben seguir unas reglas para su mejor aprovechamiento: deben estar compuestos por partículas duras, duraderas, limpias, libres de productos químicos, con resistencia a la corrosión, recubiertas de arcilla y demás agregados finos que inciden negativamente en la hidratación 18 y en el mezclado del cemento. Asimismo, se deben cumplir las normas establecidas NTP y ASTM (Valiente, 2021, p. 17).

Los aditivos son materiales químicos que se añaden a la mezcla del concreto para cambiar sus propiedades. Hay circunstancias donde el lugar donde se realiza el

vaciado del concreto no es favorable, esto se debe al haber un ambiente cálido o frío. (Paulino y Espino, 2017, p. 24).

El agua debe ser potable. La proporción de agua que se debe utilizar en el mezclado de concreto es fundamental. Cuando el mezclado no es adecuado y se aumenta la proporción de agua, se desaprovechan propiedades de gran importancia para el concreto (Aceros Arequipa, 2020, p. 21).

Las unidades de albañilería, son ladrillos y bloques que son fabricados de arcilla, sílice – cal o concreto, como materia prima; los ladrillos son aquellas unidades cuyo peso y dimensión permiten ser manipulados con una sola mano; por otro lado, para los bloques se requiere ambas manos para su manipulación. Estas unidades suelen ser sólidos, huecos, alveolares o tubulares, que pueden fabricarse de forma artesanal o industrial (SENCICO, 2020, p. 19).

El concreto es un material pastoso y moldeable, que se caracteriza por tener la propiedad de endurecer a medida que pasa el tiempo, además el concreto está formado por trozos pétreos que quedan incluidos en dicha pasta, formada por agua y cemento. El agua le da fluidez a la mezcla y una reacción química al cemento y posteriormente su endurecimiento (Porrero, et al., 2014, p. 31).

La conductividad térmica de un componente es una medida de la capacidad de transmitir calor, al aplicarle un gradiente de temperatura (Lira, González y Méndez, 2014, p. 1)

Es sabido que los materiales varían sus características debido a la temperatura. Mayormente las propiedades mecánicas y otras propiedades físicas necesitan de la temperatura a la cual el material se desempeña durante su uso (Miranda, 2012, p. 15). La resistencia térmica (R), es la propiedad del material del elemento que resiste la transferencia de calor. Esta resistencia al calor, depende de su conductividad térmica y el espesor que tiene el material. Asimismo, en materiales homogéneos, la resistencia térmica, es la inversa de la conductividad térmica.

La transmitancia térmica (K), es el flujo de calor que está dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios ubicados en cada lado del elemento de construcción considerado, siendo su recíproco, la resistencia térmica (R) (Cuitiño, et al., 2015, p. 2).

La SEORL (2022) señala que el nivel de ruido recomendado por la OMS para garantizar una buena salud y bienestar es de 65 dB. Si la exposición es superior a 85 dB, ya hay riesgo de pérdida auditiva crónica. Mientras que, si la exposición se repite en el tiempo y por encima de 100 dB, hay riesgo de pérdida inmediata.

El confort acústico se entiende como el nivel de ruido que se encuentra por debajo de los niveles legales que potencialmente causan daños a la salud y que además ha de ser aceptado como confortable por los usuarios afectados. (Vargas, 2018, p. 58)

El confort térmico es una condición para lograr la satisfacción de los ocupantes de una edificación y realizar con eficiencia sus actividades. (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2015, p. 2)

La Norma Peruana: “Confort térmico y lumínico con eficiencia energética (EM.110)” dispone los lineamientos o parámetros técnicos, para el diseño de confort según la ubicación climática donde se encuentra la edificación.

La Norma E-070, especifica los requisitos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de edificios de mampostería que consisten principalmente en muros de contención y muros reforzados.

La Norma UNE-EN ISO 717-1, es una norma internacional que determina magnitudes globales para aislación acústica a ruido aéreo en edificios y en sistemas constructivos como muros, ventanas, pisos; capaz de definir campos sonoros en el interior y exterior.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, Tipo y diseños de investigación:

3.1.1. Enfoque de la Investigación:

Según su enfoque es cuantitativo, ya que se medirá la variable de estudio que son las propiedades aislantes; asimismo, se hará uso del método deductivo que consta en ir de lo general hacia lo particular en una realidad social vista desde una perspectiva externa y objetiva.

3.1.2. Tipo de investigación:

3.1.2.1. Por el propósito.

Según el propósito es aplicada; puesto que para el análisis se usará fundamentos teóricos y cognitivos obtenidos por el RNE E. 070 análisis y diseño estructural, la norma técnica peruana, donde son fundamentales para poder establecer una alternativa de solución hacia la problemática que genera; teniendo por finalidad el análisis del poliestireno expandido reciclado donde sea considerado como un producto innovador que cumple con los estándares de calidad en beneficio de la población.

Asimismo, este tipo de investigación se basa en la indagación del estudio de los conocimientos para poder brindar una solución a un determinado problema; de manera que, se rige en una investigación básica (Ríos, 2017, p. 80).

3.1.2.2. Por el diseño.

Según el diseño, es de tipo experimental; esto se debe a que los investigadores manipularán de manera adrede, la variable independiente del estudio.

Permite establecer un vínculo de causa y efecto de un fenómeno por medio de procedimientos, donde se cambian y manejan las variables que inciden en el fenómeno. Por tanto, se tiene un manejo sobre el tratamiento en estudio (Ramírez, 2018, p. 47).

3.1.2.3. Por el Nivel de Estudio.

Por el nivel de estudio es de tipo explicativo, ya que consistirá en el comportamiento de la variable en relación de las otras variables donde busca el porqué de los sucesos a través de la relación causa-efecto.

Este nivel de estudio permitirá establecer relaciones entre conceptos para poder comprobar las razones del comportamiento de algún evento; esto quiere decir, obtener las respuestas de las causas y sus fenómenos que se pretenden estudiar (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 95).

3.1.3. Diseño de investigación:

El diseño de investigación es cuasi-experimental; para Ramírez (2018), los diseños cuasiexperimentales manipulan intencionalmente, por lo menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que se diferencia de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos (Ramírez, 2018, p. 151).

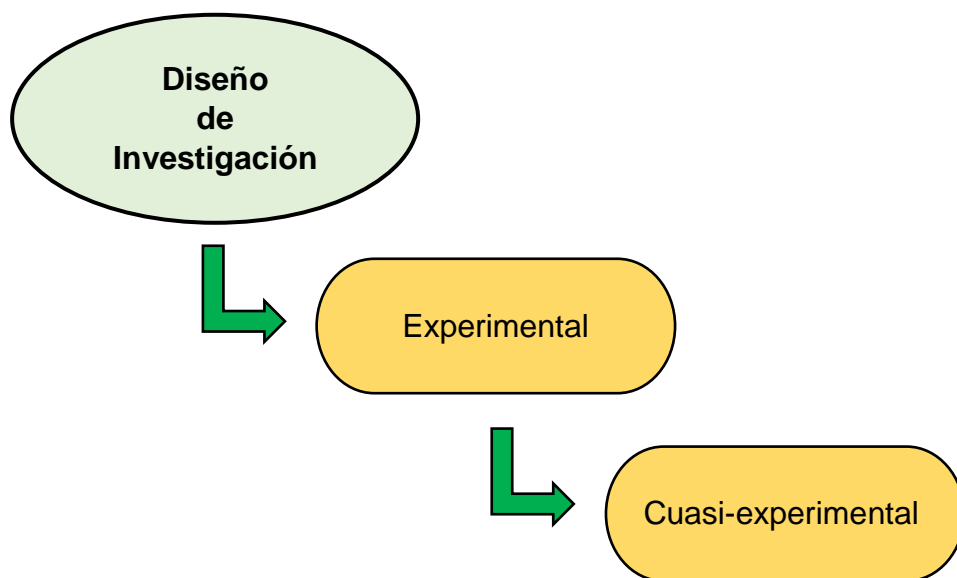


Figura 3. *Diagrama del diseño de investigación*

Tabla 1. Esquema de diseño Cuasi-Experimental

Grupo	Material	Sustitución	Prueba Externa	Prueba Interna
GC-01	Mortero convencional	..	O1	O2
GE-01	Mortero con 10% de perlas de eps reciclado 01	X1	O3	O4
GE-02	Mortero con 25% de perlas de eps reciclado 02	X2	O5	O6
GE-03	Mortero con 50% de perlas de eps reciclado 03	X3	O7	O8

Donde:

GC: Grupo de control.

GE-01, GE-02, GE-03: Grupo experimental.

X1, X2, X3: Tratamiento con porcentajes (10%, 25% y 50%) de perlas de poliestireno expandido reciclado.

O1, O3, O5, O7: Medición después del tratamiento externo.

O2, O4, O6, O8: Medición después del tratamiento interno.

3.2. Variables y operacionalización:

3.2.1. Variables.

El presente proyecto de investigación, contendrá dos variables de estudio, las cuales son: la variable independiente será el uso de perlas de poliestireno expandido reciclado y la variable dependiente será las propiedades de un sistema de aislación.

3.2.2. Matriz de clasificación de variables.

Las variables de la investigación son aquellas que posibilitaron el desarrollo del presente proyecto; de manera que, en la siguiente tabla muestra la identificación y la clasificación de la variable tanto independiente como dependiente.

Tabla 2. Matriz de clasificación de variables

Variables	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Unidimensional	Indirecta
Propiedades de un sistema de aislación	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1. Población:

La población de la presente investigación está conformada por todos los muros de albañilería del distrito de la Esperanza, Trujillo 2022.

La población constituye el conjunto de factores que forman parte de un grupo de estudio, por lo que se refiere a todos los elementos que se pueden incluir en la investigación (Ramírez, 2018, p. 55).

3.3.2. Muestra:

Es un subconjunto o parte del universo o población en donde se hará la investigación. Existen procesos para la obtención de cantidades de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica entre otros. La muestra es una parte que representa la población (Luis, 2004).

Para la presente investigación se realizó un total 8 muestras de mortero convencional y con porcentajes de perlas de poliestireno expandido reciclado, para realizar los ensayos de conductividad térmica; además se realizará cuatro prototipos de viviendas de medidas (1.00 m x 1.00 m x 1.00 m), para poder determinar las propiedades de aislación térmica y acústica en los prototipos.

3.3.3. Muestreo:

Se consideró para este tipo de investigación, el muestreo no probabilístico por juicio de expertos, ya que se seleccionará la mejor muestra en base a conocimientos y juicio profesional, basados previamente en las normativas usadas en la presente investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnicas de recolección de datos:

La presente investigación, utiliza la observación directa como técnica, ya que se obtendrá datos de campo a través de una detallada observación de la zona en estudio.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

Para el presente proyecto de investigación, se usará como instrumento de recolección de datos la guía de observación; este instrumento permitirá comprobar las condiciones en las que se encuentran los sistemas de aislación en el distrito de La Esperanza, Trujillo.

3.4.3. Validación de los instrumentos de recolección de datos:

Los instrumentos de recolección de datos para el presente proyecto de investigación deben ser evaluados y validados por “especialistas” que se desempeñen y hayan realizado trabajos de esa magnitud o estudios que tengan una relación acorde al proyecto de investigación; para ello, se utilizó como instrumento, la guía de observación.

Tabla 3. Instrumentos y validaciones

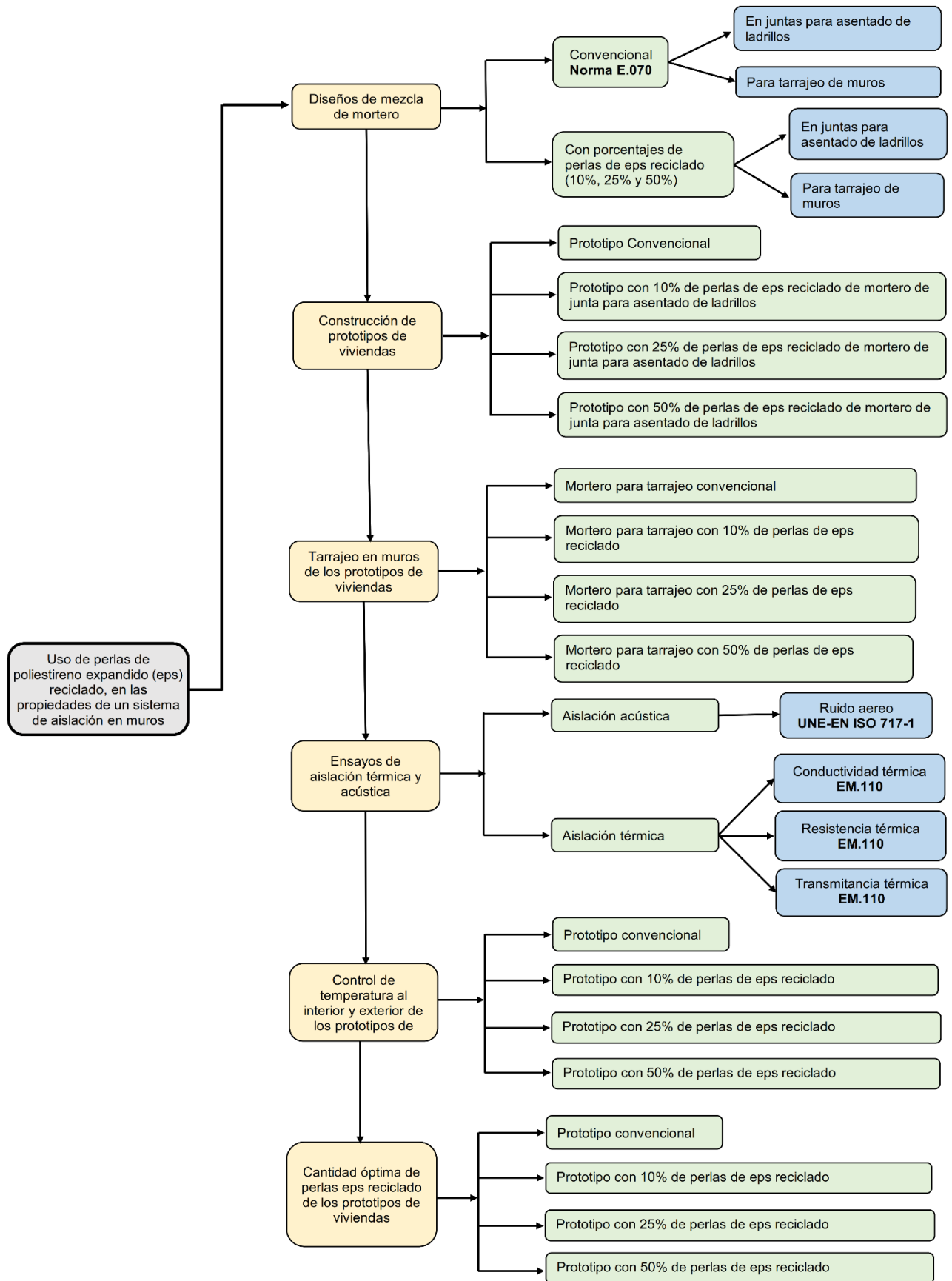
Etapas de la Investigación (Dimensiones)	Instrumentos	Validación / Confiabilidad
Conductividad térmica	● Guía de Observación 1	● Juicio de expertos
		● EM.110
Resistencia térmica	● Guía de Observación 2	● Juicio de expertos
		● EM.110
Transmitancia térmica	● Guía de Observación 2	● Juicio de expertos
		● EM.110
Ruido aéreo	● Guía de Observación 3	● Juicio de expertos
		● UNE-EN ISO 717-1
Control de temperatura	● Guía de Observación 4	● Juicio de expertos

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos:

La confiabilidad del instrumento a utilizar es el siguiente:

- **Guía de observación:** Se utilizará para determinar los ensayos de aislación térmica y acústica; en el cual para la aislación térmica se usará la norma EM.110, donde se identificará la conductividad, resistencia y transmitancia térmica; por otro lado, para el aislamiento acústico se utilizará la norma UNE-EN ISO 717-1, donde se obtendrá los resultados, mediante las pruebas de ruido aéreo.

3.5. Procedimientos:



3.5.1. Diseño de mezcla de mortero:

Se realizó un total de ocho diseños de mezclas de morteros para los muros de albañilería; de los cuales, dos diseños de mezclas son para morteros convencionales para junta y tarrajeo; tres diseños de mezclas son para los morteros con porcentajes de perlas de poliestireno expandido reciclado aplicado en juntas y tres diseños de mezclas son para los morteros con porcentajes de perlas de poliestireno expandido reciclado aplicado en tarrajeo de muros.

Se hizo uso de la Norma E.070 Albañilería, para la realización del diseño de mezcla de morteros de junta y tarrajeo convencionales, con la proporción 1:5, en el cual la normativa menciona que dicha proporción se empleará solo en trabajos con unidades de arcilla artesanal o industrial.

Tabla 4. *Aporte unitario de materiales para morteros*

Proporción	Relación a/c	Cantidad de materiales por m ³ de mortero		
		Cemento (bolsa)	Arena (m ³)	Agua (litros)
1:1	0.29	23.2	0.66	286
1:2	0.43	15.2	0.86	277
1:3	0.57	11.2	0.96	272
1:4	0.72	8.9	1.00	272
1:5	0.85	7.4	1.05	268
1:6	1.00	6.3	1.07	269
1:7	1.14	5.5	1.10	267
1:8	1.29	4.9	1.11	268

Fuente: *Costos y presupuestos en edificaciones, CAPECO 2014*

De acuerdo a esta tabla se determinó la dosificación de perlas de poliestireno expandido, con sustitución del 10%, 25% y 50% en función del volumen del agregado fino, para ser aplicados en juntas para asentado de ladrillos y para el tarrajeo de muros.

3.5.1.1. Diseño de mezcla de mortero convencional:

- Juntas para asentado de ladrillo:

La mezcla de mortero debe ser realizada en una superficie limpia, para así evitar contaminar la mezcla con otros materiales como polvo, tierra, etc.

Los componentes que se utilizaron para la mezcla fueron:

- Arena gruesa.
- Cemento.
- Agua.

Haciendo uso de la dosificación, se procedió a medir en una batea; la arena gruesa y cemento. Posteriormente se mezclaron los materiales secos (arena gruesa y cemento); una vez homogenizada la mezcla, se añadió una pequeña cantidad de agua; luego, haciendo uso de una plancha de batir, se procedió a batir la mezcla. Finalmente, se siguió añadiendo el agua restante hasta alcanzar la textura correcta del mortero.

- Tarrajeo de muros en prototipo:

La mezcla de mortero debe ser realizada en una superficie limpia, para así evitar contaminar la mezcla con otros materiales como polvo, tierra, etc. Los componentes que se utilizaron para la mezcla fueron:

- Arena fina.
- Cemento.
- Agua.

Haciendo uso de la dosificación, se procedió a medir en una batea; la arena fina y cemento. Posteriormente se mezclaron los materiales secos (arena fina y cemento); una vez homogenizada la mezcla, se añadió una pequeña cantidad de agua; luego, haciendo uso de una plancha de batir, se procedió a batir la mezcla. Finalmente, se siguió añadiendo el agua restante hasta alcanzar la textura correcta del mortero.

3.5.1.2. Diseño de mezcla de mortero con porcentajes de perlas de poliestireno expandido reciclado (10%, 25% y 50%):

- En juntas para asentado de ladrillo:

La mezcla de mortero debe ser realizada en una superficie limpia, para así evitar contaminar la mezcla con otros materiales como polvo, tierra, etc. Los componentes que se utilizaron para la mezcla fueron:

- Arena gruesa.
- Cemento.
- Agua.
- Perlas de poliestireno expandido reciclado (10%, 25% y 50%)

Para obtener las perlas de poliestireno, se utilizó sobrantes de casetones de poliestireno expandido, procedente de una obra de construcción; luego se procedió a hacer fricción a los casetones para obtener las perlas.



Figura 4. *Obtención de perlas de poliestireno expandido reciclado.*



Figura 5. *Mezcla de mortero con porcentajes de perlas de eps de junta para asentado de ladrillo*

Haciendo uso de la dosificación correspondiente, se procedió a medir en una batea; la arena gruesa, cemento y el porcentaje de perlas de eps reciclado. Posteriormente se mezclaron los materiales secos (arena gruesa, cemento y el porcentaje de perlas de eps reciclado); una vez homogenizada la mezcla, se añadió una pequeña cantidad de agua;

luego, haciendo uso de una plancha de batir, se procedió a batir la mezcla. Finalmente, se siguió añadiendo el agua restante hasta alcanzar la textura correcta del mortero.

- Para tarrajeo de muros:

La mezcla de mortero debe ser realizada en una superficie limpia, para así evitar contaminar la mezcla con otros materiales como polvo, tierra, etc. Los componentes que se utilizaron para la mezcla fueron:

- Arena fina.
- Cemento.
- Agua.
- Perlas de poliestireno expandido reciclado (10%, 25% y 50%)

Haciendo uso de la dosificación correspondiente, se procedió a medir en una batea; la arena gruesa, cemento y el porcentaje de perlas de eps reciclado. Posteriormente se mezclaron los materiales secos (arena gruesa, cemento y el porcentaje de perlas de eps reciclado); una vez homogenizada la mezcla, se añadió una pequeña cantidad de agua; luego, haciendo uso de una plancha de batir, se procedió a batir la mezcla. Finalmente, se siguió añadiendo el agua restante hasta alcanzar la textura correcta del mortero.



Figura 6. Mezcla de mortero con porcentajes de perlas de eps de junta para tarrajeo de muros.

3.5.2. Construcción de prototipos de viviendas:

Un prototipo de vivienda está formado por cuatro muros; cada muro tiene una dimensión de 1.00 m de largo x 1.00 m de altura, dando así un total de 16 muros, por los cuatro prototipos.

Los ladrillos que se utilizaron fueron ladrillos tipo pandereta y para calcular la cantidad de ladrillos por metro cuadrado de muro, se consideró la dimensión de los ladrillos (0.24 m x 0.10 m x 0.12 m) y el espesor de junta (0.015 m), mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1}{(L + J) \times (H + J)}$$

Donde:

C = cantidad de ladrillos (Unidad/m²)

L = longitud de ladrillo colocado (m)

H = altura del ladrillo colocado (m)

J = espesor de la junta (m)

Reemplazando la fórmula:

$$C = \frac{4}{(0.24 + 0.015) \times (0.12 + 0.015)}$$

$$C = 117 \text{ Unidades}/4\text{m}^2$$

Cada prototipo tiene una medida 4 m²; por consiguiente, para cada prototipo se utilizará 117 ladrillos; esto quiere decir que para cuatro prototipos se utilizará un total de **468 ladrillos**.

Para realizar el asentado de ladrillos, primero se tuvo que realizar una verificación de la superficie a construir, ya que debe estar nivelada; los ladrillos deben estar humedecidos por lo menos media hora, para así reducir su capacidad de succión; de esta manera encontrar mejor adherencia entre el mortero y el ladrillo.

Posteriormente, se realizó el trazado del muro en el suelo con tiralíneas; luego de verificar que correctamente esté alineado, se procede a colocar los ladrillos sobre las líneas trazadas; dejando un espaciamiento entre cada ladrillo para colocar el mortero de junta. Seguidamente, se procede a armar

las siguientes hiladas, verificando la nivelación vertical y horizontal del muro que se está levantando.

Se usó distintos tipos de mortero para cada prototipo; es decir, para un mortero convencional y para los morteros con sus distintas adiciones de poliestireno expandido reciclado.

Para calcular el volumen del mortero, se empleó la siguiente fórmula:

$$V_{mo} = V_{mu} - C_{la} \times V_{la}$$

Donde:

V_{mo} = volumen de mortero (m^3/m^2)

V_{mu} = volumen de muro (m^3/m^2)

C_{la} = cantidad de ladrillo por m^2

V_{la} = volumen de ladrillos (m^3/m^2)

❖ **Cálculo de volumen de mortero para asentado de ladrillos en cada prototipo:**

- **Volumen de ladrillo:**

$$V_{la} = 0.24 \times 0.10 \times 0.12 = \mathbf{0.00288 \text{ m}^3}$$

- **Volumen de muro:**

$$V_{mu} = 4.00 \times 1.00 \times 0.10 = \mathbf{0.40 \text{ m}^3}$$

- **Volumen de mortero:**

$$V_{mo} = 0.40 \text{ m}^3 - 117 \times 0.00288 \times 10\% \text{ desperdicio} = \mathbf{0.07 \text{ m}^3}$$

3.5.2.1. Prototipo convencional:

❖ **Cálculo de materiales mortero en juntas para asentado de ladrillos:**

- **Cemento:**

Bolsas

$$0.07 \text{ m}^3/m^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.518 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.518 \text{ bolsas} \rightarrow x = 22 \text{ kg}}$$

- **Arena gruesa:**

Metros cúbicos (m^3)

$$0.07 \text{ m}^3/m^3 \times 1.05 \text{ m}^3 = \mathbf{0.074 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

1 m³ → 36 baldes

0.074 m³ → x = 2.7 baldes

- **Agua:**

0.07 m³ x 268 litros = **19 litros**

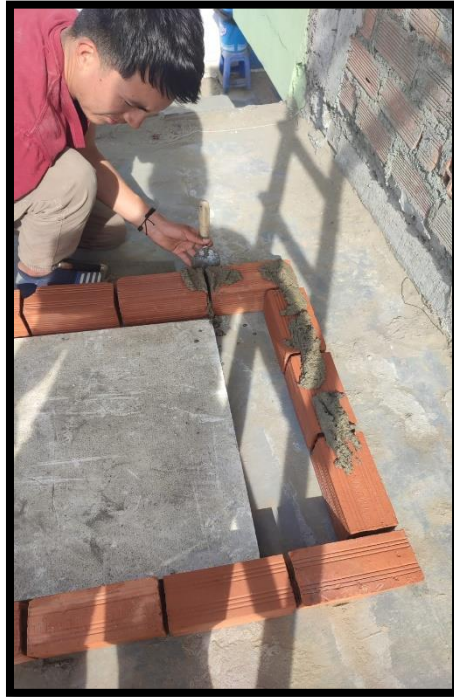


Figura 7. *Primera hilada en asentado de ladrillos*

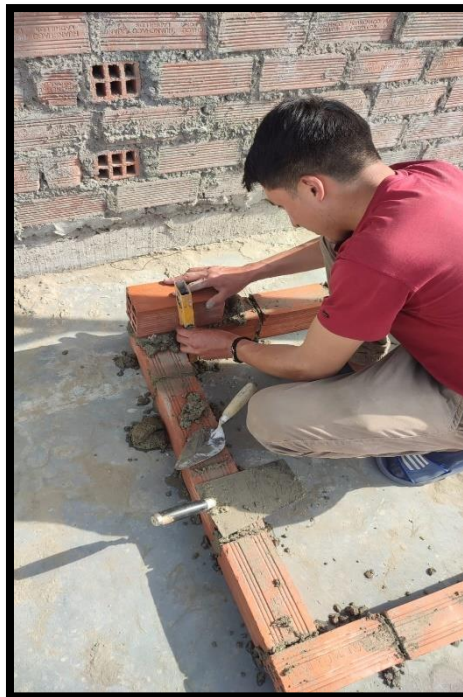


Figura 8. *Nivelación vertical de muro*



Figura 9. *Asentado de ladrillos*



Figura 10. *Prototipo convencional*

3.5.2.2. Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado:

❖ Cálculo de materiales mortero en juntas para asentado de ladrillos:

- **Cemento:**

Bolsas

$$0.07 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.518 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.518 \text{ bolsas} \rightarrow x = 22 \text{ kg}}$$

- **Arena gruesa:**

Metros cúbicos (m³)

$$0.07 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0.945 \text{ m}^3 = \mathbf{0.066 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.066 \text{ m}^3 \rightarrow x = 2.4 \text{ baldes}}$$

- **Agua:**

$$0.07 \text{ m}^3 \times 241 \text{ litros} = \mathbf{16.9 \text{ litros}}$$

- **Perlas de eps reciclado (10%):**

Metros cúbicos (m³)

$$0.07 \text{ m}^3 \times 0.105 = \mathbf{0.007 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.007 \text{ m}^3 \rightarrow x = 0.252 \text{ baldes}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ balde de eps reciclado} \rightarrow 0.11 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.252 \text{ baldes} \rightarrow x = 0.028 \text{ kg}}$$



Figura 11. Mezcla de mortero con 10% de perlas de eps reciclado



Figura 12. *Asentado de ladrillo con mortero con 10% de perlas de eps*



Figura 13. *Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado*

3.5.2.3. Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado:

❖ Cálculo de materiales mortero en juntas para asentado de ladrillos:

- **Cemento:**

Bolsas

$$0.07 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.518 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.518 \text{ bolsas} \rightarrow x = 22 \text{ kg}}$$

- **Arena gruesa:**

Metros cúbicos (m³)

$$0.07 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0.787 \text{ m}^3 = \mathbf{0.055 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.055 \text{ m}^3 \rightarrow x = 2 \text{ baldes}}$$

- **Agua:**

$$0.07 \text{ m}^3 \times 201 \text{ litros} = \mathbf{14.1 \text{ litros}}$$

- **Perlas de eps reciclado (25%):**

Metros cúbicos (m³)

$$0.07 \text{ m}^3 \times 0.263 = \mathbf{0.019 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.019 \text{ m}^3 \rightarrow x = 0.648 \text{ baldes}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ balde de eps reciclado} \rightarrow 0.11 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.648 \text{ baldes} \rightarrow x = 0.075 \text{ kg}}$$



Figura 14. *Diseño de mezcla de mortero de junta con 25% de perlas de eps reciclado*



Figura 15. *Alineación de ladrillos para la construcción de prototipo con 25% de eps reciclado*



Figura 16. Nivelación vertical de muro



Figura 17. Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado

3.5.2.4. Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado:

❖ Cálculo de materiales mortero en juntas para asentado de ladrillos:

- **Cemento:**

Bolsas

$$0.07 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.518 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.518 \text{ bolsas} \rightarrow x = 22 \text{ kg}}$$

- **Arena gruesa:**

Metros cúbicos (m³)

$$0.07 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0.525 \text{ m}^3 = \mathbf{0.037 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.037 \text{ m}^3 \rightarrow x = 1.4 \text{ baldes}}$$

- **Agua:**

$$0.07 \text{ m}^3 \times 134 \text{ litros} = \mathbf{9.40 \text{ litros}}$$

- **Perlas de eps reciclado (50%):**

Metros cúbicos (m³)

$$0.07 \text{ m}^3 \times 0.525 = \mathbf{0.037 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.037 \text{ m}^3 \rightarrow x = 1.33 \text{ baldes}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ balde de eps reciclado} \rightarrow 0.11 \text{ kg}$$

$$\mathbf{1.33 \text{ baldes} \rightarrow x = 0.15 \text{ kg}}$$

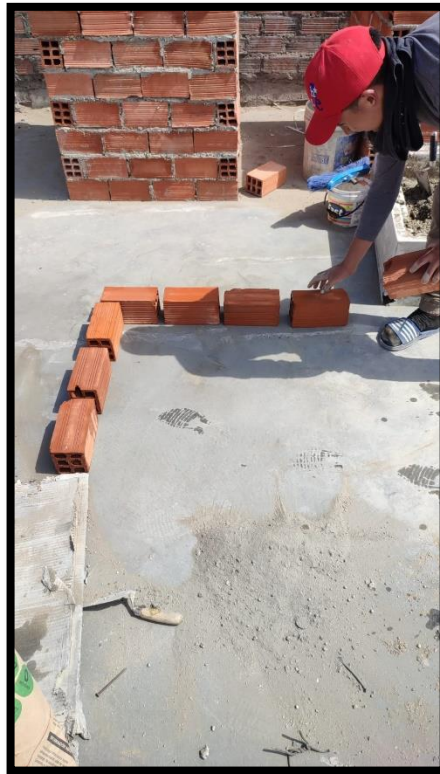


Figura 18. *Alineación de ladrillos para la construcción de prototipo con 50% de eps reciclado*



Figura 19. *Diseño de mezcla de mortero de junta con 50% de perlas de eps reciclado*



Figura 20. *Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado*

3.5.3. Tarrajeo en muros de los prototipos de viviendas:

El tarrajeo de muros, sólo se realizó al interior de cada prototipo; para ello, se utilizó los distintos diseños de mezclas de mortero; tanto para el convencional y las mezclas de mortero con porcentaje de perlas de poliestireno expandido reciclado (10%, 25% y 50%).

Para iniciar con el tarrajeo, primero se tuvo que humedecer los muros, para reducir la capacidad de succión del ladrillo y evitar así que perjudique la mezcla. Posteriormente, se procedió a rociar agua con cemento al interior de los muros para que la mezcla obtenga una mayor adherencia y sea más fácil su aplicación.

Se procedió aplicar el mortero fuertemente sobre el muro, haciendo uso de un badilejo. Seguidamente, se empezó a esparcir la mezcla colocada sobre el muro, para luego hacer cintas horizontales y verticales; después se emparejó con una regla de aluminio. Finalmente, se hace el frotachado con una paleta de madera para darle un mejor acabado y se usó triplay para la cobertura de los prototipos.

❖ **Cálculo de volumen de mortero para tarrajeo de muros en cada prototipo:**

- **Volumen de mortero:**

$$V_{mo} = 4.00 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 0.015 \text{ m} \times 10\% \text{ desperdicio} = \mathbf{0.06 \text{ m}^3}$$

3.5.3.1. Tarrajeo convencional:

❖ **Cálculo de materiales mortero para tarrajeo:**

- **Cemento:**

Bolsas

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.444 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.444 \text{ bolsas} \rightarrow x = 19 \text{ kg}}$$

- **Arena fina:**

Metros cúbicos (m^3)

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 1.05 \text{ m}^3 = \mathbf{0.063 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.063 \text{ m}^3 \rightarrow x = 2.3 \text{ baldes}}$$

- **Agua:**

$$0.06 \text{ m}^3 \times 268 \text{ litros} = \mathbf{16 \text{ litros}}$$



Figura 21. Tarrajeo en muros de prototipo convencional

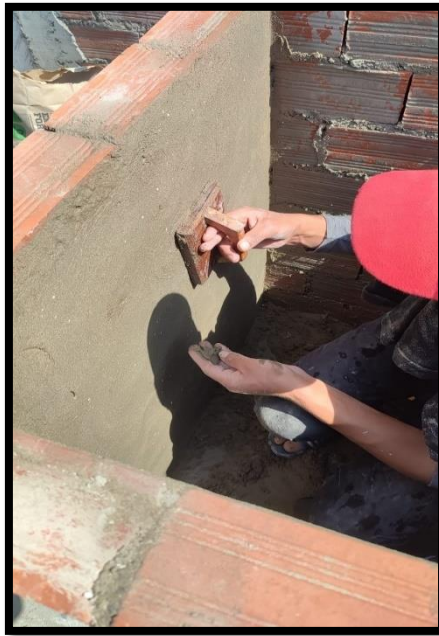


Figura 22. Frotachado de muro

3.5.3.2. Tarrajeo con 10% de eps reciclado:

❖ Cálculo de materiales mortero para tarrajeo:

- Cemento:

Bolsas

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.444 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.444 \text{ bolsas} \rightarrow x = 19 \text{ kg}}$$

- Arena fina:

Metros cúbicos (m³)

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0.945 \text{ m}^3 = \mathbf{0.057 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.057 \text{ m}^3 \rightarrow x = 2 \text{ baldes}}$$

- Agua:

$$0.06 \text{ m}^3 \times 241 \text{ litros} = \mathbf{14.5 \text{ litros}}$$

- Perlas de eps reciclado (10%):

Metros cúbicos (m³)

$$0.06 \text{ m}^3 \times 0.105 = \mathbf{0.006 \text{ m}^3}$$

Baldes (20 Litros)

1 m³ → 36 baldes

0.006 m³ → x = 0.216 baldes

Kilogramos

1 balde de eps reciclado → 0.11 kg

0.216 baldes → x = 0.024 kg



Figura 23. Mezcla de mortero con 10% de eps reciclado



Figura 24. Pañetado de muro



Figura 25. Tarrajeo interior de prototipo

3.5.3.3. Tarrajeo con 25% de eps reciclado:

❖ Cálculo de materiales mortero para tarrajeo:

- Cemento:

Bolsas

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.444 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.444 \text{ bolsas} \rightarrow x = 19 \text{ kg}}$$

- Arena fina:

Metros cúbicos (m^3)

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0.787 \text{ m}^3 = \mathbf{0.047 \text{ m}^3}$$

Baldes

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.047 \text{ m}^3 \rightarrow x = 1.7 \text{ baldes}}$$

- Agua:

$$0.06 \text{ m}^3 \times 201 \text{ litros} = \mathbf{12 \text{ litros}}$$

- Perlas de eps reciclado (25%):

Metros cúbicos (m^3)

$$0.06 \text{ m}^3 \times 0.263 = \mathbf{0.016 \text{ m}^3}$$

Baldes

1 m³ → 36 baldes

0.016 m³ → x = 0.576 baldes

Kilogramos

1 balde de eps reciclado → 0.11 kg

0.576 baldes → x = 0.063 kg



Figura 26. Regleado de muro



Figura 27. Tarrajeo interior de prototipo

3.5.3.4. Tarrajeo con 50% de eps reciclado:

❖ **Cálculo de materiales mortero para tarrajeo:**

- **Cemento:**

Bolsas

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 7.4 \text{ bolsas} = \mathbf{0.444 \text{ bolsas}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ bolsa} \rightarrow 42.5 \text{ kg}$$

$$\mathbf{0.444 \text{ bolsas} \rightarrow x = 19 \text{ kg}}$$

- **Arena fina:**

Metros cúbicos (m³)

$$0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 0.525 \text{ m}^3 = \mathbf{0.032 \text{ m}^3}$$

Baldes

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.032 \text{ m}^3 \rightarrow x = 1.2 \text{ baldes}}$$

- **Agua:**

$$0.06 \text{ m}^3 \times 134 \text{ litros} = \mathbf{8 \text{ litros}}$$

- **Perlas de eps reciclado (50%):**

Metros cúbicos (m³)

$$0.06 \text{ m}^3 \times 0.525 = \mathbf{0.032 \text{ m}^3}$$

Baldes

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow 36 \text{ baldes}$$

$$\mathbf{0.032 \text{ m}^3 \rightarrow x = 1.152 \text{ baldes}}$$

Kilogramos

$$1 \text{ balde de eps reciclado} \rightarrow 0.11 \text{ kg}$$

$$\mathbf{1.152 \text{ baldes} \rightarrow x = 0.127 \text{ kg}}$$



Figura 28. *Rociado de agua y cemento al interior del prototipo*

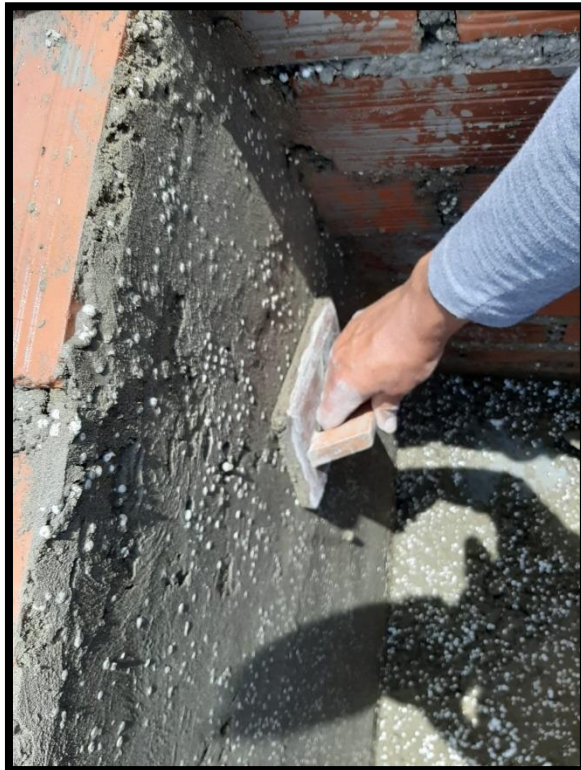


Figura 29. *Frotachado de muro*



Figura 30. *Relleno de imperfecciones en muro*



Figura 31. *Tarrajeo interior de prototipo*

3.5.4. Ensayos de aislación acústica y térmica:

Se realizó los ensayos de:

❖ Aislación Acústica:

Para poder determinar la aislación acústica, se realizó el ensayo de ruido aéreo, basados en la norma UNE-EN ISO 717-1. Para ello se hizo uso de un sonómetro digital y un celular con una aplicación instalada que genera sonidos en diferentes frecuencias.

Para empezar con el ensayo, se tuvo que determinar el índice de reducción acústica (R), mediante la siguiente formula:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right) [dB]$$

donde:

- L_1 es el nivel de presión acústica en el ambiente emisor (dB).
- L_2 es el nivel de presión acústica el ambiente receptor (dB).
- S es el área de elemento constructivo (m^2).
- A es el área de absorción sonora equivalente del espacio receptor (m^2). Para hallar "A", es necesario utilizar la fórmula de Sabine, expresada en la siguiente formula.

$$A = \left(\frac{0.16 * V}{T} \right) [m^2]$$

donde:

- V es el volumen del ambiente receptor (m^3)
- T es el tiempo de reverberación del recinto receptor (s)

Luego de haber calculado el índice de reducción acústica (R), se procede a obtener el Índice ponderado de reducción acústica (R_w), que es el valor en dB, que adapta el espectro de referencia en la frecuencia de 500 Hz, después de desplazarse por saltos a cada 1 dB, hacia la curva medida, hasta que la sumatoria de desviaciones desfavorables no supere los 32 dB. Una desviación desfavorable, se da cuando la medida a una determinada frecuencia es menor a la curva de referencia.

Tabla 5. Valores de referencia para aislamiento a ruido aéreo

Frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
Ref	33	36	39	42	45	48
Frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
Ref	51	52	53	54	55	56
Frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Ref	56	56	56	56	-	-

Fuente: Norma UNE-EN ISO 717-1

Seguidamente, se procede a calcular el índice global de reducción acústica ponderado A (R_A) del prototipo, expresado en dBA, en función del índice de reducción acústica (R) para un ruido incidente rosa normalizado ponderado A.

Mediante los datos obtenidos previamente de (R), se calcula R_A , mediante la siguiente fórmula:

$$R_A = -10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R_i)/10} [dBA]$$

Donde:

- R_i corresponde al valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i , en dB.
- $L_{Ar,i}$ corresponde al valor del espectro de ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , en dBA.
- i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5000 Hz.

Tabla 6. Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A

Frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
$L_{Ar,i}$	-29	-26	-23	-21	-19	-17
Frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
$L_{Ar,i}$	-15	-13	-12	-11	-10	-9
Frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$L_{Ar,i}$	-9	-9	-9	-9	-	-

Fuente: Norma UNE-EN ISO 717-1



Figura 32. Software y sonómetro utilizados para los ensayos acústicos



Figura 33. Registro de datos en el ambiente emisor



Figura 34. Registro de datos en el ambiente receptor

❖ **Aislación térmica:**

Para determinar las propiedades de aislación térmica, se realizó los ensayos de conductividad, resistencia y transmitancia térmica, mediante la norma EM.110

- **Conductividad térmica (λ):**

Se elaboró un total de 8 muestras de mortero: 1 muestra de mortero convencional de junta para asentado de ladrillos, 1 muestra de mortero convencional para tarrajeo de muros, 3 muestras de mortero con porcentajes (10%, 25%, y 50%) de junta para asentado de ladrillos, 3 muestras de mortero con porcentajes (10%, 25%, y 50%) para tarrajeo de muros.

El ensayo de conductividad térmica de las 8 muestras, estuvo a cargo de la empresa GEOTECNIK SAC; para realizarlo, se tuvo que usar el equipo Thermtest TLS-100, el cual es un medidor portátil que mide la conductividad térmica de algunos materiales como el suelo, rocas, hormigón y polímeros, etc.



Figura 35. *Thermtest TLS-100*



Figura 36. *Ensayo de conductividad térmica de mortero convencional.*

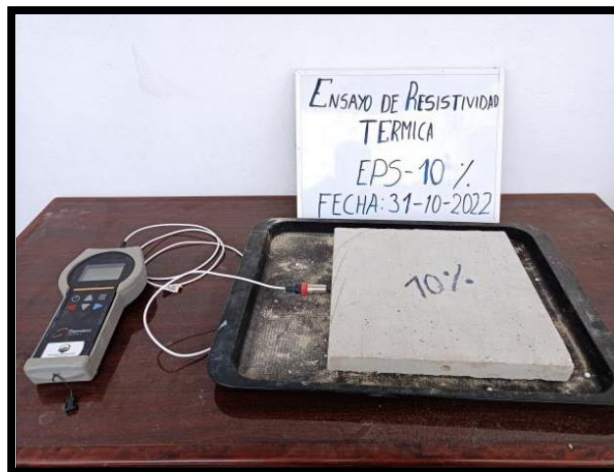


Figura 37. *Ensayo de conductividad térmica de mortero con 10% de perlas de eps reciclado.*



Figura 38. *Ensayo de conductividad térmica de mortero con 25% de perlas de eps reciclado.*



Figura 39. Ensayo de conductividad térmica de mortero con 50% de perlas de eps reciclado

Para realizar la medición, se debe de introducir totalmente el sensor dentro de la muestra e inmediatamente se efectúa una medición con solo pulsar un botón. Finalmente, luego de 180 segundos, se muestran los resultados de conductividad térmica.

Asimismo, para determinar la conductividad térmica del ladrillo tipo pandereta se utilizó los datos de la norma EM.110.

Nº	Material	Densidad ρ (kg / m ³)	Coefficiente de Transmisión Térmica o de Conductividad térmica k (W / m K)	Transmitancia térmica U (W/m ² K)	Calor Específico C_p (J / kg °C)
MAMPOSTERIA					
20	Bloque de arcilla - Ladrillo corriente	1700	0.84	---	800
21	Bloque de arcilla - Ladrillo tipo King Kong	1000	0.47	---	930
22	Bloque de arcilla - Ladrillo pandereta	900	0.44	---	---
23	Bloque de arcilla - Ladrillo hueco de techo	600	0.35	---	---
24	Bloque de arcilla - Ladrillo pastelero	1450	0.71	---	---
25	Bloque de concreto - Unidad hueca	1200	0.50	---	1000
26	Adobe	1100 - 1800	0.90	---	---

Figura 40. Conductividad térmica del ladrillo tipo pandereta

Fuente: Norma EM.110

- **Resistencia térmica (R):**

Para hallar la resistencia térmica, es necesario conocer la conductividad térmica y el espesor de los materiales que componen cada prototipo. Es por ello que se usaron los datos previamente

obtenidos de los ensayos de conductividad térmica, además se midió el espesor de cada elemento constructivo (mortero de tarrajeo, ladrillo, mortero de junta).

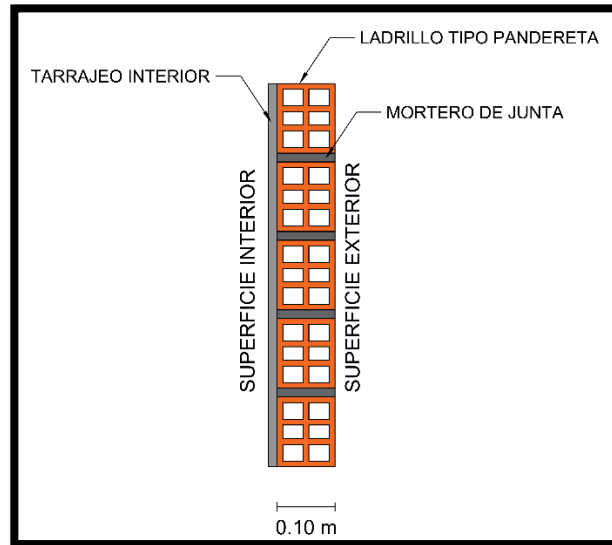


Figura 41. *Materiales que componen el prototipo*

Para hallar la resistencia térmica de los materiales empleados, se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

e = espesor del elemento constructivo, en metros.

λ = conductividad térmica del material, en watt por metro kelvin

Por otro lado, se hizo uso de la norma EM.110 para hallar la resistencia superficial de un muro; utilizando el valor de 0.06 m².K/W para la resistencia superficial interior y 0.11 m².K/W para la resistencia superficial exterior. Estos valores se utilizaron para todos los prototipos.

Finalmente, la resistencia térmica de cada prototipo, es igual a la suma de las resistencias superficiales y resistencia térmica de cada material empleado (mortero de tarrajeo, ladrillo, mortero de junta).

Transmitancia térmica (K):

La transmitancia térmica de cada prototipo, será igual a la inversa de la resistencia térmica total, es decir.

$$K = \frac{1}{R}$$

Para que la transmitancia térmica de cada prototipo cumpla con la norma EM.110; no debe exceder los valores máximos de transmitancia térmica de un muro. Para la zona bioclimática del presente proyecto, el valor correspondiente para el valor máximo de transmitancia térmica de un muro es de 2.36 (W/m².K).

3.5.5. Control de temperatura al interior y exterior de los prototipos de viviendas:

Para realizar el control de temperatura, se hizo uso de un termómetro digital para medir la temperatura al exterior y al interior de cada prototipo por un periodo de 24 horas; para así poder evidenciar la variación de temperatura de cada prototipo; los cálculos se detallarán en los resultados.



Figura 42. Control de temperatura al interior y exterior de prototipo



Figura 43. *Uso del termómetro digital para medición de prototipos*



Figura 44. *Registro de datos de temperatura obtenidos*

3.5.6. Cantidad óptima de perlas de poliestireno expandido reciclado de los prototipos de viviendas

La cantidad optima de perlas de poliestireno expandido reciclado se determinó, al analizar resultados de los ensayos de aislación térmica y acústica; así como la medición de temperatura de los prototipos de viviendas. Por consiguiente, se optó por el prototipo que tuvo un mejor confort térmico y acústico.

3.6. Método de análisis de datos:

3.6.1. Técnicas de análisis de datos:

La presente investigación utilizará la estadística descriptiva como método de análisis de datos, puesto que presenta un diseño de tipo experimental, para lo cual el análisis de datos se realizará mediante gráficos y tablas elaboradas en el programa Microsoft Excel, a partir de la información registrada en las guías de observación con el fin de evaluar las propiedades aislantes de las perlas de poliestireno expandido reciclado.

3.7. Aspectos éticos:

La ética es primordial para todo profesional ya que logra brindar confiabilidad en lo que se realiza, es por esto que este trabajo de investigación ha sido citado en múltiples proyectos de investigación, trabajos y artículos de fuentes confiables para su posterior redacción y revisión por parte del jurado. Es por esto que la ética y moral deben ir en conjunto, lo cual se verá reflejado en este estudio, citándose de manera correcta los manuales ISO 690 y 690-2, además de analizar las similitudes del estudio con el programa TURNITIN.

IV. RESULTADOS

4.1. Diseños de mezcla de mortero:

La **Tabla 7** muestra la cantidad de materiales en metros cúbicos para mortero, con una proporción 1:5 que se usa de manera convencional en juntas de asentado de ladrillo y tarrajeo de muros; de acuerdo a esa proporción se procedió a calcular las demás dosificaciones. Los porcentajes de perlas de poliestireno expandido reciclado (10%, 25% y 50%), están en función al volumen del agregado. Para ello, se calculó el volumen total de la proporción convencional, luego se empezó a sustituir el agregado por las perlas de poliestireno expandido reciclado, con sus respectivos porcentajes.

Tabla 7. Cantidad de materiales por m³ de mortero

Proporción 1:5	Cantidad de materiales por m ³ de mortero			
	Cemento (bolsa 42.5 kg)	Arena (m ³)	Perlas de eps reciclado (m ³)	Agua (litros)
Convencional	7.4	1.05	-	268
10 % de perlas eps reciclado	7.4	0.945	0.105	241
25 % de perlas eps reciclado	7.4	0.787	0.263	201
50 % de perlas eps reciclado	7.4	0.525	0.525	134

4.2. Construcción de prototipo de viviendas:

La **Tabla 8** muestra la cantidad de materiales de mortero que se emplearon en los cuatro prototipos para las juntas de asentado de ladrillos. Para el primer prototipo, se utilizó una proporción 1:5 convencional; de acuerdo a esa proporción se procedió a calcular las demás dosificaciones. Para el segundo prototipo, se utilizó la proporción 1:5 con el 10% de perlas de poliestireno expandido reciclado. Para el tercer prototipo, se utilizó la proporción 1:5 con el 25% de perlas de poliestireno expandido reciclado. Para el cuarto prototipo, se utilizó la proporción 1:5 con el 50% de perlas de poliestireno expandido reciclado. Asimismo, para tener una mayor precisión en la cantidad de materiales empleados; el cemento y las perlas de poliestireno expandido reciclado se calcularon en kilogramos; la arena se calculó en baldes y el agua en litros.

Los cálculos de la **Tabla 8**, están en función de la **Tabla 7**.

Tabla 8. Cantidad de materiales de mortero en juntas para asentado de ladrillos

Proporción 1:5	CANTIDAD DE MATERIALES DE MORTERO EN JUNTAS PARA ASENTADO DE LADRILLOS, POR PROTOTIPO						
	Cemento		Arena		Perlas de eps reciclado		Agua
	Bolsas	Kg	m ³	Baldes	m ³	Kg	Litros
Convencional	0.518	22	0.074	2.7	-	-	19
10% perlas de eps reciclado	0.518	22	0.066	2.4	0.007	0.028	16.9
25% perlas de eps reciclado	0.518	22	0.055	2	0.019	0.075	14.1
50% perlas de eps reciclado	0.518	22	0.037	1.4	0.037	0.150	9.40

4.3. Tarrajeo en muros:

La **Tabla 9** muestra la cantidad de materiales de mortero que se emplearon en los cuatro prototipos para el tarrajeo de muros. Para el primer prototipo, se utilizó una proporción 1:5 convencional; de acuerdo a esa proporción se procedió a calcular las demás dosificaciones. Para el segundo prototipo, se utilizó la proporción 1:5 con el 10% de perlas de poliestireno expandido reciclado. Para el tercer prototipo, se utilizó la proporción 1:5 con el 25% de perlas de poliestireno expandido reciclado. Para el cuarto prototipo, se utilizó la proporción 1:5 con el 50% de perlas de poliestireno expandido reciclado. Asimismo, para tener una mayor precisión en la cantidad de materiales empleados; el cemento y las perlas de poliestireno expandido reciclado se calcularon en kilogramos; la arena se calculó en baldes y el agua en litros.

Los cálculos de la **Tabla 9**, están en función de la **Tabla 7**.

Tabla 9. Cantidad de materiales de mortero para tarrajeo en muros de prototipo

Proporción 1:5	CANTIDAD DE MATERIALES DE MORTERO PARA TARRAJEO, POR PROTOTIPO						
	Cemento		Arena		Perlas de eps reciclado		Agua
	Bolsas	Kg	m ³	Baldes	m ³	Kg	Litros
Convencional	0.444	19	0.063	2.3	-	-	16
10% perlas de eps reciclado	0.444	19	0.057	2	0.006	0.024	14.5
25% perlas de eps reciclado	0.444	19	0.047	1.7	0.016	0.063	12
50% perlas de eps reciclado	0.444	19	0.032	1.2	0.032	0.127	8

4.4. Aislación térmica y acústica

4.4.1. Ruido aéreo:

- Prototipo convencional:

La **Tabla 10** contiene los datos que se obtuvieron en los ensayos acústicos para el prototipo convencional; para el cálculo de índice de reducción acústica, se utilizó las fórmulas y los valores ponderados mencionados en la norma ISO 717-1. La **Figura 45** muestra las curvas obtenidas del ensayo y la de referencia, con el fin de obtener el índice de aislamiento ponderado (R_w), con un valor de 26 dB; asimismo, con respecto al índice global de reducción acústica ponderado A (R_A), se obtuvo un valor de 25 dBA.

Tabla 10. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”

Frecuencia (Hz)	Emisor (dB)	Receptor (dB)	R (dB)
100	65.40	48.30	22.05
125	65.70	49.70	20.95
160	70.60	48.80	26.75
200	70.70	52.40	23.25
250	66.40	45.30	26.05
315	68.30	45.70	27.55
400	68.00	50.20	22.75
500	71.80	46.40	30.35
630	75.00	43.40	36.55
800	72.40	50.80	26.55
1000	74.20	54.70	24.45
1250	73.80	52.40	26.35
1600	74.00	54.90	24.05
2000	73.30	57.80	20.45
2500	76.70	44.00	37.65
3150	79.50	54.00	30.45

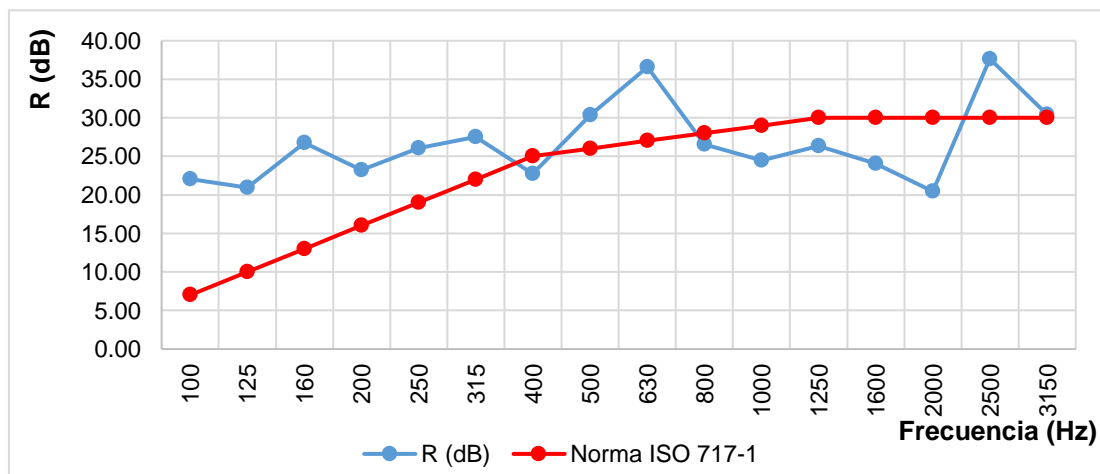


Figura 45. Índice de reducción acústica (R)

- Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado:

La **Tabla 11** contiene los datos que se obtuvieron en los ensayos acústicos para el prototipo con 10% de perlas de eps reciclado; para el cálculo de índice de reducción acústica, se utilizó las fórmulas y los valores ponderados mencionados en la norma ISO 717-1. La **Figura 46** muestra las curvas obtenidas del ensayo y la de referencia, con el fin de obtener el índice de aislamiento ponderado (R_w), con un valor de 26 dB; asimismo, con respecto al índice global de reducción acústica ponderado A (R_A), se obtuvo un valor de 26 dBA.

Tabla 11. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”

Frecuencia (Hz)	Emisor (dB)	Receptor (dB)	R (dB)
100	65.40	50.10	20.25
125	65.70	47.70	22.95
160	70.60	50.80	24.75
200	70.70	53.90	21.75
250	66.40	52.40	18.95
315	68.30	46.90	26.35
400	68.00	54.00	18.95
500	71.80	53.80	22.95
630	75.00	54.30	25.65
800	72.40	51.50	25.85
1000	74.20	49.80	29.35
1250	73.80	55.00	23.75
1600	74.00	52.10	26.85
2000	73.30	51.50	26.75
2500	76.70	52.60	29.05
3150	79.50	50.90	33.55

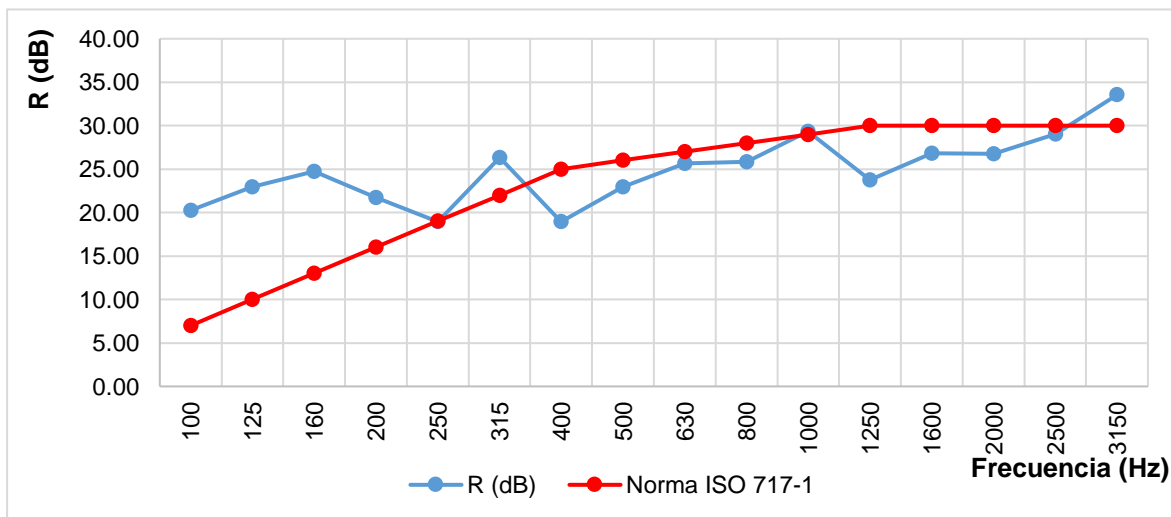


Figura 46. Índice de reducción acústica (R)

- Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado:

La **Tabla 12** contiene los datos que se obtuvieron en los ensayos acústicos para el prototipo 25% de perlas de eps reciclado; para el cálculo de índice de reducción acústica, se utilizó las fórmulas y los valores ponderados mencionados en la norma ISO 717-1. La **Figura 47** muestra las curvas obtenidas del ensayo y la de referencia, con el fin de obtener el índice de aislamiento ponderado (R_w), con un valor de 24 dB; asimismo, con respecto al índice global de reducción acústica ponderado A (R_A), se obtuvo un valor de 24 dBA.

Tabla 12. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”

Frecuencia (Hz)	Emisor (dB)	Receptor (dB)	R (dB)
100	65.40	50.00	20.35
125	65.70	49.90	20.75
160	70.60	47.20	28.35
200	70.70	58.70	16.95
250	66.40	51.10	20.25
315	68.30	56.10	17.15
400	68.00	53.50	19.45
500	71.80	53.00	23.75
630	75.00	59.20	20.75
800	72.40	53.60	23.75
1000	74.20	51.20	27.95
1250	73.80	52.30	26.45
1600	74.00	55.20	23.75
2000	73.30	51.20	27.05
2500	76.70	51.80	29.85
3150	79.50	56.50	27.95

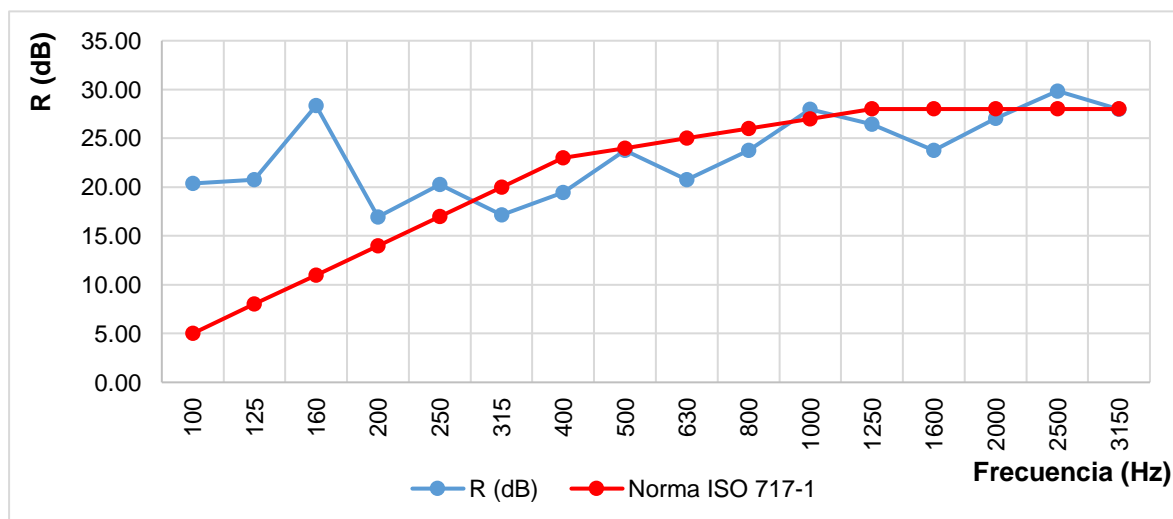


Figura 47. Índice de reducción acústica (R)

- Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado:

La **Tabla 13** contiene los datos que se obtuvieron en los ensayos acústicos para el prototipo 50% de perlas de eps reciclado; para el cálculo de índice de reducción acústica, se utilizó las fórmulas y los valores ponderados mencionados en la norma ISO 717-1. La **Figura 48** muestra las curvas obtenidas del ensayo y la de referencia, con el fin de obtener el índice de aislamiento ponderado (R_w), con un valor de 23 dB; asimismo, con respecto al índice global de reducción acústica ponderado A (R_A), se obtuvo un valor de 25 dBA.

Tabla 13. Registro de nivel de presión sonora del emisor, receptor y “R”

Frecuencia (Hz)	Emisor (dB)	Receptor (dB)	R (dB)
100	65.40	50.90	19.45
125	65.70	46.50	24.15
160	70.60	52.30	23.25
200	70.70	53.30	22.35
250	66.40	52.50	18.85
315	68.30	46.80	26.45
400	68.00	56.60	16.35
500	71.80	55.60	21.15
630	75.00	57.40	22.55
800	72.40	53.10	24.25
1000	74.20	48.90	30.25
1250	73.80	52.20	26.55
1600	74.00	51.40	27.55
2000	73.30	50.90	27.35
2500	76.70	56.90	24.75
3150	79.50	54.20	40.25

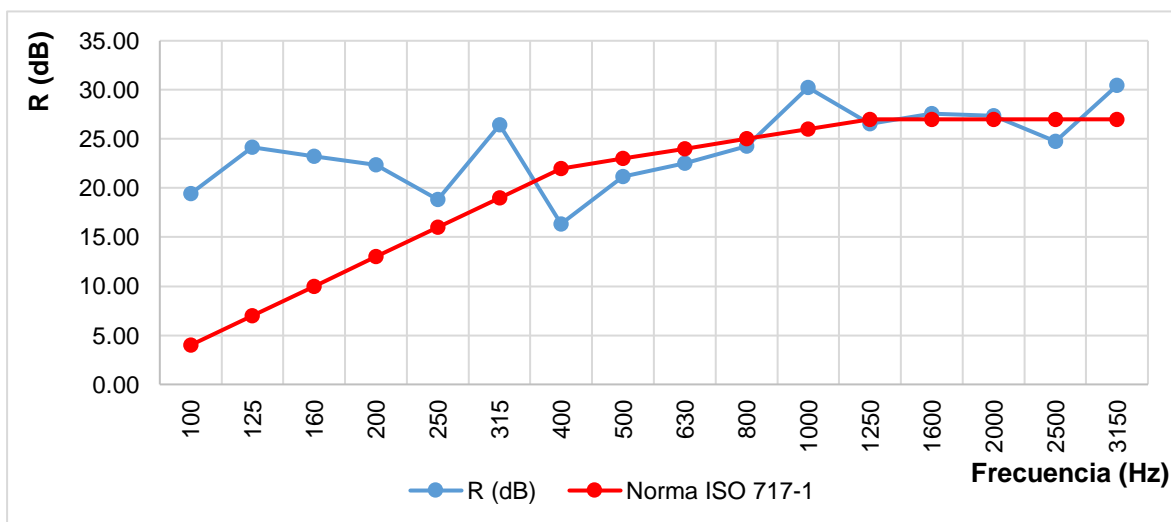


Figura 48. Índice de reducción acústica (R)

4.4.2. Conductividad térmica:

La **Tabla 14** muestra la conductividad térmica de los materiales empleados en la construcción de los prototipos. Los datos se obtuvieron a partir de los ensayos realizados y mediante la norma técnica EM.110. Mediante estos datos obtenidos, se halló la resistencia térmica de cada prototipo.

Tabla 14. *Conductividad térmica de materiales empleados en prototipos*

Materiales empleados	Cond. Térmica (λ) W/m.K
Ladrillo tipo pandereta	0.44
Mortero convencional en juntas	0.99
Mortero con 10% de perlas de eps reciclado en juntas	0.76
Mortero con 25% de perlas de eps reciclado en juntas	0.50
Mortero con 50% de perlas de eps reciclado en juntas	0.20
Mortero convencional para tarrajeo de muros	0.96
Mortero con 10% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.84
Mortero con 25% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.54
Mortero con 50% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.30

4.4.3. Resistencia térmica:

La **Tabla 15** muestra los cálculos y resultados para obtener la resistencia térmica del prototipo convencional. Para hallar la resistencia térmica, se consideró las capas que conforman el prototipo, espesor y conductividad térmica; dando un resultado de **0.514 m². K/W**.

Tabla 15. *Resistencia térmica de prototipo convencional*

Prototipo convencional		Espesor m	Cond. térmica (λ) W/m.K	Resist. Térmica (R) m ² .K/W
Capa del elemento constructivo				
Resistencia superficial interior		-	-	0.06
1	Tarrajeo interior (mortero convencional)	0.015	0.96	0.016
2	Ladrillo pandereta	0.10	0.44	0.227
3	Mortero convencional para asentado de ladrillos	0.10	0.99	0.101
Resistencia superficial exterior		-	-	0.11
RESISTENCIA TERMICA DEL PROTOTIPO				0.514

La **Tabla 16** muestra los cálculos y resultados para obtener la resistencia térmica del prototipo con 10% de perlas de eps reciclado. Para hallar la resistencia térmica, se consideró las capas que conforman el prototipo, espesor y conductividad térmica; dando un resultado de **0.546 m². K/W**.

Tabla 16. Resistencia térmica de prototipo con 10% de perlas de eps reciclado

Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado		Espesor	Cond. térmica (λ)	Resist. Térmica (R)
Capa del elemento constructivo		m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior		-	-	0.06
1	Tarrajeo interior (mortero + 10% perlas de eps reciclado)	0.015	0.84	0.018
2	Ladrillo pandereta	0.10	0.44	0.227
3	Mortero con 10% de perlas de eps reciclado para asentado de ladrillos	0.10	0.76	0.131
Resistencia superficial exterior		-	-	0.11
RESISTENCIA TERMICA DEL PROTOTIPO				0.546

La **Tabla 17** muestra los cálculos y resultados para obtener la resistencia térmica del prototipo con 25% de perlas de eps reciclado. Para hallar la resistencia térmica, se consideró las capas que conforman el prototipo, espesor y conductividad térmica; dando un resultado de **0.625 m². K/W**.

Tabla 17. Resistencia térmica de prototipo con 25% de perlas de eps reciclado

Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado		Espesor	Cond. térmica (λ)	Resist. Térmica (R)
Capa del elemento constructivo		m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior		-	-	0.06
1	Tarrajeo interior (mortero + 25% perlas de eps reciclado)	0.015	0.54	0.028
2	Ladrillo pandereta	0.10	0.44	0.227
3	Mortero con 25% de perlas de eps reciclado para asentado de ladrillos	0.10	0.50	0.20
Resistencia superficial exterior		-	-	0.11
RESISTENCIA TERMICA DEL PROTOTIPO				0.625

La **Tabla 18** muestra los cálculos y resultados para obtener la resistencia térmica del prototipo con 10% de perlas de eps reciclado. Para hallar la resistencia térmica, se consideró las capas que conforman el prototipo, espesor y conductividad térmica; dando un resultado de **0.947 m². K/W**.

Tabla 18. Resistencia térmica de prototipo con 50% de perlas de eps reciclado

Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado		Espesor	Cond. térmica (λ)	Resist. Térmica (R)
Capa del elemento constructivo		m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior		-	-	0.06
1	Tarrajeo interior (mortero + 50% perlas de eps reciclado)	0.015	0.30	0.05
2	Ladrillo pandereta	0.10	0.44	0.227
3	Mortero con 50% de perlas de eps reciclado para asentado de ladrillos	0.10	0.20	0.5
Resistencia superficial exterior		-	-	0.11
RESISTENCIA TERMICA DEL PROTOTIPO				0.947

4.4.4. Transmitancia térmica:

La **Tabla 19** muestra los resultados de transmitancia térmica de los cuatro prototipos, obtenidos mediante la inversa de la resistencia térmica de cada prototipo. Para el prototipo convencional se obtuvo un valor de 1.95 W/m².K, para el prototipo con 10% de perlas de eps reciclado se obtuvo un valor de 1.83 W/m².K, para el prototipo con 25% de perlas de eps reciclado se obtuvo un valor de 1.60 W/m². K, para el prototipo con 50% de perlas de eps reciclado se obtuvo un valor de 1.06 W/m².K.

Tabla 19. Transmitancia térmica de prototipos

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE PROTOTIPOS (W/m ² . K)			
Convencional	10% perlas de eps reciclado	25% perlas de eps reciclado	50% perlas de eps reciclado
1.95	1.83	1.60	1.06

4.5. Control de temperatura:

La **Tabla 20** muestra los datos de temperatura, obtenidos en el interior y exterior de los prototipos. De acuerdo a la tabla, se puede evidenciar que existe una variación de temperatura mientras más porcentaje de perlas de poliestireno expandido reciclado tenga el prototipo.

Tabla 20. Control de temperatura de prototipos

HORA:		T (°C) Ambiente	PROTOTIPO CONVENCIONAL T (°C) Interior	PROTOTIPOS CON PERLAS DE EPS RECICLADO		
				10% T (°C) Interior	25% T (°C) Interior	50% T (°C) Interior
00:00:00	a.m.	17.30	18.20	18.50	19.20	20.30
01:00:00	a.m.	17.10	18.10	18.70	18.90	20.50
02:00:00	a.m.	17.60	18.50	19.20	20.50	22.70
03:00:00	a.m.	16.80	18.20	18.90	19.50	21.00
04:00:00	a.m.	17.60	18.50	18.00	19.00	19.80
05:00:00	a.m.	18.20	19.50	19.90	20.50	21.00
06:00:00	a.m.	18.50	18.80	20.10	21.30	22.40
07:00:00	a.m.	18.00	18.40	18.30	17.80	18.20
08:00:00	a.m.	20.60	20.80	21.00	22.30	22.40
09:00:00	a.m.	24.50	22.00	22.00	25.00	20.90
10:00:00	a.m.	24.10	25.40	25.00	25.40	27.00
11:00:00	a.m.	29.40	28.20	29.00	30.60	24.80
12:00:00	p.m.	28.00	29.00	29.20	30.10	31.40
01:00:00	p.m.	30.00	31.50	30.00	31.00	32.00
02:00:00	p.m.	30.80	29.00	29.50	30.10	31.10
03:00:00	p.m.	28.50	28.00	28.00	29.10	29.40
04:00:00	p.m.	29.50	28.00	28.20	29.10	30.40
05:00:00	p.m.	19.52	22.30	21.00	21.40	22.40
06:00:00	p.m.	17.40	20.40	19.80	20.20	20.10
07:00:00	p.m.	18.00	19.40	20.00	21.40	22.40
08:00:00	p.m.	15.90	19.10	19.60	18.70	19.20
09:00:00	p.m.	18.00	18.50	20.00	21.40	22.00
10:00:00	p.m.	17.20	18.00	18.10	18.40	18.90
11:00:00	p.m.	18.20	19.20	20.10	20.40	21.60

La **Figura 49**, muestra las temperaturas al interior y exterior del prototipo convencional, donde se puede apreciar que no hay mucha variación, dentro del periodo de 24 horas en las mediciones de temperatura del prototipo

convencional; se obtuvo una temperatura promedio de 21.64°C y una temperatura promedio de 21.28°C al exterior del prototipo.

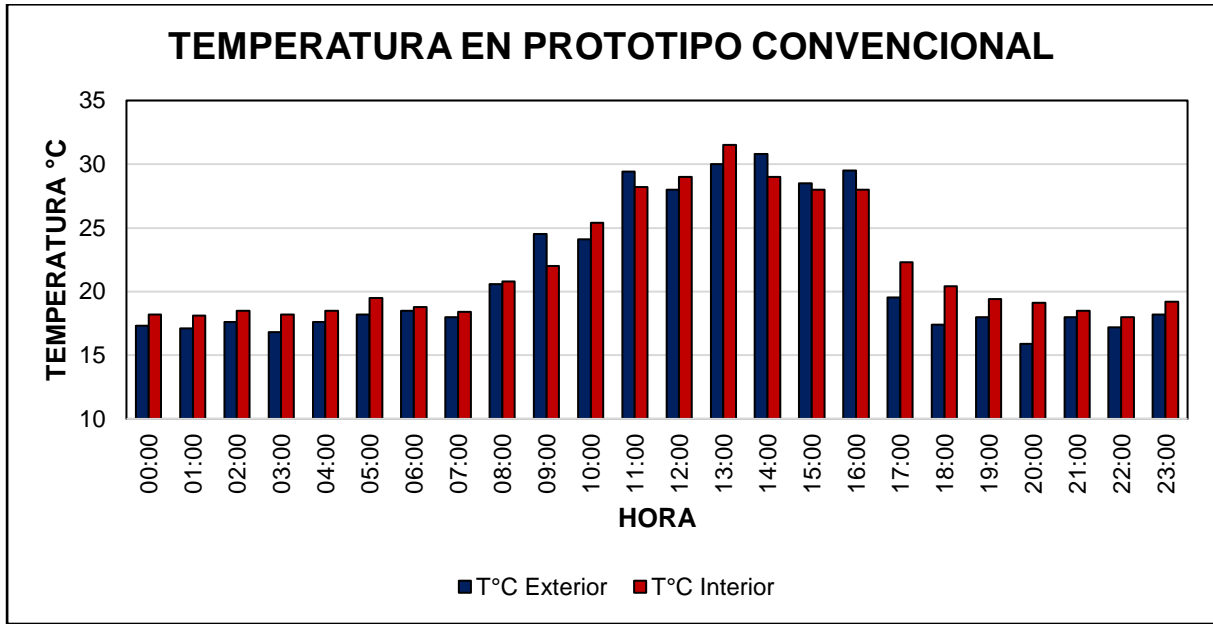


Figura 49: Temperatura interior y exterior de prototipo convencional

La **Figura 50**, muestra las temperaturas al interior y exterior del prototipo con 10% de perlas de eps reciclado, donde se puede apreciar que hay una leve variación, dentro del periodo de 24 horas en las mediciones de temperatura del prototipo convencional; se obtuvo una temperatura promedio de 21.87°C y una temperatura promedio de 21.28°C al exterior del prototipo.

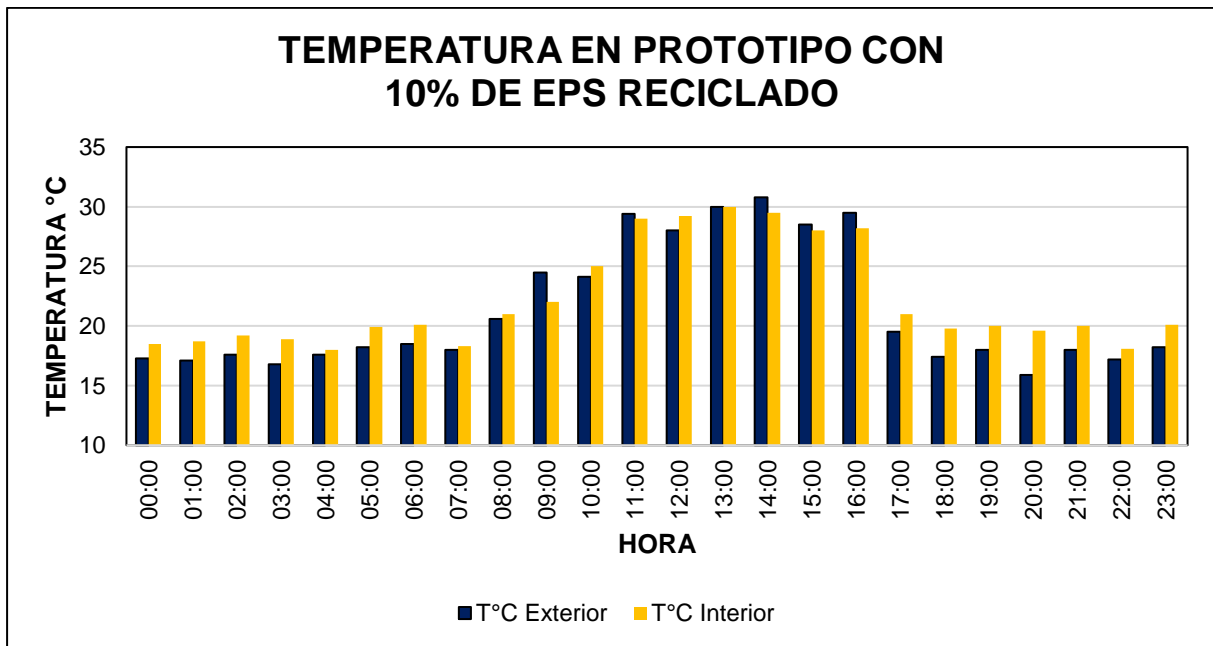


Figura 50: Temperatura interior y exterior de prototipo con 10% de eps reciclado

La **Figura 51**, muestra las temperaturas al interior y exterior del prototipo con 25% de perlas de eps reciclado, donde se puede apreciar que hay una leve variación, dentro del periodo de 24 horas en las mediciones de temperatura del prototipo convencional; se obtuvo una temperatura promedio de 22.78°C y una temperatura promedio de 21.28°C al exterior del prototipo.

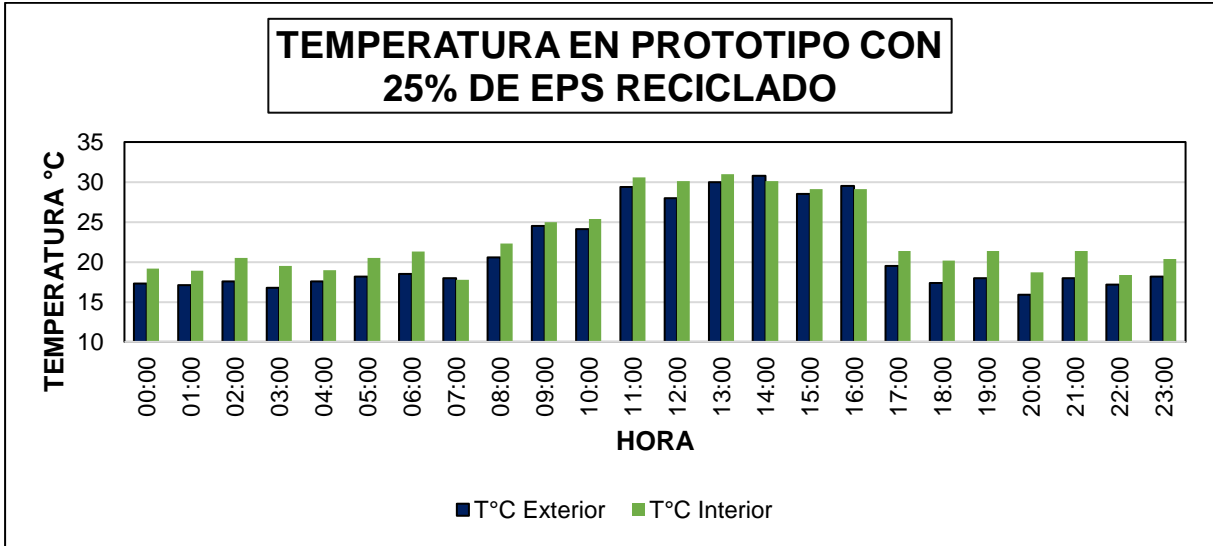


Figura 51: Temperatura interior y exterior de prototipo con 25% de eps reciclado

La **Figura 52**, muestra las temperaturas al interior y exterior del prototipo con 25% de perlas de eps reciclado, donde se puede apreciar que hay una leve variación, dentro del periodo de 24 horas en las mediciones de temperatura del prototipo convencional; se obtuvo una temperatura promedio de 23.41°C y una temperatura promedio de 21.28°C al exterior del prototipo.

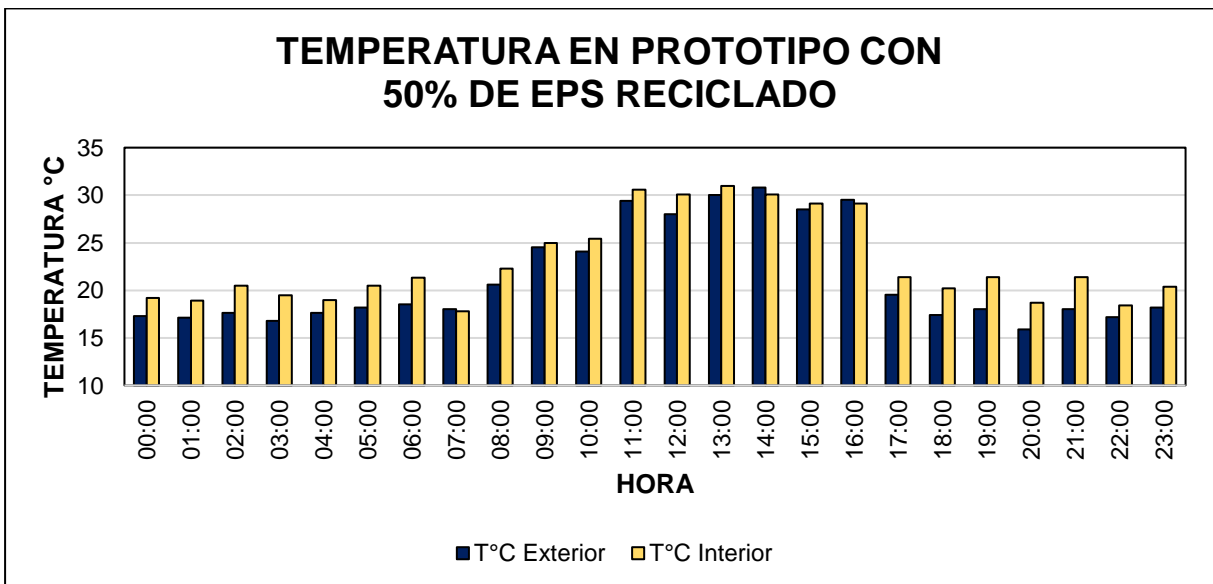


Figura 52: Temperatura interior y exterior de prototipo con 50% de eps reciclado

4.6. Cantidad óptima de perlas de poliestireno expandido reciclado

La **Tabla 21** muestra los resultados de cada prototipo; obtenido mediante los ensayos realizados. La **Figura 53** muestra los datos obtenidos en los ensayos de aislación térmica de cada prototipo. La **Figura 54** muestra los datos obtenidos en los ensayos de aislación acústica. La **Figura 55** muestra los datos obtenidos en el control de temperatura, al interior de cada prototipo. La **Figura 56** muestra las curvas de temperatura del interior y exterior del prototipo convencional y prototipos con porcentajes de perlas de eps reciclado; de esta manera diferencias mediante la figura, las diferencias de temperatura.

Tabla 21. Cantidad óptima de eps en prototipos

CANTIDAD ÓPTIMA DE EPS RECICLADO EN PROTOTIPOS			
Prototipo	Aislación térmica (W/m ² . K)	Aislación acústica (dB)	Temperatura promedio °C
Convencional	1.95	26.00	21.64
10% de eps	1.83	26.00	21.87
25% de eps	1.60	24.00	22.78
50% de eps	1.06	23.00	23.41

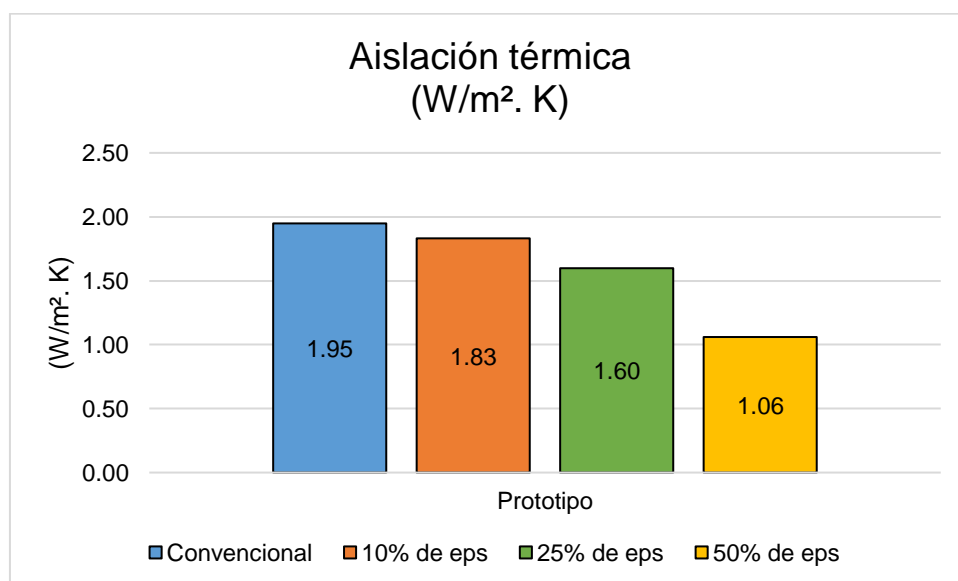


Figura 53. Aislación térmica en prototipos

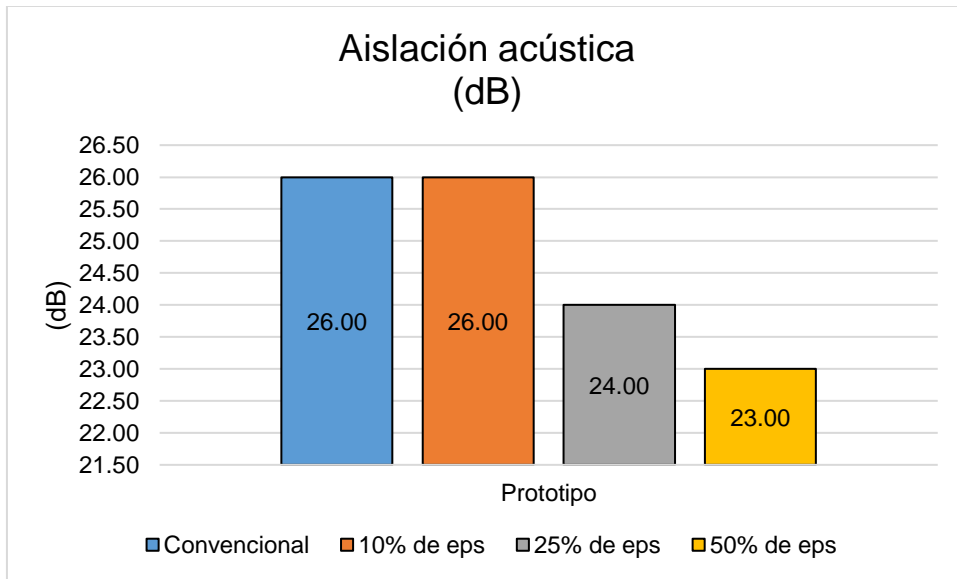


Figura 54. Aislación acústica en prototipos

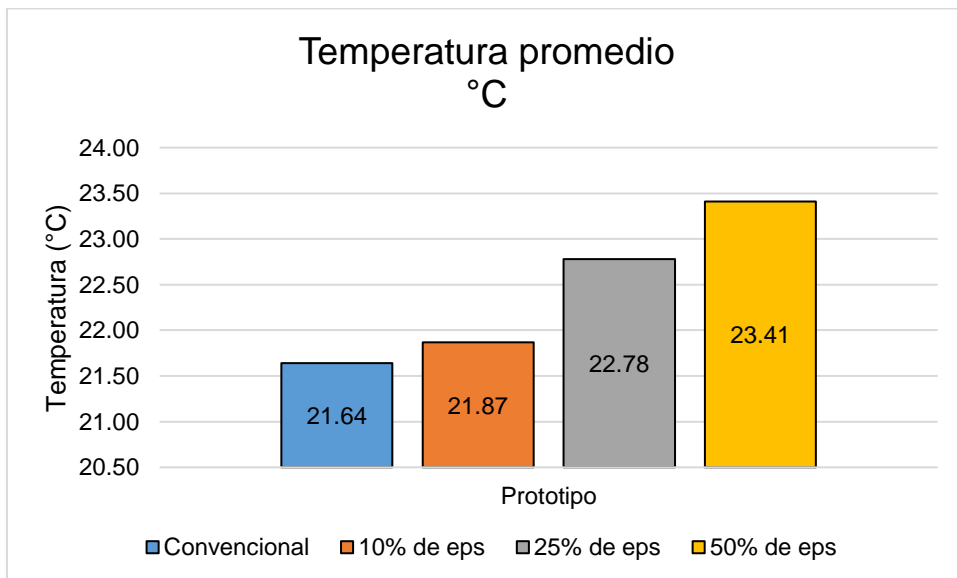


Figura 55. Temperatura promedio en prototipos

CURVA DE TEMPERATURAS AL INTERIOR Y EXTERIOR DE PROTOTIPOS

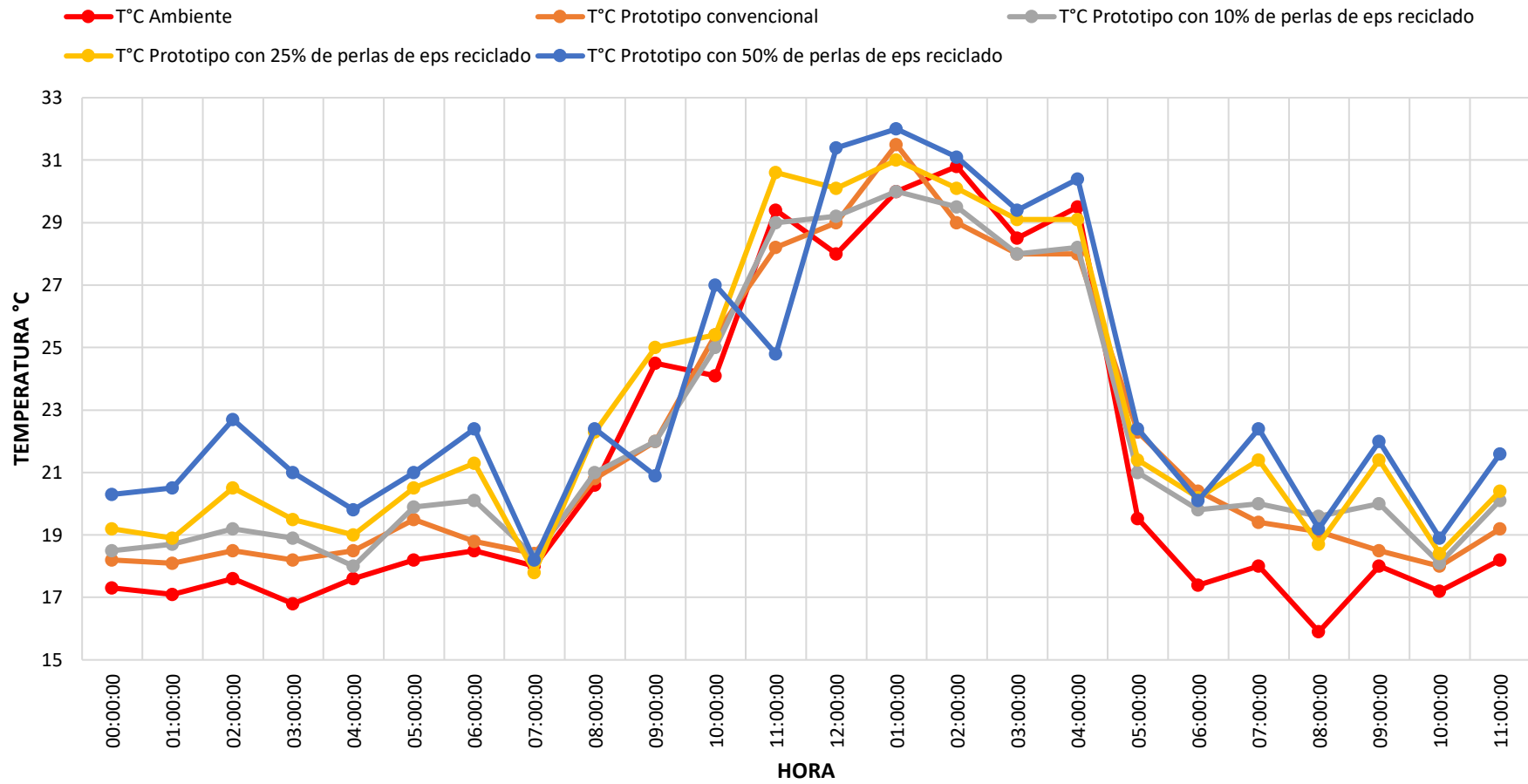


Figura 56. Curva de temperaturas al interior y exterior de prototipos

V. DISCUSIÓN:

Según la **Figura 54**; con respecto a los resultados que se obtuvieron en los ensayos de aislación acústica, existe diferencias mínimas en la reducción acústica entre los prototipos; siendo el prototipo con 50% de perlas de poliestireno expandido reciclado, el que tiene menor índice de reducción acústica (23 db). Esto significa que es el prototipo que tiene un mejor sistema de aislación; en comparación con los demás prototipos construidos. Para Ferrándiz-Mas y García (2012), el comportamiento acústico de los morteros que realizaron con poliestireno expandido, no presentan variaciones con respecto al mortero convencional; por lo que llegaron a concluir que son materiales poco absorbentes. Por otro lado, Paulino y Espino (2017) determinaron que el concreto liviano que realizaron, es 11% más aislante, en comparación con el concreto simple.

Los resultados que se obtuvieron en los ensayos de conductividad térmica de los materiales, influyen significativamente en la resistencia térmica y transmitancia térmica de los prototipos; es por ello que mientras más porcentaje de perlas de poliestireno expandido reciclado tenga el mortero, este será menor conductor de energía térmica, por lo que su propiedad de aislación térmica será más favorable. Para Quispe y Noé (2014), a mayor porcentaje de poliestireno, incrementan las discontinuidades, aumentando la porosidad y disminuye la conductividad térmica del material; por lo que demostraron que es factible la adición de perlas de poliestireno en las construcciones que busquen eficiencia energética y ahorro económico.

Los resultados que se obtuvieron en el control de temperatura en la **Figura 55** muestran que el prototipo que mayor temperatura conserva es el prototipo con el 50% de perlas de poliestireno expandido reciclado, con respecto al mortero convencional; estos resultados son similares a los obtenidos por Reyes y Torres (2020), quienes realizaron 4 prototipos de mortero con adición de eps (0%, 3%, 5% y 7%) y concluyeron que el prototipo con mayor porcentaje de mortero con eps, conserva mejor la temperatura. Por otro lado, con respecto a la temperatura promedio entre el interior y exterior de los prototipos, se obtuvo diferencias de temperaturas de 0.36°C para el prototipo convencional; 0.59°C para el prototipo con 10% de perlas de eps reciclado; 1.5°C para el prototipo con 25% de perlas eps

reciclado y 2.13°C para el prototipo con 50% de perlas de eps reciclado; para Larino y Chaiña (2021) se obtuvieron similares resultados en diferencia de temperaturas para la mezcla con 10% de eps, con un resultado de 0.6°C y para la mezcla con 50% de eps, con un resultado de 2.4°C .

VI. CONCLUSIONES:

- De acuerdo a los ensayos realizados y resultados obtenidos, se determinó que el uso de perlas de poliestireno expandido reciclado, influye significativamente en las propiedades de un sistema de aislación en muros. Esto significa que, a mayor porcentaje de perlas de poliestireno expandido reciclado, habrá mayor aislación térmica y acústica.
- Se realizó el diseño de mezcla utilizando la proporción 1:5 establecida en la Norma E.070 Albañilería, para el mortero convencional; en base a ello se determinó las nuevas dosificaciones para los morteros con sustitución de perlas de eps reciclado en 10%, 25% y 50% en función del volumen del agregado. Se obtuvo que la cantidad de materiales a usarse para un mortero convencional en prototipo es de 22 kg de cemento, 2.5 baldes de arena y 18 litros de agua, para un mortero con 10% de eps reciclado, 22 kg de cemento, 2.5 baldes de arena, 0.28 kg de perlas de eps reciclado y 16.9 litros de agua, para un mortero con 25% de eps reciclado, 22 kg de cemento, 2 baldes de arena, 0.78 kg de perlas de eps y 14.10 litros de agua, mientras que para un mortero con 50% de eps reciclado, se usó 22 kg de cemento, 1.5 baldes de arena, 0.15 kg de perlas de eps y 9.40 litros de agua.
- Se construyó los 4 prototipos de viviendas haciendo uso del mortero convencional y mortero modificado con perlas de poliestireno expandido reciclado, se realizó un aparejo de tipo canto en el asentado de ladrillo, utilizándose 117 ladrillos tipo pandereta por prototipo, y un volumen de mortero para asentado de 0.07 m³ por prototipo.
- Se realizó el tarrajeo en los prototipos haciendo uso del mortero convencional y mortero modificado con perlas de poliestireno expandido reciclado, logrando un tarrajeo de 1.5 cm de espesor.
- Se realizó los ensayos de aislación acústica y térmica, donde se determinó que el prototipo con adición de perlas de poliestireno expandido reciclado en un 50% registra niveles de presión sonora por debajo de los niveles establecidos en la Norma ISO 717-1; con respecto a los ensayos de conductividad térmica, el mortero convencional presenta un valor de 0.99 w/m.k, el mortero con 10% de perlas eps reciclado presenta un valor de 0.76 w/m.k, el mortero con 25% de perlas eps reciclado presenta un valor de 50 w/m.k y el mortero con 50% de

perlas de eps reciclado presenta un valor de 0.20 w/m.k. Con respecto a la resistencia térmica por prototipo, el prototipo convencional presenta un valor de 0.514 m².k/w, el prototipo con 10% de perlas de eps reciclado presenta un valor de 0.546 m².k/w, el prototipo con 25% de perlas de eps reciclado presenta un valor de 0.625 m².k/w y el prototipo con 50% de perlas de eps reciclado presenta un valor de 0.947 m².k/w. Para la transmitancia térmica de los prototipos, se obtuvo un valor de 1.95 W/m².K para el prototipo convencional, 1.83 W/m².K para el prototipo con 10% de perlas de eps reciclado, 1.60 W/m².K para el prototipo con 25% de perlas de eps reciclado, 1.06 para el prototipo con 50% de perlas de eps reciclado.

- Se realizó el control de temperatura en un periodo de 24 horas en diferentes días de la semana, obteniendo que el prototipo con adición de perlas de poliestireno expandido reciclado en un 50%, conserva en mayor porcentaje la temperatura con respecto a los demás prototipos.
- Se determinó que la cantidad óptima de perlas de poliestireno expandido reciclado en el mortero de asentado y tarrajeo es la de 50% ya que brinda un mayor desempeño en cada uno de los ensayos realizados, obteniendo valores como 0.947 m².k/w en resistencia térmica, 1.06 W/m².K en transmitancia térmica, valores que favorecen a un mayor confort termoacústico.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ A futuros investigadores se recomienda llevar un poco más a la realidad el proyecto, aplicándolos en escalas reales de una vivienda, para poder obtener una mayor exactitud en los resultados. Asimismo, se recomienda realizar ensayos de compresión y flexión, para determinar su resistencia.
- ✓ Se recomienda a futuros investigadores utilizar perlas de poliestireno expandido reciclado con diámetros menores a 2 mm, para lograr una mayor trabajabilidad y lograr mejores acabados en la construcción de viviendas.
- ✓ Se recomienda a empresas cementeras la inclusión del poliestireno expandido (EPS) en sus productos como el mortero para tarrajeo y asentado.
- ✓ Se recomienda a empresas ladrilleras a hacer uso del poliestireno expandido para la inclusión en la fabricación de sus productos, debido a que el poliestireno no solo ayuda en el aislamiento termoacústico, sino que también aligera el peso.

REFERENCIAS

1. ACEROS AREQUIPA, MANUAL DEL MAESTRO CONSTRUCTOR. [en línea], 2020. Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor>.
2. ALVA REYES, Luis Alberto, Viabilidad del uso de poliestireno reciclado como impermeabilizante en adobes de construcción. En: Accepted: 2019-05-23T16:28:55Z, *Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI* [en línea], 2019. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/533>.
3. ANAPE, [sin fecha]. POLIESTIRENO EXPANDIDO. *Asociación Nacional de Poliestireno Expandido* [en línea]. Disponible en: <http://www.anape.es/>.
4. BUSTAMANTE MEDINA, Diego Martín y DIAZ SALCEDO, Clara Angélica, Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. En: Accepted: 2017-10-06T17:30:02Z, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa* [en línea], 2014. [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2894>.
5. CONPANEL S.A.C, [sin fecha]. SISTEMA CONSTRUCTIVO SISMO RESISTENTE. [en línea]. Disponible en: <https://www.b-hygienicperu.com/405433066>.
6. CUITIÑO, G., ESTEVES, A., MALDONADO, G. y ROTONDARO, R., Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. *Informes de la Construcción* [en línea], 2015. vol. 67, no. 537, pp. e063-e063. [Consulta: 25 mayo 2022]. DOI 10.3989/ic.12.082. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4025>. ISSN 1988-3234.
7. DIPROPOR S.A.C. *Líderes en poliestireno expandido* [en línea], [sin fecha]. Disponible en: <https://dipropor.com/>.
8. FEBRES, Carlos Guillermo Vargas, Índices de confort acústico en viviendas multifamiliares de la Provincia de Cusco. *Mast'ariy* [en línea], 2018. vol. 1, no. 5, pp. 55-62. [Consulta: 14 diciembre 2022]. Disponible en:

<https://revistas.uandina.edu.pe:443/index.php/mastariy/article/view/176>. ISSN 2618-0863.

9. FERRÁNDIZ-MAS, Verónica y GARCÍA ALCOCEL, Eva María, Caracterización física y mecánica de morteros de cemento Portland fabricados con adición de partículas de poliestireno expandido (EPS). En: Accepted: 2014-01-20T13:19:20Z [en línea], 2012. [Consulta: 5 diciembre 2022]. DOI 10.3989/mc.2012.04611. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/35119>. ISSN 0465-2746.
10. GARCÍA DÍAZ, Oscar, *Mortero ligero para su uso en la industria de la construcción* [en línea]. Thesis. S.l.: s.n. 2011. [Consulta: 6 junio 2022]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/7001>.
11. GARCÍA RIVERA, Isabel del Carmen, LEÓN ROMERO, Darwin Leonardo y SIERRA QUINTERO, Giovanni, Propuesta para el reúso de poliestireno expandido en la industria de la construcción. En: Accepted: 2022-03-03T17:14:39Z [en línea], 2019. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2592>.
12. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María, 2014. *Metodología de la Investigación*. S.l.: McGRAW-HILL. ISBN 978-1-4562-2396-0.
13. HORMIPRET, 2015. HORMIPRET, Prefabricados para la construcción. [en línea]. Disponible en: <https://www.hormipret.cl/index.php?dir=producto&id=32>.
14. LAPA RAMOS, Jordy Sleyter, Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo. En: Accepted: 2020-07-14T16:32:22Z, *Universidad Continental* [en línea], 2020. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7710>.
15. LARINO CHURA, Richard Antonio Moisés y CHAIÑA TORRES, Nataly Lights, Influencia del poliestireno expandido en la resistencia a la compresión, densidad y aislamiento térmico en unidades de albañilería de concreto en muros portantes en Tacna, 2021. En: Accepted: 2022-02-26T14:30:49Z, *Universidad Privada de Tacna* [en línea], 2021. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2161>.

16. LIRA, GONZÁLEZ y MÉNDEZ, Medición de la Conductividad Térmica de Algunos Materiales Utilizados en Edificaciones. *Centro Nacional de Metrología* [en línea], 2014. Disponible en: https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/s4/sm2008-s4c2-1100.pdf.
17. LOPEZ CASTAÑEDA, Luis Antonio y MORRIEL QUISPE, Miriam Inés, Propuesta de adición de perlitas de poliestireno en unidades de albañilería y mortero para incrementar la durabilidad en muros no portantes frente a las heladas en la ciudad de Cusco. En: Accepted: 2022-03-23T01:29:49Z, *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)* [en línea], 2022. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659382>.
18. LOZA OSORIO, Treyzy Fransheska, Determinación de la influencia de la contaminación acústica generada por el flujo vehicular, en la valoración económica de viviendas en el distrito de Arequipa, 2018. En: Accepted: 2019-05-29T16:08:53Z, *Universidad Nacional del Altiplano* [en línea], 2019. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10495>.
19. LUIS, Pedro, POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero* [en línea], 2004. vol. 09, no. 08. Disponible en: scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012. ISSN 1815-0276.
20. MINISTERIO DE VIVIENDA, 2015. RESULTADOS DE LA ENCUESTA NACIONAL SOBRE LA PERCEPCION DE LAS FAMILIAS RESPECTO AL CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO DE SU VIVIENDA. [en línea]. S.I.: Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Estudios_tecnicos/Investigacion_Estudios/encuesta-confort-termico-luminico.pdf.
21. MIRANDA NIETO, Omar Israel, *Mejora de la calidad de vivienda económica mediante el uso de polímeros y compuestos inorgánicos tradicionales para mejorar su aislamiento térmico* [en línea]. Thesis. S.I.: s.n. 2012. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1847>.

22. NAIZA RAMÍREZ, Gonzalo Renato, Aplicación del Poliestireno Expandido en la Fabricación de Unidades de Concreto Liviano para Muros de Tabiquería en la Ciudad de Arequipa. En: Accepted: 2018-01-17T17:40:34Z, *Universidad Católica de Santa María - UCSM* [en línea], 2017. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7229>.
23. ORTEGA, Karen, SARMIENTO, Viviana y VILLEGAS, Ana, LA CONSTRUCCIÓN ALREDEDOR DEL MUNDO. *Estudios Económicos* [en línea], 2016. Disponible en: <https://asogravas.org/wp-content/uploads/2017/11/Informe-econ%C3%B3mico-No-84.pdf>.
24. PAULINO FIERRO, Jean Carlo y ESPINO ALMEYDA, Ronald Andrés, Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú. En: Accepted: 2017-05-05T13:27:16Z, *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)* [en línea], 2017. [Consulta: 20 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621457>.
25. PÉREZ KENCHINGTON, Álvaro, Evaluación de las propiedades termoacústicas y mecánicas de un panel de aislación en base a espuma de poliuretano, corcho y yeso cartón. En: Accepted: 2021-12-22T16:35:52Z [en línea], 2017. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc/3190>.
26. PORRERO, Joaquín, RAMOS, Carlos, GRASES, José y VELAZCO, Gilberto, 2014. *MANUAL DEL CONCRETO ESTRUCTURAL*. Tercera. Caracas: s.n. ISBN 980-6403-66-5.
27. QUISPE, De la Cruz y NOÉ, Luis, Influencia del porcentaje de poliestireno sobre la conductividad térmica, densidad y resistencia a la flexión en paneles para la construcción. En: Accepted: 2022-03-30T13:52:26Z [en línea], 2014. [Consulta: 19 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19043>.
28. RAMÍREZ, Antonio, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* [en línea]. Perú: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. 2018. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>.

29. REYES GONZÁLEZ, Víctor Alexis y TORRES RODRÍGUEZ, Hamer Romario, Mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para revestimiento de muros. En: Accepted: 2020-07-24T22:17:53Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], 2020. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44717>.
30. SAN BARTOLOMÉ RAMOS, Ángel Francisco, QUIUN, Daniel y SILVA BERRÍOS, Wilson Edgar, 2018. *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería* [en línea]. S.I.: Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. [Consulta: 27 junio 2022]. ISBN 978-612-317-366-1. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>.
31. SAN JUAN, Gustavo Alberto, VIEGAS, Graciela Melisa y JODRA, Juan Ignacio, 2018. Aislación térmica alternativa, reutilizando poliestireno expandido de descarte, orientado a las necesidades de cooperativas de reciclado. *X Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura (CRETA) (La Plata, 2018)* [en línea]. S.I.: s.n., [Consulta: 5 junio 2022]. ISBN 978-950-34-1661-7. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71329>.
32. SÁNCHEZ VARGAS, Paolo Danilo y VIVANCO GUZMÁN, Renzo André, Influencia del aditivo plastificante SIKA en las propiedades del concreto liviano a base de poliestireno expandido. En: Accepted: 2022-04-16T01:28:53Z, *Universidad Privada Antenor Orrego* [en línea], 2022. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8868>.
33. SCHMITT, Heinrich, 2013. *Tratado de construcción. Elementos, estructuras y reglas fundamentales de la construcción*. Barcelona: Gustavo Gili,. ISBN 84-252-1X192-X.
34. SENCICO, 2020. *NORMA E.070 ALBAÑILERÍA* [en línea]. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. S.I.: s.n. ISBN : 978-612-48427-6-4. Disponible en: <https://www.gob.pe/sencico>.
35. SEORL, 2022. *¿Qué efectos causa el ruido en la salud auditiva? ¿Qué efectos causa el ruido en la salud auditiva?* [en línea]. Disponible en: <https://seorl.net/efectos-ruido-salud-auditiva/>.

36. TORRES, César Augusto Laguna, Diseño de paneles de concreto ligero a base de EPS reciclado y su proceso constructivo. En: Accepted: 2021-11-10T19:39:59Z [en línea], 2020. [Consulta: 5 diciembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/3422>.
37. VALIENTE, *Calidad del agregado fino y grueso de las canteras “el milagro”, “la esperanza” y “bauner s.a.” En el concreto $F'c = 210$ Trujillo 2017* [en línea]. S.l.: s.n. 2021. [Consulta: 21 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61181>.
38. VASCONES PORTILLA, Ana María, Impactos ambientales producidos por el uso de poliestireno expandido (Tecnopor) en la industria de la construcción de Trujillo, 2020. En: Accepted: 2021-04-07T15:14:17Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], 2021. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56529>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado	Es un material plástico espumado utilizado en la industria de la construcción por sus propiedades de aislamiento termoacústica, es totalmente reutilizable, no daña el medio ambiente y puede reducir la energía hasta en un 40% (Chaiña y Larino, 2021)	Será analizado mediante las distintas sustituciones en porcentajes, sobre el volumen del agregado, en la mezcla del mortero en juntas y tarrajeos.	Perlas de poliestireno expandido reciclado	0%	Razón
				10%	
				25%	
				50%	

<p>Variable Dependiente: Propiedades de un sistema de aislación</p>	<p>Son aquellas propiedades la que lo distinguen de otros materiales, las cuales son las responsables de su versatilidad, lo que ha permitido que el poliestireno expandido sea usado en una gran cantidad de actividades y ocupaciones realizadas por el hombre (Bustamante y Días, 2014)</p>	<p>Las propiedades se medirán a través de los ensayos correspondientes a la Norma Técnica Peruana CE.070, la Norma Técnica EM 110, UNE-EN ISO 717-1.</p>	<p>Diseño de mezcla de mortero</p>	D.M Convencional para mortero en juntas	<p>Razón</p>
				D.M Convencional para mortero en tarrajeos	
				D.M con porcentajes de perlas de eps reciclado (10%, 25% y 50%) para mortero en juntas.	
				D.M con porcentajes de perlas de eps reciclado (10%, 25% y 50%) para mortero en tarrajeos.	
			<p>Prototipo de viviendas</p>	Prototipo Convencional	
				Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado	
				Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado	
				Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado	
			<p>Tarrajeo en muros</p>	Tarrajeo convencional	
				Tarrajeo con 10% de perlas de eps reciclado en mortero para recubrimiento	
				Tarrajeo con 25% de perlas de eps reciclado en mortero para recubrimiento	
				Tarrajeo con 50% de perlas de eps reciclado en mortero para recubrimiento	

Aislación térmica y acústica	Ruido aéreo
	Conductividad térmica
	Resistencia térmica
	Transmitancia térmica
Control de temperatura	T° Exterior
	T° Prototipo convencional
	T° Prototipo con 10% de eps reciclado
	T° Prototipo con 25% de eps reciclado
	T° Prototipo con 50% de eps reciclado
Cantidad óptima de perlas de poliestireno expandido reciclado	Aislación térmica
	Aislación acústica
	Temperatura

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (autores)


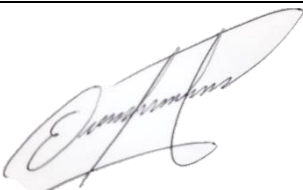
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros, Pinedo Jara, Edy Alberto y Verde García; Waldir Erwin, alumnos la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado “Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022”, son de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación.



1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Trujillo, julio del 2022

Pinedo Jara, Edy Alberto	
DNI: 73017192	Firma 
ORCID: 0000-0003-1027-3216	
Verde García, Waldir Erwin	
DNI: 71658830	Firma 
ORCID: 0000-0002-8411-5192	

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL																					
GUIA DE OBSERVACIÓN N°01																					
NOMBRE DEL PROYECTO	Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.																				
AUTORES:	Pinedo Jara, Edy Alberto Verde García, Waldir																				
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE MATERIALES EMPLEADOS																					
<table border="1"><thead><tr><th>MATERIALES</th><th>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (λ)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Ladrillo tipo pandereta</td><td>0.44 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero convencional en juntas</td><td>0.99 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero con 10% de perlas de eps reciclado en juntas</td><td>0.76 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero con 25% de perlas de eps reciclado en juntas</td><td>0.50 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero con 50% de perlas de eps reciclado en juntas</td><td>0.20 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero convencional para tarrajeo de muros</td><td>0.96 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero con 10% de perlas de eps reciclado para tarrajeo</td><td>0.84 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero con 25% de perlas de eps reciclado para tarrajeo</td><td>0.54 W/m.K</td></tr><tr><td>Mortero con 50% de perlas de eps reciclado para tarrajeo</td><td>0.30 W/m.K</td></tr></tbody></table>		MATERIALES	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (λ)	Ladrillo tipo pandereta	0.44 W/m.K	Mortero convencional en juntas	0.99 W/m.K	Mortero con 10% de perlas de eps reciclado en juntas	0.76 W/m.K	Mortero con 25% de perlas de eps reciclado en juntas	0.50 W/m.K	Mortero con 50% de perlas de eps reciclado en juntas	0.20 W/m.K	Mortero convencional para tarrajeo de muros	0.96 W/m.K	Mortero con 10% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.84 W/m.K	Mortero con 25% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.54 W/m.K	Mortero con 50% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.30 W/m.K
MATERIALES	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (λ)																				
Ladrillo tipo pandereta	0.44 W/m.K																				
Mortero convencional en juntas	0.99 W/m.K																				
Mortero con 10% de perlas de eps reciclado en juntas	0.76 W/m.K																				
Mortero con 25% de perlas de eps reciclado en juntas	0.50 W/m.K																				
Mortero con 50% de perlas de eps reciclado en juntas	0.20 W/m.K																				
Mortero convencional para tarrajeo de muros	0.96 W/m.K																				
Mortero con 10% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.84 W/m.K																				
Mortero con 25% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.54 W/m.K																				
Mortero con 50% de perlas de eps reciclado para tarrajeo	0.30 W/m.K																				
 Ing. Edgar Ramirez Mamani Reg. CIP N° 74366																					



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°02

NOMBRE DEL PROYECTO	Uso de perlas de poliestireno reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros en el distrito de La Esperanza, 2022.
AUTORES:	Pinedo Jara, Edy Alberto Verde García, Waldir

CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA
PROTOTIPO CONVENCIONAL


Capa del elemento constructivo		espesor	Conductividad térmica (λ)	Resistencia Térmica (R)
		m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior				0.060
1	Tarrajeo interior (mortero convencional)	0.015	0.960	0.016
2	Ladrillo pandereta	0.100	0.440	0.227
3	Mortero convencional para asentado de ladrillos	0.100	0.990	0.101
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Resistencia superficial exterior				0.110
RESISTENCIA TERMICA TOTAL				0.514

Transmitancia térmica del componente (W/m².K) 1.95

Cumple con la Norma: SI / NO

SI CUMPLE

Comentarios y cálculos complementarios


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°02

NOMBRE DEL PROYECTO	Uso de perlas de poliestireno reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros en el distrito de La Esperanza, 2022.
AUTORES:	Pinedo Jara, Edy Alberto Verde García, Waldir

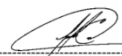
CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA
PROTOTIPO CON 10% PERLAS DE EPS RECICLADO

Capa del elemento constructivo		espesor	Conductividad térmica (λ)	Resistencia Térmica (R)
		m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior				0.060
1	Tarrajeo interior (mortero con 10% de perlas de eps reciclado)	0.015	0.840	0.018
2	Ladrillo pandereta	0.100	0.440	0.227
3	Mortero con 10% de perlas de eps reciclado para asentado de ladrillos	0.100	0.760	0.132
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Resistencia superficial exterior				0.110
RESISTENCIA TERMICA TOTAL				0.547

Transmitancia térmica del componente (W/m².K) **1.83**

Cumple con la Norma: SI / NO **SI CUMPLE**

Comentarios y cálculos complementarios


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°02

NOMBRE DEL PROYECTO	Uso de perlas de poliestireno reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros en el distrito de La Esperanza, 2022.
AUTORES:	Pinedo Jara, Edy Alberto Verde García, Waldir


CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA
PROTOTIPO CON 25% PERLAS DE EPS RECICLADO

Capa del elemento constructivo		espesor	Conductividad térmica (λ)	Resistencia Térmica (R)
		m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior				0.060
1	Tarrajeo interior (mortero con 25% de perlas de eps reciclado)	0.015	0.540	0.028
2	Ladrillo pandereta	0.100	0.440	0.227
3	Mortero con 25% de perlas de eps reciclado para asentado de ladrillos	0.100	0.500	0.200
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Resistencia superficial exterior				0.110
RESISTENCIA TERMICA TOTAL				0.625

Transmitancia térmica del componente (W/m².K) **1.60**

Cumple con la Norma: SI / NO **SI CUMPLE**

Comentarios y cálculos complementarios


Ing. Edgar Ramírez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°02

NOMBRE DEL PROYECTO	Uso de perlas de poliestireno reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros en el distrito de La Esperanza, 2022.
AUTORES:	Pinedo Jara, Edy Alberto Verde García, Waldir


CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA
PROTOTIPO CON 50% PERLAS DE EPS RECICLADO

Capa del elemento constructivo	espesor	Conductividad térmica (λ)	Resistencia Térmica (R)
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior			0.060
1 Tarrajeo interior (mortero con 50% de perlas de eps reciclado)	0.015	0.300	0.050
2 Ladrillo pandereta	0.100	0.440	0.227
3 Mortero con 50% de perlas de eps reciclado para asentado de ladrillos	0.100	0.200	0.500
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Resistencia superficial exterior			0.110
RESISTENCIA TERMICA TOTAL			0.947

Transmitancia térmica del componente (W/m².K) 1.06

Cumple con la Norma: SI / NO **SI CUMPLE**

Comentarios y cálculos complementarios


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°03

NOMBRE DEL PROYECTO

Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.

AUTORES:

Pinedo Jara, Edy Alberto
Verde García, Waldir

PROTOTIPO CONVENCIONAL

Registro de L_p por el sonómetro en el ambiente emisor y receptor

Frec (Hz)	Posiciones 1 (dB)	Posiciones 2 (dB)	D (dB)
	L_p emisor	L_p receptor	
100	65.40	48.30	17
125	65.70	49.70	16
160	70.60	48.80	22
200	70.70	52.40	18
250	66.40	45.30	21
315	68.30	45.70	23
400	68.00	50.20	18
500	71.80	46.40	25
630	75.00	43.40	32
800	72.40	50.80	22
1000	74.20	54.70	20
1250	73.80	52.40	21
1600	74.00	54.90	19
2000	73.30	57.80	16
2500	76.70	44.00	33
3150	79.50	54.00	26


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°03

NOMBRE DEL PROYECTO

Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.


AUTORES:

Pinedo Jara, Edy Alberto
Verde García, Waldir

PROTOTIPO CON 10% DE PERLAS DE EPS RECICLADO

Registro de L_p por el sonómetro en el ambiente emisor y receptor

Frec (Hz)	Posiciones 1 (dB)	Posiciones 2 (dB)	D (dB)
	L_p emisor	L_p receptor	
100	65.40	50.10	15
125	65.70	47.70	18
160	70.60	50.80	20
200	70.70	53.90	17
250	66.40	52.40	14
315	68.30	46.90	21
400	68.00	54.00	14
500	71.80	53.80	18
630	75.00	54.30	21
800	72.40	51.50	21
1000	74.20	49.80	24
1250	73.80	55.00	19
1600	74.00	52.10	22
2000	73.30	51.50	22
2500	76.70	52.60	24
3150	79.50	50.90	29


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°03

NOMBRE DEL PROYECTO

Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.

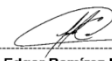
AUTORES:

Pinedo Jara, Edy Alberto
Verde García, Waldir

PROTOTIPO CON 25% DE PERLAS DE EPS RECICLADO

Registro de L_p por el sonómetro en el ambiente emisor y receptor

Frec (Hz)	Posiciones 1 (dB)	Posiciones 2 (dB)	D (dB)
	L_p emisor	L_p receptor	
100	65.40	50.10	15
125	65.70	47.70	18
160	70.60	50.80	20
200	70.70	53.90	17
250	66.40	52.40	14
315	68.30	46.90	21
400	68.00	54.00	14
500	71.80	53.80	18
630	75.00	54.30	21
800	72.40	51.50	21
1000	74.20	49.80	24
1250	73.80	55.00	19
1600	74.00	52.10	22
2000	73.30	51.50	22
2500	76.70	52.60	24
3150	79.50	50.90	29


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

GUIA DE OBSERVACIÓN N°03

NOMBRE DEL PROYECTO

Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.


AUTORES:

Pinedo Jara, Edy Alberto
Verde García, Waldir

PROTOTIPO CON 50% DE PERLAS DE EPS RECICLADO

Registro de L_p por el sonómetro en el ambiente emisor y receptor

Frec (Hz)	Posiciones 1 (dB)	Posiciones 2 (dB)	D (dB)
	L_p emisor	L_p receptor	
100	65.40	50.10	15
125	65.70	47.70	18
160	70.60	50.80	20
200	70.70	53.90	17
250	66.40	52.40	14
315	68.30	46.90	21
400	68.00	54.00	14
500	71.80	53.80	18
630	75.00	54.30	21
800	72.40	51.50	21
1000	74.20	49.80	24
1250	73.80	55.00	19
1600	74.00	52.10	22
2000	73.30	51.50	22
2500	76.70	52.60	24
3150	79.50	50.90	29


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

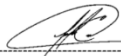
GUIA DE OBSERVACIÓN N°04

NOMBRE DEL PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el Distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.


AUTORES: Pinedo Jara, Edy Alberto
Verde García, Waldir

REGISTRO DE TEMPERATURA

HORA:	T (°C) Ambiente	PROTOTIPO CONVENCIONAL	PROTOTIPOS CON PERLAS DE EPS RECICLADO			
		T (°C) Interior	10% T (°C) Interior	25% T (°C) Interior	50% T (°C) Interior	
00:00:00	a.m.	17.30	18.20	18.50	19.20	20.30
01:00:00	a.m.	17.10	18.10	18.70	18.90	20.50
02:00:00	a.m.	17.60	18.50	19.20	20.50	22.70
03:00:00	a.m.	16.80	18.20	18.90	19.50	21.00
04:00:00	a.m.	17.60	18.50	18.00	19.00	19.80
05:00:00	a.m.	18.20	19.50	19.90	20.50	21.00
06:00:00	a.m.	18.50	18.80	20.10	21.30	22.40
07:00:00	a.m.	18.00	18.40	18.30	17.80	18.20
08:00:00	a.m.	20.60	20.80	21.00	22.30	22.40
09:00:00	a.m.	24.50	22.00	22.00	25.00	20.90
10:00:00	a.m.	24.10	25.40	25.00	25.40	27.00
11:00:00	a.m.	29.40	20.60	21.70	26.10	24.80
12:00:00	p.m.	28.00	29.00	29.20	30.10	31.40
01:00:00	p.m.	30.00	31.50	30.00	31.00	32.00
02:00:00	p.m.	30.80	29.00	29.50	30.10	31.10
03:00:00	p.m.	28.50	28.00	28.00	29.10	29.40
04:00:00	p.m.	29.50	28.00	28.20	29.10	30.40
05:00:00	p.m.	19.52	22.30	21.00	21.40	22.40
06:00:00	p.m.	17.40	20.40	19.80	20.20	20.10
07:00:00	p.m.	18.00	19.40	20.00	21.40	22.40
08:00:00	p.m.	15.90	19.10	19.60	18.70	19.20
09:00:00	p.m.	18.00	18.50	20.00	21.40	22.00
10:00:00	p.m.	17.20	18.00	18.10	18.40	18.90
11:00:00	p.m.	18.20	19.20	20.10	20.40	21.60


Ing. Edgar Ramirez Mamani
Reg. CIP N° 74366

Anexo 4. Ensayos de conductividad térmica



ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981


CLIENTE: Edy Alberto Pinedo Jara
PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros

UBICACIÓN: Distrito de La Esperanza - Trujillo
FECHA: 31/10/2022
MUESTRA: 1
REFERENCIA: EPS 50%


DATOS DE LA MUESTRA:

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
PESO	2.8 Kg
OBSERVACIÓN	1
ORIGEN	Trujillo
DIMENSIONES (cm)	30 x 30

1



THERMTEST TLS-100




EQUIPO DE MEDICIÓN:


CARACTERÍSTICAS DEL TLS-100 THERMTEST	
Conductividad Térmica	0.1 – 5 W/m ² K
Resistividad Térmica	0.2 – 10 m ² K/W
Tiempo de medición	3 minutos
Reproducibilidad	2%
Precisión	5%
Temperatura de operación	-40°C - 100°C
Estandar	ASTM D5334-14 IEEE 442-1981

Punto de Medición	Resistividad Térmica $\rho = m^2K/W$			Conductividad Térmica $k = \lambda = W/m^2K$			Temperatura $T = ^\circ C$		
	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media
L-1	4.9800	4.8947	4.9374	0.2008	0.2043	0.2026	17.10	17.00	17.05
L-2	3.1727	3.1921	3.1824	0.3152	0.3133	0.3142	17.10	17.20	17.15
L-3	3.0580	3.1014	3.0797	0.3270	0.3224	0.3247	17.10	17.20	17.15
L-4	2.6277	2.6916	2.6597	0.3806	0.3715	0.3760	17.20	17.20	17.20


L-1




L-2




L-3



L-4





GIANFRANCO TACO JUAREZ
Especialista de Laboratorio
GEOTEKNIK S.A.C.

Nota: El presente informe se expide de acuerdo a las condiciones de la muestra entregada. Los resultados mostrados son referencia exclusiva de la muestra, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones de resistividad y conductividad térmica.

Ca. Trinidad Morán 715, Lince - Lima - PERÚ / Teléfono: (511) 762-9161
Email: ventas@geoteknik.com.pe / www.geoteknik.com.pe



ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

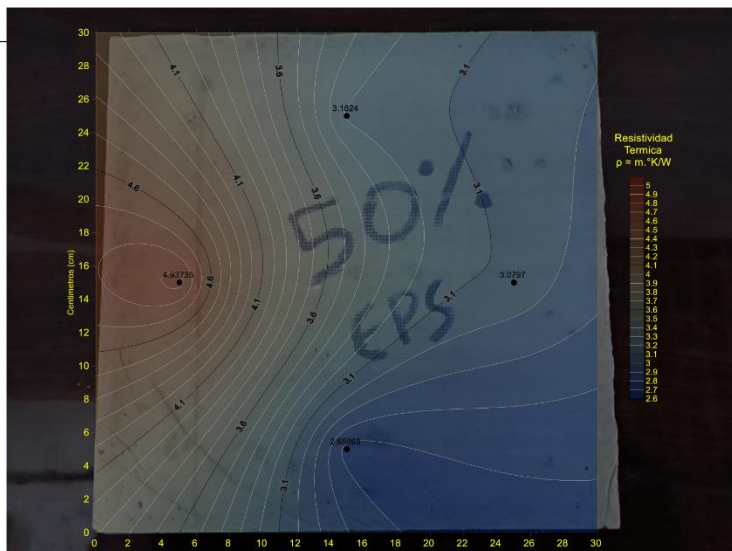
REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: Edy Alberto Pinedo Jara

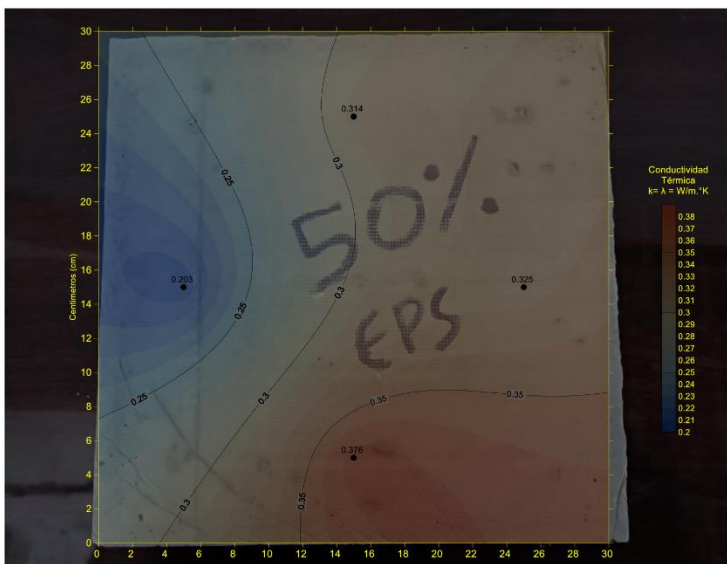
PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros

MUESTRA:

1



Variación de la Resistividad Térmica de la muestra.



Variación de la Conductividad Térmica de la muestra.



ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: **Edy Alberto Pinedo Jara**

PROYECTO: **Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros**

UBICACIÓN: Distrito de La Esperanza - Trujillo

FECHA: 31/10/2022

MUESTRA: 2

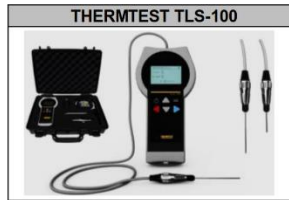
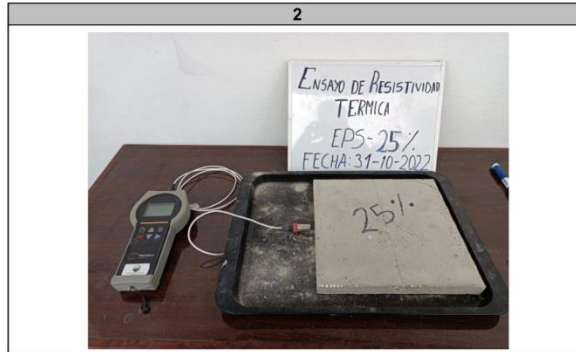
REFERENCIA: EPS 25%

DATOS DE LA MUESTRA:

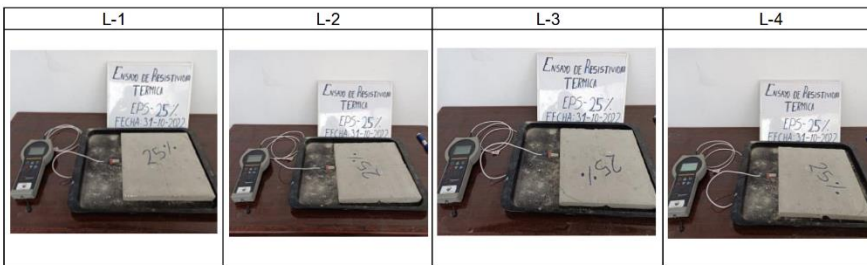
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
PESO	3.7 Kg
OBSERVACIÓN	2
ORIGEN	Trujillo
DIMENSIONES (cm)	30 x 30

EQUIPO DE MEDICIÓN:

CARACTERÍSTICAS DEL TLS-100 THERMTEST	
Conductividad Térmica	0.1 – 5 W/m ² K
Resistividad Térmica	0.2 – 10 m ² K/W
Tiempo de medición	3 minutos
Reproducibilidad	2%
Precisión	5%
Temperatura de operación	-40°C - 100°C
Estandar	ASTM D5334-14 IEEE 442-1981



Punto de Medición	Resistividad Térmica $\rho = m^2K/W$			Conductividad Térmica $k = \lambda = W/m^2K$			Temperatura $T = ^\circ C$		
	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media
L-1	1.9710	1.9704	1.9707	0.5074	0.5075	0.5074	17.20	17.20	17.20
L-2	1.6990	1.7059	1.7025	0.5886	0.5862	0.5874	17.20	17.20	17.20
L-3	1.8221	1.7886	1.8054	0.5488	0.5591	0.5540	17.25	17.25	17.25
L-4	1.9455	1.9548	1.9502	0.5140	0.5116	0.5128	17.30	17.30	17.30



Nota: El presente informe se expide de acuerdo a las condiciones de la muestra entregada. Los resultados mostrados son referencia exclusiva de la muestra, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones de resistividad y conductividad térmica.


GIANFRANCO TACO JUAREZ
Especialista de Laboratorio
GEOTEKNIK S.A.C.



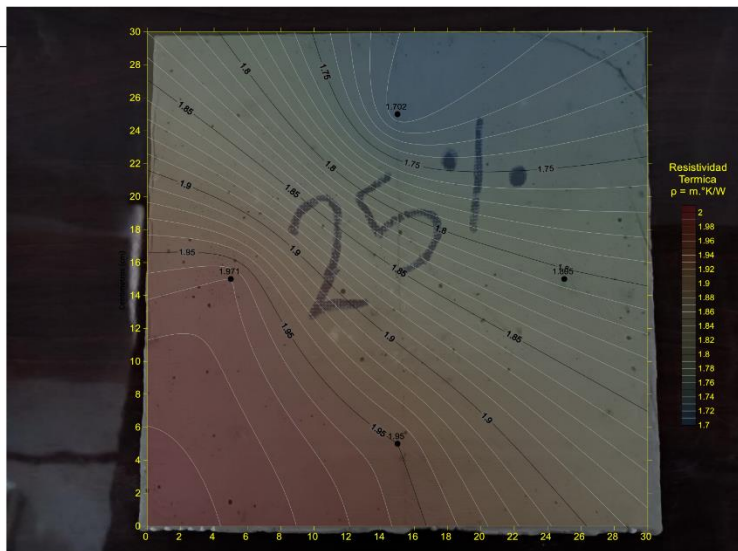
ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

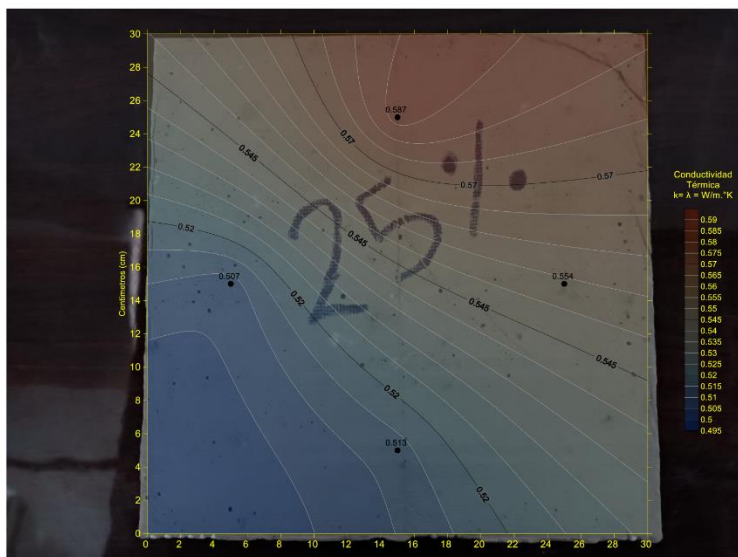
REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: Edy Alberto Pinedo Jara
PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros

MUESTRA:
2



Variación de la Resistividad Térmica de la muestra.



Variación de la Conductividad Térmica de la muestra.



ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: **Edy Alberto Pinedo Jara**

PROYECTO: **Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros**

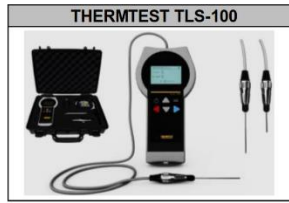
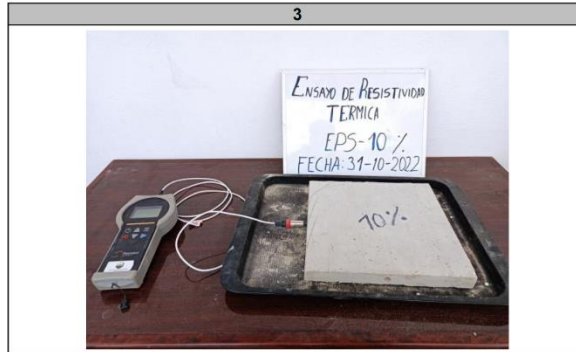
UBICACIÓN: Distrito de La Esperanza - Trujillo
FECHA: 31/10/2022
MUESTRA: 3
REFERENCIA: EPS 10%

DATOS DE LA MUESTRA:

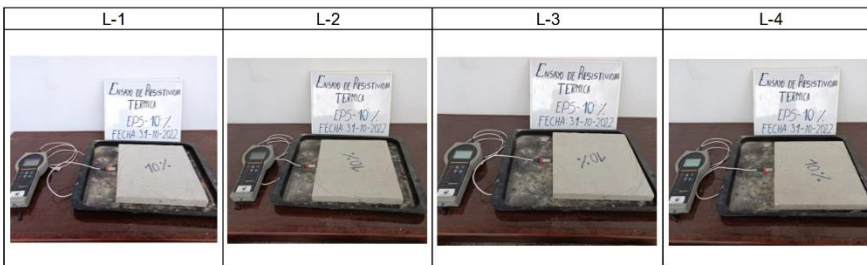
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
PESO	4.3 Kg
OBSERVACIÓN	3
ORIGEN	Trujillo
DIMENSIONES (cm)	30 x 30

EQUIPO DE MEDICIÓN:

CARACTERÍSTICAS DEL TLS-100 THERMTEST	
Conductividad Térmica	0.1 – 5 W/m ² K
Resistividad Térmica	0.2 – 10 m ² K/W
Tiempo de medición	3 minutos
Reproducibilidad	2%
Precisión	5%
Temperatura de operación	-40°C - 100°C
Estandar	ASTM D5334-14 IEEE 442-1981



Punto de Medición	Resistividad Térmica $\rho = m^2 \cdot K/W$			Conductividad Térmica $k = \lambda = W/m \cdot ^\circ K$			Temperatura $T = ^\circ C$		
	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media
L-1	1.2036	1.1932	1.1984	0.8308	0.8381	0.8345	17.30	17.30	17.30
L-2	1.1619	1.1587	1.1603	0.8607	0.8630	0.8618	17.30	17.30	17.30
L-3	1.1206	1.1259	1.1233	0.8924	0.8882	0.8903	17.30	17.30	17.30
L-4	1.2770	1.3277	1.3024	0.7831	0.7532	0.7681	17.30	17.30	17.30



Nota: El presente informe se expide de acuerdo a las condiciones de la muestra entregada. Los resultados mostrados son referencia exclusiva de la muestra, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones de resistividad y conductividad térmica.


GIANFRANCO TACO JUAREZ
Especialista de Laboratorio
GEOTEKNIK S.A.C.



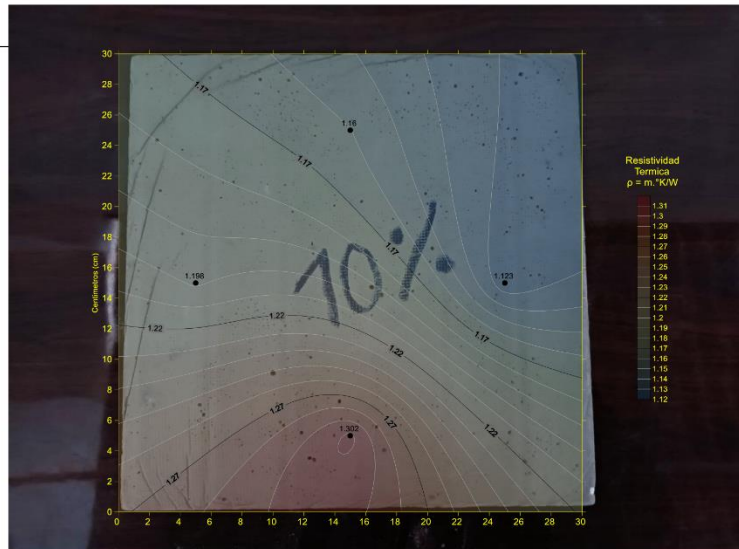
ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

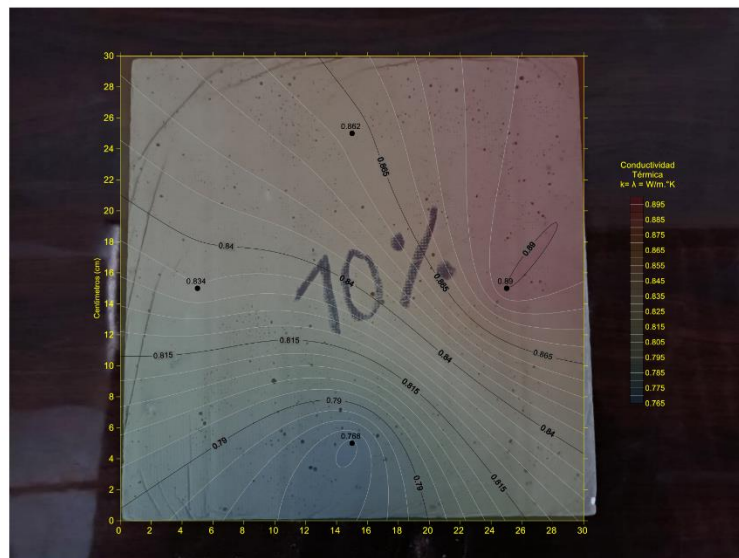
REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: Edy Alberto Pinedo Jara
PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros

MUESTRA:
3



Variación de la Resistividad Térmica de la muestra.



Variación de la Conductividad Térmica de la muestra.



ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: Edy Alberto Pinedo Jara

PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros

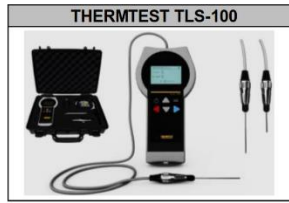
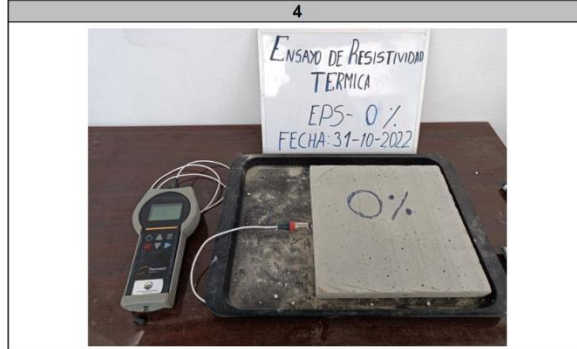
UBICACIÓN: Distrito de La Esperanza - Trujillo
FECHA: 31/10/2022
MUESTRA: 4
REFERENCIA: EPS 10%

DATOS DE LA MUESTRA:

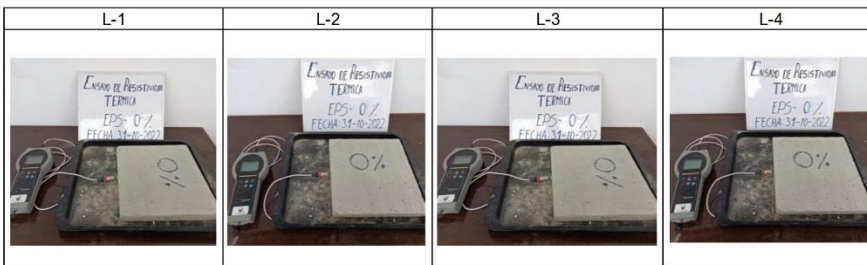
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
PESO	4.5 Kg
OBSERVACIÓN	4
ORIGEN	Trujillo
DIMENSIONES (cm)	30 x 30

EQUIPO DE MEDICIÓN:

CARACTERÍSTICAS DEL TLS-100 THERMTEST	
Conductividad Térmica	0.1 – 5 W/m ² K
Resistividad Térmica	0.2 – 10 m ² K/W
Tiempo de medición	3 minutos
Reproducibilidad	2%
Precisión	5%
Temperatura de operación	-40°C - 100°C
Estandar	ASTM D5334-14 IEEE 442-1981



Punto de Medición	Resistividad Térmica $\rho = m^2K/W$			Conductividad Térmica $k = \lambda = W/m \cdot ^\circ K$			Temperatura $T = ^\circ C$		
	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media	Medición 1	Medición 2	Media
L-1	0.9938	1.0240	1.0089	1.0062	0.9766	0.9914	17.50	17.50	17.50
L-2	1.0495	1.0546	1.0521	0.9528	0.9482	0.9505	17.50	17.50	17.50
L-3	1.0310	1.0349	1.0330	0.9699	0.9663	0.9681	17.40	17.40	17.40
L-4	1.0725	1.0678	1.0702	0.9324	0.9365	0.9345	17.40	17.50	17.45



Nota: El presente informe se expide de acuerdo a las condiciones de la muestra entregada. Los resultados mostrados son referencia exclusiva de la muestra, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones de resistividad y conductividad térmica.


GIANFRANCO TACO JUAREZ
Especialista de Laboratorio
GEOTEKNIK S.A.C.



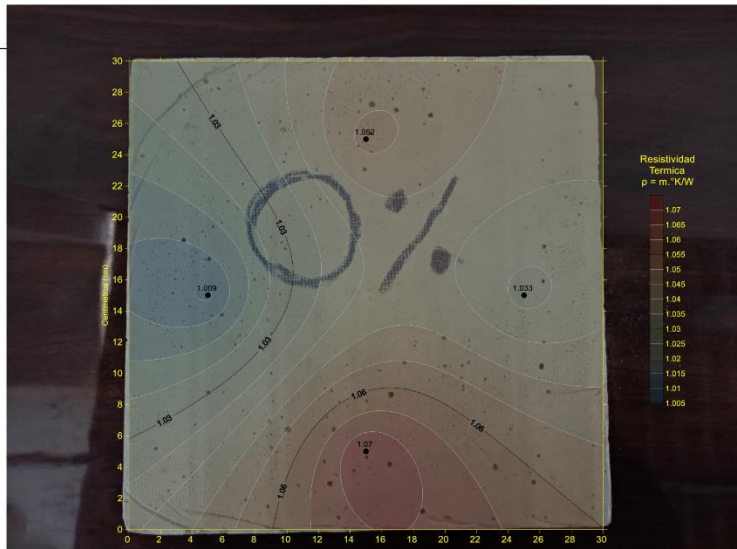
ENSAYO DE LABORATORIO

MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD - CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

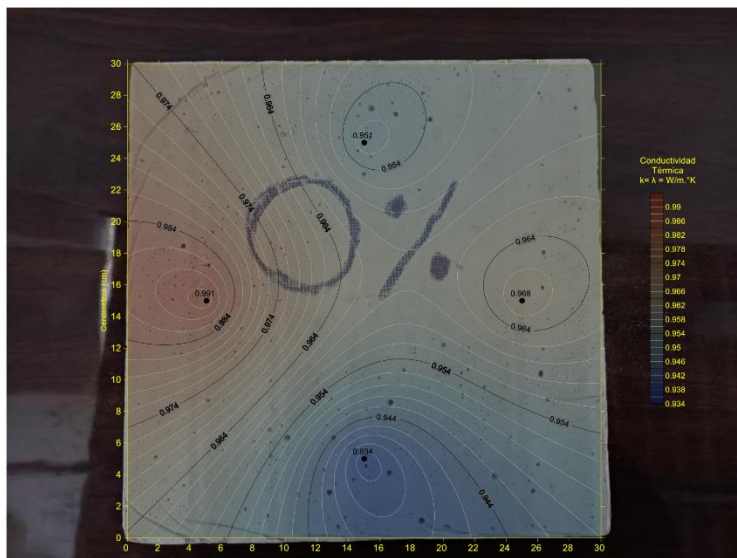
REFERENCIA: - Norma ASTM D5334-14
- Norma IEEE 442-1981

CLIENTE: Edy Alberto Pinedo Jara
PROYECTO: Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros

MUESTRA:
4



Variación de la Resistividad Térmica de la muestra.



Variación de la Conductividad Térmica de la muestra.

Anexo 5. Ensayos de análisis granulométrico:



M&M ANTON LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTECNICOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.
SOLICITANTE:	PINEDO JARA, EDY ALBERTO - VERDE GARCÍA WALDIR
RESPONSABLE:	ING. JIM C. ANTON FIESTAS
UBICACIÓN:	LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA:	OCTUBRE 2022
MUESTRA:	(MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	HUSO	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
N°4	4.75	22.90	4.58%	4.58%	95.42%	95.00%	100.00%
N°8	2.36	20.58	4.12%	8.70%	91.30%	80.00%	100.00%
N°16	1.18	79.28	15.86%	24.55%	75.45%	50.00%	85.00%
N°30	0.60	86.45	17.29%	41.84%	58.16%	25.00%	60.00%
N°50	0.30	150.04	30.01%	71.85%	28.15%	5.00%	30.00%
N°100	0.15	112.77	22.55%	94.40%	5.60%	0.00%	10.00%
PLATO		27.98	5.60%	100.00%			
Total		500.00	100.00%				

Σ % RETENIDO ACUMULADO (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)

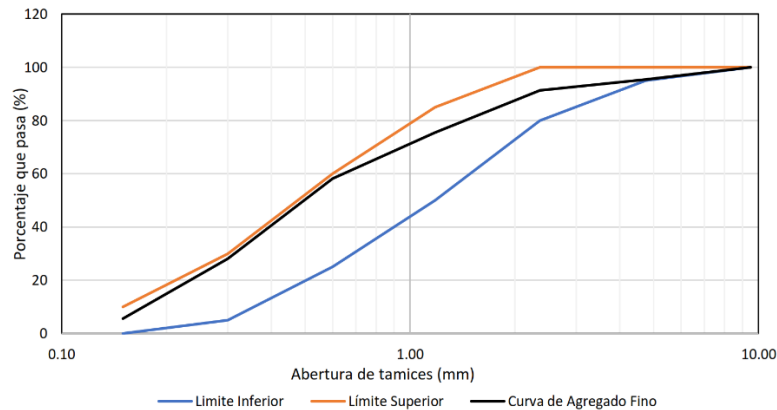
El módulo de fineza recomendable estará entre 2.35 y 3.15

MÓDULO DE FINEZA = 2.46

TAMAÑO MÁXIMO
 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

3/8"
N°4

CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO FINO



Ing. C. Jim C. Anton Fiestas
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP- 251701



PROYECTO:	Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.
SOLICITANTE:	PINEDO JARA, EDY ALBERTO - VERDE GARCÍA WALDIR
RESPONSABLE:	ING. JIM C. ANTON FIESTAS
UBICACIÓN:	LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA:	OCTUBRE 2022
MUESTRA:	(MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

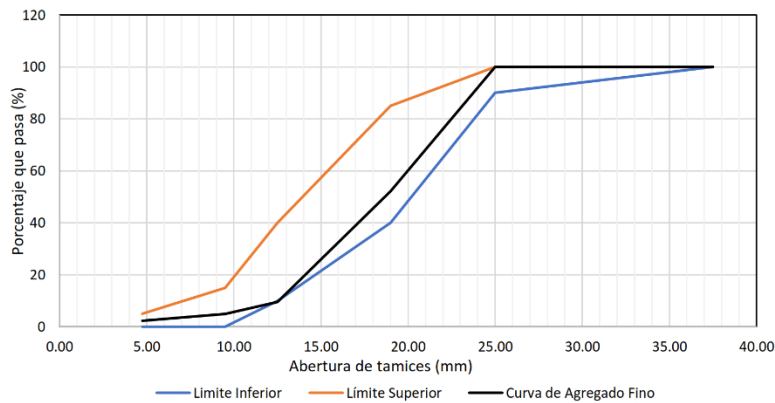
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	HUSO 56	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
1 1/2"	37.50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1"	25.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90.00%	100.00%
3/4"	19.00	917.00	47.84%	47.84%	52.16%	40.00%	85.00%
1/2"	12.50	818.00	42.67%	90.51%	9.49%	10.00%	40.00%
3/8"	9.50	87.00	4.54%	95.04%	4.96%	0.00%	15.00%
N°4	4.75	51.00	2.66%	97.70%	2.30%	0.00%	5.00%
N°8	2.36	10.00	0.52%	98.23%	1.77%		
N°16	1.18	8.00	0.42%	98.64%	1.36%		
N°50	0.30	18.00	0.94%	99.58%	0.42%		
PLATO		8.00	0.42%	100.00%	0.00%		
Total		1917.00	100.00%				

\sum % **RETENIDO ACUMULADO** (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)

TAMAÑO MÁXIMO ABSOLUTO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

1"
3/4"

CURVA GRANULOMÉTRICA DE AGREGADO GRUESO



ing. C. Jim C. Anton Fiestas
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 251701

Anexo 6. Certificados de calibración de equipos utilizados:



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1. Cliente: *Edy Alberto Pinedo Jara*
2. Dirección del cliente: *Av. Gran Chimú 2014 – La Esperanza*
3. Metodo y procedimiento utilizado: *Calibración de sonómetro con un generador a presión acústica.*

4. Datos del instrumento:

Marca	<i>UNI-T</i>	ID del cliente:	<i>C214181752</i>
Modelo:	<i>UT353</i>	Resolución:	<i>0.1 dB</i>
Serie:	<i>C214181752</i>	Alcance:	<i>30 – 130 dB</i>
Fecha de recepción:	<i>03/10/2022</i>	Fecha de calibración:	<i>04/10/2022</i>

5. Condiciones ambientales:

Temperatura:	<i>23.5° C</i>	Humedad relativa:	<i>54%</i>
--------------	----------------	-------------------	------------

6. Datos del patrón utilizado

Patron:	<i>Reed</i>	Frecuencia:	<i>1012.1 Hz</i>
N° Serie:	<i>162502884</i>	Identificación:	<i>Inv # 42</i>
Alcance:	<i>94.120 dB</i>	Exactitud & incertidumbre:	<i>0.5 dB, 0.12 dB</i>

7. Resultado de la calibración

Indicación del patrón dB	Indicación del patrón IBC dB	Error del IBC dB	Incertidumbre expandida ± dB
93.7	94.8	1.1	1.9
113.6	114.8	1.2	1.9

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

EDWIN FRANCISCO GUILLEN MESTAS



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1. Cliente: *Edy Alberto Pinedo Jara*
2. Dirección del cliente: *Av. Gran Chimú 2014 – La Esperanza*
3. Instrumento calibrado: MEDIDOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (TERMOHIGROMETRO)
- Marca / Fabricante : Coolbox
- Serie : No indica
- Modelo : 968H
- Intervalo de indicación : IN -10 °C a 50 °C / -50 °C a 70 °C
- Resolución : IN: 0.1 °C OUT: 0,1 °C
- Procedencia : China
- Ubicación : Laboratorio
- Fecha de calibración : 04/10/2022
4. Lugar de calibración : Laboratorio de metrologia GESA S.A.C
5. Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa
6. Condiciones de calibración:
- Tiempo de estabilización no menor a 10 min
- Profundidad de inmersión del sensor tipo OUT 14 cm
- Temperatura ambiental: Inicial: 16,4 °C Final: 21,4 °C

RESPONSABLE DEL LABORATORIO



EDWIN FRANCISCO GUILLEN MESTAS

Anexo 7. Panel fotográfico:



Preparación de mezcla con perlas de eps reciclado para la elaboración de muestras.



Preparación de mezcla convencional para la elaboración de muestras.



Preparación de moldes para la elaboración de muestras



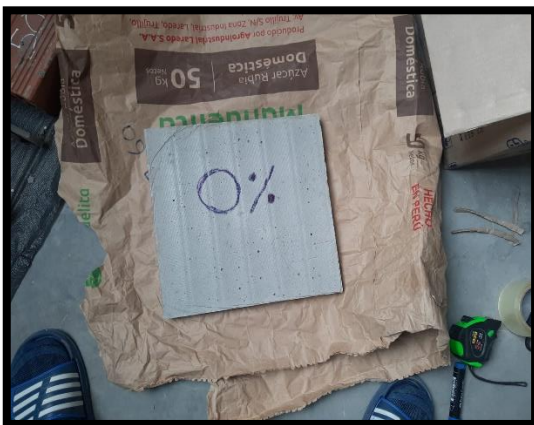
Preparación de mezcla



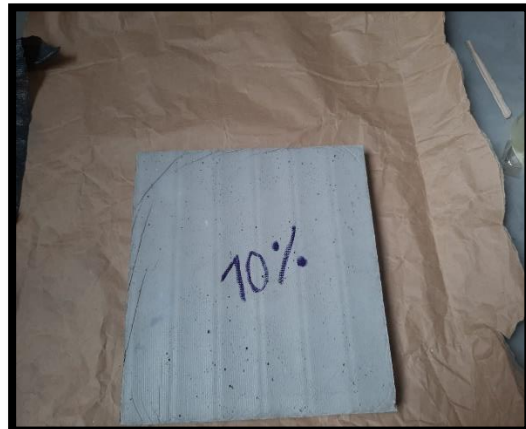
Muestras con mortero convencional y con porcentajes de eps reciclado para asentado de ladrillos



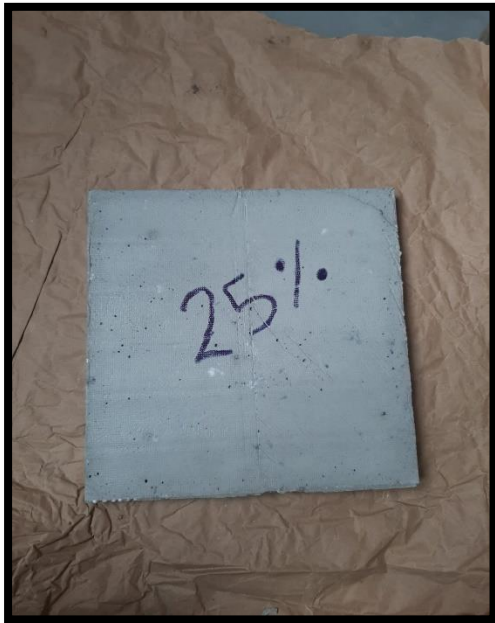
Muestras con mortero convencional y con porcentajes de eps reciclado para tarrajeo de muros



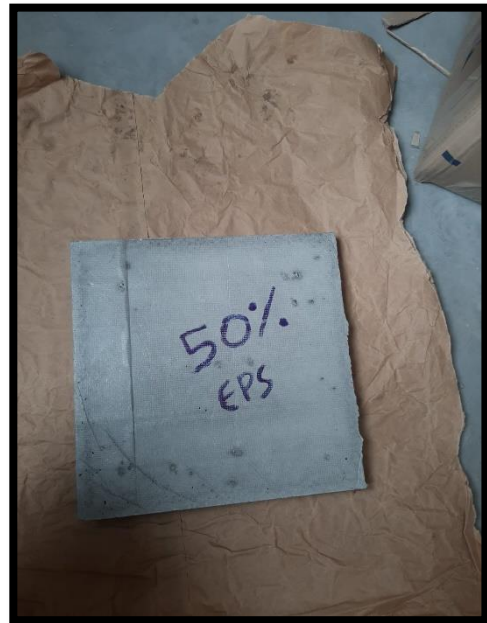
Muestra con mortero convencional



Muestras con mortero con 10% de eps reciclado



Muestras con mortero con 25% de eps reciclado



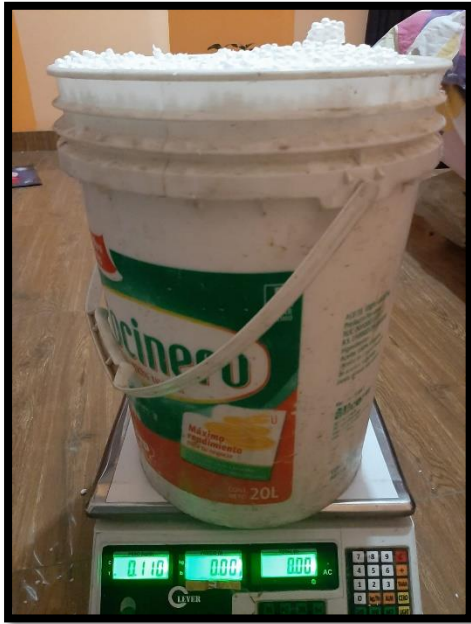
Muestras con mortero con 50% de eps reciclado



Preparación de mezcla



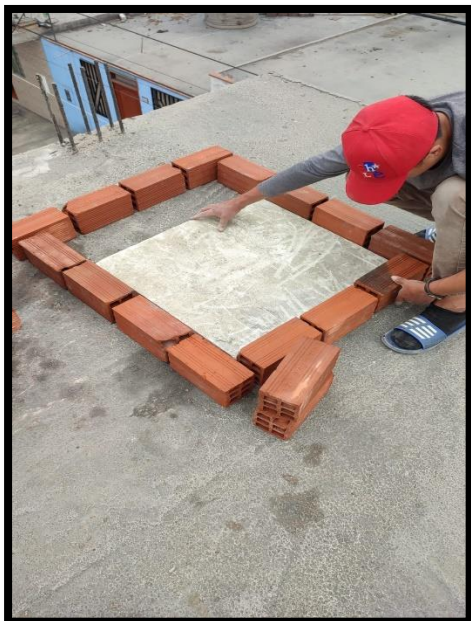
Preparación de mezcla



Peso en balde de 20 L de perlas de eps reciclado



Preparación de mezcla de mortero para juntas en asentado de ladrillos



Alineación de ladrillos para empezar la construcción de prototipos



Nivelación vertical de muros



Obtención de perlas de eps reciclado



Preparación de mezcla con mortero con perlas de eps reciclado



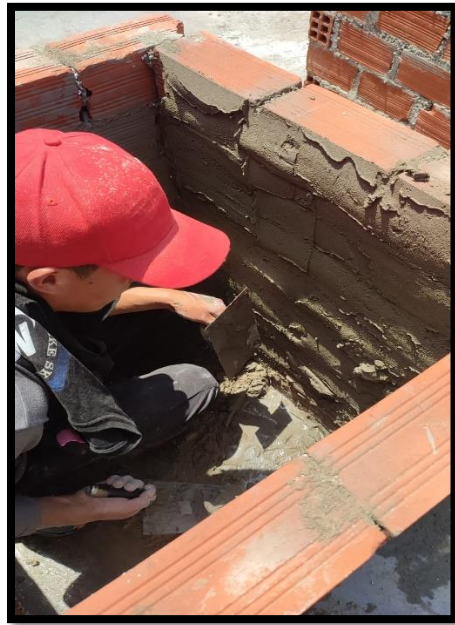
Construcción de prototipos



Construcción de prototipos



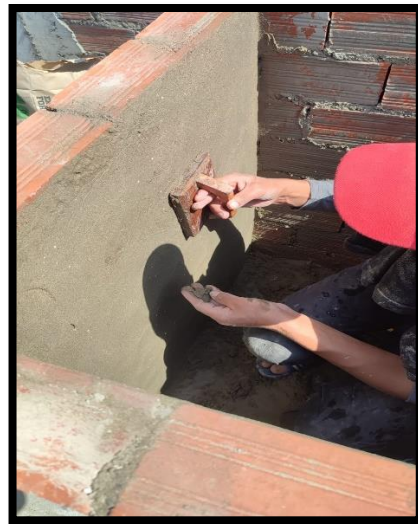
Rociado de agua con cemento
previo al tarrajeo de muros



Pañeteo de muros



Mezcla de mortero para tarrajeo de
muros con porcentajes de eps
reciclado



Frotachado de muros



Tarrajeo interior del prototipo convencional



Tarrajeo interior del prototipo con 10% de perlas de eps reciclado



Tarrajeo interior del prototipo con 25% de perlas de eps reciclado



Tarrajeo interior del prototipo con 50% de perlas de eps reciclado



Prototipo convencional



Prototipo con 10% de perlas de eps reciclado



Prototipo con 25% de perlas de eps reciclado



Prototipo con 50% de perlas de eps reciclado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEZA RIVAS JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de La Esperanza, Trujillo 2022.", cuyos autores son VERDE GARCIA WALDIR ERWIN, PINEDO JARA EDY ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 09 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEZA RIVAS JORGE LUIS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 10-12- 2022 05:24:35

Código documento Trilce: TRI - 0480186