

Comportamiento Térmico en muros revestidos con poliestireno

Thermal behavior of walls insulated with polystyrene

Thalia Katalina Garcia Alvarez¹ Cristian Milton Mendoza Flores² Sleyther Arturo De La Cruz Vega³

RESUMEN

Objetivo: El estudio determinó el comportamiento térmico en muros revestidos con poliestireno (perlas). **Métodos:** El estudio metodológico es tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño no experimental de nivel descriptivo. Los materiales empleados para su ejecución fueron los que componen del mortero (agua, agregado, cemento) además de las perlas de tecnopor; asimismo cabe recalcar que se empleó un termo - hidrómetro para el registro de datos de la temperatura interna de los prototipos; las muestras fueron dos prototipos en escala 1:20 como representación de una vivienda; una revestida con el mortero convencional y la otra con el mortero modificado. **Resultados:** Se comprobó que la anexión del 9% con tecnopor (perlas de tecnopor y/o poliestireno expandido) respecto al árido (agregado fino) en una dosificación de 1:4 (proporción agua: cemento) de morteros para tarrajeo de muros le aporta propiedades termo aislantes a los muros revestidos internamente con dicho diseño de mezcla modificado. **Conclusión:** Los revestimiento de muros con el diseño de mezcla modificado propuesto en la investigación expone un mejor comportamiento térmico respecto a un diseño convencional o tradicional de mortero para tarrajeo de muros, confirmando de este modo el comportamiento térmico en muros revestidos con poliestireno es óptimo y/o efectivo.

Palabras clave: Mortero con tecnopor; poliestireno en muro; revestimientos térmicos; mortero con aislante térmico

ABSTRACT

Objective: The study determined the thermal behavior in walls coated with polystyrene (beads). **Methods:** The methodological study is applied type, quantitative approach, non-experimental design of descriptive level. The materials used for its execution were those that make up the mortar (water, aggregate, cement) in addition to the polystyrene beads; it is also worth mentioning that a thermo-hygrometer was used for recording internal temperature data of the prototypes; the samples were two prototypes at a scale of 1:20 representing a house; one coated with conventional mortar and the other with modified mortar. **Results:** It was verified the addition of 9% with expanded polystyrene (EPS beads and/or expanded polystyrene) in relation to the aggregate (fine aggregate) in a dosage of 1:4 (water: cement ratio) of mortars for wall plastering provides thermal insulation properties to the walls internally coated with this modified mix design. **Conclusion:** The wall coatings with the proposed modified mix design in the research show better thermal behavior compared to a conventional or traditional mortar design for wall plastering, thus confirming that the thermal behavior in walls coated with polystyrene is optimal and/or effective.

Key words: Mortar with technopor, polystyrene beads in walls, thermal cladding, mortar with thermal insulation

Recibido 11/05/2024 Aprobado 20/06/2024

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



¹ Titulada en Ingeniería Civil de la UNJFSC, Lima, Perú. ORCID: [0009-0005-3510-7347](https://orcid.org/0009-0005-3510-7347), garcialvareztk@gmail.com

² Docente de la UNJFSC, Lima, Perú. ORCID: [0000-0002-2298-6224](https://orcid.org/0000-0002-2298-6224), cmendoza@unjfsc.edu.pe

³ Docente de la Universidad César Vallejo, Moyobamba, Perú. ORCID: [0000-0003-0254-301X](https://orcid.org/0000-0003-0254-301X), arturo.delacruz@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la edificación debe de cumplir con ciertos requisitos mínimos para su habitabilidad como la de ser termo aislante (García, 2023). El confort térmico se refiere a la sensación de comodidad que cada sujeto siente en un lugar o zona específica como las viviendas y/o edificaciones (NORMA EM.110). Las edificaciones que están hechas por concreto armado, no poseen propiedades térmicas debido a los materiales que son utilizados para su construcción (N.T.P. E.060), es así que el mortero tampoco cuenta con dicha propiedad por ende no satisface la necesidad del confort térmico, el mortero es un material empleado para el revestimiento y asentado de ladrillos en el rubro de la construcción y está constituido por agregado, agua y cemento (N.T.P. E.070). Es por ello que se viene investigando diversos materiales que podrían proporcionar o dotar de propiedades térmicas a los muros mediante el revestimiento del mismo con morteros modificados, estos son morteros convencionales con añadidos o incorporación en su dosificación tradicional con tecnopor y/o perla de tecnopor (Reyes y torres 2020). El poliestireno expandido, tecnopor o (EPS) es un material termoplástico o EPS, es un insumo termoplástico empleado y provechado en la construcción ya sea en edificaciones u otros por las ventajas que posee como su versatilidad y facilidad de conformado en tamaños y diseños además de ser ligeros por su composición, resistentes al envejecimiento y 100 % reciclables, una de las propiedades físicas más importantes que posee es la de ser termo aislante frente al calor o frío (ANAPE, 2024). Reyes y Torres (2020), en su tesis mencionan que el añadido del 7% de poliestireno expandido en morteros para revestimientos mantiene hasta en un 50 % la tempera interna de un prototipo como representación de una vivienda revestida con dicho material modificado, Paulino y Espino (2017), confirma que el empleo de perlas de poliestireno expandido (perlas de Tecnopor expandido) con mortero mejora las propiedades térmicas de los muros de una vivienda. Herrera (2015), en su investigación llega a la misma conclusión que los autores antes mencionados.

El estudio se justifica ya que la investigación nos proporcionará una idea sobre el porcentaje adecuado de polistireno expandido a emplearse en el diseño de morteros para un óptimo comportamiento del revestimiento de muros, también posee una justificación teórica debido a que la información empleada para la investigación es formal y científica ya que son fuente de otras investigaciones y páginas web que fabrican dicho insumo, finalmente comprende una justificación social ya que el propósito principal de la investigación es mejorar las niveles y/o entorno de vida de la población dotando de confort térmico las viviendas o edificaciones en las que viven; de ellos se desprende el objetivo principal de la pesquisa que es determinar el comportamiento térmico en muros revestidos con poliestireno.

MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue aplicada debido a que se utilizan los saberes existentes y se aplica para generar mejoras de un producto en este caso de mortero convencional (Cegarra, 2024).

De enfoque cuantitativo ya que se emplearán procesos ordenados y sucesivos sin omisión de pasos, es así que el diseño no fue experimental ya que se tuvo una propuesta de mortero modificado determinado y un mortero convencional que solo fueron ejecutados (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014). La pesquisa comprende un nivel descriptivo ya que se buscó describir el efecto que causa añadir perlas de poliestireno expandido en un diseño tradicional de mortero.

Para la muestra se elaboraron dos pequeñas casetas o prototipos con los materiales convencionales de una vivienda, las casetas miden 61cm x 61cm x 62cm de altura, comprendiendo un área de 1.51 m² siendo esta revestida internamente con el mortero convencional y otra con el modificado, se debe considerar que la caseta cuenta con un techo de concreto armado sin revestimiento y es vacía o hueca en la base.

Las dosificaciones de los morteros fueron:

Tabla 1

Dosificación de insumos para morteros 1:4

Descripción	Cemento	Agregado	Agua (lt=Kg)	% Poliestireno (Perlas)
MC	7,28 Kg	33,22 Kg	4,80 Hg	-
9%	7,28 Kg	33,19 Kg	4,80 Kg	25,06 gr

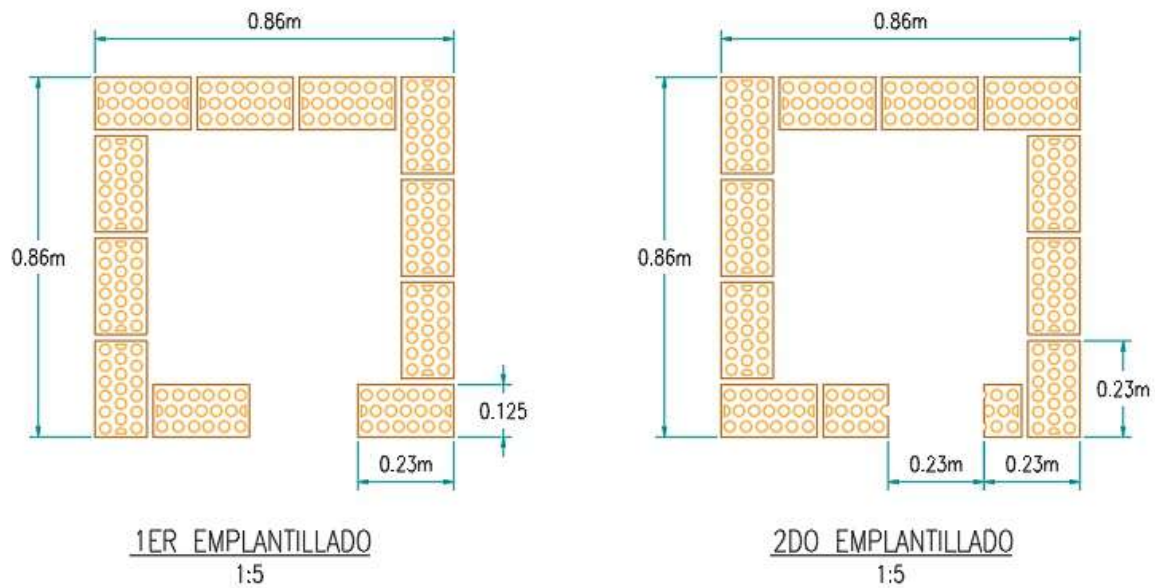
Nota: Fuente autor Thalia Katalina Garcia Alvarez

- **MC:** Mortero convencional

- **9%:** Mortero modificado (mortero convencional + 9% de perlas de tecnopor en relación al agregado) Posterior a ello se colocaron tres termo hidrómetros con sensores, una en cada caseta de forma interna la otra en la parte exterior, se anotaron en la ficha de recolección de datos las temperaturas internas y externas que marcaron cada termómetro por tres días cada una hora, para después ser analizados, graficados y comprados.

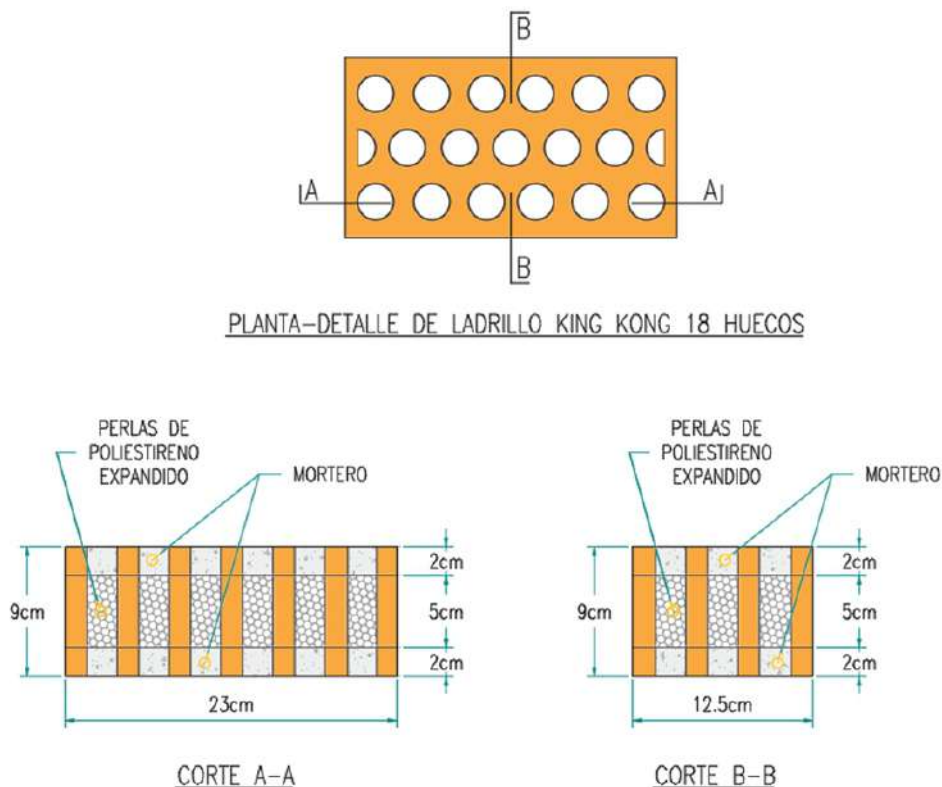
RESULTADOS

A continuación, se presentan figuras detalladas con las características antes mencionadas del proceso de fabricación de los prototipos

Figura 1*1er y 2do emplentillado de ladrillos*

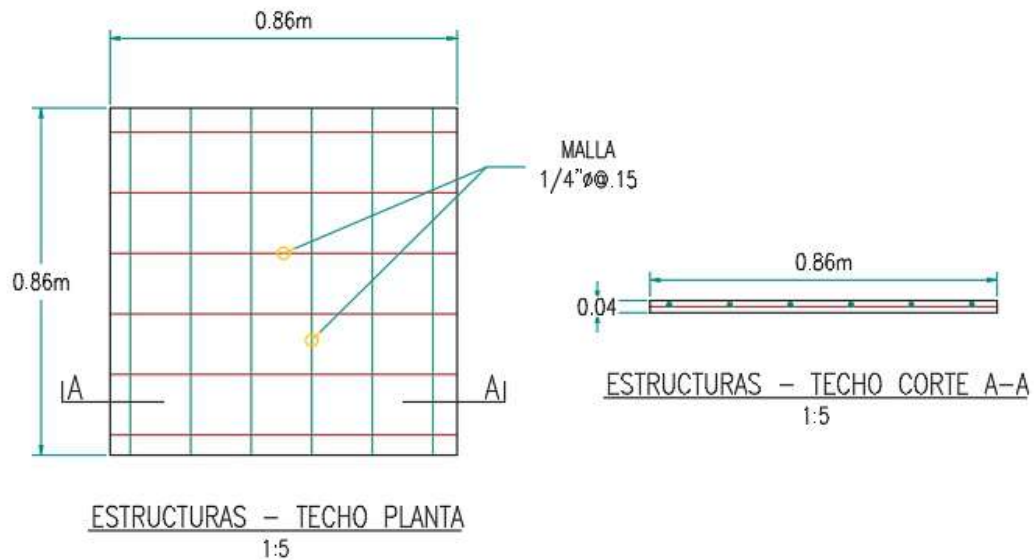
En la imagen anterior se observa la disposición de los ladrillos en el primer y segundo emplentillado para la elaboración de ambos prototipos (convencional /

modificado), la abertura que se observa servirá para la colocación de una pequeña puerta.

Figura 2*Detalle de llenado de tecnopor (perlas) en los ladrillos.*

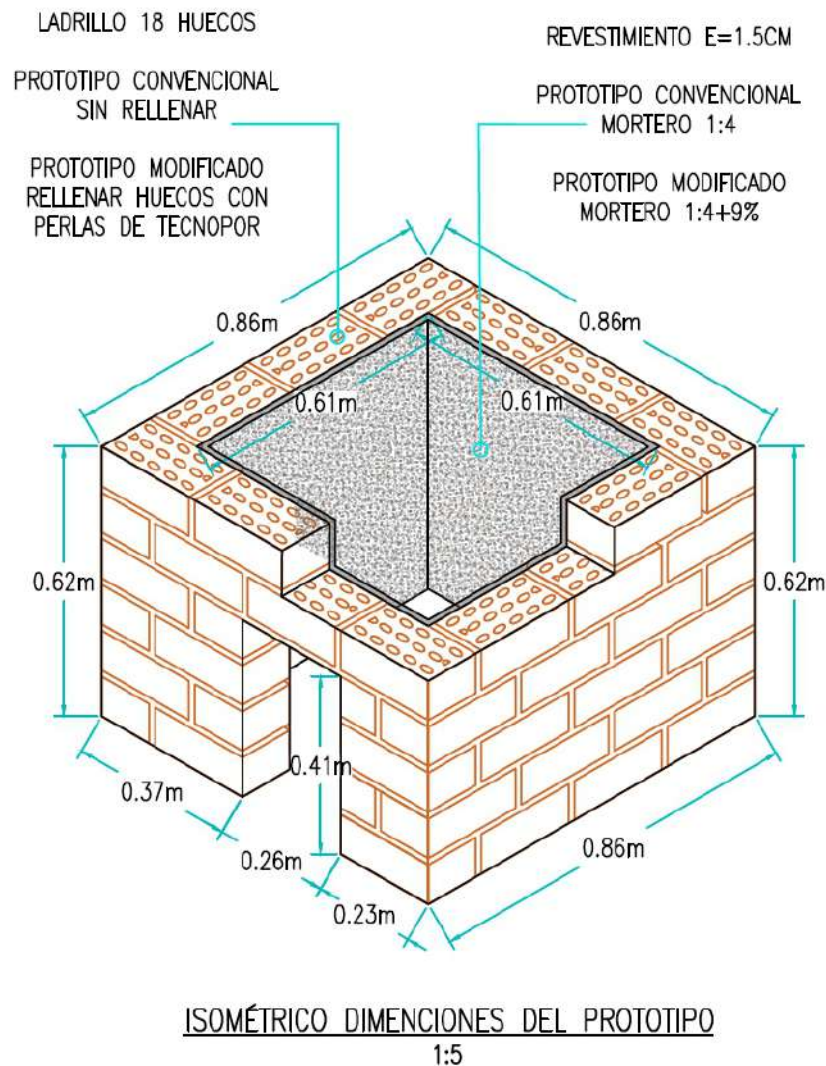
En la figura 2 se observa la representación de la distribución de las perlas de tecnopor en los orificios del ladrillo king kong de 18 huecos; es relevante destacar que esta distribución solo se realizará en el prototipo con dosificación modificada, el ladrillo es de 23cm de largo por 12.5cm de ancho y 9cm de alto, de ello en el corte B-B

los 2cm son un estimado de mortero que se colocaran dentro de los alveolos (orificios) de los ladrillos para garantizar que tenga conexión con las juntas horizontales entre ladrillos, dichas juntas miden entre 1cm a 1.5cm, los 5cm restantes del ladrillo serán rellenos por completo de perlas de tecnopor.

Figura 3*Detalle de aceros en techo de concreto armado*

En la figura 3 se detalla las siguientes dimensiones: 0.86m x 0.86m x 4cm (espesor) y la distribución de la malla de aceros de 1/4" cada 15 cm en ambas direcciones

empleadas para el techo de los prototipos (convencional y modificado).

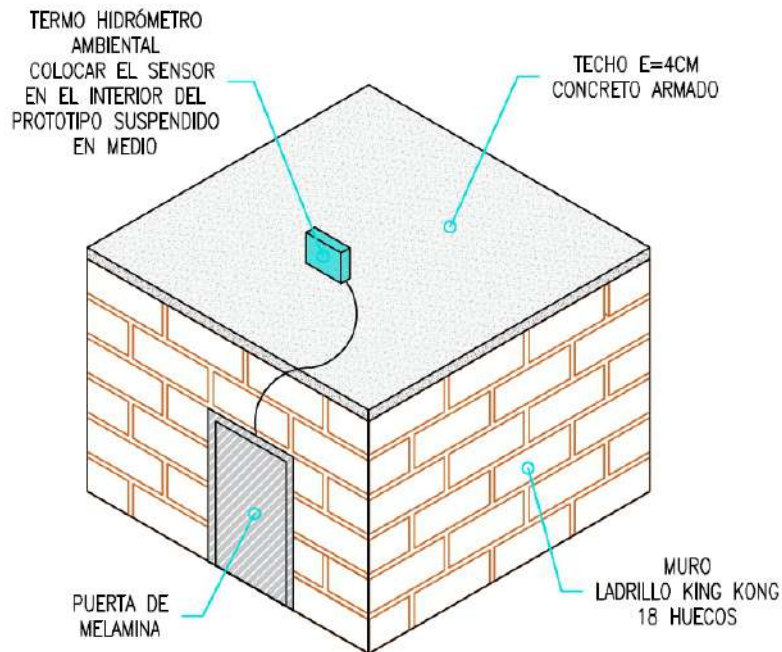
Figura 4*Detalle de características de los prototipos*

En el isométrico anterior se detalla las dimensiones y características de ambas maquetas representativas. Ambas maquetas tendrán un tarrajeo de 1.5 cm en las caras internas de los muros con la diferencia que en el modificado se le incorpora perlas de tecnopor a la

mezcla, adicional a ello se insertarán poliestireno (perlas) en los alveolos de todos los ladrillos también en la maqueta modificada, ambas contarán con una puerta con las mismas características y dimensiones.

Figura 5

Detalle de componentes de la caseta



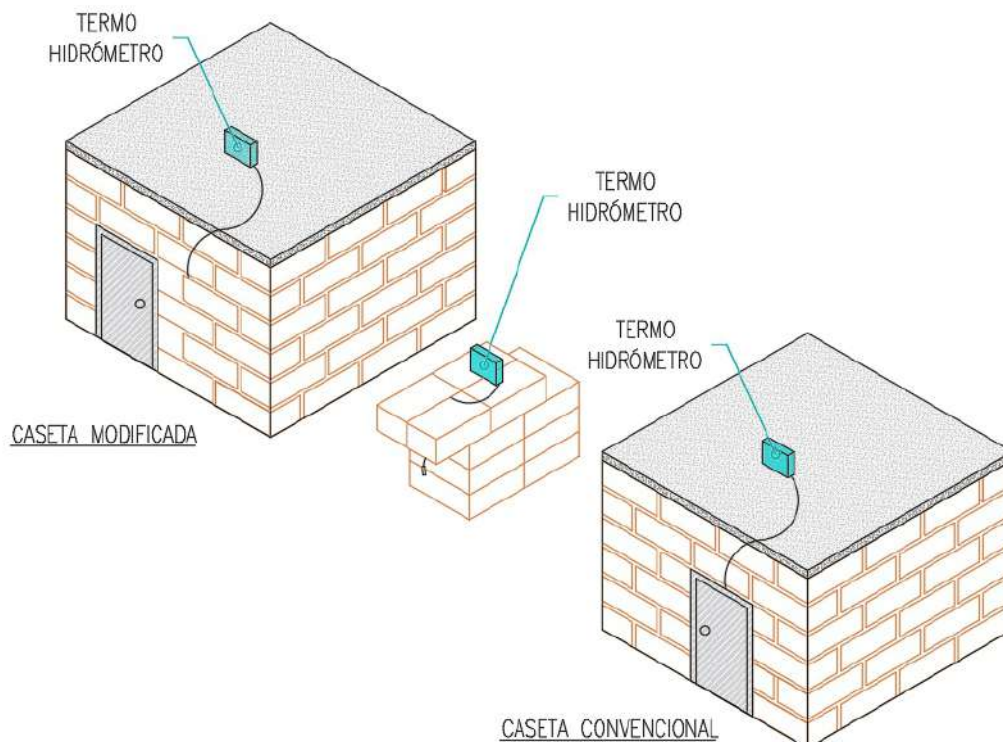
ISOMÉTRICO DEL PROTOTIPO
1:5

En la figura 5 se observa el isométrico final para ambos prototipos que detalla la ubicación del termo-higrómetro y

el cable del sensor que se dirige hacia dentro de la caseta, además de la puerta ya colocada.

Figura 6

Croquis de ubicación de maquetas con los termo - higrómetros



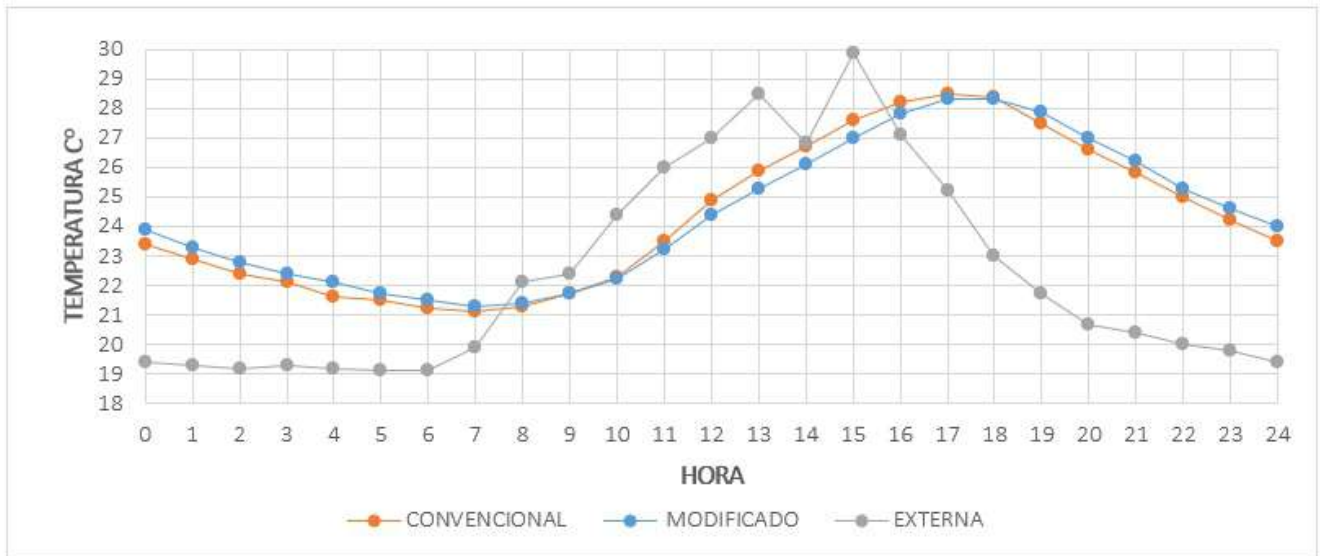
En la figura 6 se observa la ubicación de los prototipos en campo, así como la de los termo-hidrómetros que van colocados sobre las casetas en la que se encuentra ubicado el lector de temperatura, los sensores son cableados y colocados dentro de ambas casetas. El equipo de medición de temperatura también está colocado sobre ladrillos en medio de ambas maquetas,

su sensor se encuentra expuesta a condiciones ambientales normales y este nos brindará los datos de temperaturas externas.

Los resultados de las temperaturas obtenidas a través de los termo hidrómetros fueron:

Figura 7

Gráfica comparativa en el día 1

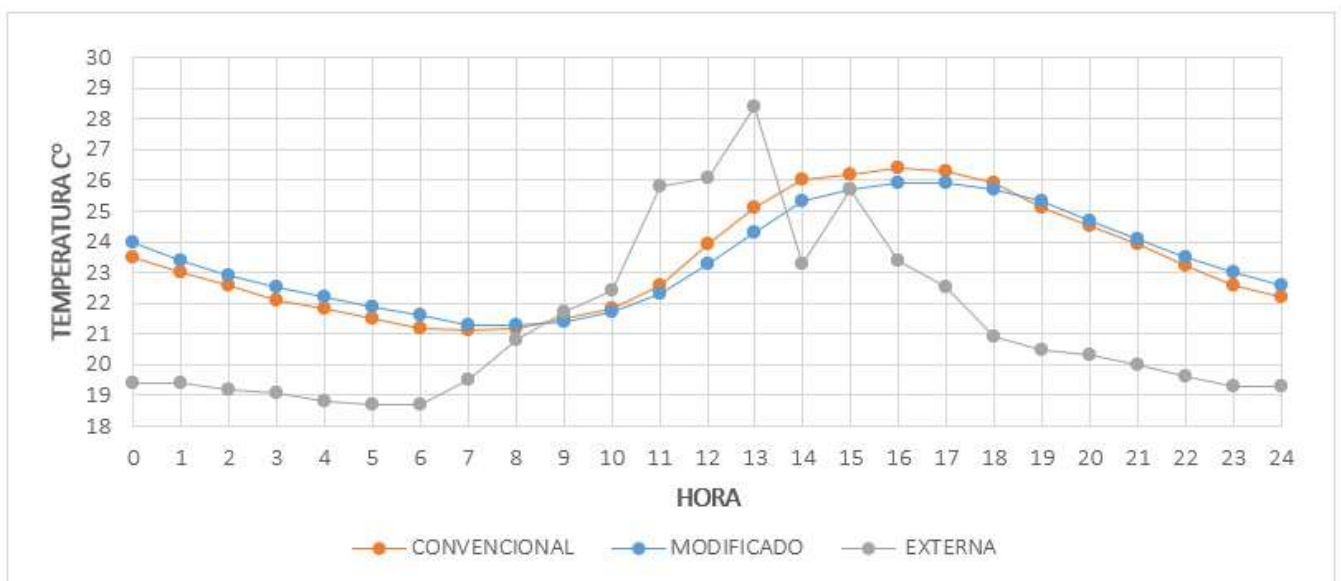


De la figura 7 se deduce que el comportamiento del prototipo modificado (casetas modificadas) es más lineal que el del prototipo convencional, puesto que las temperaturas halladas desde las 00:00 horas hasta las 9:00 horas del día están por debajo del modificado (la temperatura es mayor en el prototipo modificado), desde

las 9:00 horas hasta las 18:00 horas del día están por encima (la temperatura es menor en el prototipo modificado) y desde las 18:00 hasta las 24:00 horas del día están por debajo (la temperatura es mayor en el prototipo modificado).

Figura 8

Gráfica comparativa en el día 2.



De la figura 8 se deduce también que el comportamiento del prototipo modificado es mejor que el convencional, ya que las temperaturas halladas desde las 00:00 horas

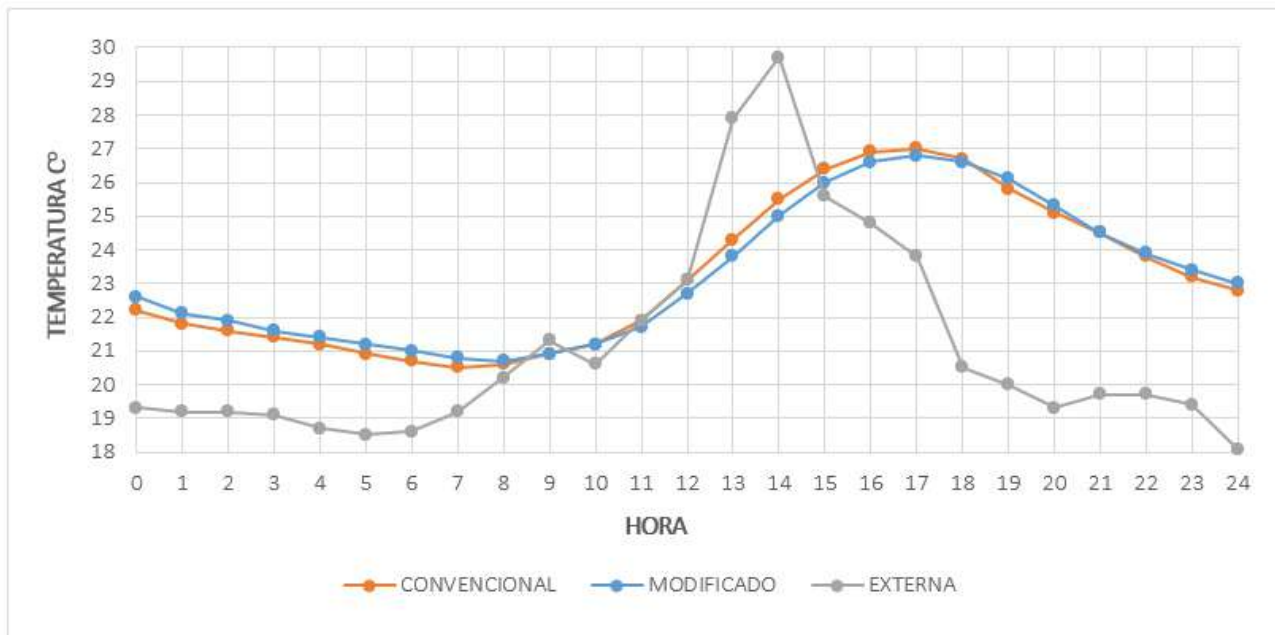
hasta las 8:00 horas del día están por debajo del modificado (la temperatura es mayor en el prototipo modificado), desde las 8:00 horas hasta las 18:00 horas

del día están por encima (la temperatura es menor en el prototipo modificado) y desde las 18:00 hasta las 24:00

horas del día están por debajo (la temperatura es mayor en el prototipo modificado).

Figura 9

Gráfica comparativa de temperaturas en el día 3.



De la figura 9 se deduce que efectivamente las temperaturas tomadas en campo del prototipo modificado están más lineales que la del prototipo convencional; ya que las temperaturas halladas desde las 00:00 horas hasta las 9:00 horas del día están por debajo del modificado (la temperatura es mayor en el prototipo modificado), desde las 9:00 horas hasta las 18:00 horas del día están por encima (la temperatura es menor en el prototipo modificado) y desde las 18:00 hasta las 24:00 horas del día están por debajo (la temperatura es mayor en el prototipo modificado); después de la interpretación de los resultados obtenidos durante tres días consecutivos se corrobora que los muros revestidos con añadidos de perla de tecnopor presentan un comportamiento térmico mucho mejor y más óptimo que uno convencional.

DISCUSIÓN

De las figuras 7, 8 y 9 se resuelve que al añadir tecnopor (perlas) en morteros normales (convencionales) usados en el proceso de revestimiento de muros presenta un comportamiento térmico superior, del mismo modo Kharum y Svintsov (2017) en su investigación nos mencionan que el hormigón con incorporación de tecnopor se puede usar como material que aporta aislamiento térmico a los muros.

Los registros de las temperaturas internas en muros revestidos con el mortero modificado al 9 % de añadido de tecnopor, durante tres días seguidos lograron datos de temperaturas entre 20.7 °C y 28.3 °C mientras que los valores externos fueron desde 18.1 °C hasta 29.7 °C, es importante recalcar que el registro de estos valores fueron en condiciones ambientales normales; por otro

lado Reyes y Torres (2020) registraron valores internos de 0 °C hasta 24.6 °C en su prototipo modificado con la inclusión al 7% de tecnopor mientras que la temperatura externa fue de -21.0 °C hasta 21.3 °C, en este caso las maquetas se colocaron dentro de un frigorífico; la temperatura interna fue tomada mediante un termómetro con sensor y la externa lo marcaba el frigorífico, ello se desprende la diversidad en los valores internos y externos.

La variación de la temperatura en el transcurso del día y la noche son de 7°C en el día mientras que en la noche 6.2 °C, existiendo una variación de 0.8 °C, por otro lado, los investigadores Quiroga y Maquera (2019) obtuvieron una variación de 2 °C comparadas sus resultados; por consiguiente, los estos valores ratifican que existe una diferencia de temperaturas entre las casetas o prototipos modificado y convencional (normal).

Los resultados expuestos en las figuras 7, 8 y 9 confirman que los muros revestidos con perlas de poliestireno expandido presentan un el efecto térmico de positivo, ya que, los datos de las temperaturas máximas y mínimas de los prototipos anotados durante los 3 días sucesivos son: para el prototipo convencional 7.4 °C, 5.3 °C y 6.5 °C y para el modificado fueron 7 °C, 4.6 °C y 6.1 °C, hallándose mejoras del efecto térmico de 0.4 °C, 0.7 °C y 0.4 °C comparada al prototipo convencional, Passos y Carasek (2018) mencionan en su investigación que la conductividad térmica es cuatro veces menor al modelo patrón; ello confirma que el efecto térmico es superior con prototipos modificados.

CONCLUSIONES

Los muros revestidos con perlas de Tecnopor presentan un comportamiento térmico óptimo gracias a la inclusión del 9% de tecnopor (perlas) respecto al árido (agregado fino) en un mortero convencional empleado para tarrajeo de muros con una dosificación de 1:4, por ende, se concluye que este nuevo diseño de mezcla dota de propiedades de aislamiento térmico a los muros.

Los valores de la temperatura interna de la caseta modificada durante la noche son superiores y la temperatura interna durante el día son inferiores a los obtenidos de la caseta convencional; de ello se desprende que la caseta modificada mantiene una temperatura más constante que la caseta convencional.

Los muros revestidos con perlas de poliestireno expandido nos dieron los siguientes valores de temperaturas internas y externa: las temperaturas internas que se hallaron estuvieron entre los rangos de 21.3 °C a 28.3 °C (día 1), 21.3 °C a 25.9 °C (día 2), 20.7 °C a 26.8 °C (día 3); mientras que las externas fueron: el día 1 entre 19.1 °C a 29.9 °C, día 2 entre 18.7 °C a 28.4 °C y el último día fueron de 18.1 °C hasta 29.7 °C.

La variación de la temperatura a lo largo de todo el día (día y noche) de muros revestidos con tecnopor fueron: el primer día de 7 °C (en el día) y 6.2 °C (en la noche), el segundo día 4.6 °C (en el día) y 3.4 °C (en la noche) y el tercer y último día fue de 6.1 °C (en el día) y 4.9 °C (en la noche).

REFERENCIAS

- ANAPE. (2024). Propiedades de EPS. Obtenido de <https://anape.es/>
- Cegarra S. J. (2004). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Universidad Pontificia de Catalunya.
- García A. T. K. (2023). Comportamiento térmico de muros revestidos con perlas de tecnopor en la zona costera de la calle La Manchurria, Huacho – 2022. [Tesis de pregrado] Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú.
- Hernández, S. R., Fernández C. C. y Baptista L. P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta Ed.). México, México: Mc Graw Hill.
- Herrera G. M. A. (2015). Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (eps) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos. [Tesis de postgrado]. Centro de Investigación científica de Yucatán A. C. México.
- Kharun M. y Svintsov A. P. (2017). Polystyrene concrete as the structural thermal insulating material. *Revista Internacional de Ciencias Avanzadas y Aplicadas*, Rusia.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2024) Reglamento Nacional de Edificaciones. Perú.
- Passos P. M. y Carasek H. (2018). Argamassas com resíduos para revestimento isolante térmico de parede pré-moldada de concreto. *Revista Scielo - Scientific Electronic Library Online*. Universidad Federal de Goiás, Brasil.
- Paulino F. J. C. y Espino A. R. A. (2017). 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. [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Quiroga Z. M. A. J. y Maquera J. A. J. (2019). Evaluación del desempeño térmico utilizando polvo de caucho y poliestireno expandido para uso como material alternativo en acabados y juntas en muros de albañilería en la ciudad de Tacna – 2019. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada de Tacna, Perú.
- Reyes G. V. A. y Torres R. H. R. (2020). Mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para revestimiento de muros. [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo en Trujillo - Perú.