



**WorldConstruction.com.pe**



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL - ARQUITECTURA

# ANÁLISIS DE MATERIALES TÉRMICOS SEGÚN SU CONDUCTIVIDAD ESPESOR COSTO Y SU APLICACIÓN EN UN MÓDULO DE VIVIENDA.

**Curso:**

ARQUITECTURA

**Docente:**

**XIMENA CHAVEZ,**  
Sánchez

**Autor(es):**

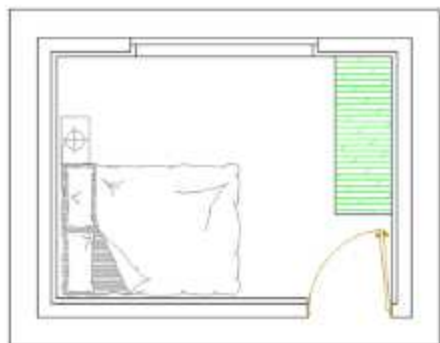
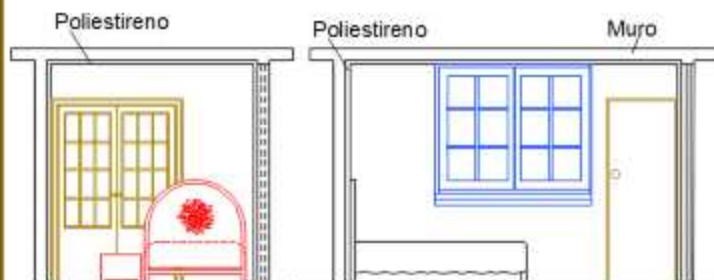
**COJAL AGUILAR,** CARLOS IVÁN.

**CULQUE CHÁVEZ,** RICHARD.

**LLANOS OCAS,** JOSÉ CARLOS.

**RIMARACHÍN DÍAZ,** MARVIL.

CAJAMARCA, JULIO 2015



## ANÁLISIS DE MATERIALES TÉRMICOS SEGÚN SU CONDUCTIVIDAD ESPESOR COSTO Y SU APLICACIÓN EN UN MÓDULO DE VIVIENDA.

<sup>1</sup> Carlos COJAL AGUILAR, <sup>2</sup> Richard CULQUE CHÁVEZ, <sup>3</sup> José Carlos LLANOS OCAS, y <sup>4</sup> Marvil RIMARACHÍN DÍAZ.

Estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte. Vía de evitamiento Norte S/N.

### RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar, determinar y comparar el costo para finalmente elegir el mejor y aplicarlo a un módulo de vivienda, teniendo en cuenta su conductividad y espesor.

El tipo de estudio es cuantitativo, transversal y descriptivo. Realizado en una muestra de 01 módulo de una vivienda con material térmico de tecnopor o poliestireno expandido, celulosa (cartón prensado) y mapresa (madera). Para la recolección de los datos optamos por los precios obtenidos actualmente en las diferentes tiendas de nuestra ciudad. A su vez se confeccionó una maqueta de poliestireno expandido en una escala: 1/25.

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que el valor de la conductividad térmica del poliestireno y el de celulosa. Son similares  $0,039 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$

Al realizar la comparación de costos para el espesor deseado 216mm. Se obtuvo que el costo total del poliestireno para obtener  $0,039 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$  resulta ser más económico que la mapresa siendo mucho menor que el costo total de papel prensado.

De esta manera se concluye que el valor de la conductividad térmica es similar tanto para el poliestireno expandido como para el papel, sin embargo existe una diferencia muy notable en cuanto al costo pues es mucho más económico optar por la opción del poliestireno el cual ofrece las mismas ventajas térmicas y acústicas que el papel.

**Palabras clave:** Conductividad térmica, Material, térmico, espesor y módulo de vivienda.

## SUMMARY

The present study aims to analyze, determine and compare the cost to finally choose the best and apply it to a module housing, given its conductivity and thickness.

The type of study is quantitative, transversal and descriptive. Conducted on a sample of 01 module of a house with thermal material tecnoport or expanded polystyrene, cellulose (pressboard) and mapresa (wood). For data collection opt for prices currently obtained in the different stores of our city. 1/25: Turn a model of expanded polystyrene on a scale was made.

The results obtained in this study showed that the value of the thermal conductivity of polystyrene and cellulose. They are similar  $0.039 \text{ W} / (\text{m} * \text{K})$

When comparing costs to the desired thickness 216mm. It was found that the total cost for polystyrene  $0.039 \text{ W} / (\text{m} * \text{K})$  turns out to be cheaper than mapresa still much lower than the total cost of pressed paper.

Thus we conclude that the value of the thermal conductivity is similar for both expanded to the role polystyrene, however there is a very noticeable difference in cost because it is much cheaper to opt for the choice of polystyrene which provides the same thermal and acoustic benefits the paper.

**Keywords:** Thermal conductivity, material, thermal, thickness and module housing.

## INTRODUCCIÓN

Los edificios de viviendas están configurados, básicamente, por una estructura soporte, una envolvente y unas instalaciones interiores (iluminación, calefacción, etc.), que se asemejan o tienen cierto paralelismo con la constitución de cualquier ser humano: un esqueleto, una epidermis y unos órganos interiores. (*Comunidad de Madrid, 2012*).

Es evidente que cuando una persona se desea proteger de las inclemencias del tiempo recurre a abrigarse, en primera instancia. Esto supone que en el caso de los edificios, para conseguir unas condiciones de confort en el interior adecuadas, se deba conseguir con la citada envolvente térmica unas características aislantes determinadas. (*Comunidad de Madrid, 2012*)

En el proceso de formación arquitectos e ingenieros necesitan conocer aquellos materiales de aislamiento térmicos para mejorar la eficiencia en las infraestructuras. Un aislante térmico es un material que establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura, impidiendo que el calor traspase los separadores del sistema que interesa (como una vivienda o un refrigerador) con el ambiente que lo rodea.

En general, todos los materiales ofrecen resistencia al paso del calor, es decir, son aislantes térmicos. La diferencia es que de los que se trata a continuación tienen una resistencia muy grande, de modo, que espesores pequeños de material presentan una resistencia suficiente al uso que quiere dársele. (*Suazo C, 2014*)

La importancia del presente radica en analizar y comparar determinar el costo de un módulo de vivienda usando los materiales térmicos teniendo en cuenta la conductividad y espesor de los materiales. El mismo que nos permitirá visualizar las ventajas en cuanto al costo, espesor y espacio de la vivienda a utilizar. Buscando de esta manera expresar una alternativa en la mejora del diseño y a la vez mejorar la eficiencia en las edificaciones.

## POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Material plástico espumado, derivado del poliestireno. En el sector de la construcción es conocido como Corcho Blanco o Techopan y se utiliza como material de aligeramiento y aislamiento térmico.



Fig. Nº 01. Poliestireno expandido

Fuente: Propia

### Detalles en muros de carga

El panel o expandido de densidad  $15 \text{ Kg/m}^3$ , de un ancho estándar de cerramiento estructural está constituido por una placa ondulada regular de poliestireno de 1.125 mm.

El **espesor del poliestireno**, dependiendo de las necesidades de aislamiento térmico y acústico del proyecto, puede variar desde 4 cm a 20 cm. A continuación se muestra una tabla con un croquis para ver la relación de grosores y la ubicación del armado:

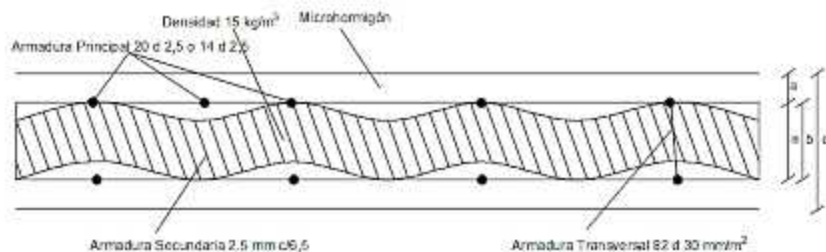


Figura Nº 02. Detalle sección muro de carga.

Fuente: Propia - AutoCad

**Dimensiones:** Placas de 2 metros de largo por 1,2 metros de ancho (2000 x 1200 mm.) en espesores de 20, 30 y 40 cm y en densidad de  $10 \text{ kg/m}^3$

## AISLAMIENTO DE PAPEL RECICLADO (CELULOSA)

Se trata de papel de periódico reciclado molido, al que se le han añadido unas sales de borax, para darle propiedades ignífugas, insecticidas y antifúngicas.

### Características:

- Densidad: 30-60 kg/m<sup>3</sup> (o según otras fuentes, de 25 a 90 kg/m<sup>3</sup>)
- Coeficiente de conductividad térmica: 0,039 W/(m·K)
- $\mu$  - 1 a 2 MN·s/g·m
- c (calor específico) aproximadamente 1900 J/(kg·K)



*Fig. Nº 03. Techo con aislamiento térmico de papel reciclado.*

*Fuente. Propia.*

### COMPARATIVA DE AISLANTES TÉRMICOS:

Materiales aislantes	Conductividad térmica
Poliestireno expandido	0,039 W/(m <sup>2</sup> K).
Fibra de madera	0,039 W/(m <sup>2</sup> K
Celulosa en placas	0,039 W/(m <sup>2</sup> K

**Fuente:** Elaboración propia basado en Civilgeeks.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de estudio fue de tipo cuantitativo, transversal (los datos serán recolectados una sola vez en el tiempo) y descriptivo. Realizado en una muestra de 01 modulo con material térmico de tecnoport o poliestireno expandido, celulosa o papel (cartón prensado) y mapresa y se confecciono una maqueta de poliestireno expandido en una escala: 1/25

Una vez obtenidos los datos, se procesaron para el análisis y discusión de los resultados, se hizo uso de la comparación con bibliografía existente para así establecer la asociación existente entre el espesor del material térmico y el coeficiente de conductividad térmica. La recolección de datos, evaluación, análisis de los resultados y difusión de los mismos están a cargo de los investigadores, cuyos resultados garantizan la veracidad de los mismos.



**Fig. Nº 04.** Comparación de los 3 tipos de materiales termicos. Escala: 1/25

**Fuente:** Propia

Muestra de 01 modulo con material térmico de tecnoport o poliestireno expandido:



**Fig. Nº 05.** Herramientas y materiales para la elaboración de la maqueta. Escala: 1/25

**Fuente:** Propia



**Fig. N° 06.** Avance de la elaboración de la maqueta. Escala: 1/25

**Fuente:** Propia



**Fig. N° 07.** Vista de la armadura en la maqueta. Escala: 1/25

**Fuente:** Propia



## RESULTADOS

**Tabla N° 01. Materiales aislantes artificiales y naturales y su conductividad térmica**

<b>Materiales aislantes Artificiales</b>	<b>Conductividad térmica</b>
Poliestireno expandido	0,039 W/(m*K)
<b>Materiales Aislantes Naturales</b>	<b>Conductividad térmica</b>
Celulosa en placas	0,039 W/(m*K)
Lana de oveja	0,045 W/(m*K)

**Fuente:** Civilgeeks (adaptado)

De la tabla anterior notamos que el valor de la conductividad térmica del poliestireno y el de celulosa tuvo un valor de 0,039 W/(m\*K) a diferencia de la lana de oveja cuyo valor fue 0,045 W/(m\*K).

**Tabla N° 02. Espesor de los materiales aislantes artificiales y naturales.**

<b>Materiales aislantes</b>	<b>Espesor</b>
Poliestireno expandido	25.4 mm
Celulosa en placas	3 mm
Lana de oveja	30 mm

**Fuente:** Elaboración propia basado en Civilgeeks.

De la tabla anterior el poliestireno tuvo un espesor de 25.4 mm, la Celulosa en placas 3 mm y la lana de oveja 30 mm. Las dos primeras dimensiones hicieron referencia a dimensiones reales de presentación en el mercado y la última a una variación del espesor recomendado para obtener calor térmico.

Tabla N° 03. Metrado del módulo de 3m x 4m por 2.80 m de altura.

<i>En Largo del muro</i>	<i>Largo</i>	<i>Altura</i>	<i>Área</i>	<i>Área total</i>
2 muros	4 m	2.80 m	$2 \times 4 \times 2.80$	22.4 m <sup>2</sup>
<i>En Ancho del muro</i>	<i>Ancho</i>	<i>Altura</i>	<i>Área</i>	<i>Área total</i>
2 muros	3 m	2.80 m	$2 \times 3 \times 2.80$	16.8 m <sup>2</sup>
<i>En 1 ventana</i>	<i>Ancho</i>	<i>Altura</i>	<i>Área</i>	<i>Área total</i>
2 muros	1.50 m	0.90 m	$2 \times 1.50 \times 2.80$	8.4 m <sup>2</sup>
<i>En Techo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Altura</i>	<i>Área</i>	<i>Área total</i>
2 muros	3 m	4 m	$3 \times 4$	12 m <sup>2</sup>
Área total = $M_{\text{ancho}} + M_{\text{largo}} - \text{Ventana} + \text{techo}$				42.8 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 03 muestra el área total obtenida siendo su valor 42.8 m<sup>2</sup>; el muro en largo tuvo un valor de 22.4 m<sup>2</sup>, el muro en ancho tuvo un valor de 16.8 m<sup>2</sup>, una ventana tuvo un valor de 8.4 m<sup>2</sup> y finalmente en el techo se obtuvo un área de 12 m<sup>2</sup>.

Tabla N° 04. Calculo de costo y presupuesto para el módulo de 3m x 4m por 2.80 m de altura.

<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>			
<i>Costo x m<sup>2</sup></i>	<i>Espesor</i>	<i>Área</i>	<i>Costo total</i>
S/ 8.16	50.8 mm	42.8 m <sup>2</sup>	$S/ 8.16 \times 42.8 \text{ m} = 349.25 \text{ NS}$
1.2 m x 2.4 m = S/23.50			
<b>CARTÓN PENSADO (Celulosa en placas)</b>			
<i>Costo x m<sup>2</sup></i>	<i>Espesor</i>	<i>Área</i>	<i>Costo total</i>
S/ 13.37	3 mm	42.8 m <sup>2</sup>	$S/ 13.37 \times 42.8 \text{ m} = 572.236 \text{ NS}$
2.14 m x 1.22 m = S/34.90			
<b>MAPRESA (madera)</b>			
<i>Costo x m<sup>2</sup></i>	<i>Espesor</i>	<i>Área</i>	<i>Costo total</i>
S/ 12.76	9.5 mm	42.8 m <sup>2</sup>	$S/12.76 \times 42.8 \text{ m} = 546.17 \text{ NS}$
1.22 m x 2.44 m = S/37.90			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 04 se obtuvo que el costo total del poliestireno para el módulo con dimensiones de 4m (L)x 3m(A) x 2.80 m (h) es de 349.25 Nuevos Soles, el cartón prensado obtuvo un costo total de 572.236 Nuevos Soles y el valor de mapresa tuvo un valor de  $S/12.76 \times 42.8 \text{ m} = 546.17$  Nuevos Soles

**Tabla N° 05. Calculo de costo y presupuesto para el módulo 01 (Escala 1/25) de 3m x 4m por 2.80 m de altura para el espesor deseado.**

<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>			
<i>Costo x 50.8 mm</i>	<i>Espesor</i>	<i>Área</i>	<i>Costo total</i>
S/ 349.25	56 mm	42.8 m <sup>2</sup>	S/ 385
<b>CARTÓN PRENSADO (Celulosa en placas)</b>			
<i>Costo x 3 mm</i>	<i>Espesor</i>	<i>Área</i>	<i>Costo total</i>
S/ 572.236	56 mm	42.8 m <sup>2</sup>	S/ 10 681.74
<b>MAPRESA (madera)</b>			
<i>Costo x 9.5 mm</i>	<i>Espesor</i>	<i>Área</i>	<i>Costo total</i>
S/ 546.17	56 mm	42.8 m <sup>2</sup>	S/3 219.53

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla N° 05 se obtuvo que el costo total del poliestireno para el espesor deseado (216 mm) el poliestireno tuvo un costo de 385.00 Nuevos Soles, el cartón prensado obtuvo un costo total de 10 681.74 Nuevos Soles y el valor de mapresa tuvo un valor de 3 219.53 Nuevos Soles

## DISCUSIÓN

Una de las variables más relevantes a la hora de comparar aislantes es la conductividad térmica, que mide la capacidad de los materiales para conducir calor y frío. Para ilustrar esto, en la tabla N° 01 se observa que tanto el poliestireno como la celulosa en placas tienen el mismo valor de conductividad (0,039 W/(m\*K)), con diferencia a la lana de oveja cuyo valor es 0,045 W/(m\*K).

Sin lugar a dudas cuanto menor sea este valor, mejor funcionará como aislante térmico. (Andrade, 2014). Para una profundidad de aislamiento requerido y

deseado tanto como para la celulosa de  $U$  de  $0.15\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  necesitamos de 215 mm de espesor de poliestireno expandido. (Thorpe 2014)

Al hacer los cálculos respectivos, para nuestro estudio se desea obtener una conductividad de  $0.039\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  para ello necesitamos un espesor de 5.6 cm de celulosa, del mismo modo para el poliestireno. Es necesario tener en cuenta que para un mismo valor de conductividad térmica, a mayor espesor mayor valor de resistencia térmica, por ello el espesor de los materiales térmicos a usar dependerá del presupuesto económico y del espacio disponible, dado que puede llegar a consumir entre 6 a 12 cm de espesor de la pared.

Por otro lado al comparar el costo de los materiales para un mismo módulo con las dimensiones de 3m x 4m por 2.80 m notamos que el costo es más bajo si utilizamos poliestireno expandido dado que solo necesitaremos tan solo s/. 385 nuevos soles a comparación del cartón prensado o de la madera el cual es 8 veces más el costo en comparación con la madera o 27 veces más en comparación con el costo del papel prensado.

Así es necesario mencionar que debido a la variedad de los tratamientos térmicos es importante distinguir las diferencias y características que se obtiene con cada uno de los diferentes tipos de tratamientos térmicos, ya que podemos obtener mejor resultado sabiendo aplicar cada uno de ellos y entender los procedimientos básicos que este encierra para un mejor trabajo. Por ello los aislantes térmicos que están sueltos y que vienen en rollos, como la celulosa (papel), se utilizan en áreas planas predominantemente. Los aislantes térmicos en placas o losas también se pueden utilizar allí, pero se utilizan más en posición vertical en el interior o en el exterior.

Finalmente para poder utilizar estos materiales es necesario tener en cuenta que los materiales aislantes no añaden resistencia a la estructura sino más bien se emplean con el único fin de resistir el flujo de calor. En todo caso, su costo y su peso son menores que los materiales estructurales con la misma resistencia ha dicho flujo.

## CONCLUSIONES

- Para construir un módulo de vivienda con las dimensiones deseadas y teniendo en cuenta que se desea obtener una conductividad térmica de  $0.039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  es más ventajoso utilizar poliestireno expandido con un costo mínimo de s./385 nuevos soles.
- En cuanto a las características de los materiales térmicos cuanto menor sea el valor de la conductividad térmica, mejor funcionará como aislante. (Andrade, 2014). De esta manera el valor de la conductividad térmica es similar tanto para el poliestireno expandido como para el papel, sin embargo existe una diferencia muy notable en cuanto al costo pues es mucho más económico optar por la opción del poliestireno el cual ofrece las mismas ventajas térmicas y acústicas que el papel.
- Para poder mantener la vida útil de los materiales térmicos es necesario la aplicación de Bórax, el cual es indispensable para el mejoramiento de la calidad de los materiales a utilizar.

## BIBLIOGRAFIA:

- \* Sánchez, 2014. Aislamiento Térmico en Construcción con Bloques de Arcilla. <http://civilgeeks.com/2014/04/10/aislamiento-termico-en-construccion-con-bloques-de-arcilla/>
- \* Flores A. (2013). Aislamiento térmico, tipos y recomendaciones. 17 de junio del 2015, de Unamacor. Sitio web: <http://www.grupounamacor.com/?p=1147>
- \* Andrade E. (2014). Aislantes Térmicos. 17 de junio del 2014, de civilgeeks Sitio web: <http://civilgeeks.com/2012/01/20/aislantes-termicos/>
- \* Rodríguez K. (2013). La lana como material de construcción. 22 de Junio del 2015, de UNAUS Sitio web: <http://www.unaus.eu/blog/54-la-lana-como-material-de-construccion>
- \* Rodríguez H. (2014). Aislantes Naturales III: Lana de Oveja. 22 de junio del 2015, de mimbrea Sitio web: <http://www.mimbrea.com/aislantes-naturales-iii-lana-de-oveja/>

- \* Martínez, Ros y Pérez. (2012). Construcción con paneles estructurales de poliestireno expandido. 22 de junio del 2015, de Arq&ide Sitio web: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0CDQQFjAG&url=http%3A%2F%2Frepositorio.bib.upct.es%2Fdspac e%2Fbitstream%2F10317%2F3076%2F1%2Ftfg62.pdf&ei=gc2IVYiRIovi-QGjjlCoDg&usg=AFQjCNEj0DILIMy9k9WSFPXwdGQckeEZxQ&bvm=bv.96339352,d.cWw>
- \* Thorpe D. (2014). Aislantes térmicos para una reforma ecológica. 27 de junio del 2015, de blog vecinolista Sitio web: <http://blogvecinolista.com/2014/05/27/los-mejores-aislantes-termicos-para-una-reforma-ecologica/>
- \* Comunidad de Madrid. 2012 Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética 27 de junio del 2015, de ENERCOM Sitio web: <http://www.caatlleida.cat/Fitxers/CentreDocumentacio/Biblioteca/NBibliografiques/Index/BD-7720.pdf>
- \* Suazo C. (2014). Aislantes Térmicos. 27 de junio del 2015, de blogspot Sitio web: <http://cristiansuazoaipe.blogspot.com/2014/04/aislantes-termicos.html>

ANEXOS:

"Planos del módulo con poliestireno de 5,6 cm de espesor"

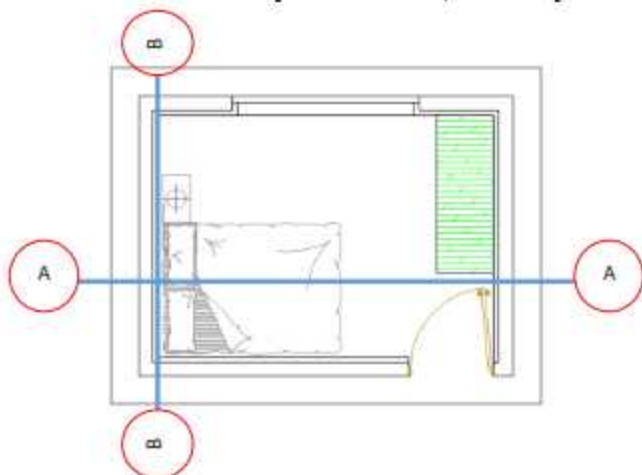


Figura N° 08. Vista del módulo en planta  
Elaboración: Propia

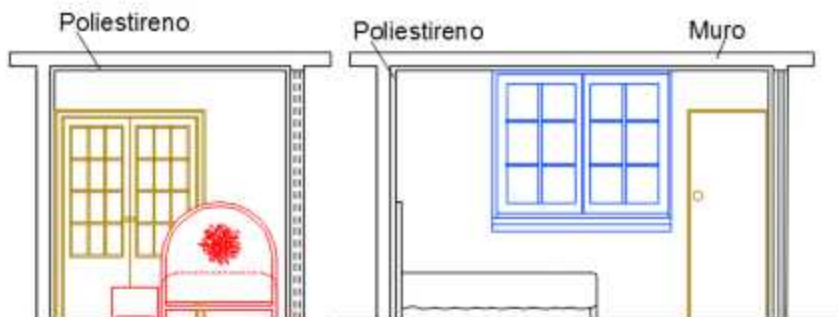


Figura N° 09. Elevación Corte A - A y corte B - B  
Elaboración: Propia

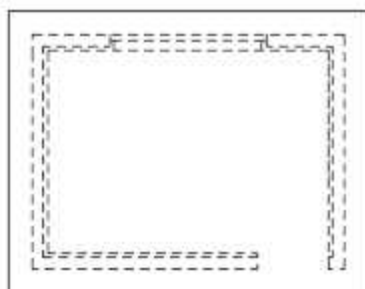


Figura N° 10. Techo del módulo con aplicación de poliestireno  
Elaboración: Propia