

### **1-Pregunta.**

La vida media de un colchón es de 8-10 años ¿Qué ocurre con ese colchón una vez lo deseamos? Manejar los cientos de colchones es complicado, no se doblan, se compactan un 400% menos que la basura tradicional y son inflamables. ¿Puede reciclarse y reutilizarse eliminando así un residuo muy voluminoso?

### **2-Hipótesis.**

Cuando se construye una casa, un edificio, necesitamos establecer unos aislamientos acústicos y térmicos, por salud mental y fisiológica.

Los colchones están formados por varias capas de distintos materiales en un orden determinado, y es posible reciclar y reutilizar sus componentes, por lo menos en un alto porcentaje, lo que permitiría reducir los efectos negativos en el medio ambiente.

En nuestro proyecto buscamos la sostenibilidad investigando el uso de estos residuos para su uso como aislamiento térmico y acústico. Nos hemos preguntado si se podría incorporar los colchones en la construcción, minimizando la necesidad de reciclado y disminuyendo los costes del mismo.

### **3-Material y método.**

Materiales: Colchones, madera, ángulos de metal, teléfono con sonómetro, termómetro, fuente de calor y fuente de frío.

Método: El proceso seguido ha sido el siguiente:

- Análisis de distintos tipos de colchones. Pesamos y medimos el volumen de cada elemento y establecimos el porcentaje que representan sobre el total del colchón.
- Primeramente, construimos cubos aislantes de 30x30cm con madera de aglomerado de 5mm y rellenamos el espacio interior con los diferentes materiales para realizar tests de aislamiento térmico y acústico.
- Posteriormente hemos calibrado los termómetros y hemos observado el efecto de las cajas como aislantes tanto acústicos como térmicos para corregir las medidas en relación a ello.
- Posteriormente, preparamos un sistema con arduino para la recogida de datos.
- El siguiente paso consistió en emitir sonidos de diferentes frecuencias a diferentes volúmenes y determinar el nivel de sonido en un lado y otro del cubo y que frecuencias se transmiten.
- A continuación, se analizó la validez como aislamiento térmico. comparando temperaturas interiores y exteriores. Para ello, bajamos la temperatura en un arcón congelador y estimamos el tiempo necesario para que la exterior y la interior se igualen. Las medidas de amortiguación térmica se realizaron en un congelador a -21°C.
- El último paso es el análisis de datos y determinar que material ofrece mejores condiciones aislantes.

Hemos trabajado con distintos tipos de espumas y viscoelásticas:

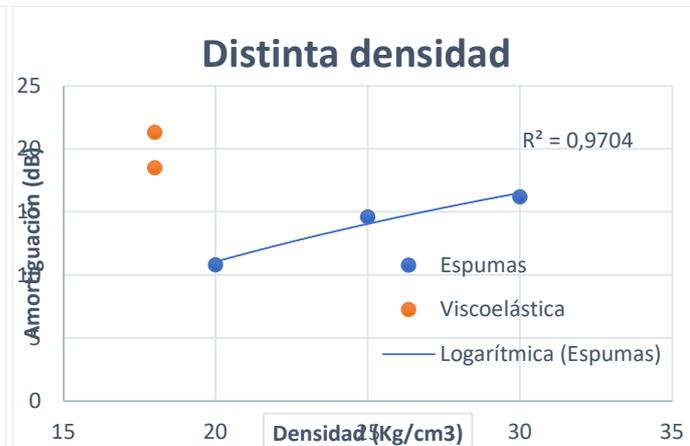
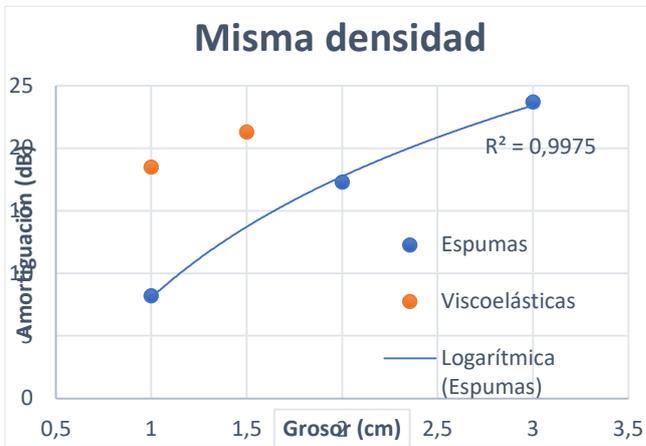
- 1.- Espuma de 25 kg/m<sup>3</sup>. De baja densidad y durabilidad media.
- 2.- Espumas de 30 kg/m<sup>3</sup>. Ya consideradas de densidad alta y alta durabilidad.
- 3.- Espuma de 20 kg/m<sup>3</sup>. De baja densidad y baja durabilidad.
- 4.- Parte viscoelástica de baja densidad.

### **4-Resultados.**

#### **Medidas acústicas (volumen alto: 90.8 dB)**

| <b>Misma Densidad 30 Kg/m<sup>3</sup></b> |                   |                  |                           |                         |
|---|-------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Espuma</b>                             | <b>Grosor /cm</b> | <b>Medida dB</b> | <b>Corrección caja dB</b> | <b>Amortiguación dB</b> |
| Blanca                                    | 3                 | 56.3 dB          | 10.8 dB                   | 23.7 dB                 |
| Blanca                                    | 2                 | 62.7 dB          | 10.8 dB                   | 17.3 dB                 |
| Blanca                                    | 1                 | 68.2 dB          | 14.4 dB                   | 8.2 dB                  |

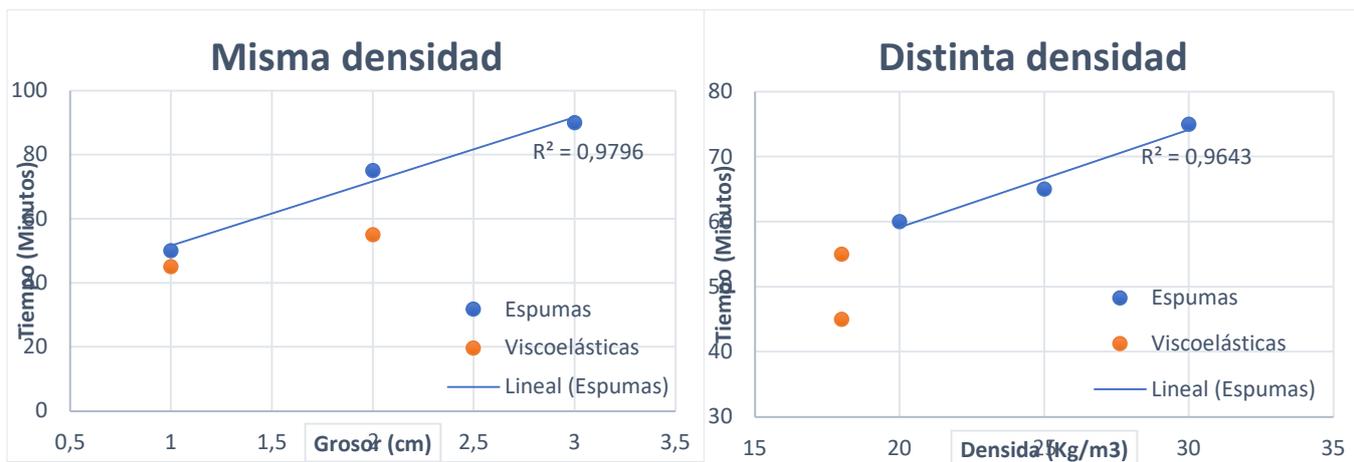
| Distinta Densidad           |                                |                    |                    |                  |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Espuma                      | Densidad/<br>Kg/m <sup>3</sup> | Medida dB          | Corrección caja dB | Amortiguación dB |
| Azul                        | 30                             | 62.5 dB            | 10.8 dB            | 17.5 dB          |
| Verde                       | 25                             | 62.5 dB            | 12.1 dB            | 16.2 dB          |
| Verde Clara                 | 20                             | 61.6 dB            | 14.4 dB            | 14.8 dB          |
| Viscoelástica               |                                |                    |                    |                  |
| Grosor /cm                  | Medida dB                      | Corrección caja dB | Amortiguación dB   |                  |
| 1.5                         | 58.8 dB                        | 10.8 dB            | 21.2 dB            |                  |
| 1                           | 57.9 dB                        | 14.4 dB            | 18.5 dB            |                  |
| Densidad/ Kg/m <sup>3</sup> | Medida dB                      | Corrección caja dB | Amortiguación dB   |                  |
| 18                          | 58.8 dB                        | 10.8 dB            | 21.2 dB            |                  |
| 18                          | 57.9 dB                        | 14.4 dB            | 18.5 dB            |                  |



### Medidas térmicas (Tª congelador -21°C)

| Misma Densidad 30 Kg/m <sup>3</sup> |            |              | Distinta Densidad |                            |              |
|-------------------------------------|------------|--------------|-------------------|----------------------------|--------------|
| Espuma                              | Grosor /cm | Tiempo (min) | Espuma            | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | Tiempo (min) |
| Blanca                              | 3          | 90           | Verde Clara       | 20                         | 60           |
| Blanca                              | 2          | 75           | Verde             | 25                         | 65           |
| Blanca                              | 1          | 50           | Azul              | 30                         | 75           |

| Viscoelástica |              |                            |              |
|---------------|--------------|----------------------------|--------------|
| Grosor /cm    | Tiempo (min) | Densidad Kg/m <sup>3</sup> | Tiempo (min) |
| 1.5           | 45           | 18                         | 45           |
| 1             | 55           | 18                         | 55           |



## 5-Conclusiones.

Un buen aislante térmico permite controlar mejor las diferencias de temperaturas en verano e invierno, evitando un aumento del gasto energético. Así mismo el ser humano tiene unos límites de acústicos establecidos, según la legislación, el nivel de recepción no puede superar los **55 decibelios de día y los 45 de noche**. A partir de los 70 decibelios y conforme van subiendo, la audición se ve afectada, algo que puede provocar incluso sordera, dolor o estrés.

En nuestro caso hemos realizado medidas acústicas de amortiguamiento, partimos de casi 91 dB. Inicialmente evaluamos el impacto de la propia madera de la caja en el amortiguamiento para hacer las correcciones adecuadas. Posteriormente fuimos midiendo cada espuma o viscoelástica por separado.

Hemos analizado el comportamiento en espumas de la misma densidad, pero distinto grosor y en espumas de distintas densidades. En ambos casos se observa como al aumentar el espesor o la densidad aumenta la amortiguación, lo cual concuerda con las teorías de pérdidas de transmisión acústicas.

En el análisis de los datos observamos que la curva que mejor que ajusta a nuestra tendencia es logarítmica, esto está en concordancia con la fórmula para el cálculo de la pérdida de transmisión.

$$T_L = 10 \text{ Log} \left( \frac{\omega T}{\omega i} \right)$$

Donde se relaciona esta pérdida con la energía incidente y la energía transmitida.

Cabe destacar que, las partes viscoelásticas presentan un comportamiento destacable, donde a pesar de tener un grosor inferior a otras espumas, su aislamiento acústico es mejor que el de algunas espumas.

Para la realización de las medidas de amortiguación térmica, primeramente, hemos calibrado los termómetros y hemos observado el efecto de las cajas como aislantes. En nuestro caso las tres cajas se comportaron de manera análoga proporcionando aproximadamente un tiempo de estabilización muy parecido. Por lo tanto, a la hora de presentar las medidas realizamos una corrección teniendo en cuenta este efecto.

Observando los resultados obtenidos corroboramos una relación entre el grosor de la espuma y su densidad y su capacidad de aislante térmico. En general, la mayoría de las espumas proporcionan en el peor de los casos una hora de aislamiento, en un congelador, con temperatura constante de -21 °C (una temperatura extrema). Hay que tener en cuenta que nosotros trabajamos con espumas entre 1 cm y 3 cm. Desde la última gran modificación del documento de ahorro de

energía el CTE DB-HE, realizada en 2013 el **aislamiento de los edificios nuevos** ha cambiado radicalmente. El espesor medio de aislamiento para cada zona climática será en función de las mayores demandas de aislamiento en invierno, solo debemos atenernos a las cinco zonas climáticas de invierno para establecer el espesor de aislamiento necesario. En Ourense han establecido como zona climáticas D con un espesor mínimo en fachadas 12 cm, espesor mínimo en cubiertas 15 cm. Por lo que, en la mayoría de los casos, se podrían combinar varias espumas diferentes, hasta alcanzar el grosor adecuado.

En este caso, la dependencia es lineal, a mayor espesor encontramos un mayor aislamiento, lo cual concuerda con la teoría sobre resistencia térmica.

$$R = e/\lambda$$

Donde e representa el espesor y  $\lambda$  el coeficiente de conducción, que engloba las características del material.

En el caso de la densidad, volvemos a encontrar una dependencia lineal, cuanto menos densidad, hay más celdas de aire de gran tamaño y por lo tanto el coeficiente de conducción aumenta, y así la resistencia térmica disminuye.

En cuanto a la parte viscoelásticas, presenta características similares a las espumas en cuanto a comportamiento frente al frío. El principal problema es que se congela a bajas temperaturas, aunque recupera su forma y características al volver a subir la temperatura.

Durante todo el trabajo hemos analizado también la durabilidad de las espumas y la parte viscoelástica. Hemos dejado muestras de estos elementos en agua y en seco durante 7 meses, sometidas a las variaciones térmicas propias de Ourense, un verano donde se alcanzaron temperaturas de 45°C y temperaturas mínimas en invierno de -5°C. Las muestras, a pesar de estar a la intemperie y sometidas a condiciones de humedad y sequía, han conservado sus propiedades y características.

Nuestro interés ahora que se ha estudiado el comportamiento de cada elemento por separado, consiste en hacer las mejores combinaciones para poder utilizar y por lo tanto reciclar todas las partes del colchón sin excepción, sin necesidad de casi procesos intermedios de reciclaje, salvo separar cada parte y poder así abaratar costes en este proceso y encontrar una forma de reutilizar un residuo tan voluminoso. Ahora mismo estamos realizando medidas con combinaciones con espumas y viscoelásticas para aprovechar lo mejor de cada una de ellas en aislamiento acústico y térmico.

## **6.- Bibliografía**

<https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/economia-circular/residuos-colchones-reciclado-espana/>  
<https://www.smv.es/reciclar-colchones-la-mejor-forma-darles-una-segunda-vida/>  
<https://colchonesrecicladados.com/>  
<https://www.colchonexpres.com/blog/tipos-de-colchones-tamanos-materiales-y-precios>  
<https://juanamontes.com/como-elegir-un-colchon-guia-para-encontrar-el-modelo-adecuado-a-la-primera>  
<https://www.recolchon.com/>  
<https://www.recticelinsulation.com/es/que-es-el-valor-r-y-como-se-calcula>  
[https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_02\\_03/Acustica\\_arquitectonica/practica/AISLAMIENTO.htm#:~:text=Para%20una%20pared%20simple%2C%20la,pf%5D%20\(Hz\).](https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_02_03/Acustica_arquitectonica/practica/AISLAMIENTO.htm#:~:text=Para%20una%20pared%20simple%2C%20la,pf%5D%20(Hz).)  
<https://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/aiaces/aiaces.html>