

## Selección de material para el rediseño de un termo

Alejandro Arango  
Sebastián Duque  
Santiago Arango  
Daniel Hurtado

2022-2

### Índice

1. Introducción	2
2. Metodología	2
3. Resultados	4
4. Conclusiones	7

### Índice de figuras

1. Proceso de filtrado con limitantes $\rho < 1000 \frac{kg}{m^3}$ y $E > 1GPa$	3
2. Proceso de clasificación con función objetivo $M_b = \frac{E^{\frac{1}{2}}}{\rho}$	4
3. Gráfica de Módulo de Young vs. Densidad con limitantes $\rho < 1500 \frac{kg}{m^3}$ y $E > 10^{-2}GPa$ y función objetivo $\frac{E}{\rho}$ . Gráfica obtenida con el software CES Edupack.	5
4. Conductividad térmica vs. Densidad con limitantes $\rho < 1500 \frac{kg}{m^3}$ y $\lambda < 1 \frac{W}{m \times K}$ . Gráfica obtenida con el software CES Edupack.	6
5. Costo vs. Densidad con limitantes $\rho < 1500 \frac{kg}{m^3}$ y $C_m < 20000 \frac{COP}{kg}$ . Gráfica obtenida con el software CES Edupack.	6

# Índice de tablas

1. Traducción . . . . .	5
-------------------------	---

## 1. Introducción

Los seres humanos tenemos la necesidad biológica de mantenernos hidratados. Por esto estamos de alguna manera obligados a tener una fuente de agua a nuestro alcance la mayor parte del tiempo. Esto se cumple en las casas donde se cuenta con acceso al sistema hídrico de las ciudades. Hoy en día las personas, específicamente los adolescentes y los adultos, permanecen una gran parte del día por fuera de sus casas, ya sea en la universidad, en el trabajo, o en otros lugares. Dada esta situación, es necesario para las personas tener una manera cómoda y fácil de almacenar sus líquidos cuando están fuera de casa.

Ya existen productos que cumplen con esta función, por ejemplo, las botellas de agua de plástico y los termos, pero estos tienen múltiples falencias. Por un lado, las botellas plásticas desechables son uno de los mayores factores contribuyentes a la contaminación de mares y ríos. Además, estas pueden liberar compuestos tóxicos para la salud como el BPA cuando se exponen a cambios incrementales de temperatura.

Por otro lado, los termos son poco resistentes a las caídas y golpes, es común ver termos plásticos quebrados, al igual que termos metálicos dentados o abollados después de una caída. De igual forma, estos termos en su mayoría tienen poca capacidad de preservación de la temperatura, lo que supone una gran falencia cuando estos son expuestos a temperaturas variables. Adicionalmente, el peso y el costo son factores fundamentales que deben ser tomados en cuenta. No resulta conveniente un termo con alta rigidez, pero pesado y caro, pero tampoco uno barato y ligero, pero que se quiebre fácilmente.

Se pretende rediseñar un termo que cubra las fallas mencionadas previamente. Este termo debe poder resistir las caídas y los impactos, además de tener una baja conductividad térmica para poder preservar la temperatura del líquido que contiene. Todo esto, manteniendo un peso razonable para facilitar su portabilidad y así brindarle una buena experiencia al consumidor.

## 2. Metodología

El proceso de selección de materiales se constituye de 4 etapas. Primeramente, se debe realizar una traducción donde se exprese los requerimientos de diseño de manera objetiva. Esta estrategia permite representar el desempeño esperado del producto por medio de 4 categorías (función, limitantes, objetivo y variable libres) que describen perfectamente los aspectos a considerar para el diseño.

Posteriormente, con base a las limitantes definidas en la traducción, se realiza un proceso de filtrado. Haciendo uso de las gráficas adecuadas, se demarcan los materiales que cumplan con los limitantes, aislando así los potenciales candidatos, como se observa en la figura 1.

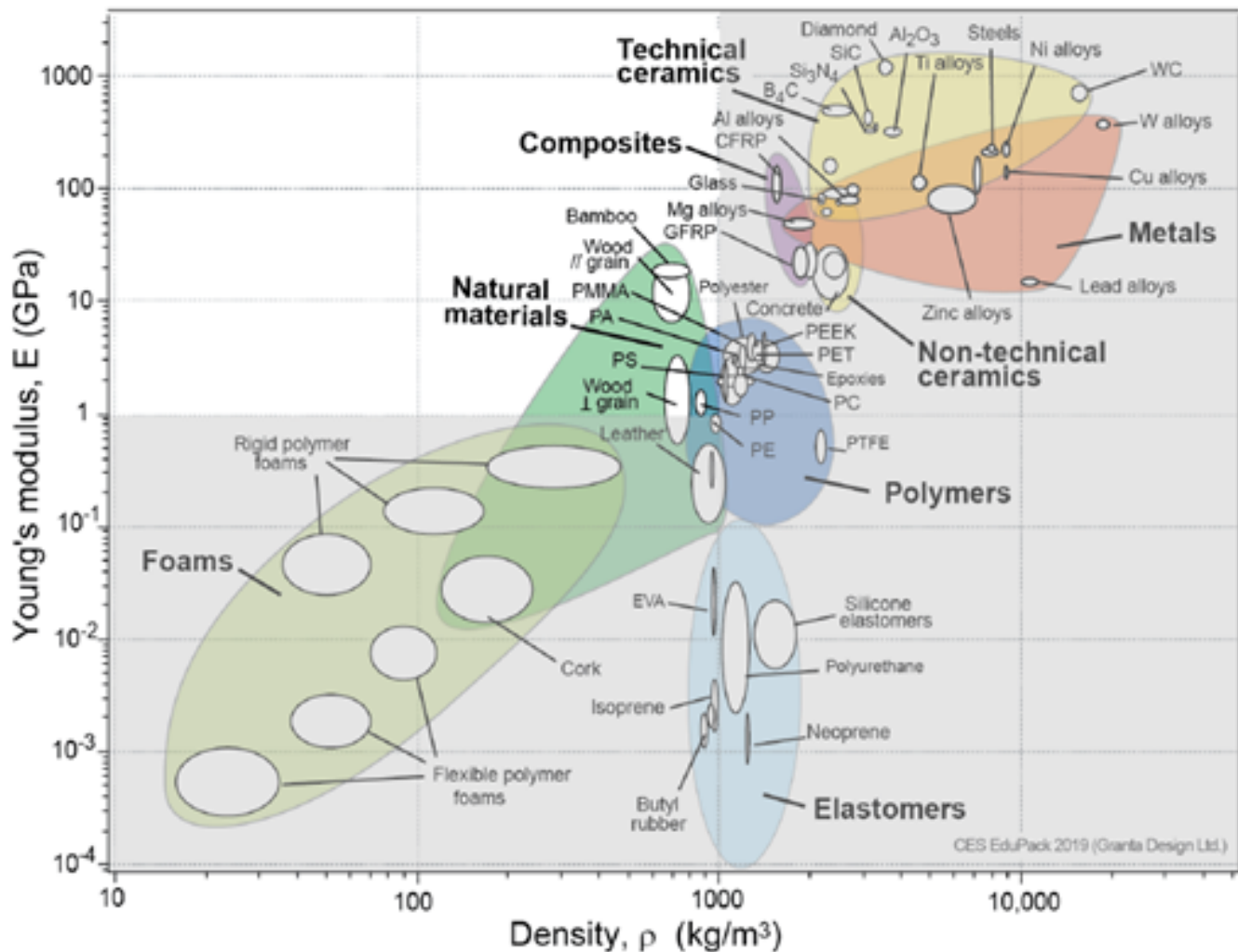


Figura 1: Proceso de filtrado con limitantes  $\rho < 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  y  $E > 1 \text{GPa}$

Una vez realizado este paso, se efectúa la clasificación del grupo selecto tomando en consideración el objetivo definido previamente. Aplicando, sustituyendo y simplificando las fórmulas correspondientes al objetivo y la geometría a tratar en la función objetivo, se llega a un índice que nos permite definir cuál sería el material con mejor desempeño (ver Figura 2).

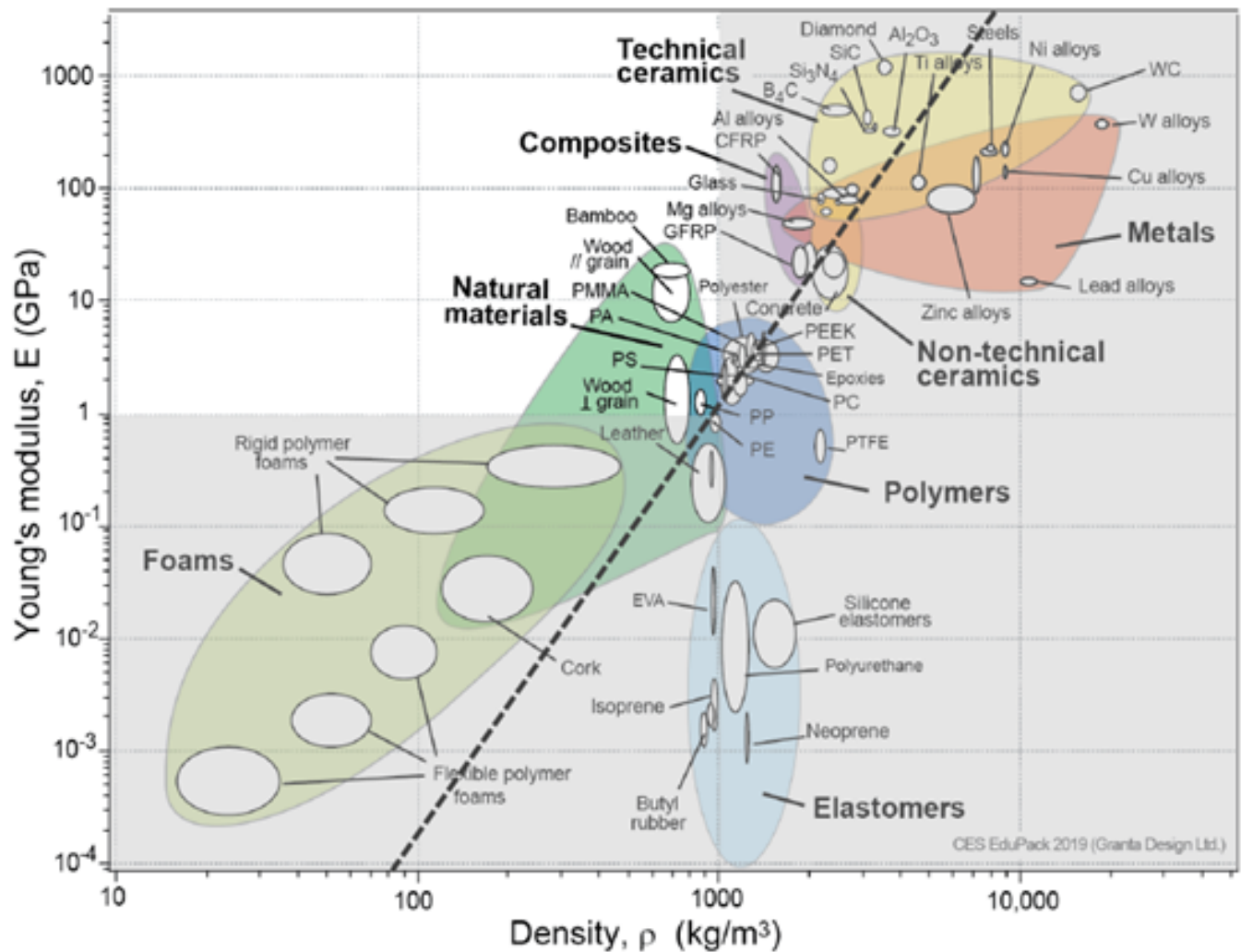


Figura 2: Proceso de clasificación con función objetivo  $M_b = \frac{E^{1/2}}{\rho}$

Finalmente, en la cuarta etapa, se emplea la documentación disponible para determinar las ventajas y desventajas del material seleccionado, describiendo sus diferentes características y que lo hace la selección óptima para resolver el problema en cuestión.

### 3. Resultados

Inicialmente, se realizó la traducción del problema de rediseño, como se muestra en la tabla 1.

Función	Almacenar líquidos a diferentes temperaturas
Objetivo	Minimizar peso y aumentar rigidez
Limitantes	Densidad $< 1500 \text{ kg/m}^3$ Módulo de elasticidad $> 10^{-2} \text{ GPa}$ Temperatura máxima de trabajo: $120^\circ\text{C}$ Temperatura mínima de trabajo: $-40^\circ\text{C}$ Conductividad térmica $< 1 \text{ W/(m}\times\text{K)}$ Precio por kg $< \text{COP } \$20000$
Variables Libres	Color, Textura exterior, Forma

Tabla 1: Traducción

Posteriormente, tomando en consideración la geometría cilíndrica del termo, las limitantes y el objetivo, se obtienen las gráficas 3, 4 y 5.

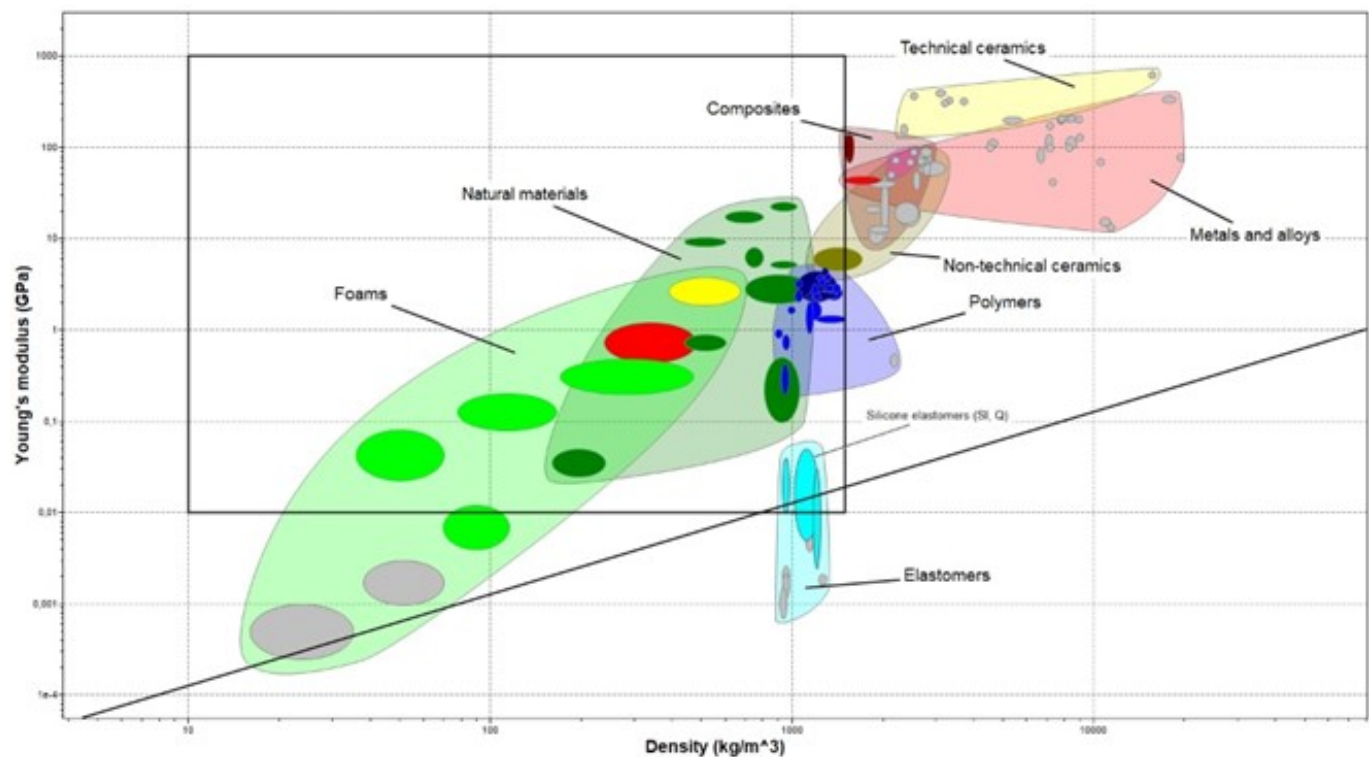


Figura 3: Gráfica de Módulo de Young vs. Densidad con limitantes  $\rho < 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  y  $E > 10^{-2} \text{ GPa}$  y función objetivo  $\frac{E}{\rho}$ . Gráfica obtenida con el software CES Edupack.

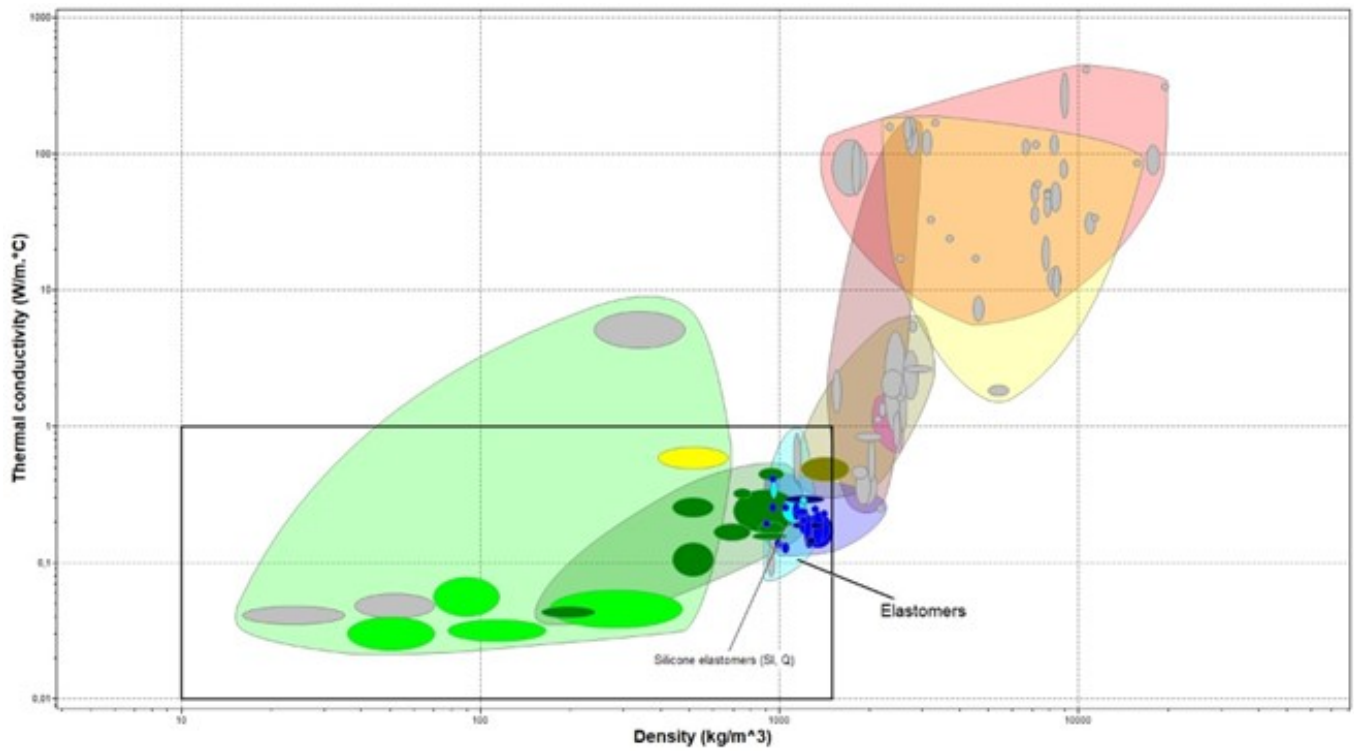


Figura 4: Conductividad térmica vs. Densidad con limitantes  $\rho < 1500 \frac{kg}{m^3}$  y  $\lambda < 1 \frac{W}{m \times K}$ . Gráfica obtenida con el software CES Edupack.

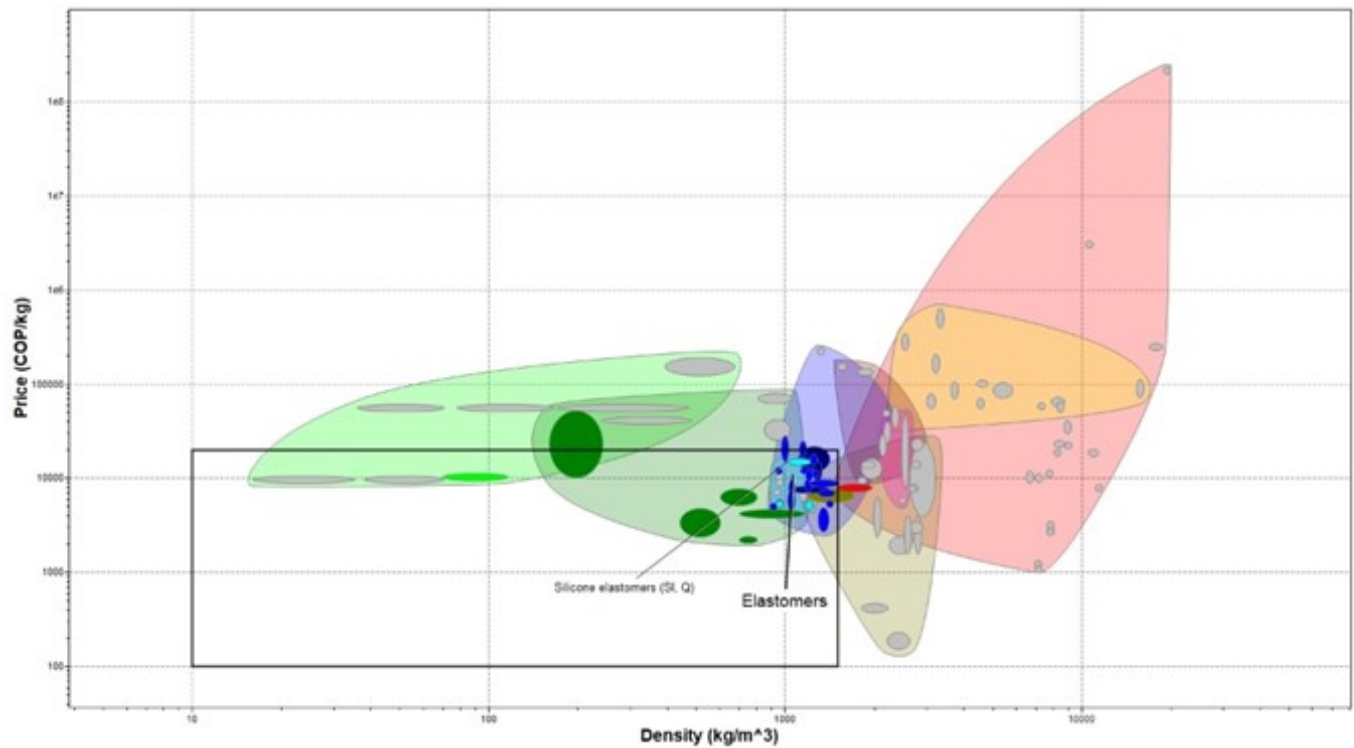


Figura 5: Costo vs. Densidad con limitantes  $\rho < 1500 \frac{kg}{m^3}$  y  $C_m < 20000 \frac{COP}{kg}$ . Gráfica obtenida con el software CES Edupack.

Con base en los resultados obtenidos en las gráficas, el material óptimo para el rediseño del termo son los elastómeros de silicona o simplemente, silicona.

La silicona resulta una opción perfecta para el rediseño del termo, pues este material cumple con todos los requerimientos definidos inicialmente. Con base a la documentación disponible en el software CES Edupack y la información contenida en la página como-funciona.co [1]. Además de presentar un módulo de Young dentro de los rangos necesarios, este material es considerablemente elástico y flexible, exhibiendo gran resistencia a la compresión. Esta capacidad de deformarse ante el impacto sin presentar abolladuras o fracturas mejoraría considerablemente la experiencia del usuario.

Por otra parte, la baja densidad y precio de la silicona facilitan la manufactura y venta del producto, ofreciéndole al comprador un termo liviano y barato. Su baja conductividad térmica y rango de temperaturas de trabajo de entre  $-60^{\circ}\text{C}$  y  $250^{\circ}\text{C}$ , lo hacen un material capaz de almacenar líquidos con cualquier temperatura y conservar esta temperatura independiente del ambiente.

Adicionalmente, la silicona es inodora, no tóxica y químicamente inerte, lo que permite el almacenamiento de cualquier tipo de bebida sin que esta sea afectada por el material. Y, por último, su resistencia a las condiciones climáticas como los rayos UV y la humedad, así como su larga vida útil, lo hacen una selección óptima para servir de termo en cualquier entorno.

## 4. Conclusiones

De los resultados obtenidos y la información recopilada, podemos concluir que la silicona es el material óptimo para cumplir con los requerimientos establecidos inicialmente. Las diferentes propiedades que constituyen la silicona se alinean perfectamente con el objetivo de rediseñar un termo para minimizar su peso a su vez que mejorar otros aspectos de este.

Inicialmente, se definieron ciertos limitantes con la intención de determinar las características del termo que el nuevo material pudiese mejorar. Con este propósito, se realizó un proceso de selección de material donde se optó por la silicona como la opción óptima. Para llegar a este resultado, se buscó un material que resistiera los impactos sin abollarse o fracturarse, que fuera liviano, conservase la temperatura del líquido almacenado, fuese barato, y apto para contener cualquier líquido en cualquier ambiente.

En este orden de ideas, la silicona representa una de las mejores, si no la mejor opción, para el rediseño del termo. Es por esto por lo que el método de selección de material llevado a cabo supone una herramienta de gran eficiencia para encontrar el material adecuado en cualquier proceso de rediseño.

Las ventajas de este proceso radican en su simplicidad, practicidad y precisión en la formulación de parámetros iniciales. La traducción nos permite definir aspectos como la función, las limitantes, el objetivo, y las variables libres, elementos fundamentales para saber con exactitud que se busca y para qué se busca. Al definir los parámetros de entrada, se emplea el software de CES Edupack para filtrar según las limitantes, y clasificar según el objetivo, llegando así a un material que cumpla con las especificaciones requeridas. Finalmente, valiéndose de la documentación disponible, se consulta a

mayor detalle sobre las propiedades, ventajas y desventajas del material, y se confirma si este puede desempeñar su función correctamente o si presenta alguna excepción.

Aunque este método es tremendamente ventajoso, puede presentar imprecisiones que se deriven de una mala traducción o una función objetivo errónea. La traducción es la columna vertebral de este proceso, si el objetivo no se define correctamente o las limitantes son muy ambiguas, el filtrado y clasificación no ofrecerán resultados relevantes, lo que impedirá encontrar el material óptimo.

## Referencias

[1] J. L. R, “Silicona,” s.f. Recuperado de: <https://como-funciona.co/silicona/>.