

Desarrollo de un sistema experimental de termoformado por vacío aplicado al conformado de estireno

Diego Romano Muñoz^{1*}, Axel Alfredo Meza Benítez², Adrián Cabello Pimentel³, Rocío Alejandra Reyes Carlos⁴

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema experimental de termoformado por vacío, diseñado para analizar el comportamiento del estireno durante su calentamiento y conformado. El equipo consta de una caja térmica para ablandar la lámina y una cámara de vacío con base perforada que sostiene un molde metálico. El proceso consiste en calentar la lámina hasta su punto de ablandamiento y aplicar succión para que copie la geometría del molde, replicando de manera práctica el principio industrial del termoformado.

La metodología incluye cinco etapas: colocación de la lámina, calentamiento, transferencia a la base, aplicación del vacío y conformado final. Los resultados demuestran que el sistema reproduce eficazmente el proceso, logrando piezas con geometría uniforme. Sin embargo, se observaron marcas de estrés en esquinas y bordes pronunciados, lo que evidencia zonas críticas en el estiramiento molecular del poliestireno. Este modelo ofrece una alternativa accesible para comprender el termoformado sin requerir maquinaria especializada, contribuyendo al aprendizaje práctico en ingeniería de manufactura.

Palabras Clave

Termoformado por vacío – Poliestireno – Conformado térmico – Procesos de manufactura

^{1,2,3,4}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al256024@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Ingeniería en Manufactura

Fecha de presentación

27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 2086799)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Evento académico

1.^{er} Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. AZoM. (2018, September 12). Polymer properties and applications. AZoM.com. <https://www.azom.com>
2. Brandrup, J. (2009). Polymer blends: Past, present, and future. *Progress in Polymer Science*, 34(1), 1–29.
3. Groover, M. P. (2013). *Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems* (5th ed.). John Wiley & Sons.

CITACIÓN: Romano Muñoz, D., Meza Benítez, A.A., Cabello Pimentel, A., & Reyes Carlos, R.A. (2026). Desarrollo de un sistema experimental de termoformado por vacío aplicado al conformado de estireno [Fronteras de la Ingeniería y Transformación Tecnológica]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 5(1), 56-57.

Desarrollo de un sistema experimental de termoformado por vacío aplicado al conformado de estireno

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, IIT, Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura
Maestría en Ingeniería en Manufactura

Autores

Ing. Diego Romano Muñoz

Ing. Axel Alfredo Meza Benítez

Ing. Adrián Cabello Pimentel

Mtra. Rocío Alejandra Reyes Carlos

RESUMEN

Este trabajo presenta un sistema experimental de termoformado por vacío para analizar el comportamiento del estireno durante su calentamiento y conformado. El equipo cuenta con una caja térmica para ablandar la lámina y una cámara de vacío con base perforada donde se coloca un molde metálico. Al aplicar succión, la lámina caliente se suaviza, se deforma y copia la geometría del molde. Este sistema permite comprender el proceso de termoformado de manera práctica y accesible, sin necesidad de maquinaria industrial especializada.

Introducción

El termoformado por vacío es un proceso en el que una lámina termoplástica se calienta hasta ablandarse y posteriormente se deforma mediante presión negativa para adaptarse a la forma del molde. Este principio consiste en aplicar calor hasta que el material se vuelve flexible y utilizar succión para que copie la geometría deseada. Según Groover (2013), este método es ampliamente utilizado en la industria por su sencillez, bajo costo y capacidad para fabricar piezas con distintas formas.

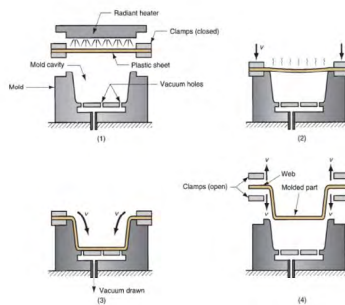


Figura 1. Principio del termoformado al vacío: calentamiento, succión y conformado (Groover, 2013).

Resultados

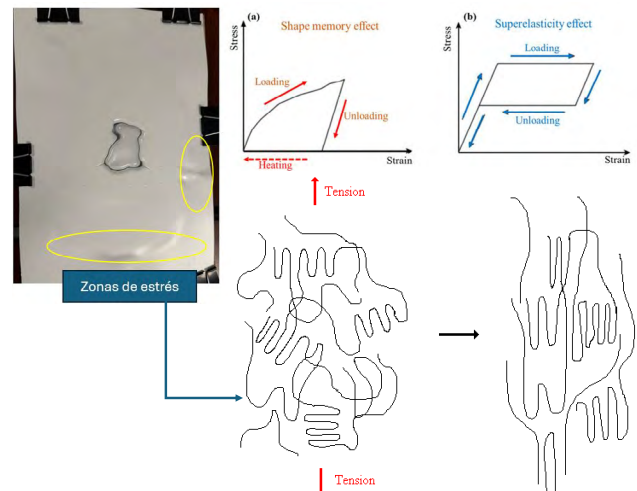


Figura 4. Zonas de estrés en la pieza termoformada y representación esquemática del estiramiento molecular del poliestireno.



Figura 5. Pieza termoformada de estireno obtenida tras la aplicación de vacío, mostrando la reproducción completa del contorno del molde.

Objetivo

Demostrar los cambios que ocurren en el estireno durante un proceso de moldeo por termoformado y realizar una representación funcional de este proceso.

Metodología

1. Colocación de la lámina

La lámina de estireno se coloca en la parte superior de la caja térmica. Tras aproximadamente 10 segundos de calentamiento inicial, la superficie comienza a ablandarse.

2. Calentamiento del material

La caja térmica calienta la lámina hasta que alcanza su punto de ablandamiento.

3. Transferencia a la base de vacío

La lámina caliente se lleva a la base perforada donde se encuentra el molde metálico.

4. Aplicación del vacío

Se aplica vacío durante 2–3 segundos, permitiendo que la lámina caliente copie la forma del molde.

5. Conformado de la pieza

El estireno toma la geometría del molde al enfriarse mientras se mantiene bajo vacío, completando el termoformado.



Figura 2. Caja térmica con resistencias eléctricas para ablandar la lámina de estireno.



Figura 3. Cámara de vacío conectada a una aspiradora de 6 galones para aplicar succión durante el termoformado.

Conclusiones

El modelo experimental replica exitosamente el proceso de termoformado, logrando que la lámina de estireno se adapte a la geometría del molde de manera uniforme, lo que confirma la funcionalidad del sistema.

El estireno respeta la geometría general del molde, pero como observaciones relevante cabe mencionar que las esquinas y bordes mas pronunciados presentan marcas de estrés (*stretch marks*).

Referencias

1. AZoM. (2018, September 12). Polymer properties and applications. AZoM.com. <https://www.azom.com>
2. Brandrup, J. (2009). Polymer blends: Past, present, and future. Progress in Polymer Science, 34(1), 1–29.
3. Groover, M. P. (2013). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (5th ed.). John Wiley & Sons.