

Clave de la Propuesta	PPI- - -		
Puntos a considerar	Si	No	Observaciones/Comentarios
¿Se incluyen los datos de la <b>Portada</b> (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?			
¿La extensión del <b>Título</b> es adecuada y sin abreviaturas?			
¿El <b>Título</b> refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto?			
¿La <b>Introducción</b> describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto?			
¿Los <b>Antecedentes</b> sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos?			
¿La <b>Justificación</b> describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto?			
¿El <b>Objetivo General</b> es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar?			
¿Los <b>Objetivos Particulares</b> se engloban en el objetivo general?			
¿La secuencia de actividades que se presenta en la <b>Metodología</b> es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos?			
¿La <b>Descripción Técnica</b> presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar?			
¿La <b>Normatividad</b> mencionada da un marco a la propuesta?			
¿El <b>Cronograma de Actividades</b> señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?			
¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto?			
¿Se encuentran indicados los <b>Entregables</b> dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del <b>Reporte Final</b> ?			
¿Se incluyeron las <b>Referencias Bibliográficas</b> y estas cumplen con el formato solicitado?			
¿La <b>Terminología</b> específica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada?			
¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto?			
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?			
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?			
Observaciones			
Estado de la propuesta			
( ) Autorizada      ( ) Revisada      ( ) No autorizada		Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica	

## Propuesta de proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica.

Nombre del proyecto:

Diseño y construcción de una máquina termoformadora de polímeros por vacío.

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Primera.

Trimestre lectivo: 2022 Otoño.

Nombre del alumno: César Raymundo Tapia Aguilar.

Matricula: 2182003310

Correo electrónico: [raytapia9908@gmail.com](mailto:raytapia9908@gmail.com)



Firma: \_\_\_\_\_

Asesor: Dr. Zeferino Damián Noriega.

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Energía.

Correo electrónico: [zedan@azc.uam.mx](mailto:zedan@azc.uam.mx)

Teléfono: 55 5318-9072

Firma: \_\_\_\_\_

06/11/2022

**Declaratoria:**

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

---

César Raymundo Tapia Aguilar.

---

Dr. Zeferino Damián Noriega.

## 1. Introducción.

Actualmente México ha conseguido mantener un crecimiento de la industria del plástico superior al de la economía nacional y, al mismo tiempo, ha logrado aumentar el volumen de exportaciones en ese rubro, pues una de las grandes ventajas de esta industria es su diversidad y versatilidad, tanto en lo que se refiere a los diferentes tipos de productos como a los distintos usos que se les pueden dar. [1]

El termoformado es un proceso de fabricación que consiste en calentar una lámina de plástico para darle formas específicas utilizando un molde. Este proceso se lleva a cabo utilizando una máquina de termoformado para calentar y estirar la lámina de termoplástico flexible encima del molde. La formación al vacío es ideal siempre que necesite una pieza de plástico tipo "carcasa" con un espesor de pared uniforme, este proceso es conocido por su rentabilidad y por la velocidad del proceso de fabricación. [2]

En esta propuesta se propone la construcción de una máquina de termoformado al vacío que pueda trabajar a diferentes temperaturas y así poder utilizar diferentes termoplásticos, el presupuesto para la construcción será proporcionado por el asesor, se propone que la máquina cuente con un sistema de control térmico ya que básicamente, todos los polímeros termoplásticos son adecuados para el proceso de termoformado. Dichos materiales, cuando son sometidos a un calentamiento presentan una variación en su módulo de elasticidad, dureza y capacidad de resistencia bajo carga. Con un incremento de temperatura que rebase el H.D.T. (Temperatura de deformación al calor) el comportamiento del material tenderá a volverse en un estado ahulado, este estado puede observarse en el rápido pandeo de la hoja calentada, cuando la fuerza de gravedad se vuelve suficiente para causar esta deformación. [3]



Figura 1. Máquina de moldeo en vacío industrial marca Formech. [2]

## **2. Antecedentes.**

En el proyecto “Diseño y construcción de una máquina termoformadora de plástico con control automático para la empresa MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.” -desarrollado por Luis Enrique Martínez Chile, Fabián Alberto Moya Paredes, Juan Correa Jácome y Freddy Salazar Paredes, alumnos de la Universidad de las Fuerzas Armadas en Ecuador – se diseñó la construcción de una máquina termoformadora con control automático, en este proyecto el diseño del sistema térmico que permitió la fabricación de autopartes de una forma más económica y con mejoras significativas en los tiempos de producción hizo uso de diferentes sensores, resistencias, así como controladores de temperatura y un PLC LOGO. Los análisis establecidos en este trabajo servirán para diseñar una mejor relación entre el sistema de control y el sistema térmico. [4]

La empresa de libros de bricolaje Workshop Publishing, publicó a nombre de Doug Walsh un libro llamado “Proto-Form, vacuum Forming Machine Build Plans” en el cual se presentan los planos de construcción para máquinas de termoformado al vacío, incluye la información para la construcción de máquinas de 24x24, 24x36 y 24x48 pulgadas, en esta publicación se presenta con detalle cómo dimensionar correctamente la bomba, el sistema térmico e incluso los materiales para el chasis de la máquina. La información presentada para el diseño de la estructura servirá para hacer la correcta selección de materiales en el diseño de la máquina. [5]

En el año 2018 el alumno de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Arturo Aguado Reynoso realizó el proyecto “Diseño y construcción de una máquina de moldeo por termoformado” dicho proyecto presenta varios problemas de diseño en la estructura y en el funcionamiento pues no hay forma de controlar la temperatura a la que se trabaja y tampoco hay una forma segura de que el usuario manipule la máquina sin el riesgo de tener alguna quemadura, de este proyecto se rescatará el sistema térmico el cual es muy sencillo pues solo consta de una resistencia eléctrica de hierro, esta resistencia eléctrica en conjunto con otros elementos formará parte de un nuevo sistema de calefacción. [6]

## **3. Justificación.**

En el Laboratorio de Investigación del Área de Mecánica y Mecatrónica ubicado en el edificio W existe la necesidad de contar con una máquina de termoformado que sea fácil de utilizar y que se pueda utilizar como apoyo en las UEAS de Procesos de Manufactura I y en el Taller de Procesos de Manufactura I para realizar distintas prácticas ya que actualmente no hay un acercamiento directo entre los estudiantes y la industria de la transformación del plástico.

## **4. Objetivos.**

### **Objetivo general:**

Diseñar y construir una máquina de termoformado compacta que se pueda utilizar para diferentes tipos de polímeros termoplásticos.

### Objetivos Particulares:

Realizar el diseño mecánico de la estructura de la máquina.

Determinar los materiales y componentes que se van a utilizar en la construcción de la máquina.

Implementar un sistema de control térmico que permita manipular la temperatura de trabajo.

Implementar un sistema de vacío acorde a las necesidades y características del dispositivo.

Construir y poner en operación la máquina de termoformado.

### 5. Descripción técnica.

Se utilizará una bomba de paletas rotativas generadora de vacío modelo Trivac D4B, que logra una presión final de  $2 \times 10^{-3}$  mbar a una velocidad de 5 m<sup>3</sup>/h trabajando a 60Hz, con un motor de 370 W de potencia. [7]

Se propone utilizar un termostato digital REX-C100 que tiene un rango de temperatura de 0 a 400 grados Celsius, con un periodo de muestreo de 0.5 segundos y un voltaje de funcionamiento de AC100V. [8]

Resistencia de tipo resorte, con potencia de 1 kW.

Área máxima de formado: 300 mm x 300 mm.

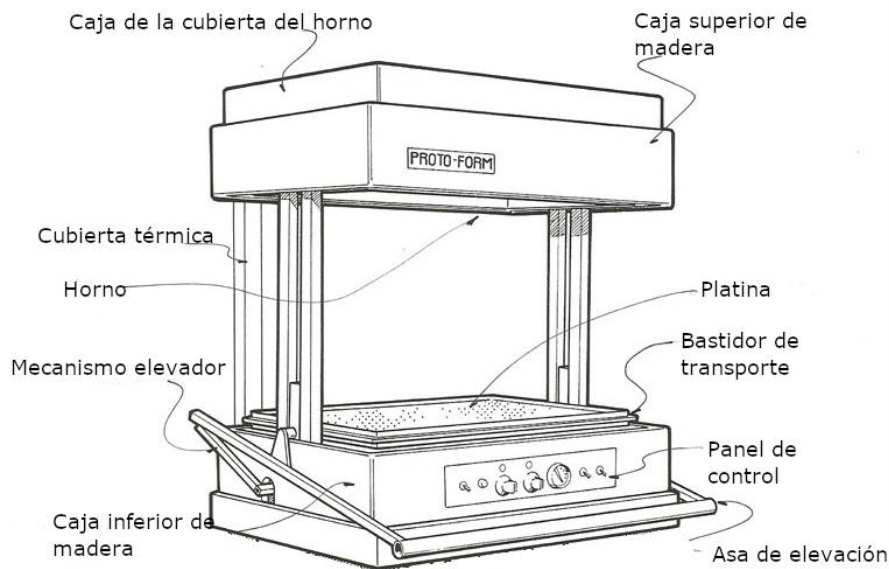


Figura 2. Ejemplo de una máquina de termoformado casera. [5]

## 6. Normatividad.

**Norma Española UNE-EN ISO 75-1:2013. Plásticos, determinación de la temperatura de flexión bajo carga, Parte 1: Método general de ensayo:** Esta norma establece las temperaturas de deflexión al calor de diferentes polímeros bajo una presión específica. [9]

**Norma Oficial Mexicana NOM-Z-68-1986 Dibujo Técnico – Dimensiones y Formatos de las láminas de dibujo:** Esta norma establece las características y las especificaciones que deben tener los dibujos técnicos con el fin de lograr un análisis más claro. [10]

**Norma Española UNE-EN 1012-2:1996+A1:2010. Compresores y bombas de vacío. Requisitos de seguridad. Parte 2: Bombas de vacío:** Esta norma se aplica a los sistemas de vacío, se especifican los requisitos de seguridad aplicables al diseño, a la instalación y su funcionamiento. [11]

## 7. Cronograma de actividades.

Se solicita autorización para: Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 23I	Semana.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar la estructura de la máquina.												
2	Seleccionar los materiales para construir la máquina.												
3	Construir la máquina de termoformado.												
4	Diseñar e implementar el sistema de control térmico.												
5	Realizar pruebas de funcionamiento.												
6	Realizar la redacción del manual de uso.												
7	Realizar y entregar el reporte final.												

Revisar la distribución de las actividades en el trimestre, parece que se concluye en la semana 7 y entonces podría no justificar la UEA.

## 8. Entregables.

Reporte final: Dibujos técnicos, memoria de diseño, manual de uso y mantenimiento.

Máquina de termoformado funcionando.

## 9. Referencias bibliográficas.

[1] Gongora, J. P., 2014, "La industria del plástico en México y el mundo", Comercio Exterior, Vol. 64, pp. 6-  
[9. http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la\\_industria\\_del\\_plastico.pdf](http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf)

[2] Formalabs, "Guía de termoformado", de  
<https://formlabs.com/latam/blog/termoformado/>

[3] Plastigas de México, "Manual Técnico Termoformado" de  
[https://www.plastiglas.com.mx/pdfs/literatura/Manual\\_termoformado.pdf](https://www.plastiglas.com.mx/pdfs/literatura/Manual_termoformado.pdf)

[4] Martinez C. L. E., Moya P. F. A., Correa J. J. Salazar P. F. "Diseño y construcción de una máquina termoformadora de plástico con control automático para la empresa MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A.", Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador, de:

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10568/1/AC-ESPEL-MEC-0064.pdf>

[5] Doug Walsh, 1992, Proto-Form, vacuum Forming Machine Build Plans, Workshop Publishing.

[6] Aguado R. A., 2018, "Diseño y construcción de una máquina de moldeo por termoformado" Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, de  
[http://espartaco.azc.uam.mx/F/4NFKBGHKFDJAH395LCXBVL46CK1P16ESCX1QQ9412RD6AE9XI7-01409?func=full-set-set&set\\_number=391833&set\\_entry=000007&format=999](http://espartaco.azc.uam.mx/F/4NFKBGHKFDJAH395LCXBVL46CK1P16ESCX1QQ9412RD6AE9XI7-01409?func=full-set-set&set_number=391833&set_entry=000007&format=999)

[7] TRIVAC D4B, 2022, Leybold, de  
<https://www.leyboldproducts.es/productos/bombas-de-vacio-selladas-con-aceite/trivac/trivac-b/bombas/573/trivac-d-4-b?number=>

[8] Altronics, 2022, "Kit Controlador de Temperatura REX-C100", de.

<https://altronics.cl/kit-rex-c100?search=rex%20c100>

[9] UNE normalización española, UNE-EN ISO 75-1:2013 Plásticos. Determinación de la temperatura de flexión bajo carga. Parte 1: Método general de ensayo.

[10] Secretaría de Gobernación, 1986, " NORMA Oficial Mexicana NOM-Z-68-1986 Dibujo Técnico-Dimensiones y Formatos de las Láminas de Dibujo.," Diario Oficial de la Federación DOF, Ciudad de México, México.

[11] UNE normalización española, UNE-EN 1012-2:1996+A1:2010. Compresores y bombas de vacío. Requisitos de seguridad. Parte 2: Bombas de vacío.



**10. Terminología.**

No aplica.

**11. Infraestructura.**

Laboratorio de Investigación del Área de Mecánica y Mecatrónica, edificio W-A primer piso.

**12. Asesoría complementaria.**

No aplica.

**13. Publicación o difusión de los resultados.**

No aplica.