

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONFORMADO DE SOLERA

## ***Santiago Flores García***

Instituto Tecnológico de Celaya  
*serolfitnas@gmail.com*

## ***Martín Caudillo Ramírez***

Instituto Tecnológico de Celaya  
*martin.caudillo@itcelaya.edu.mx*

## ***Benjamín Arroyo Ramírez***

Instituto Tecnológico de Celaya  
*benjamin.arroyo@itcelaya.edu.mx*

## ***Raúl Lesso Arroyo***

Instituto Tecnológico de Celaya  
*raúl.lesso@itcelaya.edu.mx*

## ***Horacio Orozco Mendoza***

Instituto Tecnológico de Celaya  
*horacio.orozco@itcelaya.edu.mx*

## **Resumen**

En éste trabajo se presenta el diseño y fabricación de un sistema de conformado de un material compuesto o solera de dos materiales empleada en distintas aplicaciones de la industria metalmecánica. El diseño de la estación de conformado se divide en dos partes: una estación de rolado y una estación de doblado. Para el desarrollo del sistema se emplearon las especificaciones de la solera, y con estas desarrollar un prototipo conceptual, el cual ayudó a conocer los parámetros principales a considerar en el diseño y fabricación de las estaciones

de formado. Finalmente se presenta el sistema de conformado automático con intervención mínima del operador.

**Palabra(s) Clave(s):** Diseño mecánico, solera, conformado, rolado, doblado

## **Abstract**

This work presents the design and manufacture of a forming system of a composite material, used in the manufacture of an automotive wiring harness. The design of the forming station is divided in two parts: a rolling station and a bending station. For the design of the forming system the main dimensional features of the plate were used. Then, a manual rolling prototype was made, which helped to know the main parameters that would be considered into the design of the forming stations. At last, the automatic forming system with minimal operator interference is presented.

**Keywords:** Mechanical design, composite material, forming, rolling, bending.

## **1. Introducción**

Se necesita realizar la conformación de una solera de dos materiales. Dicho material debe ser conformado en dos planos como se muestra en la figura 1. Por tal motivo, se requiere realizar el desarrollo de una máquina de conformado de la solera en dos etapas: rolado y doblado.

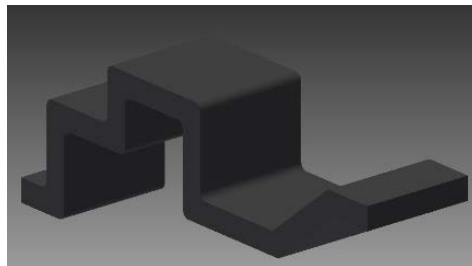


Figura 1 Conformado de solera.

## **Características de la solera formada**

La solera utilizada es un material compuesto. Se compone de un núcleo metálico y un recubrimiento de plástico, figura 2.

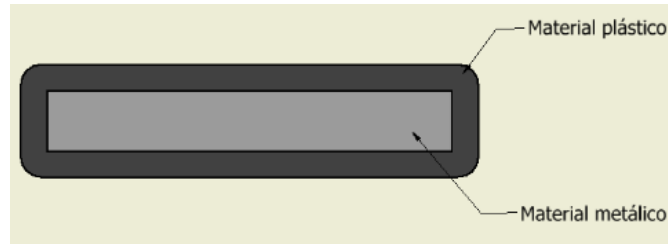


Figura 2 Sección transversal de la solera.

## 2. Métodos

En el siguiente diagrama de bloques de la figura 3, se presenta la metodología seguida para el desarrollo del sistema de conformado.

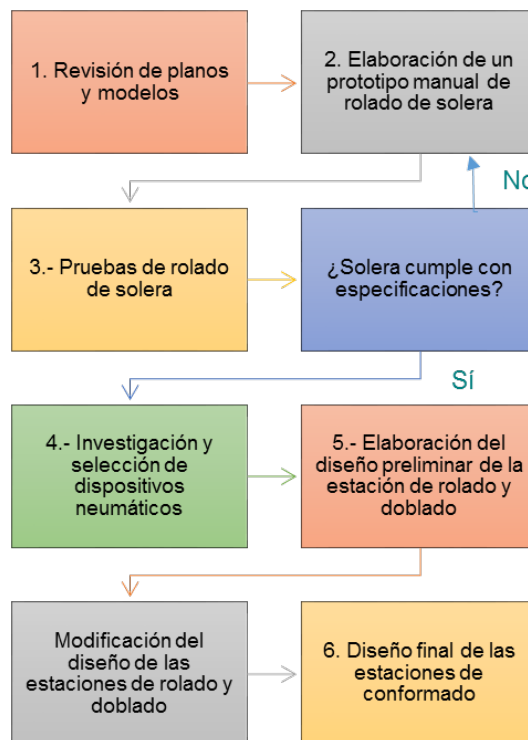
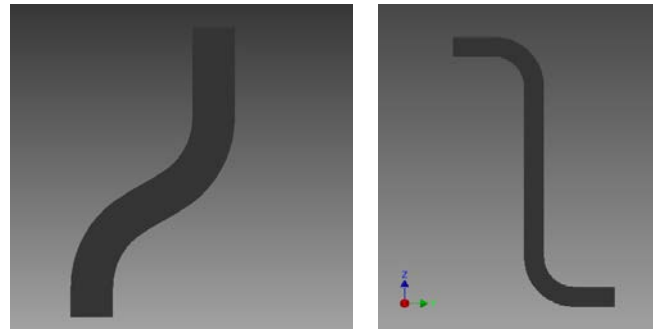


Figura 3 Metodología seguida para el desarrollo del sistema de conformación.

### Revisión de planos y modelos enviados por el fabricante

Se inicia con la revisión de la información, proporcionada por el cliente, que muestra la forma o configuración geométrica que debe tener la solera. En la figura 4 se puede observar la forma a obtener de la solera en el rolado en el plano XY y doblado en el plano YZ.



a) Plano XY.

b) Plano YZ.

Figura 4 Forma de la solera.

## Elaboración de un prototipo de rolado

Se realizó un prototipo manual para realizar el rolado de solera. Este se basa en dos discos para dar la forma a la solera y una palanca para poder realizar el rolado, como se muestra en la figura 5. En tabla 1 se presenta una descripción de los componentes del prototipo y a continuación se enlistan los parámetros de diseño considerados en su elaboración:

- Fuerza necesaria para el rolado de la solera en el plano XY.
- Distancia entre centros de discos internos de rolado.
- Longitud de la palanca.
- Material de la solera y de los componentes de conformado.

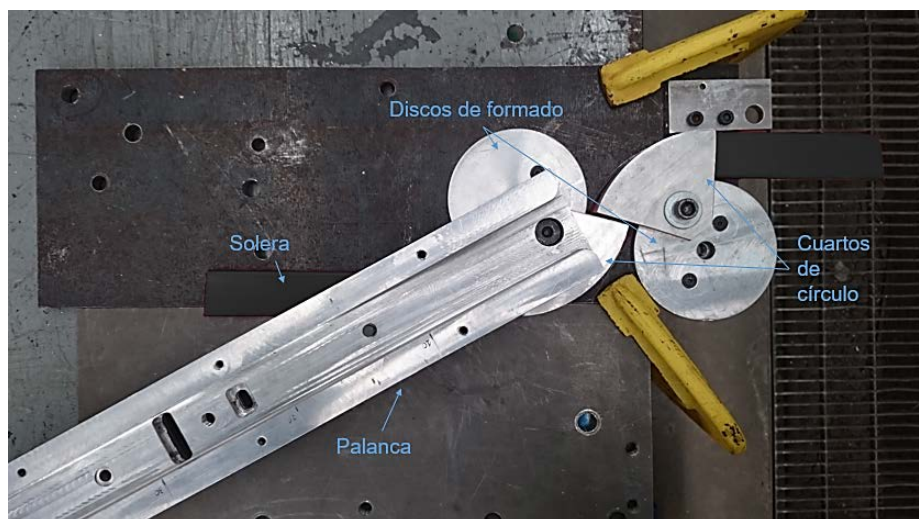


Figura 5 Componentes del mecanismo de rolado manual.

Tabla 1 Descripción de los componentes empleados en el prototipo.

Componente	Función
Disco de rolado interior	Permite que la solera adopte el radio especificado
Disco de rolado exterior y cuartos de círculo	Evita la deformación de la solera en el plano YZ
Palanca	Aplicación de fuerza para el rolado

## Medición de la fuerza de rolado en la solera

Se realizó la medición de la fuerza necesaria para rolar la solera con ayuda de un dinamómetro, la tabla 2 presenta los valores. Con ello se logró conocer la relación entre la fuerza aplicada y la distancia de un punto de apoyo para un brazo de palanca.

Tabla 2 Fuerza requerida para el rolado de solera a distinto de brazo de palanca.

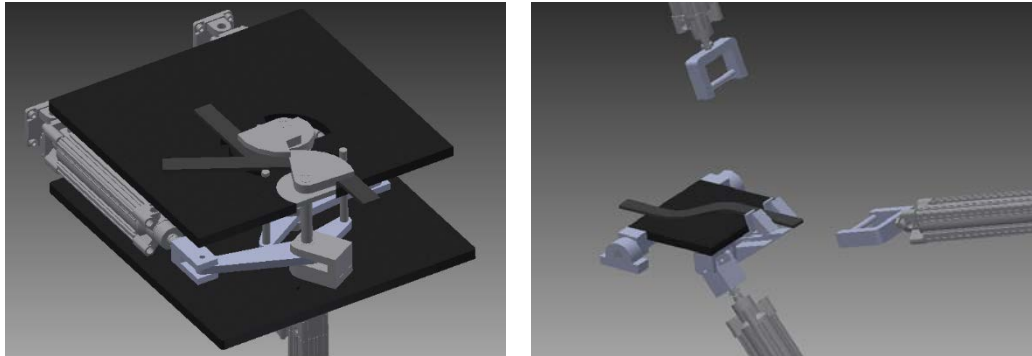
<i>Longitud de brazo de palanca (mm)</i>	<i>Fuerza requerida para el primer dobléz (kg)</i>	<i>Fuerza requerida para el segundo dobléz (kg)</i>
600	11.03	12.26
500	13.15	13.30
400	19.55	17.88
300	24.93	26.23
200	35.983	41.633

## Selección de los dispositivos neumáticos

Para la selección del dispositivo de fuerza, se tomaron en cuenta los valores de la tabla 2, las características de cada dispositivo, así como también su disponibilidad en el mercado. De esta forma, un pistón seleccionado para el diseño con una fuerza de 700 kg tendrá la fuerza suficiente para realizar el formado del material. De acuerdo a lo anterior se seleccionaron dispositivos neumáticos.

## Diseño de las estaciones de rolado y doblado

Primeramente se realizó el diseño preliminar, así como los dispositivos de sujeción y los pistones para el rolado y doblado como se muestran en la figura 6. Para éste caso se utilizó un actuador para cada rolado y doblado.



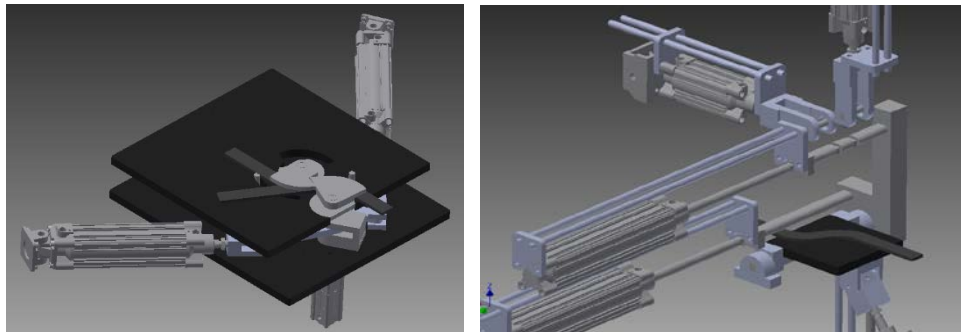
a) Rolado.

b) Doblado.

Figura 6 Diseño preliminar de cada estación.

## Modificaciones de mejora a la estación de rolado y de doblado

A la estación de rolado se le redujo la distancia entre las placas de soporte, con el objetivo de acortar la longitud de los pernos que hacen contacto con el cable para disminuir el momento flector excéntrico, mostrado en la figura 7a. A la estación de doblado se le agregaron dos pernos soporte para darle mayor rigidez, y se cambiaron los pistones por carreras más cortas, como se observa en la figura 7b.



a) Rolado.

b) Doblado.

Figura 7 Modificación de cada estación.

Finalmente se colocó un herramental móvil con el cual se realizan los dos primeros dobleces de forma simultánea y se mantuvo el pistón para realizar el tercer doblez.

### 3. Resultados

El diseño final de la estación de rolado y doblado de la parte final del cable formado se muestra en la figura 8. Como se observa, las estaciones se encuentran colocadas una al lado de la otra.

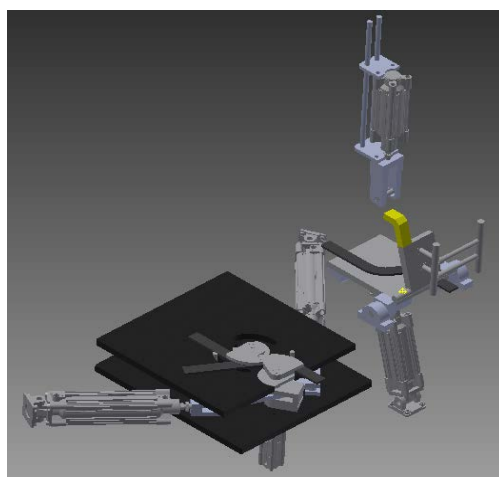


Figura 8 Diseño final de la estación de rolado y doblado de la solera formada.

Finalmente se presenta un prototipo conceptual para la realización de pruebas de conformado de la solera como se muestra en la figura 9.



Figura 9 Prototipo neumático conceptual para el formado de solera.

#### **4. Discusión**

En base al diseño realizado de las estaciones de rolado y doblado de la solera se obtiene un sistema para el conformado final de la solera y obtener la configuración deseada. También fue posible la construcción de un prototipo conceptual para entender y obtener los parámetros de influencia involucrados en el desarrollo del sistema de conformación integral. Como trabajos futuros, se recomienda la fabricación de toda la estación de formado y con ello obtener el dispositivo real.

#### **5. Referencias y Referencias**

- [1] Groover, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. Pearson Educación, 1997.
- [2] Dixit, Uday S.; Narayanan, R. Ganesh. Metal forming: technology and process modelling. Tata McGraw-Hill Education, 2013.
- [3] Schloms, Dipl-Ing FH Martin; Martens, Dipl-Ing FH Sebastian. Aluminium Flat Cable Flexible Solution with Rigid Cable. ATZelegtronik worldwide eMagazine, 2011, vol. 6, no 5, p. 30-33.
- [4] Mott, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. Pearson Educación, 2006.
- [5] Budynas, Richard G. Nisbett, et al. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 2008.
- [6] Cross, Nigel; Roy, Robin. Engineering design methods. New York: Wiley, 1989.