

# ¿COMO INFLUYE EL MATERIAL DE UNA MONEDA EN LA CARGA DE ACUÑADO?

Abate Germán, Parodi Belén, Perez Daniela, Martinez Krahmer Daniel  
**INTI Mecanica**  
[gabate@inti.gob.ar](mailto:gabate@inti.gob.ar)

## Introducción

Al momento de fabricar una moneda de circulación ilimitada se requiere que el metal sea económico, fácil de conformar, con buena resistencia al desgaste y a la corrosión.

En Argentina, las monedas de uso corriente presentan diámetros comprendidos en el rango de 23mm a 25mm. Por esta razón, y de acuerdo con el fabricante alemán de máquinas acuñadoras Graebener, sería necesario disponer de una máquina de 100 t para su conformado. Sin embargo, se desconoce cuál sería el efecto sobre la carga de acuñado, cuando se trabajan distintos materiales, a partir de cospeles de igual diámetro. En este trabajo, tomaremos como base para realizar los estudios de simulación computacional, la moneda de 0,50\$, estimando las cargas en función de la variación del material a conformar.

## Objetivo

Estimar el valor de carga, tanto por métodos empíricos como por simulación por elementos finitos, empleando cinco materiales diferentes, dos aceros de bajo contenido de carbono y tres aleaciones de cobre (Cobre - Estaño, Cobre - Zinc y Cobre - Zinc - Plomo).

Establecer la viabilidad del conformado, utilizando la carga máxima disponible para el rango de diámetros indicado por los principales fabricantes mundiales de prensas de acuñado.

## Descripción

Se relevó el sistema de producción de monedas utilizado a nivel nacional. Posteriormente se modelizó el mismo (ver figura 1), para simular con la herramienta Simufact.Forming el conformado de monedas de 0,50\$.

En cuanto a las dimensiones del cospel, el diametro exterior del mismo fue de 25,2 mm con un espesor en la zona a ser deformada de 1,4 mm y presentado un ribete perimetral, cuya finalidad es evitar el desplazamiento radial del material a conformar.

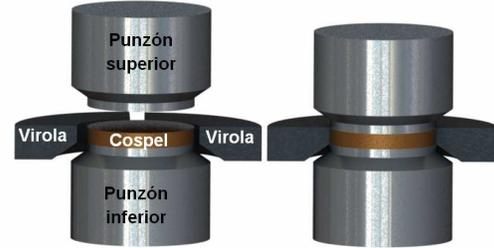


Figura 1: Proceso de acuñado

Se conoce que los materiales sometidos a un proceso de acuñado deben poseer una buena capacidad de deformación plástica (a fin de no sufrir fisuras), y una baja resistencia a la deformación, estando dicha característica directamente relacionada con la capacidad necesaria de la acuñadora y de la duración de los cuños. Es por esto que, las aleaciones de Cobre son las más ampliamente utilizadas. Sin embargo y siguiendo la "Ley de Greshman", a fin de reducir costos, es cada vez más habitual, el empleo de aceros como material alternativo. Se seleccionaron entonces cinco materiales para la simulación, indicados en la tabla 1:

Aceros	Aleaciones base Cu
SAE 1006	CuZn15
SAE 1020	CuZn30
	CuZn39Pb2

Tabla 1: Materiales seleccionados para la simulación del acuñado.

A nivel mundial, existen dos fabricantes referentes de máquinas acuñadoras; Graebener y Schüller, ambas especializadas en la fabricación de monedas de curso legal, cuya productividad se estima en alrededor de 750 piezas por minuto, y con capacidades nominales de hasta 200 t.

En nuestro caso particular hemos seleccionado a modo de referencia, la prensa Graebener MPU 106, para acuñado de monedas de hasta 26 mm de diámetro y con una capacidad máxima de 100 t.

Ahora bien, como la bibliografía expresa que la carga de acuñado depende del diámetro y la profundidad del grabado, se decidió calcular las cargas empíricas para tres tipos de materiales.

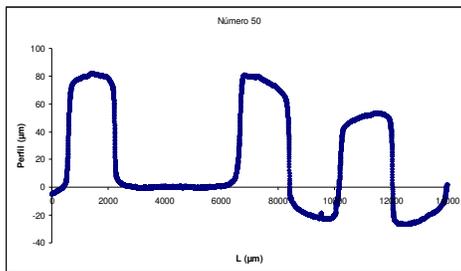
Estos valores pueden apreciarse en la tabla 2.

Material	Resistencia al acuñado (kg/mm <sup>2</sup> )	Fuerza de acuñado (t)
Latón	150 - 180	74 - 88
Cobre	80 - 100	39 - 49
Acero	120 - 150	59 - 74

**Tabla 2: Fuerza de acuñado calculada como el producto entre la resistencia del material y el diámetro de la moneda (25 mm de diámetro).**

Los valores obtenidos de resistencia al acuñado fueron obtenidos del libro H. Tschachtsch, Metal forming practice, Springer Verlag, Berlin, Alemania, 2006.

Para la estimación de la profundidad del grabado que debió ingresarse al software, se relevó con un perfilómetro, la superficie correspondiente al lado número de la moneda, obteniendo una profundidad máxima de 80 µm.



**Figura 2: Profundidades determinadas a lo largo de la cara número**

Mediante el análisis de contacto entre el material y la superficie de la matriz, se estableció que para alcanzar la profundidad de grabado medida, el recorrido del punzón superior debía ser de 0,1 mm a partir del contacto.

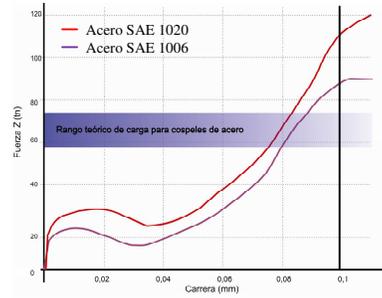
Finalmente, considerando los parámetros de proceso y la carrera de la matriz previamente definida, se simuló el acuñado para los cinco materiales seleccionados, presentes todos en la librería del software, obteniendo los siguientes resultados:

Material	Fuerza de acuñado (t)
SAE 1006	87
SAE 1020	109
CuZn15	65
CuZn30	70
CuZn39Pb2	75

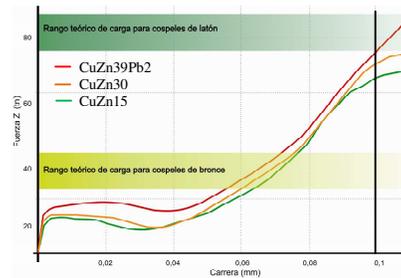
**Tabla 3: Valores simulados de fuerza de acuñado correspondiente a monedas de 25 mm de diámetro.**

## Resultados

Se logró reproducir mediante simulación computacional el proceso de acuñado, obteniendo el valor de carga necesario para la deformación plástica de 5 tipos de materiales. Se extrajeron las curvas de carga en función del desplazamiento de la matriz, que se exponen en las figuras 3 y 4.



**Figura 3: Valores de carga para obtener una profundidad de grabado de 0.08 mm (correspondiente a una carrera del punzón de 0.1 mm)**



**Figura 4: Valores de carga para obtener una profundidad de grabado de 0.08 mm (correspondiente a una carrera del punzón de 0.1 mm)**

Para la acuñadora seleccionada, con capacidad nominal de 100 t, los cospeles realizados en acero SAE 1020 se encuentran por fuera de su capacidad. Las cargas de acuñado son especialmente sensibles, en un cospel de acero, al porcentaje de carbono, mientras que en uno base cobre, al porcentaje de Zinc de la aleación.

## Conclusiones

En la toma de decisión sobre el material del cospel a utilizar para fabricar una moneda, es imprescindible analizar previamente la carga y la durabilidad de los cuños.

Los valores de carga obtenidos mediante el uso de bibliografía, deben considerarse sólo a modo orientativo, por cuanto no tienen en cuenta ni la profundidad del acuñado, como tampoco las variaciones de los elementos en la aleación que describen, y resultan ser menos conservadores.

En cuanto a la elección de los materiales para cospeles por su costo y factibilidad de conformado, si bien con excepción del acero SAE 1020, todas las aleaciones estuvieron por debajo de la carga nominal de la acuñadora seleccionada, en la toma de decisión final, será imprescindible analizar previamente, la influencia del aumento de carga sobre la durabilidad de los cuños.