



## **MÓDULO I: FUNDICIÓN**

# **TEMA 2: Desarrollos de la Fundición en Arena**

---

## **TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN Y TECNOLOGÍA DE MÁQUINAS**

**DPTO. DE INGENIERÍA MECÁNICA**

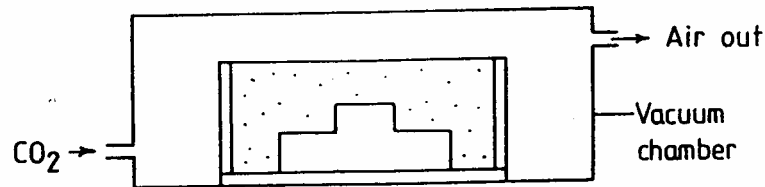
**Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea**



- 1. Técnicas de secado químico**
- 2. Fundición con modelo perdido**
  - Pasos del proceso
  - Características del proceso
- 3. Fundición en cáscara**
  - Pasos del proceso
  - Características del proceso
- 4. Fundición a la cera perdida**
  - Pasos del proceso
  - Características del proceso
- 5. Cuestionario tutorizado**
- 6. Oportunidades laborales: empresas y productos**

## TÉCNICAS DE SECADO QUÍMICO:

- **Sustitución del secado térmico de moldes y machos por la utilización de reacciones químicas controladas para endurecer el molde. Se aplican en piezas de tamaño medio-grande.**
- **VENTAJAS:**
  - Reducción de tiempos frente al secado térmico.
  - Eliminación de arcillas: reducción de costes y de defectos.
  - Piezas más precisas que en arena “verde”.
- **TIPOS:**
  - **ENDURECIMIENTO EN CALIENTE:** machos y proceso en cáscara.
  - **ENDURECIMIENTO EN FRÍO:** muy frecuente en la actualidad en moldes de arena.
  - **ENDURECIMIENTO POR GAS:** proceso al  $\text{CO}_2$ .



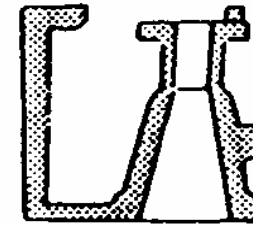
*Ejemplo de endurecimiento al  $\text{CO}_2$ : la arena se mezcla con silicato sódico, que endurece al ser sometido a una corriente de  $\text{CO}_2$*

## 2. Fundición con modelo perdido

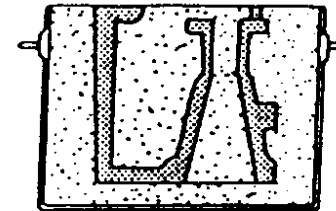
**Molde de ARENA, en el que tras cada colada SE PIERDE EL MODELO**

- PASOS DEL PROCESO:**

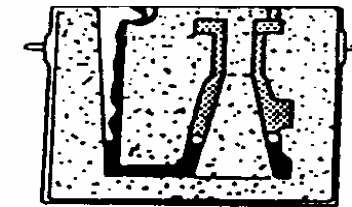
- **Fabricación del modelo en POLIESTIRENO.**
- **Recubrimiento del modelo con refractario de alta calidad.**
- **Recubrimiento posterior con ARENA SIN AGLUTINANTE.**
- **Compactación por vibración.**
- **Colada y solidificación.**
- **Desmoldeo y acabado.**



**Modelo en  
poliestireno**



**Recubrimiento y  
compactación**



**Colada y  
solidificación**



**Desmoldeo y  
acabado**

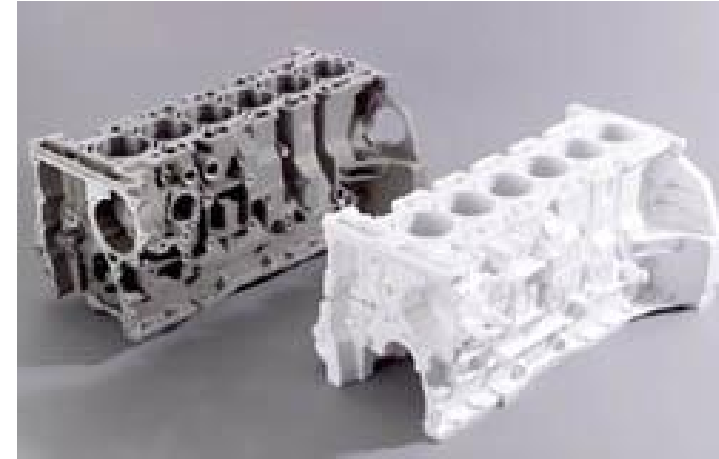
**PIEZA  
TERMINADA**

- CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO:**

- **Reducción de costes y defectos por eliminación de aglutinantes.**
- **Sin restricciones de forma: no hacen falta machos, salidas, superficies de unión, etc.**
- **Amplia variedad de materiales de pieza (algunos problemas al fundir acero).**
- **Piezas de similar calidad a la fundición en arena verde.**

***Molde de ARENA, en el que tras cada colada SE PIERDE EL MODELO***

- **PASOS DEL PROCESO:**
  - **Fabricación del modelo en poliestireno.**
  - **Recubrimiento con ARENA SIN AGLUTINANTE.**
  - **Compactación por vibración.**
  - **Colada y solidificación.**
  - **Desmoldeo y acabado.**
- **CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO:**
  - **Reducción de costes y defectos por eliminación de aglutinantes.**
  - **Sin restricciones de forma: no hacen falta machos, salidas, superficies de unión, etc.**
  - **Amplia variedad de materiales de pieza (algunos problemas al fundir acero).**
  - **Piezas de similar calidad a la fundición en arena verde.**

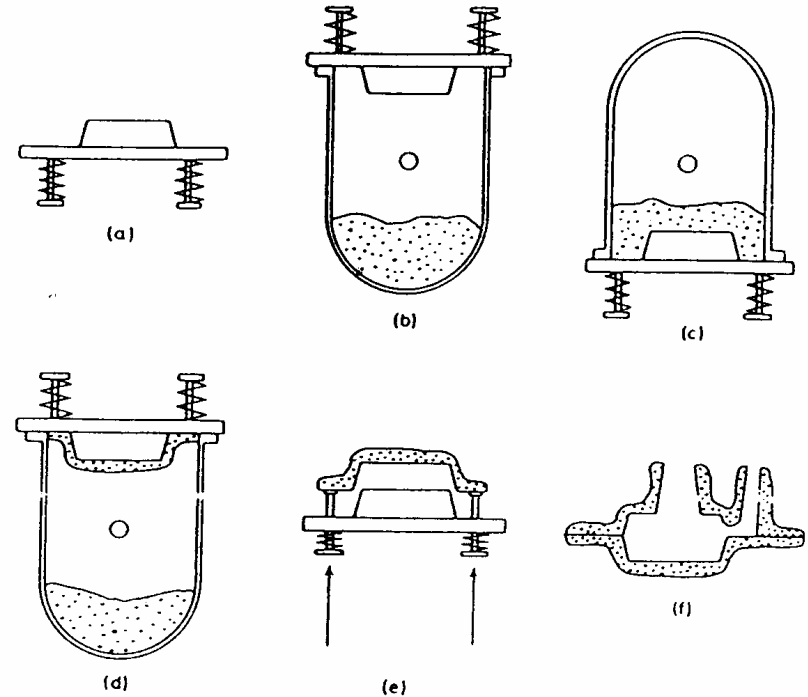


***Bloque de 6 cilindros para motor 4,2l fabricado mediante el proceso de poliestireno expandido en aluminio A356 (General Motors)***

### 3. Fundición en cáscara

#### *Fundición en un molde de ARENA, MUY PRECISO y EN FORMA DE CÁSCARA (unos mm de espesor)*

- **PASOS DEL PROCESO:**
  - Arena de alta calidad con aglutinante químico.
  - Endurecimiento en caliente de la arena.
  - Unión de las dos mitades de arena.
  - Desmoldeo.
- **CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO:**
  - Proceso para PIEZAS MUY PRECISAS
    - Tolerancias ajustadas
    - Rugosidad baja
    - Gran reproducción de detalles
  - Cualquier material de pieza.
  - Piezas de pequeño tamaño.

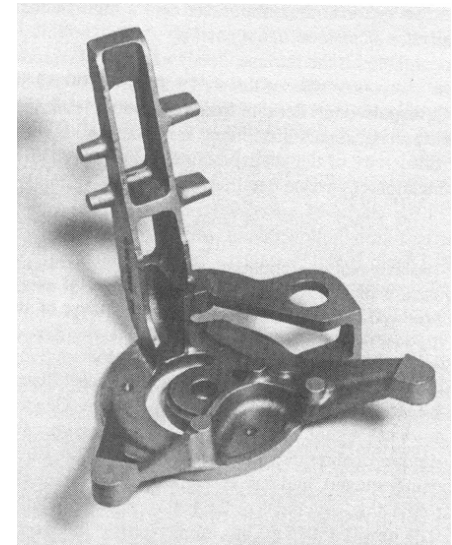
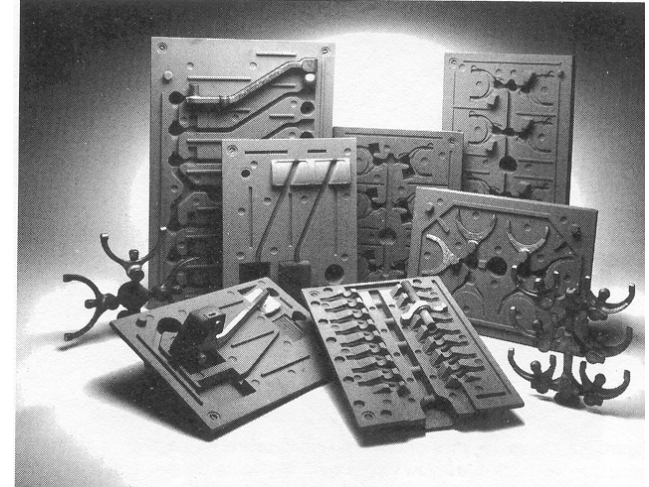


*Se calienta la placa modelo, y al ponerse en contacto con la arena y el aglutinante químico, éste endurece formando una cáscara*

### 3. Fundición en cáscara

***Fundición en un molde de ARENA, MUY PRECISO y EN FORMA DE CÁSCARA (unos mm de espesor)***

- **PASOS DEL PROCESO:**
  - **Arena de alta calidad.**
  - **Endurecimiento químico del molde.**
  - **Unión de las dos mitades.**
  - **Desmoldeo.**
- **CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO:**
  - **Proceso para PIEZAS MUY PRECISAS**
    - **Tolerancias ajustadas**
    - **Rugosidad baja**
    - **Gran reproducción de detalles**
  - **Cualquier material de pieza.**
  - **Piezas de pequeño tamaño.**



***Arriba: cáscaras de arena.***

***Abajo: pieza del sistema de frenado  
fabricada en aluminio mediante  
fundición en cáscara***



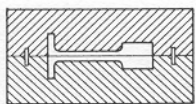
## 4. Fundición a la cera perdida

**Fundición en un molde de ARENA, MUY PRECISO y EN FORMA DE CÁSCARA.  
El modelo, fabricado en CERA, SE PIERDE TRAS CADA COLADA**

### • PASOS DEL PROCESO:

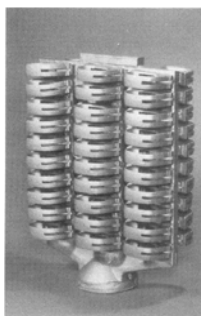
- Fabricación de utillajes para obtener el modelo de cera (1).
- Construcción del racimo de modelos de cera (2).
- Recubrimiento del racimo: molde tipo cáscara (3).
- Extracción de la cera (4).
- Curado del molde.
- Colada (5).
- Desmoldeo y acabado.

Utillaje

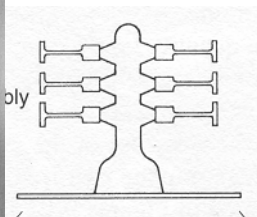


Modelo  
de cera

(1)

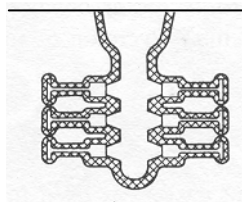


Racimo

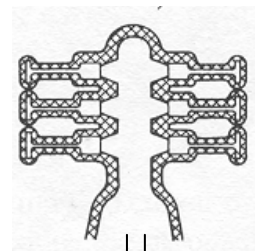


(2)

Molde tipo  
cáscara



(3)



Salida de la cera

(4)

Colada



(5)



## 4. Fundición a la cera perdida

***Fundición en un molde de ARENA, MUY PRECISO y EN FORMA DE CÁSCARA.  
El modelo, fabricado en CERA, SE PIERDE TRAS CADA COLADA***

- PASOS DEL PROCESO:**

- **Fabricación de utillajes para obtener el modelo de cera.**
- **Construcción del racimo de modelos de cera.**
- **Recubrimiento del racimo: molde tipo cáscara.**
- **Extracción de la cera.**
- **Curado del molde.**
- **Colada.**
- **Desmoldeo y acabado.**

***Utillajes de acero o duraluminio y  
modelo de cera***



***Recubrimiento del racimo.  
Puede llevarse a cabo de forma  
manual o robotizada***

## 4. Fundición a la cera perdida

***Fundición en un molde de ARENA, MUY PRECISO y EN FORMA DE CÁSCARA. El modelo, fabricado en CERA, SE PIERDE TRAS CADA COLADA***

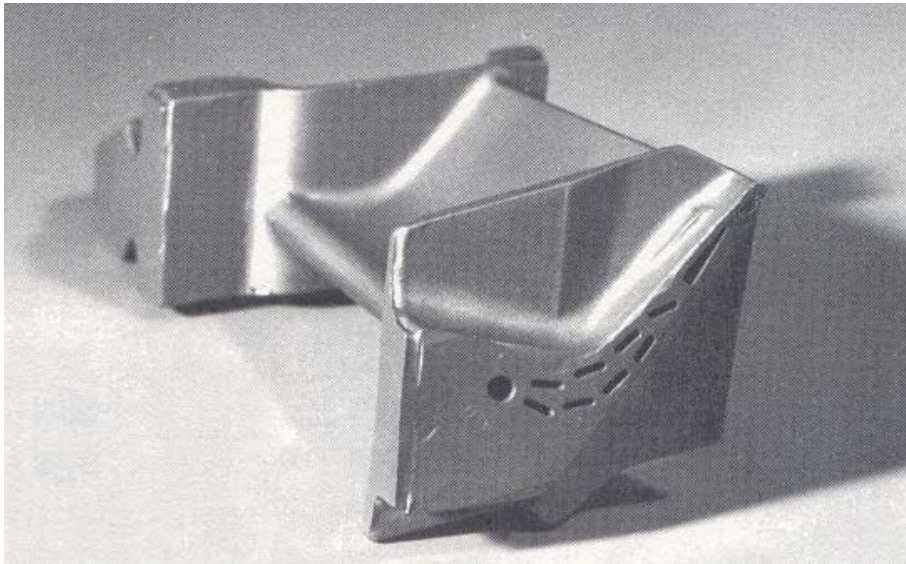
- **PASOS DEL PROCESO:**
  - **Fabricación de utillajes para obtener el modelo de cera.**
  - **Construcción del racimo de modelos de cera.**
  - **Recubrimiento del racimo: molde tipo cáscara.**
  - **Extracción de la cera.**
  - **Curado del molde.**
  - **Colada.**
  - **Desmoldeo y acabado.**



## 4. Fundición a la cera perdida

***Fundición en un molde de ARENA, MUY PRECISO y EN FORMA DE CÁSCARA.  
El modelo, fabricado en CERA, SE PIERDE TRAS CADA COLADA***

- **CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO:**
  - **Proceso para PIEZAS MUY PRECISAS.**
  - **Cualquier material de pieza.**
  - **Posibilidad de PIEZAS MUY COMPLEJAS (como en modelo perdido, no hay restricciones de diseño) y SIN NECESIDAD DE MECANIZADO POSTERIOR.**
  - **Proceso CARO destinado a piezas DE ALTO VALOR AÑADIDO.**



***Álabe de turbina fabricado en superaleación de Níquel fabricado por fundición a la cera perdida. Merece la pena destacar:***

- la presencia de 10 agujeros pasantes de anchura 7mm***
- el acabado superficial de la pieza, que NO se ha mecanizado tras la fundición***



## 5. Cuestionario tutorizado

1. ¿Por qué crees que las técnicas de secado químico proporcionan piezas más precisas que las fabricadas mediante fundición en arena “verde” (sin secar)?
2. ¿Por qué no se utilizan machos en la fundición con modelo perdido? ¿Supone esto una limitación de diseño en el proceso?
3. La fundición con modelo perdido supone tener que fabricar un modelo por cada colada (es decir, por cada pieza que se fabrique). ¿Cómo explicas que el proceso pueda resultar rentable en tiradas medias?
4. ¿Utilizarías la fundición en cáscara para la fabricación de una tapa de alcantarillado? Razona la respuesta
5. ¿Es preciso realizar alguna operación de acabado en las piezas obtenidas mediante fundición en cáscara? ¿Y en las obtenidas mediante fundición a la cera perdida? Razona la respuesta
6. La fundición a la cera perdida es un proceso caro y tecnológicamente complejo. ¿Por qué crees que su coste es tan elevado?. ¿En qué casos crees que resulta rentable su utilización?
7. Investiga cómo se extrae la cera de la cáscara de refractario en el proceso de cera perdida.
8. Investiga por qué hay problemas en la fundición de acero mediante el proceso de poliestireno expandido

## 6. Oportunidades laborales: empresas y productos

### PRECICAST BILBAO

*Productos para AEROESPACIAL BIOMÉDICA, ENERGÍA,...*

*Localización: Barakaldo (Bizkaia)*

*[www.pcb.es](http://www.pcb.es)*

### ALFA MICROFUSIÓN

*Productos para AERONÁUTICO, AUTOMOCIÓN, ÓPTICA, DEFENSA,...*

*Localización: Eibar (Gipuzkoa)*

*[www.microfusionalfa.com](http://www.microfusionalfa.com)*



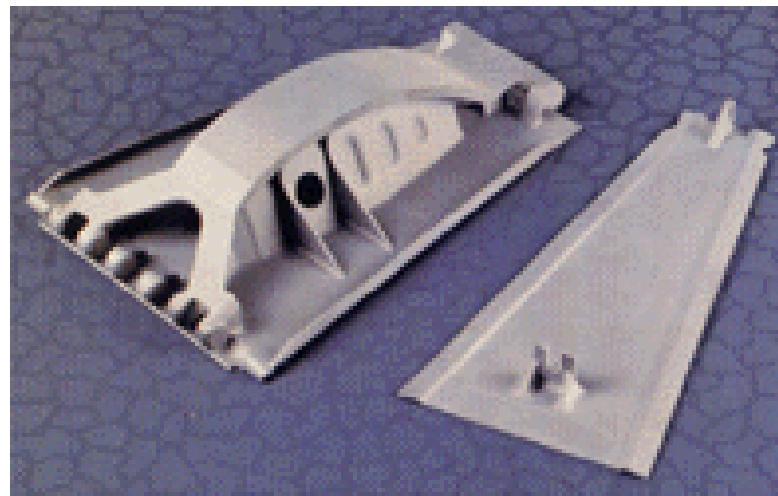
*Álabes para turbina de gas para la industria aeroespacial*

### AMPO

*Piezas de precisión en cáscara y con secado químico al CO<sub>2</sub>*

*Localización: Idiazabal (Gipuzkoa)*

*[www.ampo.es](http://www.ampo.es)*



*Primary flaps fabricados por fundición a la cera perdida para turbinas de gas aeroespaciales*