

# REDUCIR DEFECTOS DE FUNDICIÓN UTILIZANDO SIMULACIÓN COMPUTACIONAL Y RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Perez Daniela, Krahmer. Daniel, Pouton Javier, Cagnoli Martin  
**INTI Mecanica**  
 danielap@inti.gov.ar

## Introducción

Dado la inestabilidad de los procesos de fundición, es habitual que las empresas fundidoras convivan con porcentajes de rechazo de piezas del orden del 15%, pudiendo modificarse este valor, según sea la complejidad geométrica de las mismas.

Una forma racional de reducir el porcentaje señalado, es mediante la utilización de herramientas de simulación, las cuales permiten hacer modificaciones en la etapa de diseño, tanto sobre la pieza y su sistema de alimentación como de las variables del proceso.

El presente trabajo surge de una asistencia técnica por parte del Laboratorio de Procesos de Mecanizado y Conformado a una empresa fundidora de aluminio, la misma funde mediante gravedad en coquilla metálica carcasas de alternador y al momento de realizar el roscado sobre los tres agujeros presentes en su extremo visualizan defectos (rechupes) en el interior de los mismos.

## Objetivo

Caracterizar el defecto presente en una carcasa de aluminio fundida sobre la sección de agujeros para roscado.

Reproducir el proceso de fundición mediante simulación computacional para luego realizar modificaciones que reduzcan la aparición del defecto en forma virtual y trasladar seguidamente las modificaciones al proceso industrial en planta, evitando el método de prueba y error.

Verificar los resultados obtenidos mediante Radiografía Industrial.

## Descripción

En primera instancia se realizó un relevamiento de la pieza, obteniendo el modelo CAD de la misma, en conjunto con su sistema de alimentación y mazarota. Se individualizó la zona crítica donde se evidenciaban de manera superficial los defectos al momento de realizar el roscado.



Figura 1: Carcasa fundida, mazarota y canal de colada

Posteriormente, se relevaron los parámetros del proceso utilizados en planta para la fabricación de la carcasa, temperatura de precalentamiento de las coquillas (250°C), temperatura de fusión del material (920°C), tiempo de colada (4s), tipo y espesor de pintura de molde y composición química del material (tabla 1, en valores porcentuales) para simular el proceso original y lograr la predicción de manera virtual de los defectos presentes en la pieza.

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Ti	Sn	Al
10	0,3	<0,2	0,02	<0,1	<0,3	<0,1	<0,2	<0,09	Balance
14	0,9		0,5						

Tabla 1: Composición química, provista por proveedor

Se simuló con Quick Cast v2014.0 el llenado y el enfriamiento de la pieza y se obtuvo la predicción de porosidad en función de los puntos calientes de la pieza. Pueden verse dos imágenes de los resultados obtenidos en la figura 1.

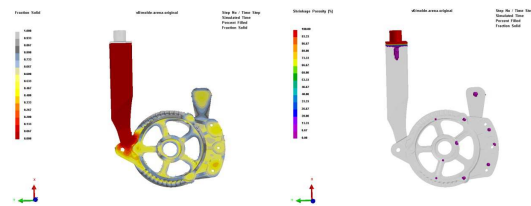


Figura 2: Fracción sólida simulada (izquierda), Predicción de porosidad (derecha)

Para verificación de los resultados y a fin de conocer la profundidad de los defectos, visualizados en la pieza a nivel superficial, se recurrió a la Radiografía Industrial, realizada con un equipo de rayos x, Balteau 300D.



**Figura 3: Radiografía Industrial sobre sección de agujeros roscados**

Como ya se conoce, la solidificación del aluminio fundido sufre un proceso de contracción, dada la variación de su volumen específico, lo que genera en las piezas defectos por rechupes.

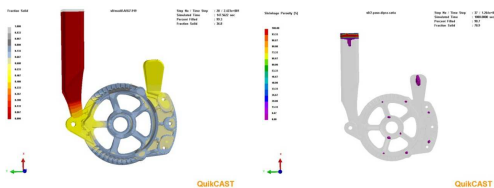
En el caso analizado, se observa, a partir de la imagen de simulación de la fracción sólida, que la mazarota posicionada sobre la zona de los defectos sufre un enfriamiento prematuro, quedando aislada, disminuyendo el suministro de metal líquido a la sección de los agujeros de roscado.

Con el fin de reducir los rechupes, se buscó retardar el enfriamiento de la mazarota, considerando limitaciones impuestas por el usuario en relación al retrabajo a realizarse sobre la matriz, se propuso la ampliación del espesor de la misma, de 4 a 8mm, haciendola coincidir con el espesor de pieza en dicha zona.



**Figura 4: CAD de modificación geométrica propuesta**

Posteriormente, se simuló la modificación propuesta conservando los parámetros de fundición, a partir de lo cual se obtuvieron como resultado las imágenes que se muestran a continuación:



**Figura 5: Figura 1: fracción sólida de modificación simulada (izquierda), Predicción de porosidad de modificación (derecha)**

Como puede observarse en la figura 5 a la izquierda, la mazarota permanece en estado líquido cuando la zona de defectos crítica comienza a solidificar, suministrando material líquido al momento de la contracción por enfriamiento y disminuyendo la aparición de rechupes.

A modo de validar los resultados en planta, se volvió a realizar una radiografía industrial, en este caso digital, sobre una pieza colada con la matriz modificada, donde puede verse la disminución del tamaño de los rechupes y el alejamiento de la superficie a ser roscada.



**Figura 4: Radiografía Industrial sobre sección de agujeros roscados de pieza modificada**

## Resultados

Se logró reproducir mediante simulación computacional la ubicación de los rechupes presentes en la pieza, siendo esto validado mediante un método de análisis no destructivo, la radiografía industrial.

Se evidenció la presencia de rechupes en las zonas de mayor volumen, dado al carácter contractivo del aluminio al solidificar y la aislación de dichas zonas frente al suministro de material líquido.

Se logró disminuir la cantidad y el tamaño de los rechupes a través de la modificación del espesor de la mazarota, a través una modificación simple sobre la matriz.

## Conclusiones

Al momento de realizar una simulación de un proceso productivo, será necesario en primera instancia, efectuar una validación de los resultados obtenidos en producción. En la jerga se habla de una calibración del software, a la pieza que se desea estudiar. Sólo de esta manera, toda modificación que se realice al sistema en su conjunto, tendrá la representatividad pretendida, desde el análisis numérico, a ser llevado a la pieza en producción.

Por otro lado, es necesario considerar, al momento de diseñar una pieza que será fundida, el carácter contractivo del material, para adecuar el sistema de alimentación y las mazarotas o enfriadores, de forma tal de contrarrestar la contracción y evitar la aparición de rechupes.