



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO
2016 / 2017

SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROCESO DE ESTAMPACIÓN DE UNA PIEZA DE CHASIS DE AUTOMÓVIL

DOCUMENTO 2: RESUMEN

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE NAHIKARI

APELLIDOS GARAYO BLÁZQUEZ

FDO.:

FECHA: 7-09-2017

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE ROBERTO

APELLIDOS LOBATO GONZÁLEZ

DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 7-09-2017

DOCUMENTO 2: RESUMEN

ÍNDICE DE CONTENIDO

2.1. Resumen	3
--------------------	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista isométrica del brazo inferior de control bajo estudio.....	3
Figura 2. Disposición de operaciones sobre prensa	5
Figura 3. Criterio de fallo FLC	5
Figura 4. Criterio de fallo de adelgazamiento.....	5
Figura 5. Resultados de factibilidad en condiciones nominales	6
Figura 6. Diagrama resumen de valoración de criterio fallo FLC	6

2.1. Resumen

El estudio presentado en este documento detalla el análisis de factibilidad del proceso de estampación en frío de un componente de chasis de automóvil, concretamente un brazo inferior de control. El brazo inferior de control, denominado *Lower Control Arm* (LCA) en inglés, es un componente clave en la suspensión de tipo McPherson. En la figura inferior se muestra el CAD de la pieza.

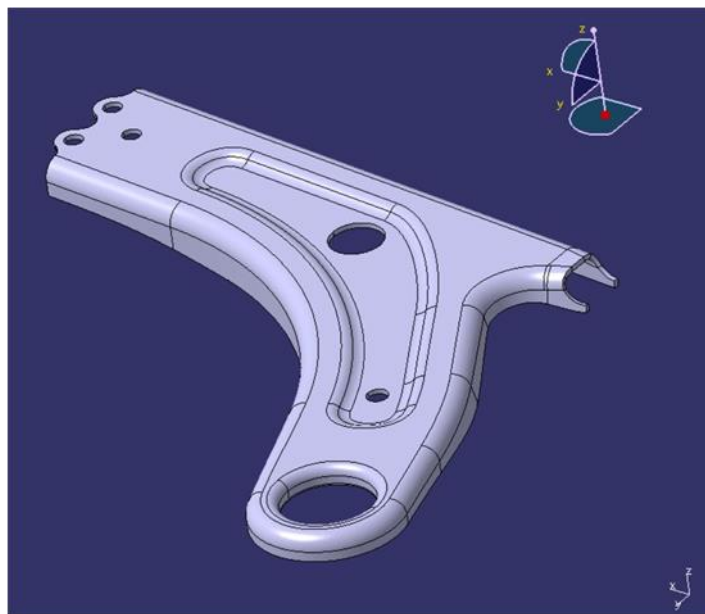


Figura 1. Vista isométrica del brazo inferior de control bajo estudio

Uno de los grandes desafíos de la industria de automoción hoy en día es adecuarse a las normativas y regulaciones cada vez más estrictas en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero. Entre las distintas líneas de trabajo, una de ellas es lograr el aligeramiento en los componentes estructurales del vehículo. Esta estrategia consiste en conjugar materiales con propiedades mecánicas cada vez más altas, con una reducción en el espesor de los componentes.

En el caso concreto de este estudio, se ha considerado un acero avanzado de alta resistencia o *Advanced High Strength Steel* (AHSS), concretamente el CP800. Los aceros avanzados de alta resistencia ofrecen propiedades mecánicas más elevadas que los aceros convencionales. Sin embargo, la fabricación de los componentes por estampación con estos materiales presenta más dificultades, porque su conformabilidad es problemática. Por ello, se vuelve fundamental estudiar y validar la factibilidad de la pieza antes de dar luz verde a la fabricación de los troqueles de estampación.

Además, de cara a la producción serie de estos componentes, podría ocurrir que validar la factibilidad en condiciones nominales no sea suficiente. Factores relacionados con el material, como la variabilidad de las propiedades mecánicas, y con parámetros propios del proceso, como las condiciones de lubricación y desviaciones en los contornos de corte, pueden causar roturas inesperadas. Por

ello, la manera de adoptar un margen de seguridad óptimo, sin sobredimensionar en exceso las piezas y procesos, es llevar a cabo un análisis de robustez. Esto consiste en identificar los parámetros influyentes en la factibilidad de la pieza, y estudiar las situaciones más adversas, con el objetivo de establecer planes de acción que aseguren un proceso seguro.

Dicho lo anterior, los objetivos principales de este estudio son:

1. Validar la factibilidad del proceso de estampación de la pieza en condiciones nominales.
2. Validar la robustez de proceso.

Para la consecución de los objetivos, se emplea el siguiente flujo de trabajo. En primer lugar, se genera en CATIA la geometría CAD de la pieza que se emplea en el estudio. Siguiendo, se define el proceso de estampación requerido para llegar a conseguir esta pieza, y se construyen en CATIA las superficies del troquel para emplear en la simulación. Se configura el modelo de simulación en PAM-STAMP, de manera que se pueda reproducir el proceso ya definido con las superficies del troquel. Tras simular y validar el proceso en condiciones nominales, se procede al estudio de robustez. En él, lo primero se identifican los factores que puedan fluctuar durante la producción en serie de la pieza y tener un efecto negativo sobre la factibilidad. Se enumeran debajo, junto con la nomenclatura empleada para una sencilla identificación:

- 1) Endurecimiento del material [MAT_ENDUR_MAX/MIN]
- 2) Espesor de la chapa [MAT_ESP_MIN]
- 3) Tribología chapa-troquel [PRO_LUB_MAX/MIN]
- 4) Contorno del formato inicial [PRO_BLK_MIN_1/05/025]
- 5) Contorno del cortante de la OP30-40 [PRO_CORT_MAX_1/05/025]

Después, tras definir un plan de simulaciones con distintas combinaciones de dichos parámetros, se llevan a cabo los cálculos y se analizan los resultados de todas ellas. Finalmente, en función de lo obtenido, se valora la robustez del proceso y se definen posibles pautas de control a realizar sobre los parámetros más influyentes del proceso.

El proceso de conformado planteado está constituido por 6 operaciones independientes, las cuales se agruparían en una misma prensa de tipo transfer.

- OP20 – Estampado
- OP30 – Corte I
- OP40 – Corte II
- OP50 – Abocardado
- OP60 – Doblado
- OP70 – Corte

Proceso *Transfer* (Desglose operaciones)



Figura 2. Disposición de operaciones sobre prensa

Para poder evaluar la factibilidad por simulación con garantías, es importante disponer de una carta de material representativa de la realidad. Se ha tomado información experimental del ensayo de tracción y FLC del material CP800 provisto por ArcelorMittal. Se ha configurado la carta de material necesaria para PAM-STAMP, prestando especial atención en el ajuste del modelo de endurecimiento a los datos experimentales.

Se han empleado dos criterios para evaluar los resultados de las simulaciones realizadas.

1. Por un lado, el diagrama límite de conformabilidad (FLD), principal criterio de fallo utilizado en la industria para predecir el fallo por estricción.

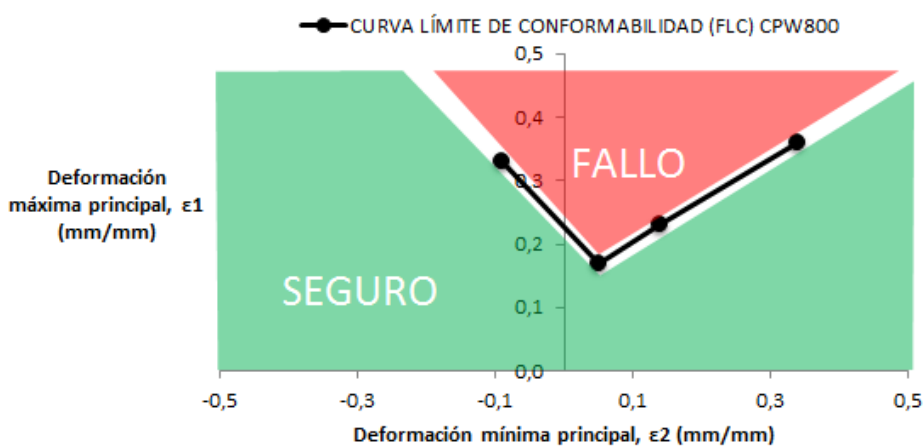


Figura 3. Criterio de fallo FLC

2. Por otro lado, el criterio de fallo de adelgazamiento. Se considera que se da el fallo si el espesor se reduce en más del %25.

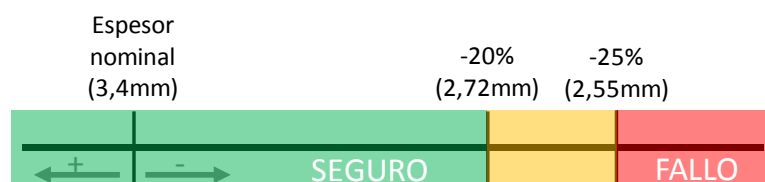


Figura 4. Criterio de fallo de adelgazamiento

En la siguiente figura se muestran los resultados de la simulación en condiciones nominales para cada uno de los criterios de fallo planteados.

NOMINAL

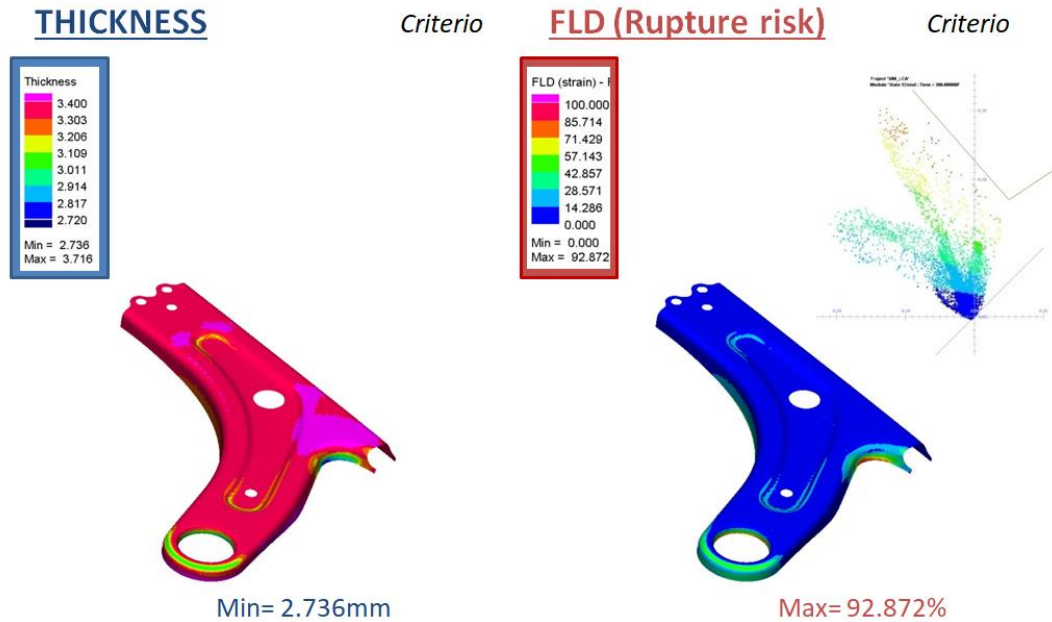


Figura 5. Resultados de factibilidad en condiciones nominales

Como resumen de todas las simulaciones realizadas para evaluar el nivel de robustez ante los parámetros identificados, se presenta el siguiente gráfico.

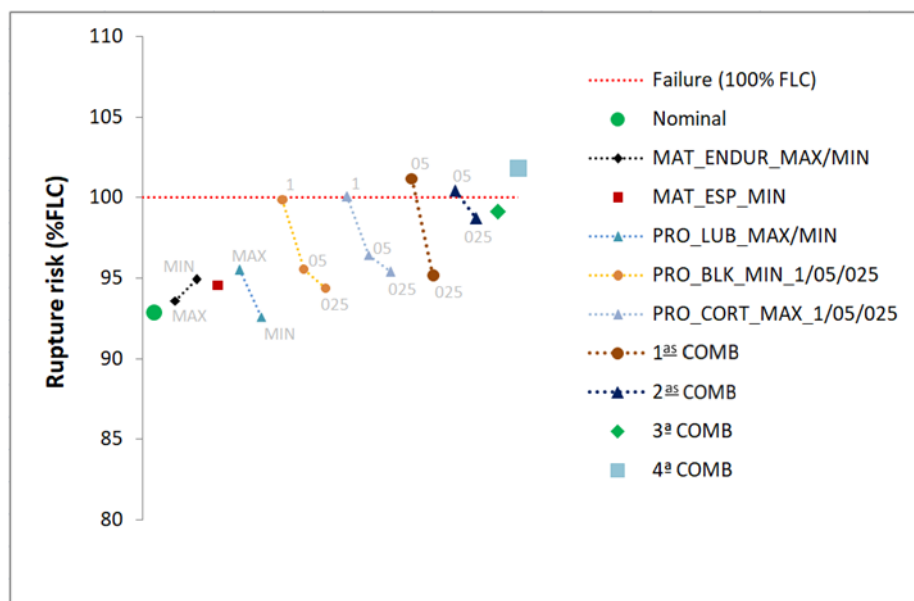


Figura 6. Diagrama resumen de valoración de criterio fallo FLC

De los resultados conseguidos, se concluye que la pieza es factible en condiciones nominales con el proceso planteado. Además, se puede afirmar que el proceso será robusto si se cumplen las siguientes premisas:

- Debe existir un plan de mantenimiento en los útiles de corte que asegure una desviación máxima de $\pm 0,25\text{mm}$ en el perfil de corte, especialmente en la zona denominada "Tokyo-bay".
- Debe mantenerse un nivel de lubricación adecuado para no aumentar la fricción entre la interfaz chapa-troquel.

Tal y como se explica al inicio de este documento, los resultados y conclusiones fruto de este estudio son de gran interés de cara a la industrialización. Por un lado, la confirmación de la factibilidad por simulación es condición indispensable para comenzar con el diseño y construcción del troquel. Y por otro, con la información obtenida del análisis de sensibilidad y robustez, es posible diseñar el troquel prestando especial atención en las zonas y operaciones críticas, y establecer planes de control y mantenimiento adecuados.