



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol:** Modelització dels paràmetres del procés d'emmotllament per ultrasons per a la fabricació de peces a escala micro per a diferents materials

**Document:** Resum

**Alumne:** Paula Negre Gubau

**Director/Tutor:** Inés Ferrer Real

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Enginyeria de Processos de Fabricació

**Convocatòria (mes/any):** Juny 2014



**RESUM**

Un dels processos tradicionals d'obtenció de micropeces és el d'emmotllament per microinjecció, però presenta algunes limitacions com la falta de precisió en la dosificació del material, la repetició i l'elevat volum de les massalotes. Tanmateix, recentment s'ha treballat en una nova tecnologia de procés per obtenir micropeces basada en els ultrasons. Aquest nou procés desenvolupat en el Centre Tecnològic ASCAMM es realitza amb la màquina d'emmotllament per ultrasons Sonorus 1G que, mitjançant un sonotrode, utilitza els ultrasons per fondre el material que es troba a la càmera de plastificació dins el motlle i alhora genera la pressió necessària per què el material ompli la cavitat del motlle. Alguns dels avantatges d'aquest procés són la capacitat de produir peces en pocs segons, la reducció considerable del volum de les massalotes i la possibilitat d'omplir cavitats del motlle molt petites sense necessitat d'aplicar grans valors de pressió.

Al tractar-se d'una tecnologia molt nova presenta un ampli ventall de camps d'investigació per al seu complet coneixement i millora. En concret, l'objecte d'aquest treball consisteix en l'estudi dels diferents paràmetres de procés, quins són els seus límits, com afecten aquests sobre la peça obtinguda i determinar quina és la metodologia que permet establir els paràmetres de treball més adequats. La metodologia que s'ha seguit per dur a terme el projecte consta de tres etapes: experimentació, anàlisi de resultats i procediment de caracterització del procés. Pel que fa a la primera etapa, primerament es realitza una experimentació preliminar mitjançant pellets de polipropilè en tres fases diferenciades en què es varien alguns dels paràmetres de procés influents en la qualitat de les peces finals. En la primera fase es pretén determinar l'efecte de l'assecatge dels pellets i quin és el temps d'ultrasons mínim per obtenir peces completes. La segona fase té com a objectiu estudiar l'efecte de la velocitat de baixada del sonotrode constant, així com també si existeixen unes velocitats de treball mínima i màxima emprant les condicions d'assecatge dels pellets i temps d'ultrasons resultants de l'anterior fase de l'experimentació. I la tercera fase consisteix en l'estudi dels efectes de la velocitat del sonotrode variable. A partir d'aquí es realitzen de nou els experiments més significatius de les tres fases de l'experimentació anterior per tal de comprovar que es repeteixen els resultats. Finalment, es realitzen novament els experiments més significatius de les tres fases experimentals anteriors aplicant temperatura en el motlle, per tal de comprovar el seu efecte sobre les peces finals obtingudes.

A partir de les peces processades es procedeix a realitzar un anàlisi del producte acabat. Existeix una àmplia varietat d'assajos per conèixer la qualitat i característiques del

producte processat, com poden ser els assajos mecànics, els tèrmics, de comportament al foc, controls òptics, etc. Però per al present projecte es duen a terme quatre estudis diferents. El primer és l'estudi d'obtenció de peça en què s'analitzarà per a les diferents condicions de treball l'emplenat del motlle segons tres nivells: sense obtenció de peça, peça incompleta i peça completa. També es realitza un estudi de la porositat que consisteix en l'observació de la tipologia dels porus existents en les peces processades mitjançant el microscopi disponible al taller del GREP. Les fotografies més representatives es mostren a l'Annex B. El tercer estudi es tracta de l'anàlisi del pes de les peces obtingudes, en què es compararà aquest valor amb el pes teòric que haurien de tenir les peces segons les dimensions del motlle i la densitat del material. Finalment, les peces se sotmetran a un últim estudi de les seves dimensions mitjançant també el microscopi del taller del GREP. Es compararan les dimensions de les provetes en diferents seccions amb les dimensions reals del motlle que es mesuraran amb la màquina de mesura per coordenades Mitutoyo Crysta ApexC 544. Els resultats que s'obtenen de l'etapa d'anàlisi dels experiments són com els que es mostren a la Figura 1.

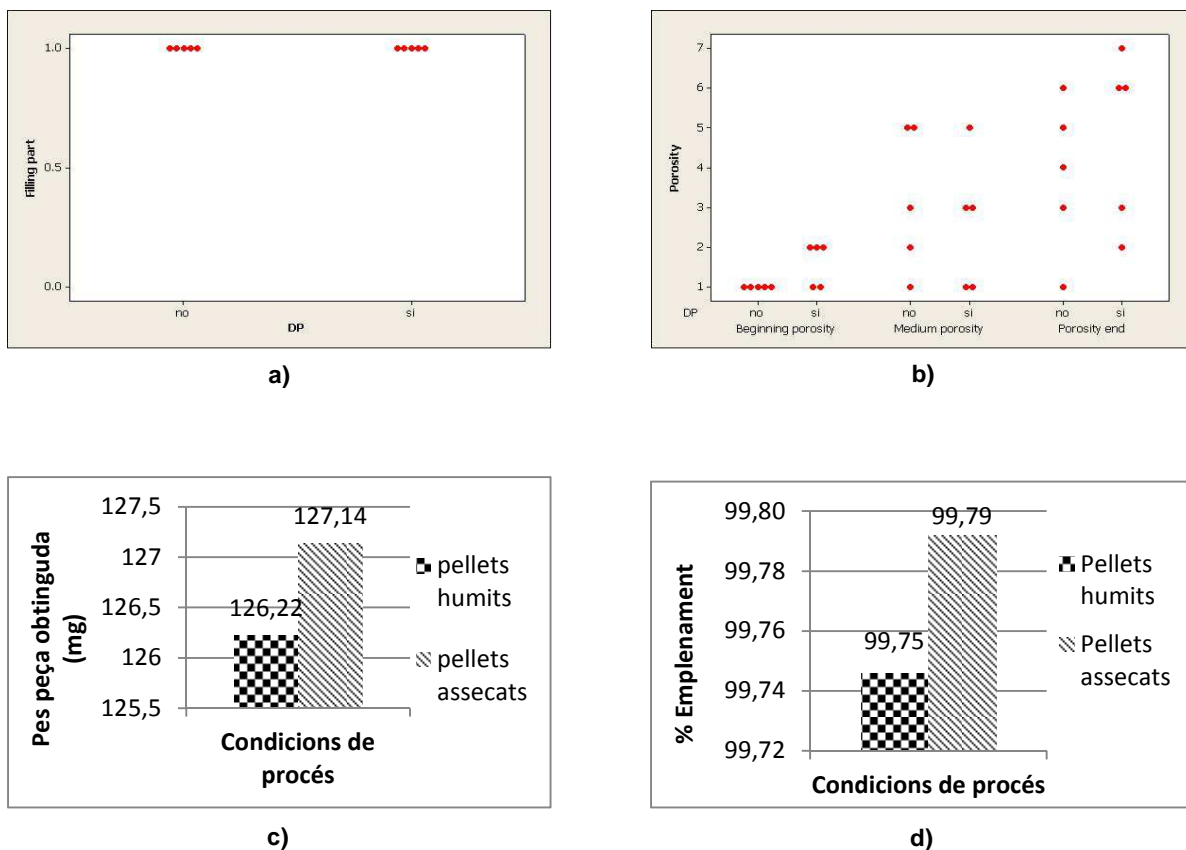


Figura 1. Resultats obtinguts de l'anàlisi dels experiments quant a a) Obtenció de peça, b) Porositat, c) Pes de les peces i d) Dimensions de les peces

Finalment, amb els resultats de l'experimentació i la posterior anàlisi s'elabora una metodologia que permet ajustar els paràmetres de procés per tal de complir amb uns requeriments de qualitat prèviament determinats en forma de diagrama de procés (Annex C). Una part del diagrama de procés es mostra a la Figura 2.

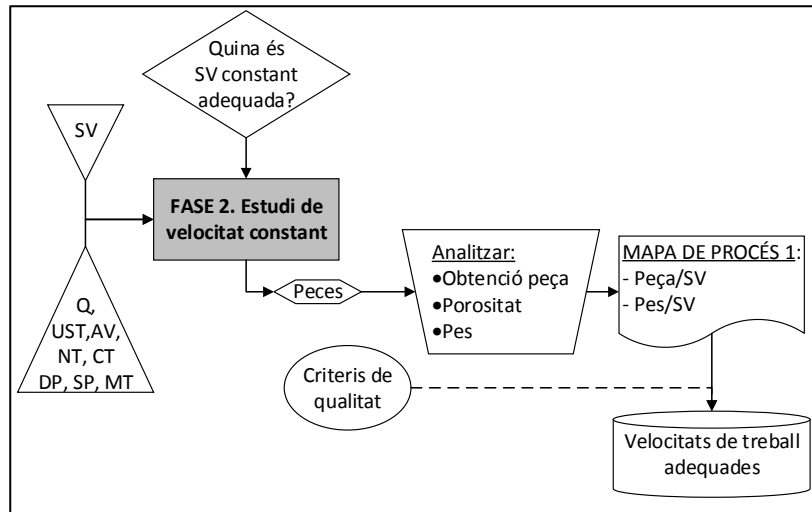


Figura 2. Diagrama de procés per a la Fase 2 de l'experimentació

En aquesta fase, doncs, s'identifiquen clarament quines són les fases a seguir per determinar l'efecte dels diferents paràmetres de procés sobre les peces processades. També s'estableixen quins són els criteris de qualitat importants per a obtenir uns resultats acceptables, a més s'estudia com els resultats de cada fase poden condicionar les següents, i per acabar es defineixen quin tipus de resultats es poden obtenir d'aplicar la metodologia. Aquests resultats són diversos mapes de procés que estableixen una relació entre diferents paràmetres de procés i la qualitat de les peces obtingudes mitjançant els estudis de les peces processades. A la Figura 3. es mostra un exemple de diagrama de procés que s'obté en aplicar la metodologia.

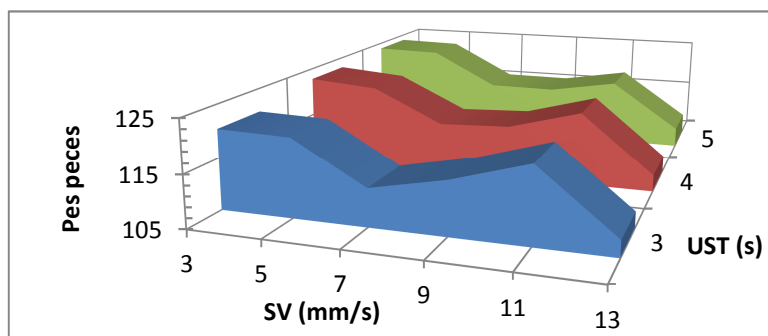


Figura 3. Mapa de processos que relaciona el pes de les peces en funció del temps d'ultrasons (UST) i la velocitat del sonotrode (SV).

El present projecte suposa un primer pas en la caracterització del procés d'emmotllament per ultrasons, de manera que encara existeixen una àmplia varietat de línies d'investigació en les que es pot treballar. Alguns dels treballs futurs són, doncs, la validació de la metodologia resultant amb nous materials com el PEEK, l'ampliació dels anàlisis que es realitzen a les peces processades, i també altres aspectes d'aquesta tecnologia com la millora del disseny estructural de la màquina o la optimització dels seus elements.