

## ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL MODELO REOLÓGICO $\mu(I)$ EN DESCARGA DE SILOS.

### PERFORMANCE OF THE $\mu(I)$ -RHEOLOGY MODEL FOR SILOS DISCHARGE.

Cesar M. Venier<sup>a,b</sup>, Santiago Márquez Damian<sup>a,c</sup>, Leonardo Binda<sup>e</sup>, Lucrecia Roth<sup>e</sup>,  
Damián Ramajo<sup>a,d</sup>, Irene Ippolito<sup>e</sup> y Norberto M. Nigro<sup>a,d</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación de Métodos Computacionales, UNL, CONICET, FICH, Santa Fe, Argentina

<sup>b</sup>Escuela de Ingeniería Mecánica, FCEIA, UNR, Argentina

<sup>c</sup>Facultad Regional Santa Fe, UTN, Santa Fe, Argentina

<sup>d</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, UNL, Santa Fe, Argentina

<sup>e</sup>Grupo de Medios Porosos, Facultad de Ingeniería, UBA, Argentina

**Palabras clave:** Modelo Granular, Silo, OpenFOAM, Reología.

**Resumen.** Este trabajo describe los problemas numéricos involucrados en la resolución computacional de descargas de silos utilizando enfoques continuos para modelar los medios granulares. En particular, nos centraremos en el modelo granular  $\mu(I)$  propuesto por Jop *et al.* (Jop, P., Forterre, Y. & Pouliquen, O. A constitutive law for dense granular flows. *Nature* **441**, 727–730 (2006)). Aquí, se propone una ley constitutiva para la viscosidad del medio granular en función de la presión y el tensor tasa de deformación, que puede inducir inestabilidades numéricas en el contexto de algoritmos de tipo segregado de la familia SIMPLE. Estos problemas son aún más relevantes en sistemas de gran escala, como los silos industriales. Por ello, en este trabajo buscamos resaltar las condiciones en las que surgen tales problemas y proponer recomendaciones para evitarlos.

**Keywords:** Granular Model, Silo, OpenFOAM, Rheology.

**Abstract.** This work describes the numerical problems involved in the computational resolution of silos discharges using continuum approaches for modelling the granular media. In particular, we will focus on the  $\mu(I)$  granular model proposed by Jop *et al.* (Jop, P., Forterre, Y. & Pouliquen, O. A constitutive law for dense granular flows. *Nature* **441**, 727–730 (2006)). Here, a constitutive law is proposed for the viscosity of the granular medium as a function of pressure and the strain rate tensor, which can induce numerical instabilities in the context of segregated-type algorithms of the SIMPLE family. These issues are even more relevant in large-scale systems, such as industrial silos. Therefore, in this work, we seek to highlight the conditions in which such problems arise and propose recommendations to avoid them.