

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS DE CONFORMADO ELECTROMAGNÉTICO

Autor: Santiago F. López Ponte

Titora: M^a del Pilar Salgado Rodríguez (USC)

FÍSICA E MODELADO

O conformado electromagnético é unha técnica de deformación de metais a alta velocidade baseada na forza de repulsión electromagnética entre correntes eléctricas. Trátase dun proceso multifísico que acopla fenómenos electromagnéticos, térmicos e estruturais. Neste traballo abórdase a simulación magneto-mecánica dun problema tipo *benchmark* descrito en [1]; trátase de estudar a deformación dunha lámina de aluminio enfrontada a un debandado espiral de cobre no que se establece un pulso de corrente que induce unha forza electromagnética na lámina (forza de Lorentz).

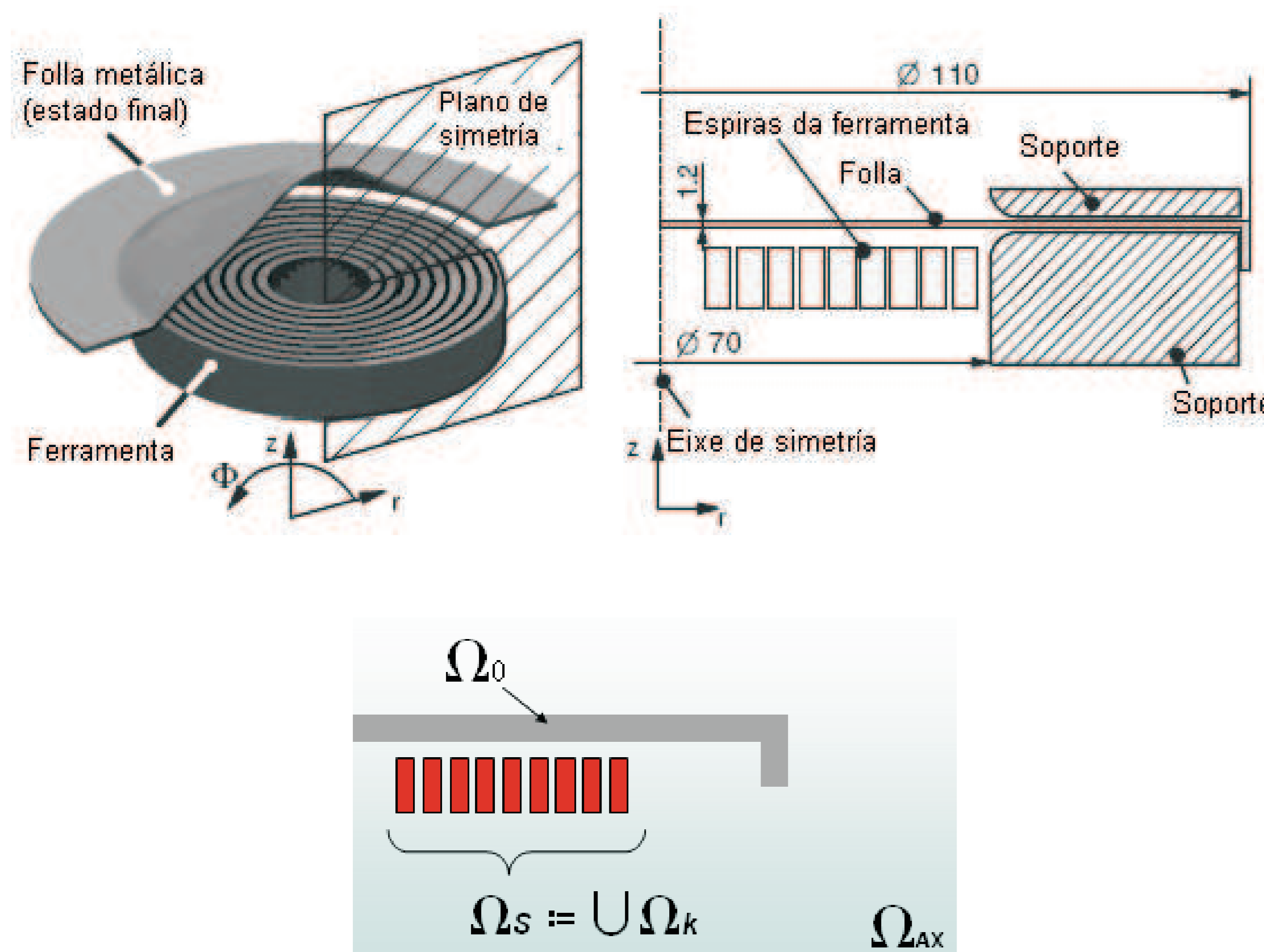


Fig. 1: Descripción da xeometría.

O obxectivo é resolver o modelo magneto-mecánico considerando un acoplamento simple: resólvese o problema electromagnético e obtéñese a forza volúmica de repulsión sen ter en conta a deformación da lámina, e de seguido, emprégase esta forza no modelo mecánico.

Tendo en conta a configuración xeométrica, considérase un modelo axisimétrico: suponse que as magnitudes son independentes da coordenada θ e que a corrente é perpendicular á sección meridional do dominio, $\mathbf{J} = J_\theta(r, z, t)\mathbf{e}_\theta$; así, pódese cinguir o modelado á sección meridional Ω_{AX} . Na simulación electromagnética emprégase o modelo clásico de *eddy currents* transitorio:

$$\begin{aligned} \text{rot } \mathbf{H} &= \mathbf{J}, \\ \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} + \text{rot } \mathbf{E} &= \mathbf{0}, \\ \text{div } \mathbf{B} &= 0, \end{aligned}$$

coas relacións constitutivas $\mathbf{B} = \mu\mathbf{H}$ e

$$\mathbf{J} = \begin{cases} \sigma\mathbf{E} & \text{na placa (incógnita),} \\ \mathbf{J}_s & \text{no debandado condutor(dato),} \\ \mathbf{0} & \text{no ar.} \end{cases}$$

Este modelo resólvese en termos do potencial vector magnético \mathbf{A} (ver [2]), do que deriva a indución magnética $\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}$.

O material que constitúe a placa ten en xeral un comportamento visco-plástico, pero neste traballo considérase nunha primeira aproximación un modelo mecánico linear,

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\sigma} &= 2\mu\boldsymbol{\epsilon}(\mathbf{u}) + \lambda \text{div } \mathbf{u} \mathbf{I}, \\ -\text{div } \boldsymbol{\sigma} &= -\rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{u} + \mathbf{f}, \end{aligned}$$

onde $\mathbf{f} = \mathbf{J} \times \text{rot } \mathbf{A}$ é a forza de Lorentz.

RESULTADOS

A simulación electromagnética realizouse co software comercial FLUX2D e a mecánica co software de dominio público

Salome-Meca [3]. As seguintes figuras amosan algúns dos resultados obtidos con este software.

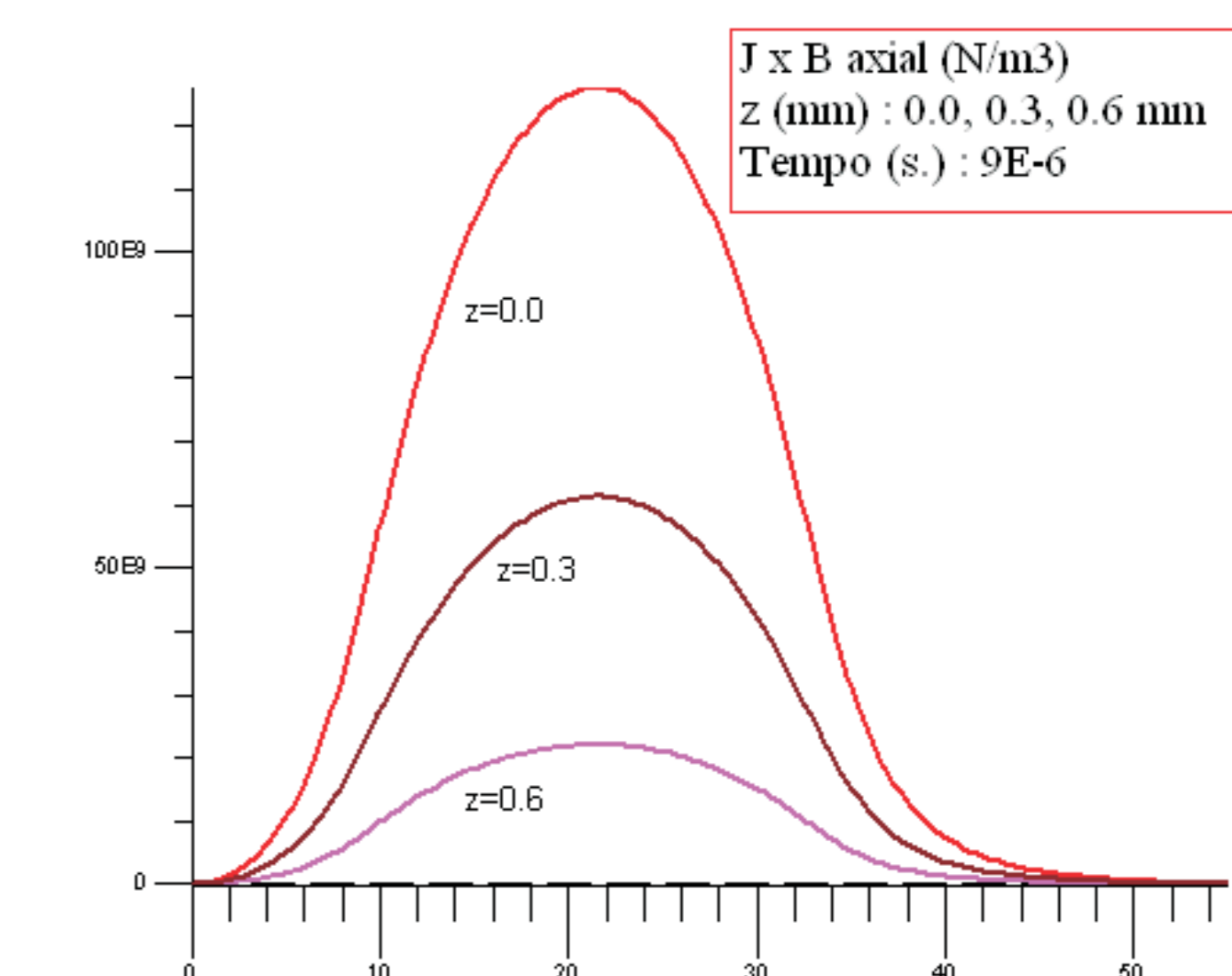


Fig. 2: Compoñente axial da forza de Lorentz vs. radio.

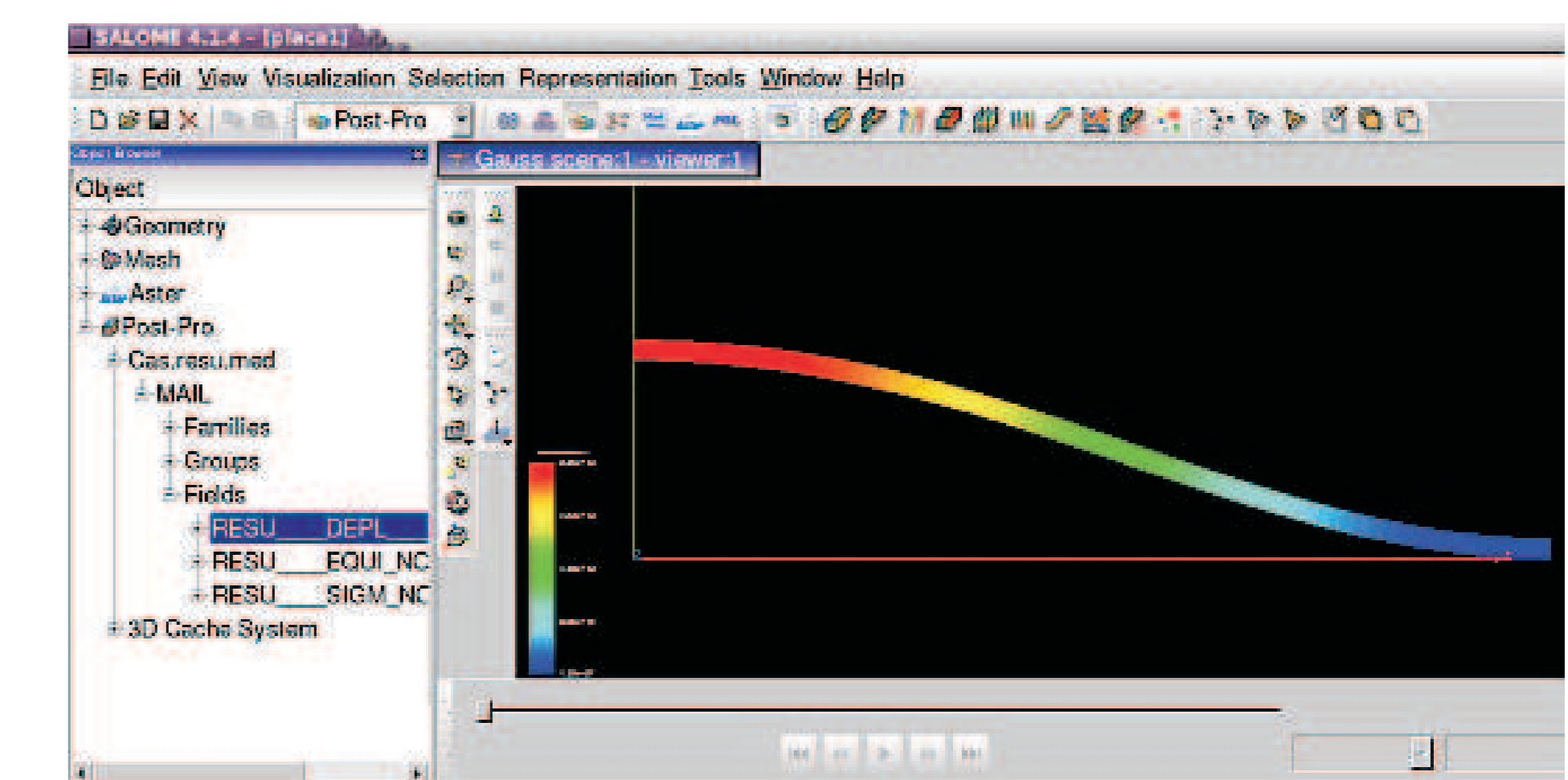


Fig. 3: Deformación da placa no caso estático, elástico e linear.

REFERENCIAS

- [1] Kleiner e outros. Benchmark simulation (...). Soc. Prod. Eng. WGP, 11(1), 85-90, 2004.
- [2] A. Bermúdez e outros. Numerical analysis of a finite element method for the axisymmetric eddy current model of an induction furnace. IMA Journal of Numerical Analysis.
- [3] FLUX2D V. 9.3. CEDRAT, Francia. Salome-Meca (SALOME + Code_Aster). EDF France, licenza GPL.