

Lourdes Rubio, Martina Esteban, Belén Muñoz-Abella, Patricia Rubio

## INTRODUCCIÓN

Los ejes son componentes mecánicos presentes en la mayoría de las máquinas y mecanismos. Como consecuencia de fallos en el material y/o el funcionamiento en un entorno agresivo, los ejes pueden llegar a generar **fisuras** cuyo crecimiento puede dar lugar a **roturas catastróficas** o, en el mejor de los casos, elevados gastos de reparación y mantenimiento.

Hacer previsiones sobre la **vida útil** de los componentes solo es posible, en el caso de fisuras, si se puede determinar su **crecimiento** y la **velocidad de crecimiento**. Para ello, resulta imprescindible conocer el **Factor de Intensidad de Tensiones** y su **evolución en el frente de la fisura**.

El modelo más habitual para el estudio de ejes en general, y de ejes fisurados en particular, es el modelo de **Jeffcott Rotor** que consiste en un eje biapoyado y con un disco en su sección central.

El comportamiento de los ejes fisurados se puede determinar mediante las **órbitas** y mediante el factor de intensidad de tensiones.

Este último se ha estudiado, en ejes, en **condiciones estáticas o cuasiestáticas**, sin embargo, en conocimiento de las autoras de este trabajo no existen resultados del **FIT** en **condiciones dinámicas**.

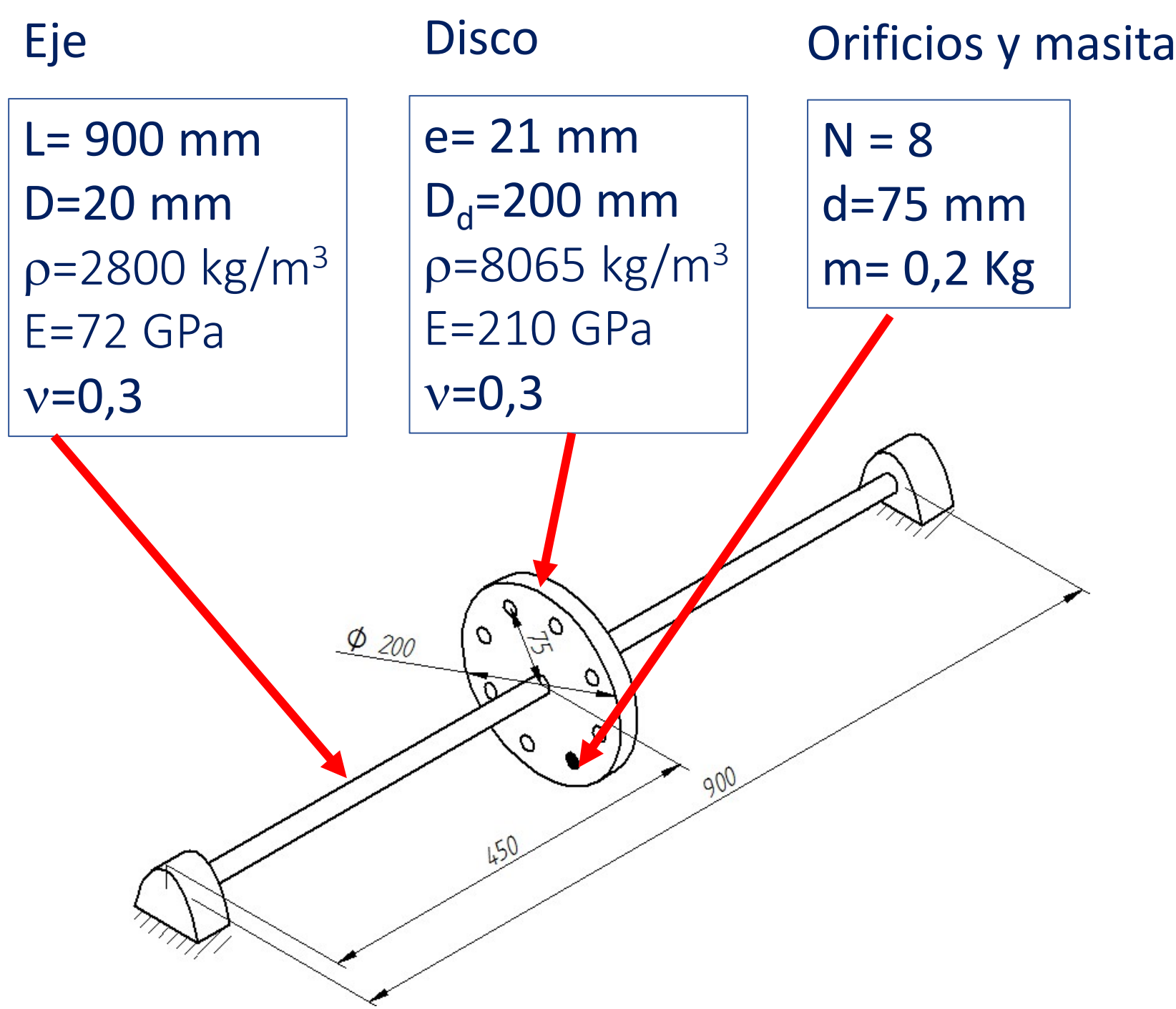
## OBJETIVOS

- Estudio mediante un **modelo de elementos finitos 3D** de un eje fisurado en **condiciones dinámicas** de giro.
- Estudio de las **órbitas** del punto central de la sección fisurada del eje cuando este gira a velocidades correspondientes a los armónicos **2X, 3X y 4X**.
- Estudio del **FIT dinámico** en distintos puntos del frente de la fisura durante una vuelta, en las mismas velocidades indicadas.
- Estudio de la dependencia de la **velocidad de giro** y la **profundidad** de la fisura en las órbitas y en el FIT

## CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado un **modelo numérico 3D** de un eje rotatorio fisurado mediante el código ABAQUS.
- Se han estudiado las **órbitas** obtenidas en los armónicos **2X, 3X y 4X**.
- Se ha calculado el **Factor de Intensidad de Tensiones dinámico** a partir del CTOD.
  - el **FIT aumenta** con la **profundidad** de la fisura
  - el **FIT aumenta** con la **velocidad de giro**
  - El valor máximo del **FIT dinámico** es mayor (hasta 4 veces mayor en 1/2 de la velocidad crítica) que el **FIT estático** del mismo componente

## Modelo geométrico del Jeffcott Rotor



## Modelo MEF dinámico

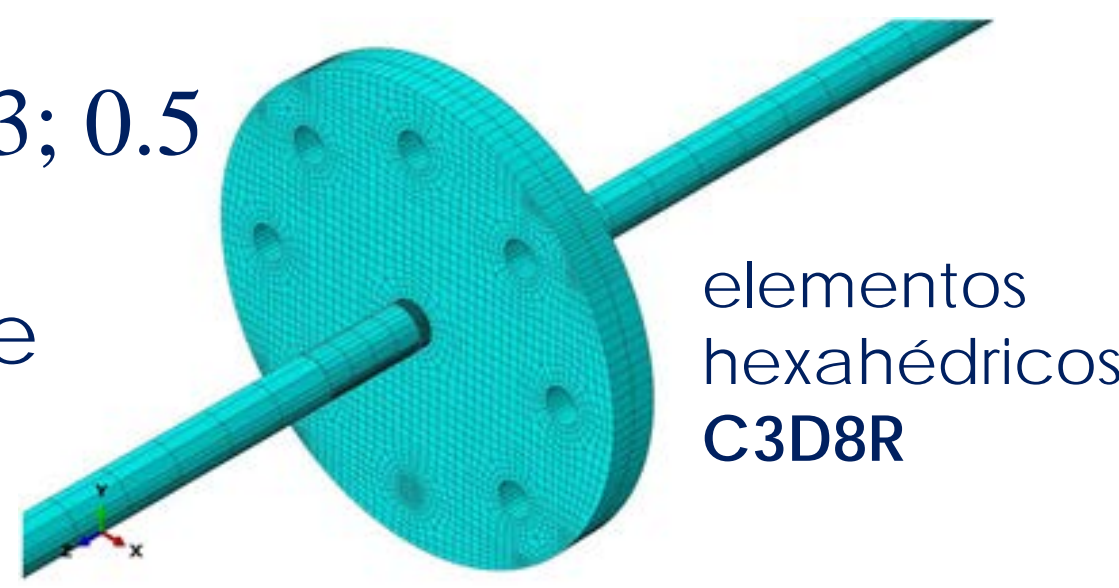
### 4 Velocidades de giro

$$p=\Omega/\Omega_c = 0.05; 0.25; 0.33; 0.5$$

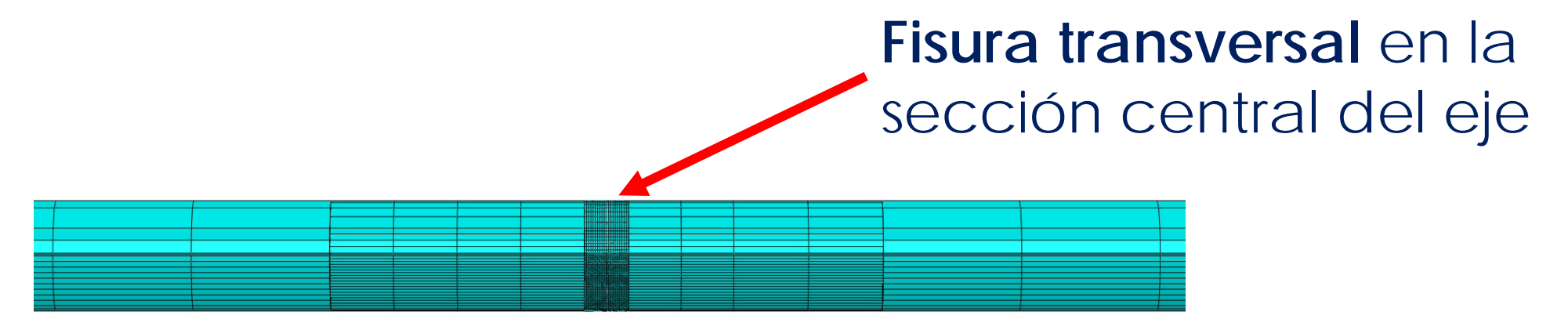
Velocidad crítica del eje intacto

$$\omega_1=\Omega_c=82.538 \text{ rad/s}$$

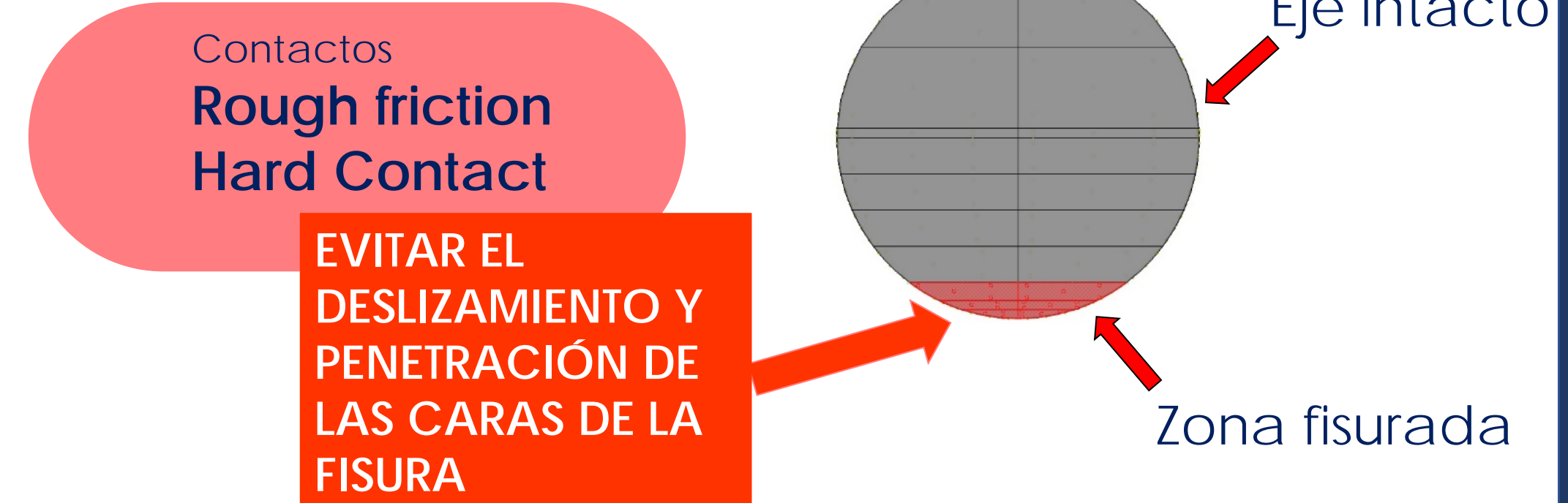
ABAQUS / Implicit



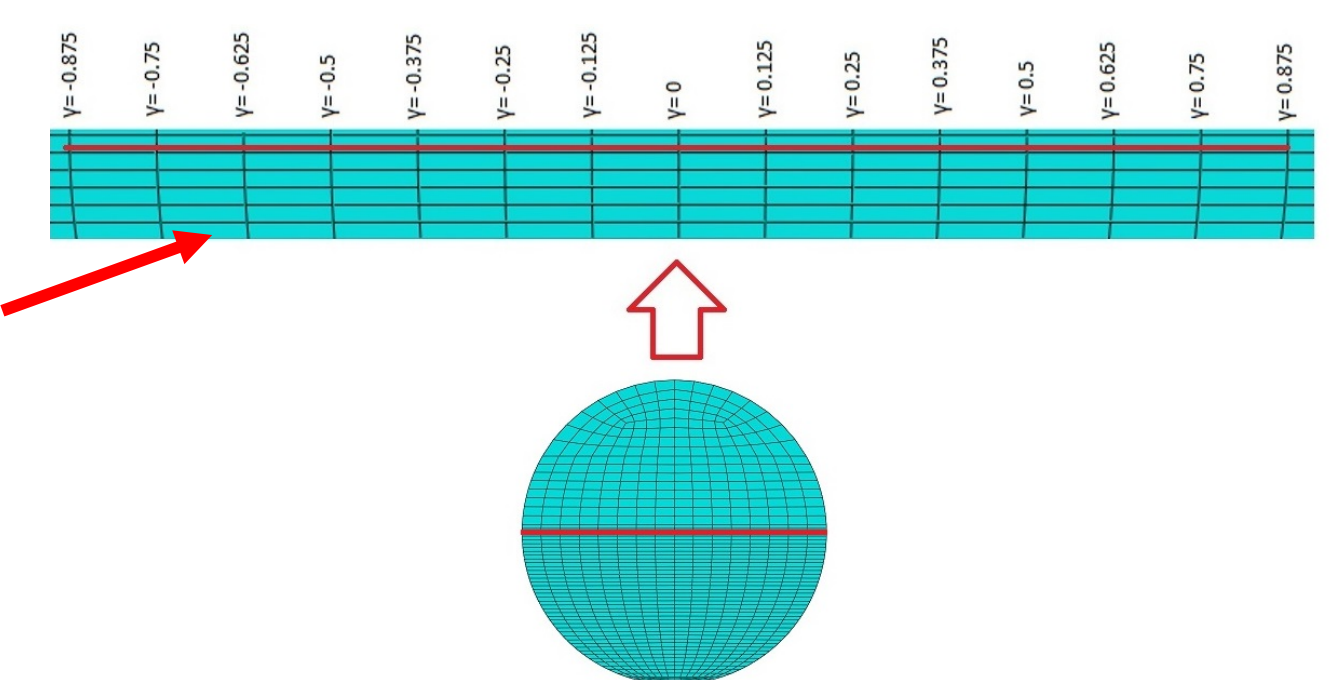
## Modelado MEF de la fisura



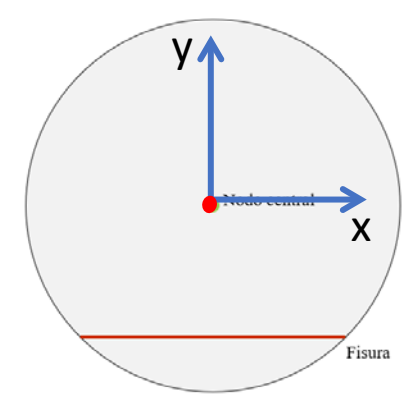
3 profundidades de fisura  $\alpha=a/D=0.1; 0.25 \text{ y } 0.4$



Frente discretizado en 13 puntos  $\gamma=w/h$

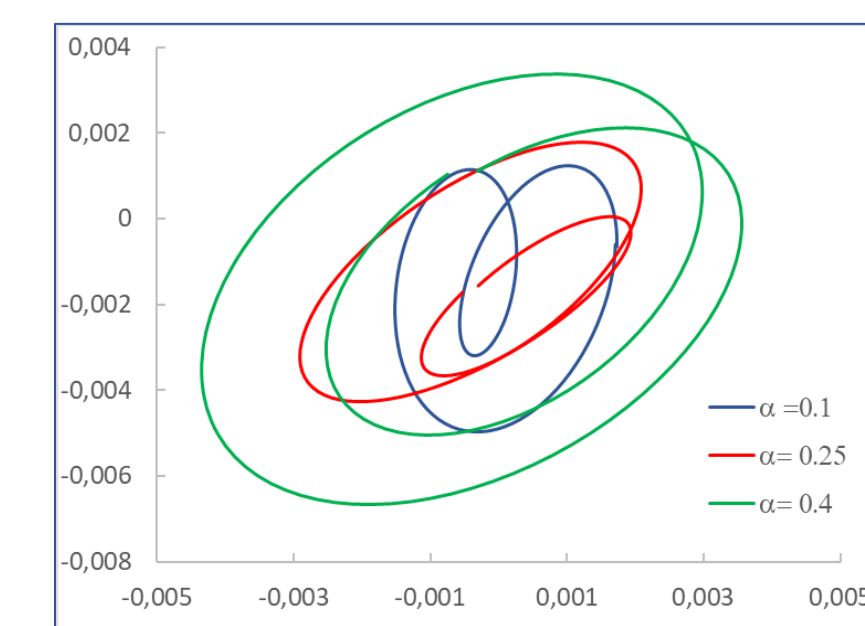


## Determinación de órbitas y resultados



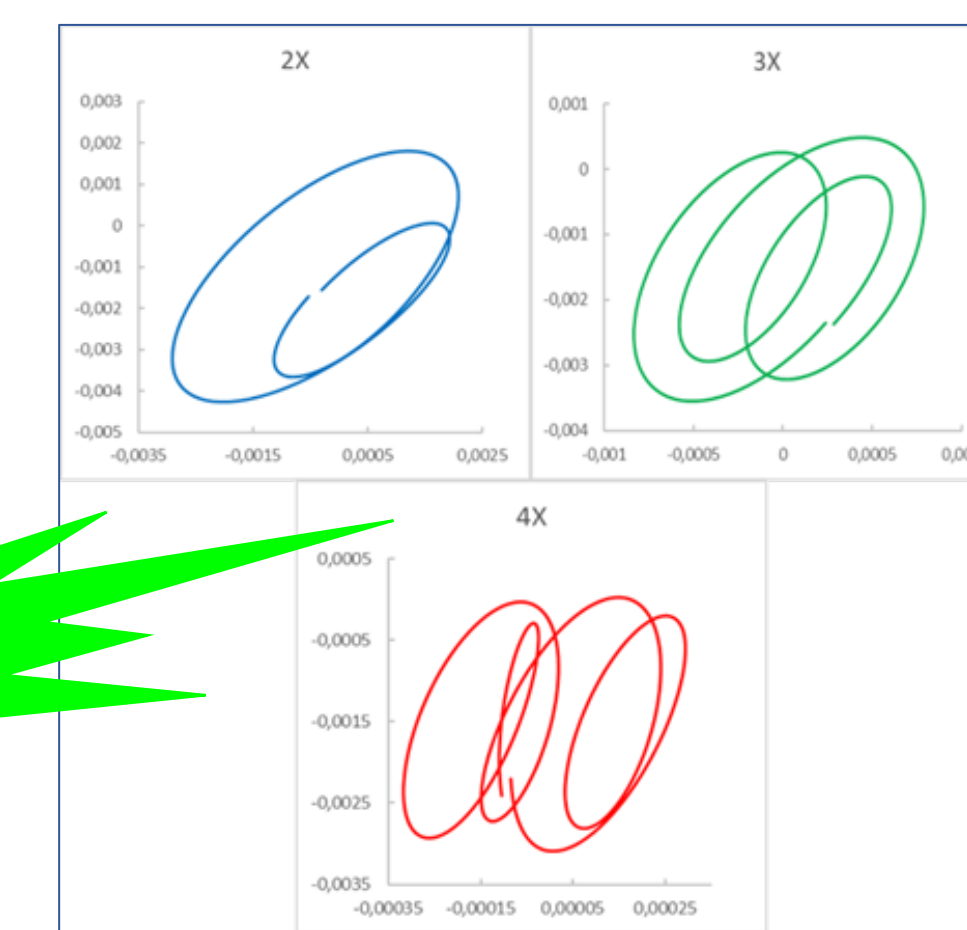
Cálculo de los desplazamientos x e y del punto central de la sección fisurada

Comparación de órbitas para velocidad  $p=1/2$  y varias profundidades de fisura



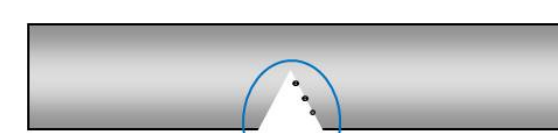
$\alpha$  ↑  
Tamaño de órbita ↑

Comparación de órbitas para velocidad  $\alpha=0,25$  y varias profundidades de fisura



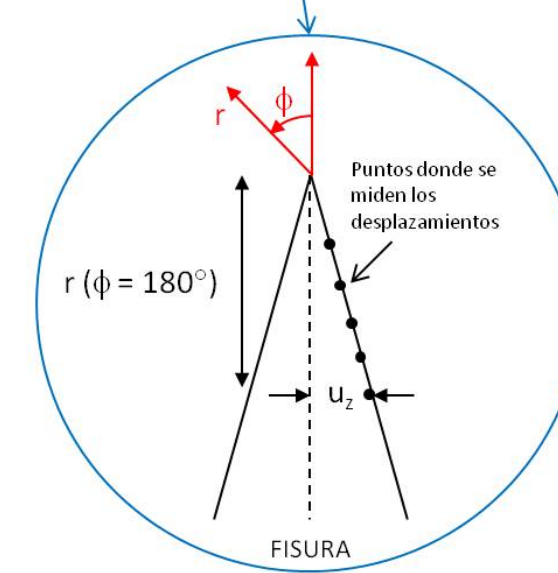
Se confirma que aparece como indica la literatura:  
1 lazo interior en  $p=1/2$  (2X)  
2 lazos interiores en  $p=1/3$  (3X)  
3 lazos interiores en  $p=1/4$  (4X)

## Determinación del Factor de Intensidad de Tensiones dinámico

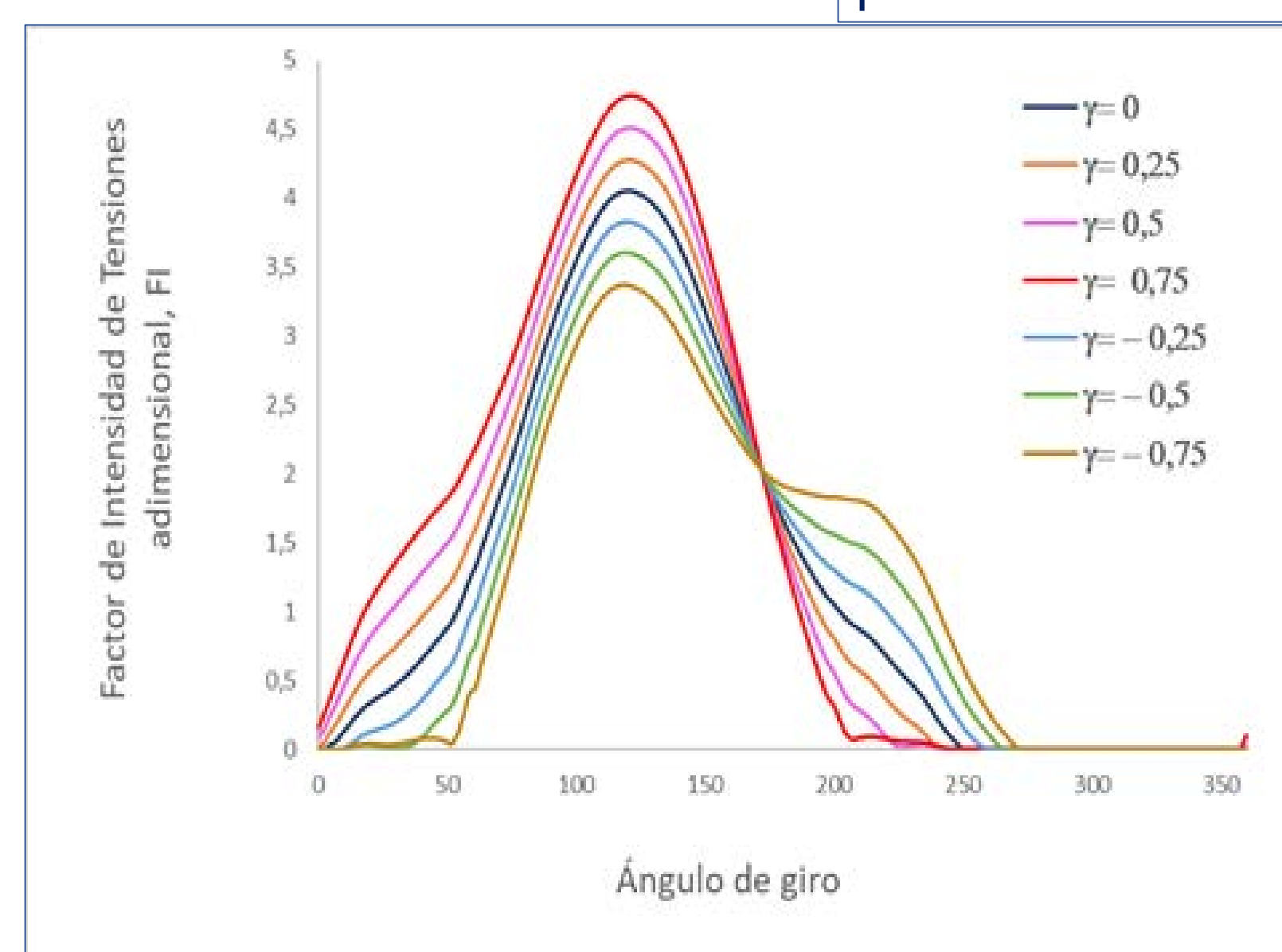


Cálculo del FIT a partir del CTOD

$$u_z = \frac{K_1}{2\mu} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\phi}{2} \left( \kappa + 1 - \cos^2 \frac{\phi}{2} \right)$$

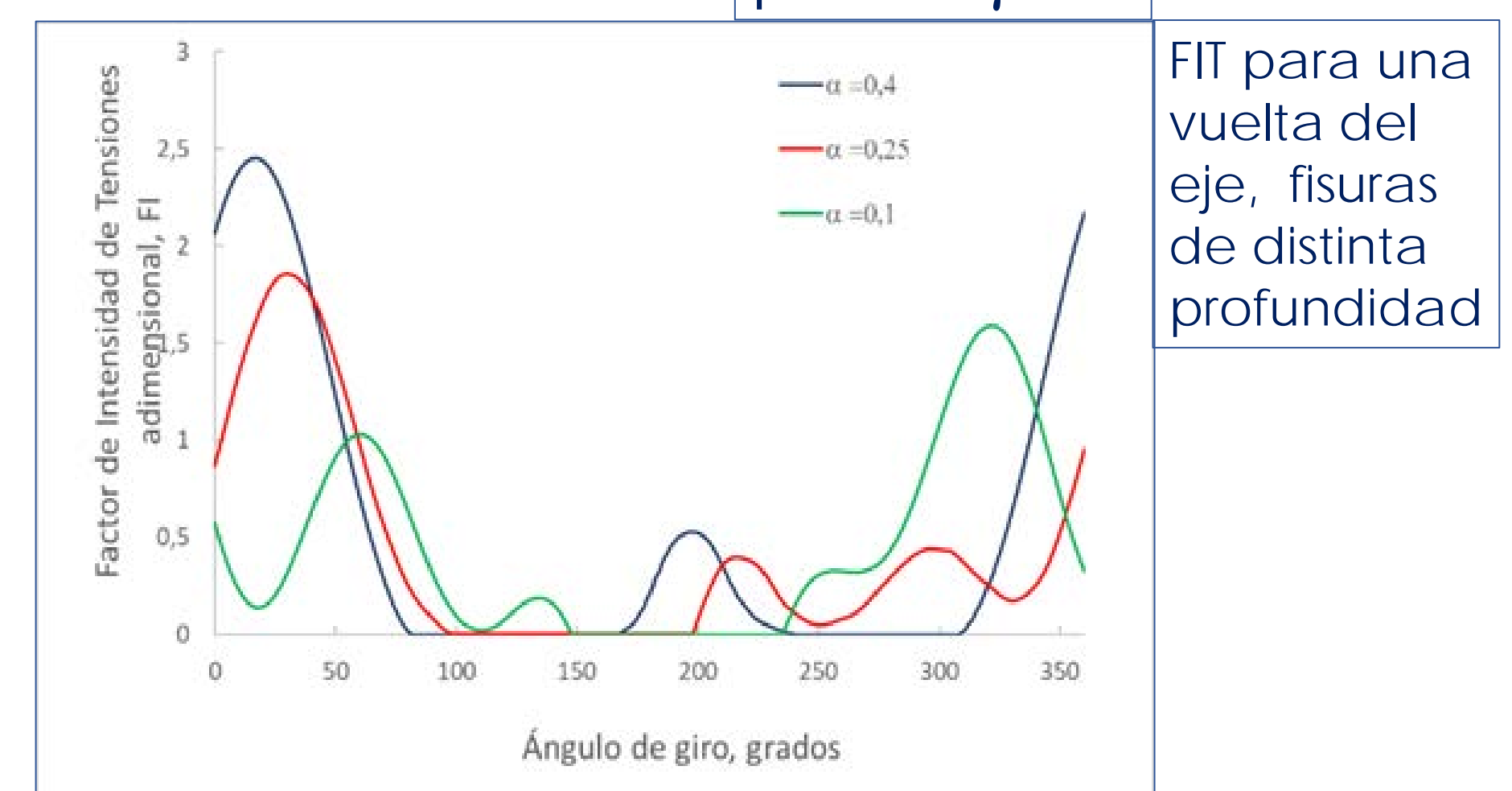


$p=1/2 \alpha=0.4$



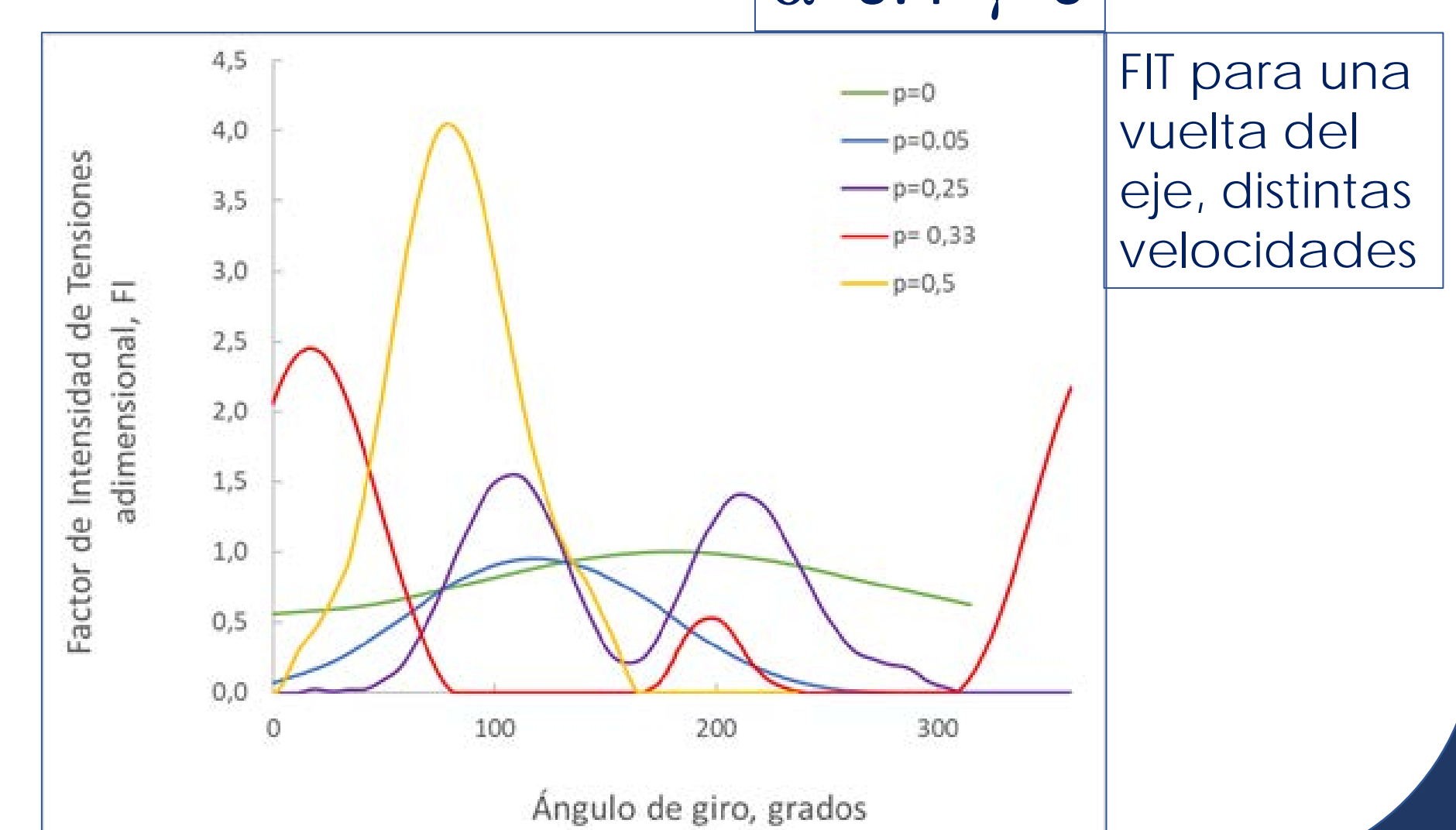
FIT para una vuelta del eje en todos los puntos del frente

$p=1/3 \gamma=0$



FIT para una vuelta del eje, fisuras de distinta profundidad

$\alpha=0.4 \gamma=0$



FIT para una vuelta del eje, distintas velocidades

