

ESTUDIO NUMÉRICO DEL LÍMITE TEÓRICO DE LA ESTABILIDAD MHD EN UN REACTOR TIPO ST

Seminario ecosistema de posgrados
Escuela de Física
Universidad Industrial de Santander

Autor: Jesús E López Durán

Director: Eduardo A Orozco, PhD Física
Universidad Industrial de Santander

co-Director: Alexei Yu. Chirkov, DSc Física del Plasma
Universidad Técnica Estatal Bauman de Moscú

#LaUISqueQueremos



Universidad
Industrial de
Santander

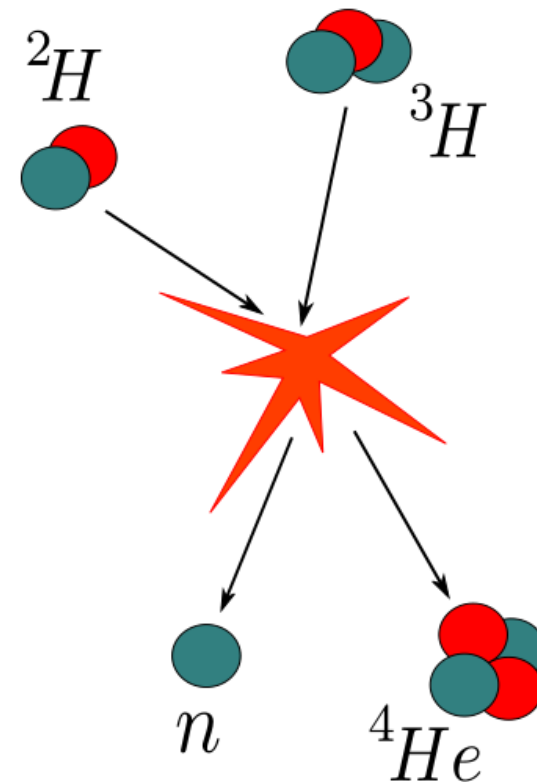




Introducción

La fusión nuclear se conoce como el proceso en el que dos núcleos atómicos logran vencer la barrera de repulsión electrostática para formar un nuevo núcleo más pesado.

$$E = \Delta mc^2$$



Reacción D-T: Deuterio(^2H), Tritio(^3H).



Universidad
Industrial de
Santander

Somos **el mejor** escenario
de creación e innovación.

www.uis.edu.co

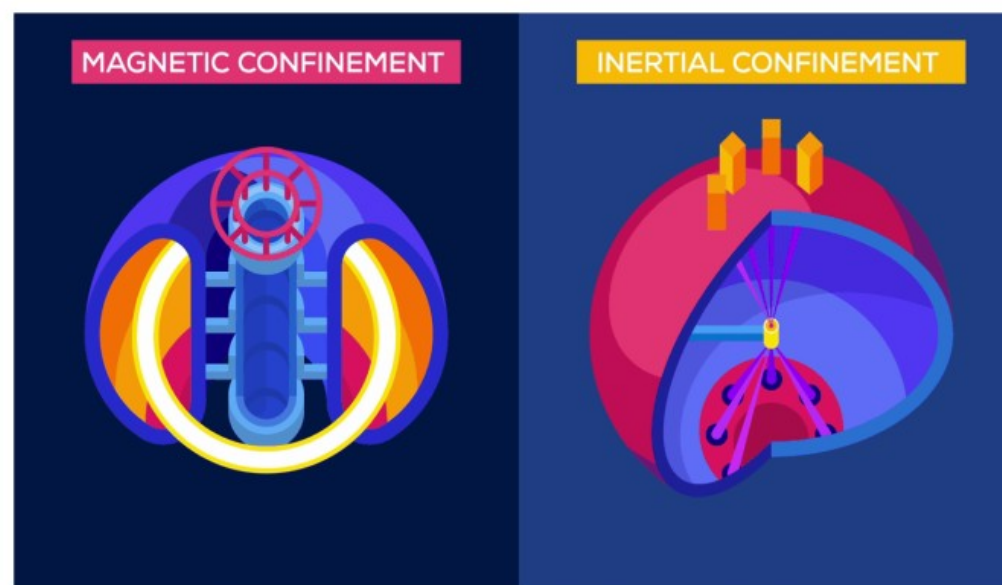


Introducción

Para construir un reactor de fusión como fuente de energía, la idea central se sustenta en confinar un gas de reactivos adecuados el tiempo suficiente a temperatura y densidades necesarias.

En la reacción Deuterio - Tritio el criterio se aproxima a:

$$n\tau_c \geq 2 \times 10^{11} [\text{m}^{-3}\text{s}]$$



Tomada de: https://gigazine.net/gsc_news/en/20161111-fusion-energy-explained





Confinamiento magnético



Universidad
Industrial de
Santander

Dado que la dinámica de las partículas ionizadas está determinada por la fuerza de Lorentz, la idea del confinamiento magnético se basa en encontrar configuraciones de campo magnético que confine y mantenga alejado al plasma de las paredes de la cavidad.

$$\nabla p = \mathbf{J} \times \mathbf{B}$$

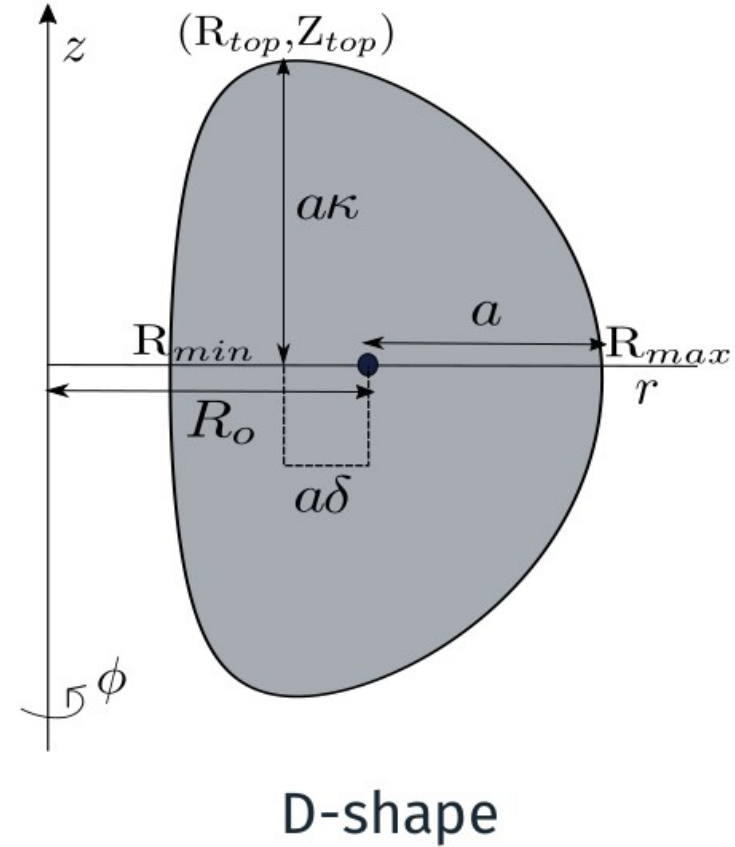
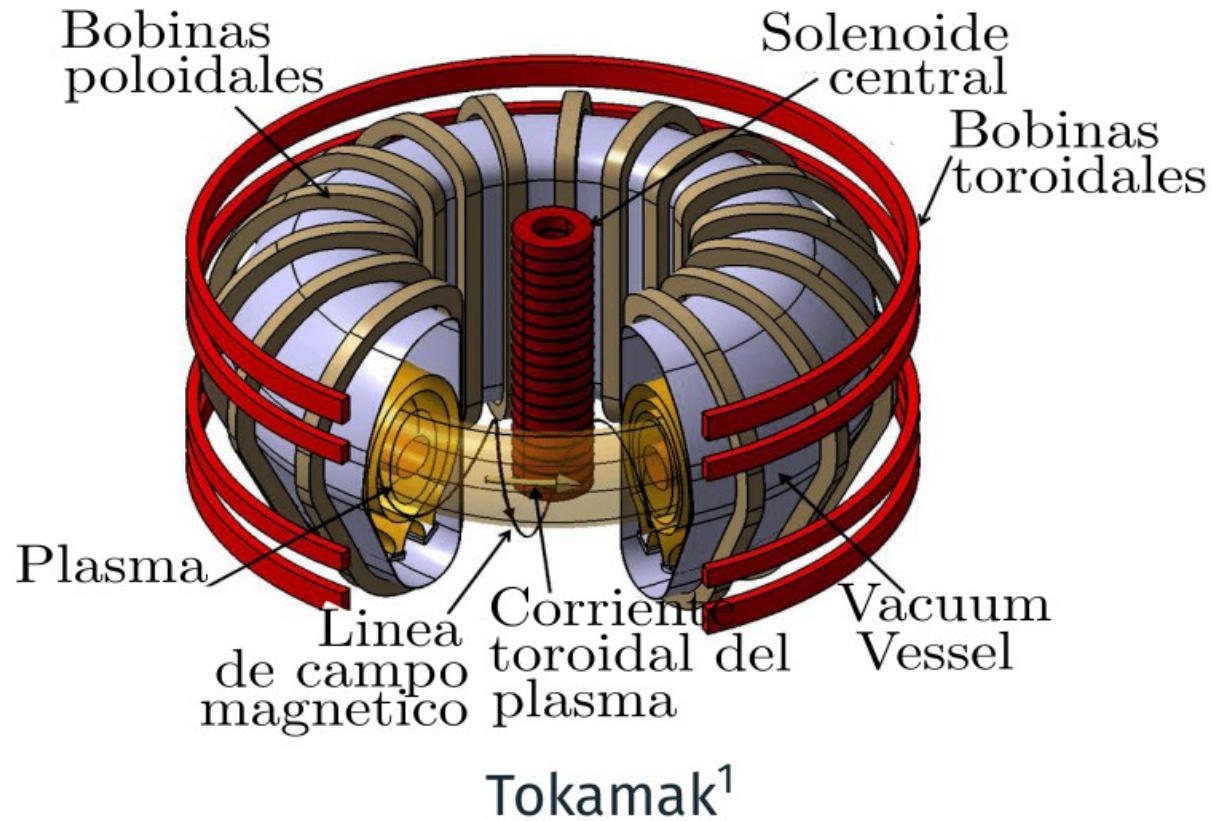
El equilibrio se alcanza cuando la fuerza de Lorentz compensa la fuerza ejercida por la presión del plasma

Somos **el mejor** escenario
de creación e innovación.

www.uis.edu.co

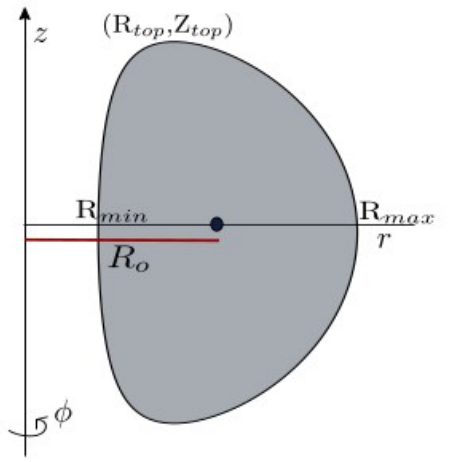
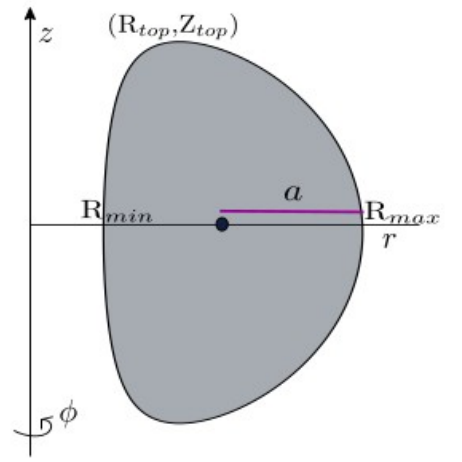
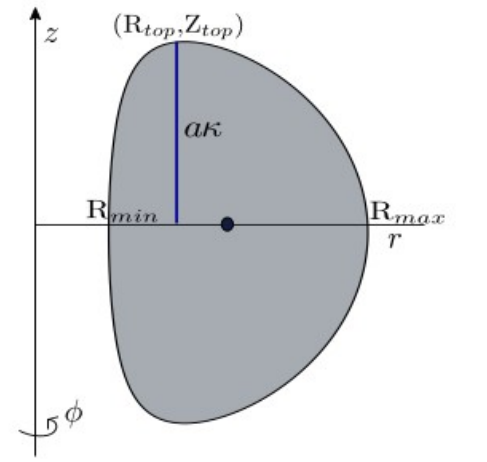
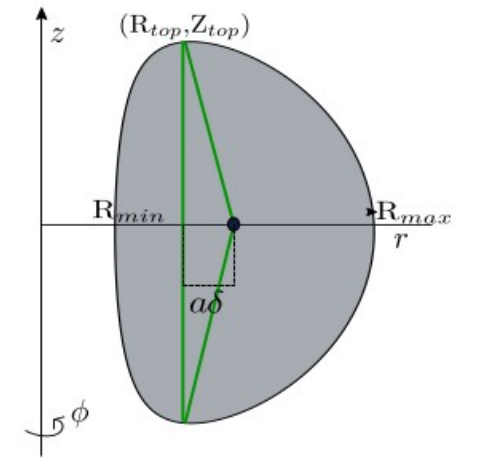


Configuraciones toroidales



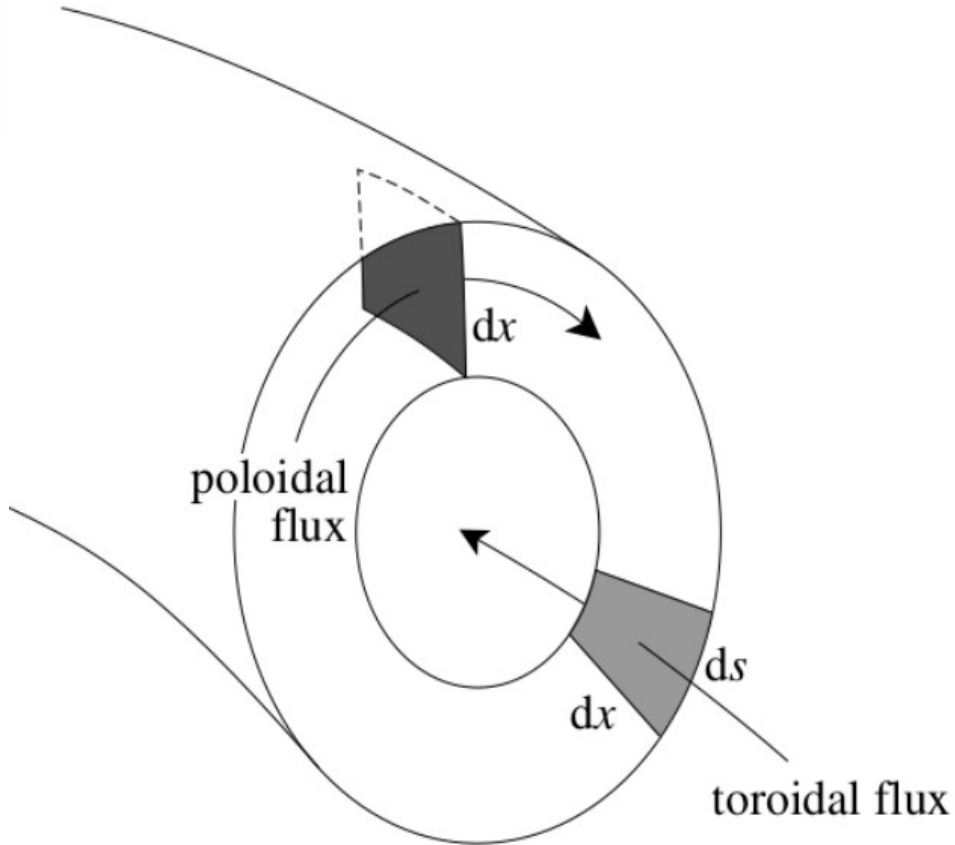
¹Tomada y adaptada de: Tomas Markovic. Measurement of magnetic fields on golem tokamak. Diploma. Prague: Czech Technical University in Prague, 2012.

Configuraciones toroidales

Radio mayor	Radio menor	Elipticidad	Triangularidad
 $R_o = \frac{R_{max} + R_{min}}{2}$	 $a = \frac{R_{max} - R_{min}}{2}$	 $\kappa = \frac{Z_{top}}{a}$	 $\delta = \frac{R_o - R_{top}}{a}$



Equilibrio MHD



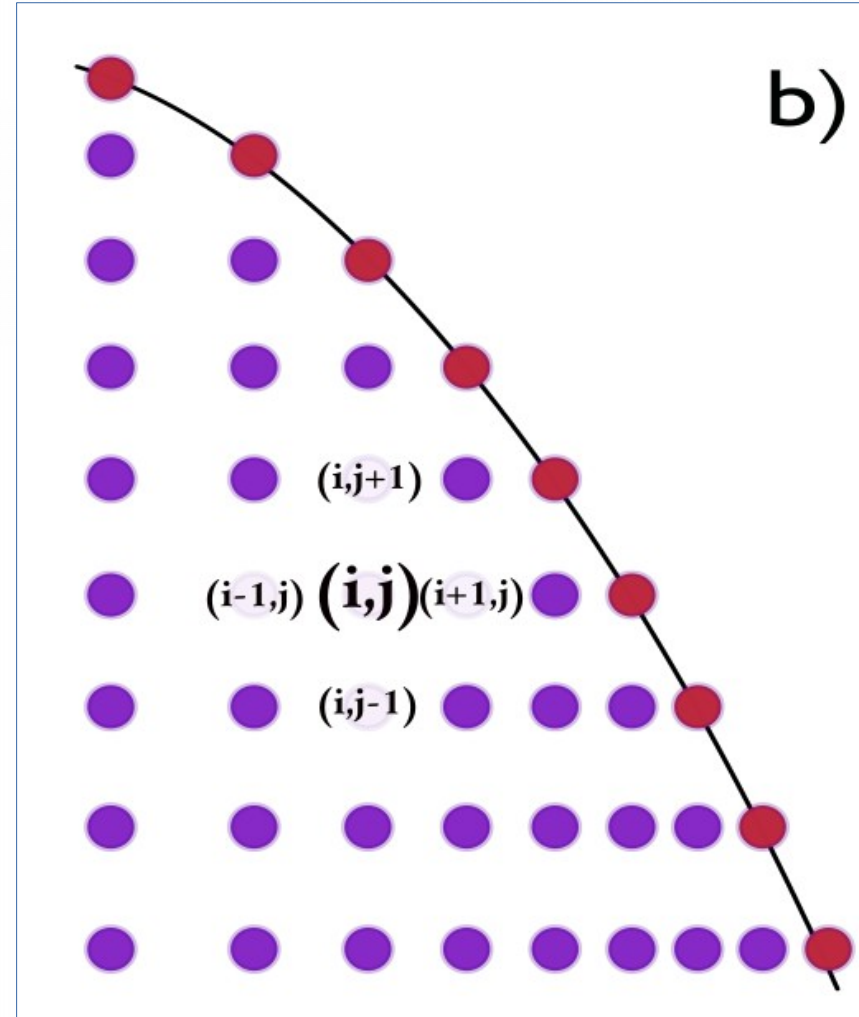
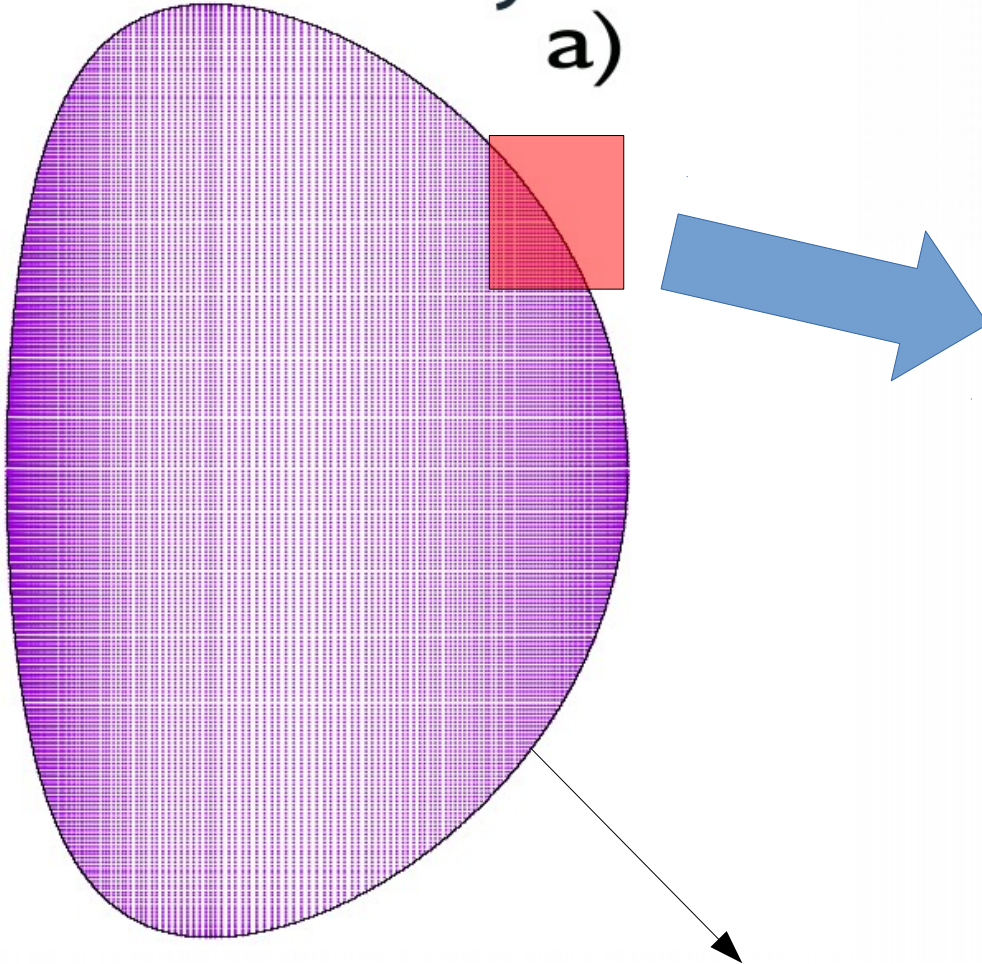
El equilibrio suele estar definido a través de la ecuación de Grad-Shafranov:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -r^2 \frac{dP(\psi)}{d\psi} - g \frac{dg(\psi)}{d\psi}$$

donde $\psi = rA_\varphi$ representa el flujo poloidal magnético, $p(\psi)$ la presión cinética y $g(\psi)$ una función relacionada con la corriente poloidal del plasma.



Fixed Boundary Solver



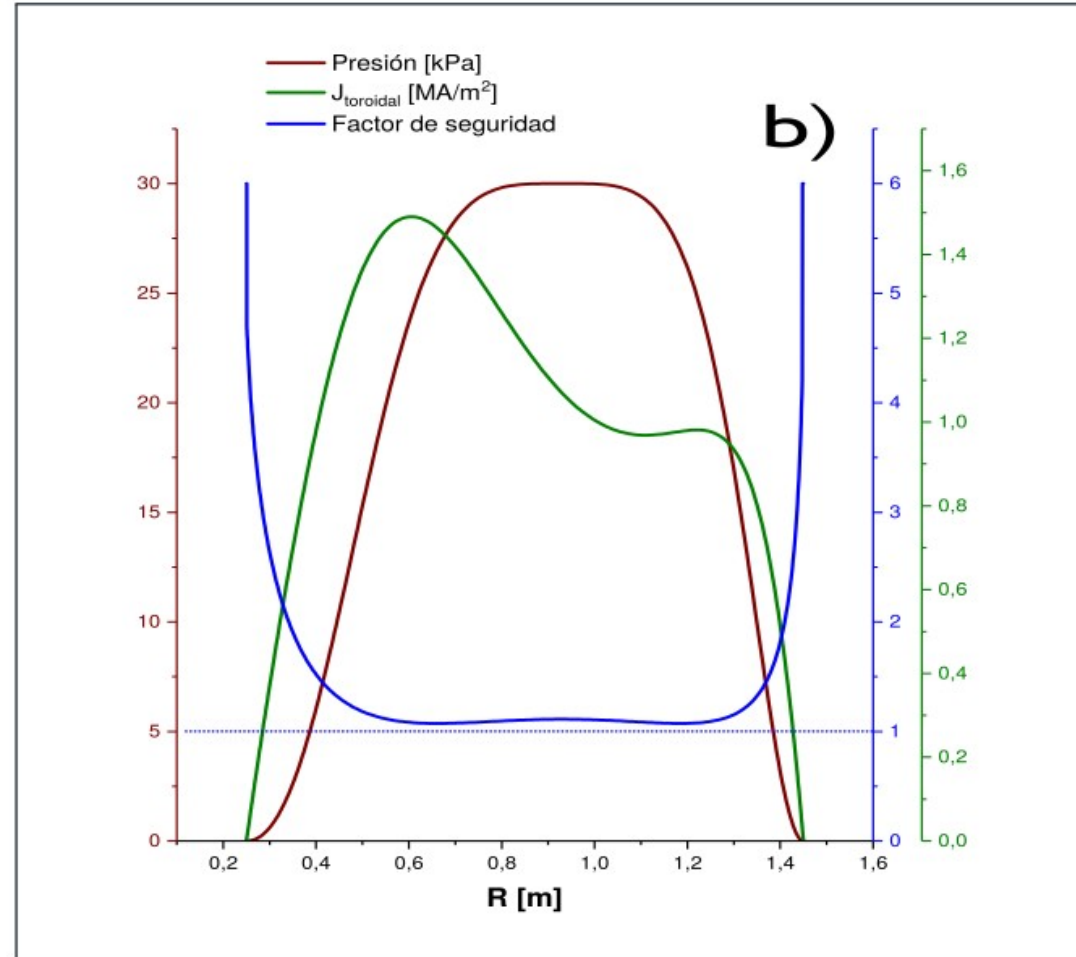
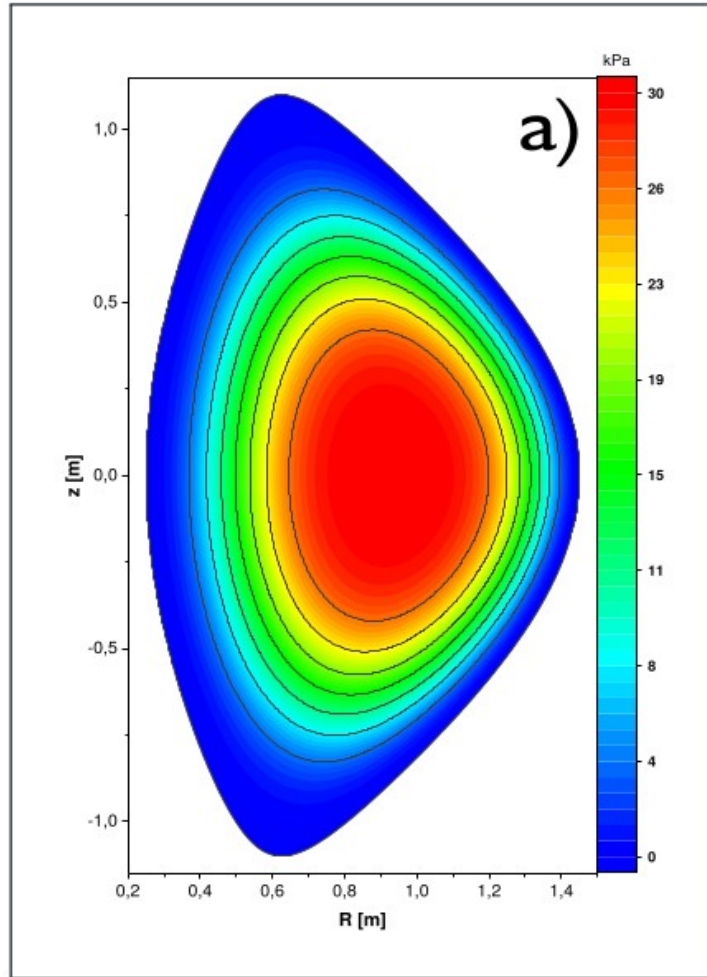
$$R = R_0 + a \cos(t + \delta \sin(t) + \tau \sin(2t)) \quad Z = a\kappa \cos(t)$$



Fixed Boundary Solver



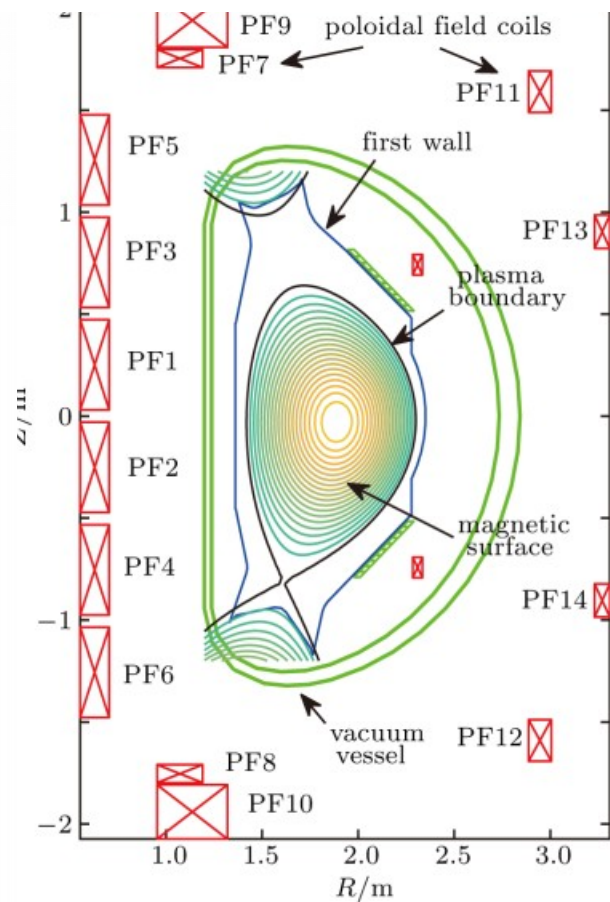
Universidad Industrial de Santander



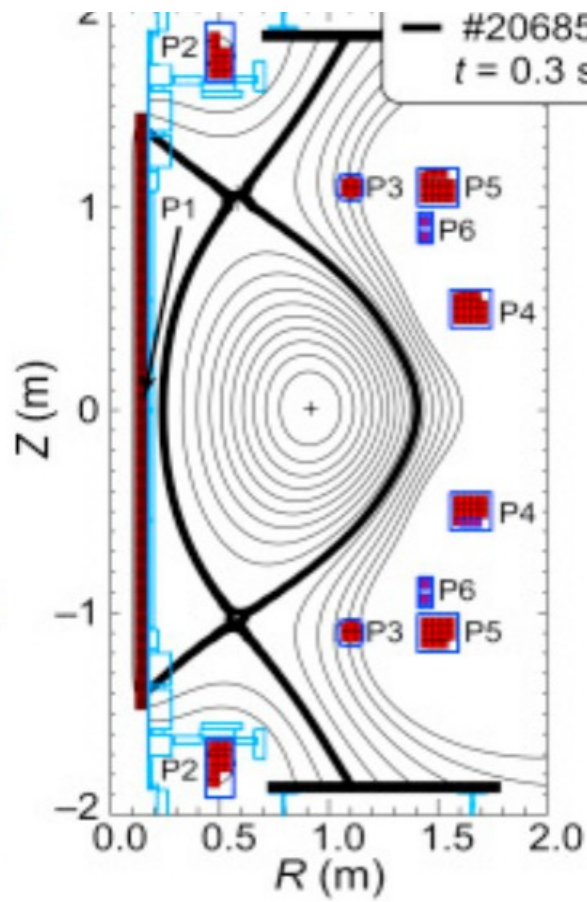
Somos **el mejor** escenario de creación e innovación.

www.uis.edu.co

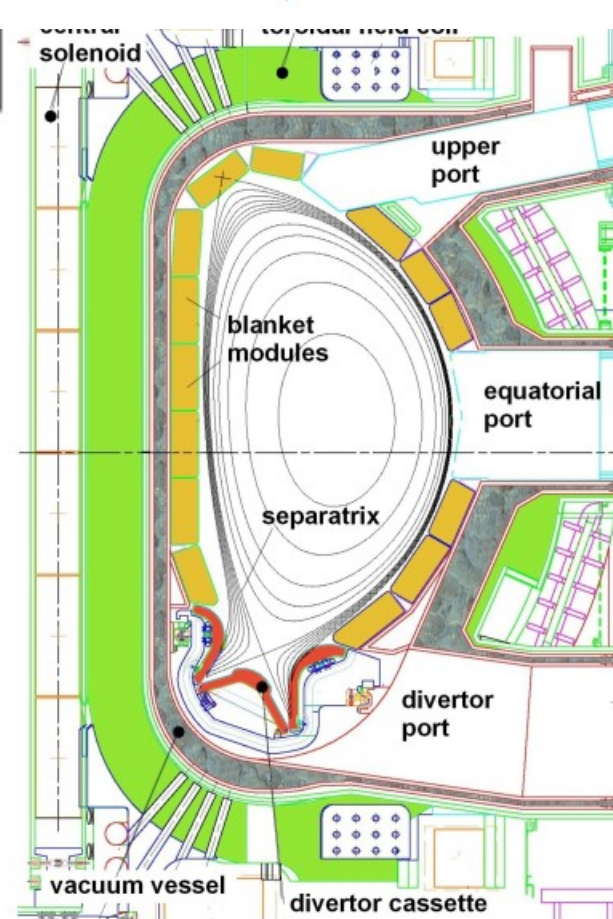
Las bobinas definen la geometría del plasma



EAST

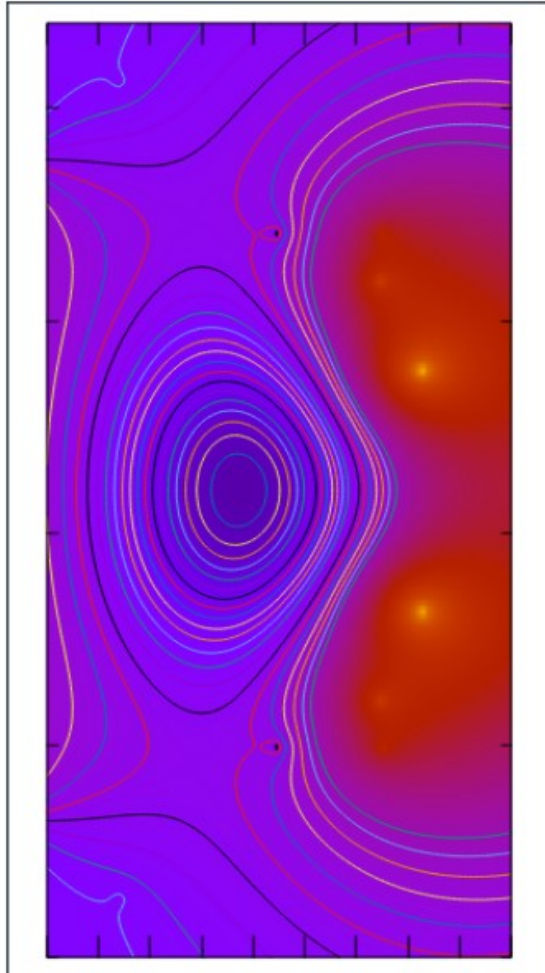


MAST

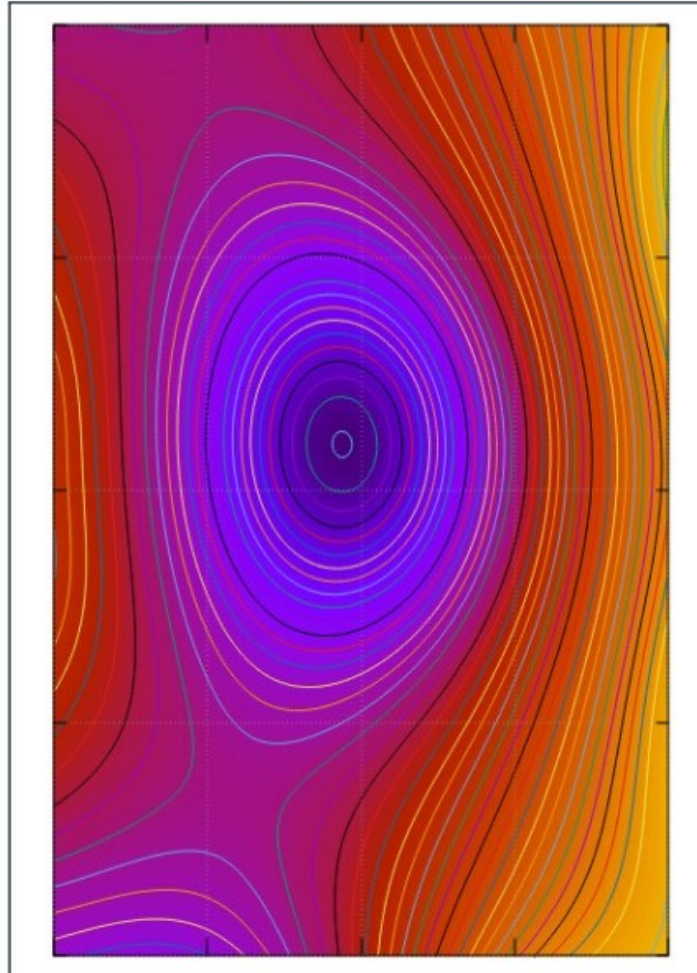


ITER

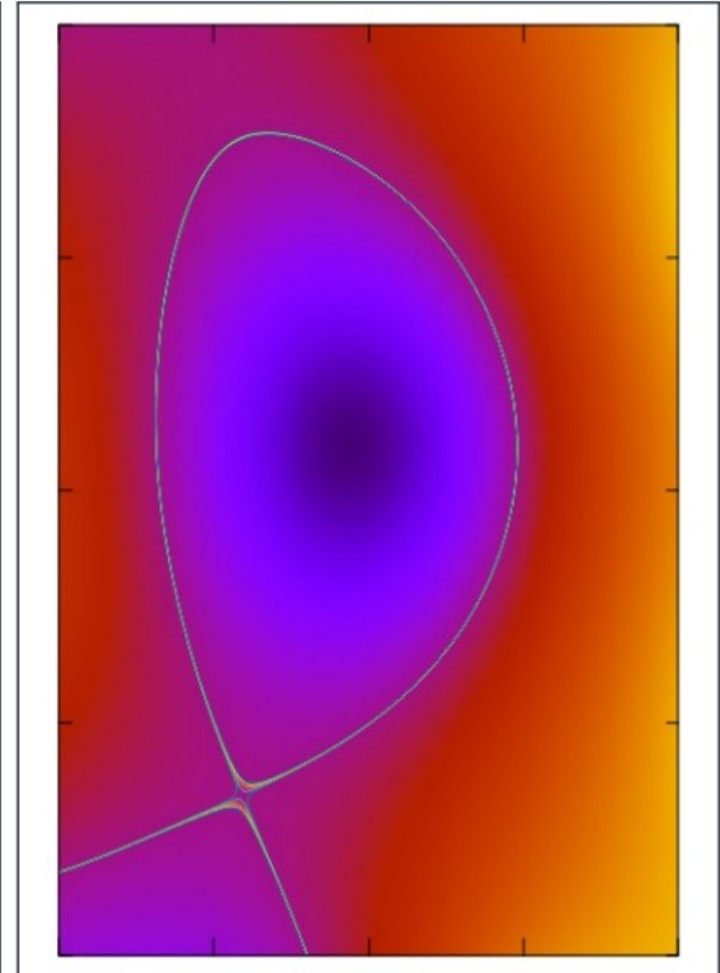
Solver de Frontera Libre



MAST



ITER



ITER: D-shape

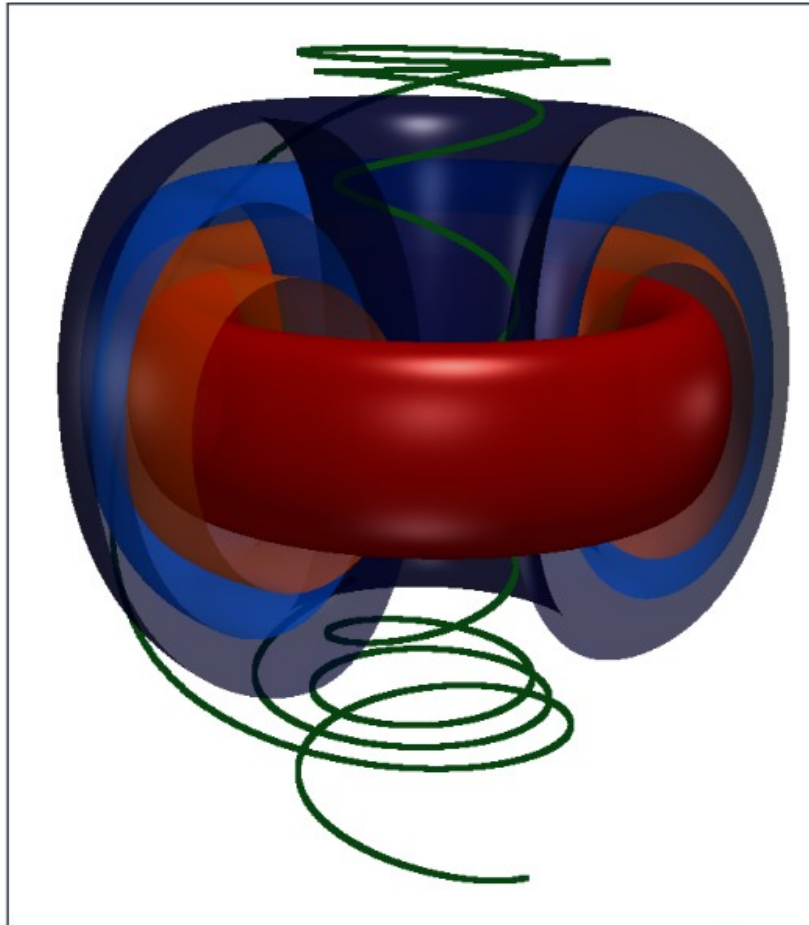


Universidad
Industrial de
Santander

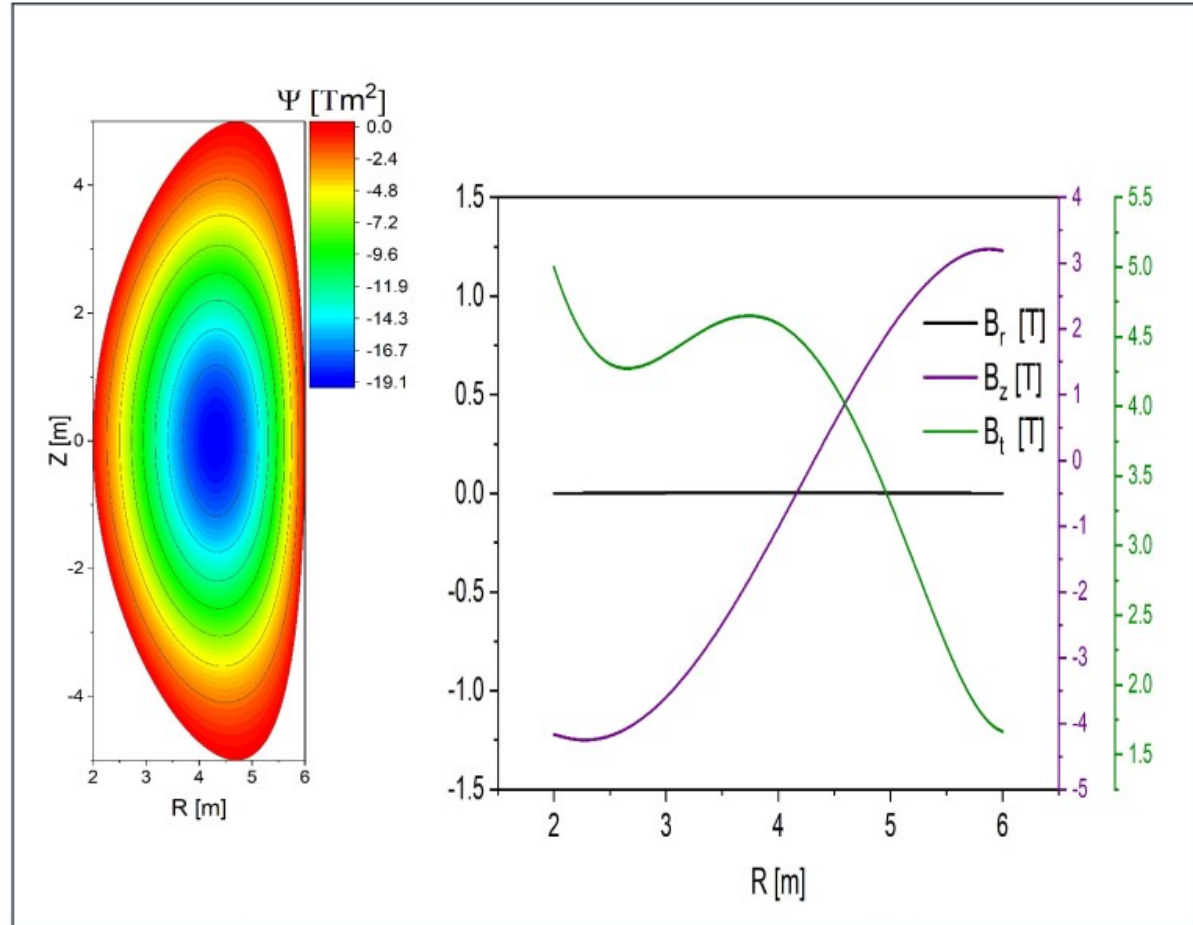
Somos **el mejor** escenario
de creación e innovación.

www.uis.edu.co

Equilibrio de sistemas exóticos



SUPERFICIES DE PRESIÓN



D-shape < 0

Perfil de \mathbf{B}





Desafío del confinamiento magnético



Universidad
Industrial de
Santander

PHYSICAL REVIEW LETTERS 122, 115001 (2019)

Editors' Suggestion

Achievement of Reactor-Relevant Performance in Negative Triangularity Shape in the DIII-D Tokamak

M. E. Austin,^{1,*} A. Marinoni,² M. L. Walker,³ M. W. Brookman,³ J. S. deGrassie,³ A. W. Hyatt,³ G. R. McKee,⁴
C. C. Petty,³ T. L. Rhodes,⁵ S. P. Smith,³ C. Sung,⁶ K. E. Thome,³ and A. D. Turnbull³

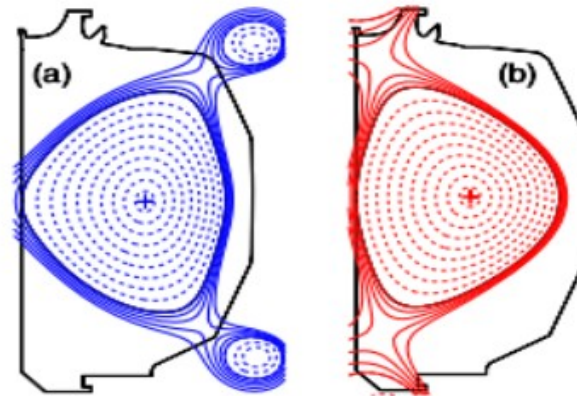


FIG. 1. Cross sections of the DIII-D vessel with flux plots of the (a) negative triangularity ($-\delta$) shape and (b) matching positive triangularity ($+\delta$) shape for the DIII-D experiments with $\delta = \pm 4$ and elongation $\kappa = 1.3$.

Somos **el mejor** escenario
de creación e innovación.

www.uis.edu.co



Universidad
Industrial de
Santander

#LaUISqueQueremos

iGracias!

