

---

# ANÁLISIS DE LA DEFORMACIÓN INTERNA

PRÁCTICO 1

---

---

# DEFORMACIÓN

Cualquier cambio en la posición o en las relaciones geométricas internas sufrido por un cuerpo como consecuencia de la aplicación de un campo de esfuerzos.

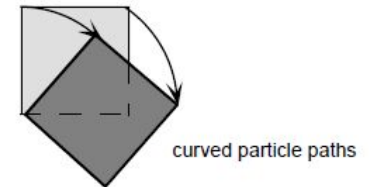
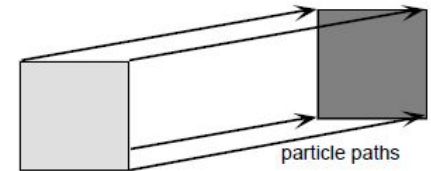
Puede constar de hasta 4 componentes:

Traslación- cambio de posición

Rotación -cambio de orientación

Distorsión-Cambio de forma

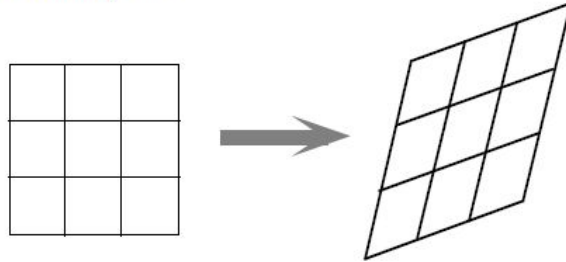
Dilatación-Cambio de volumen



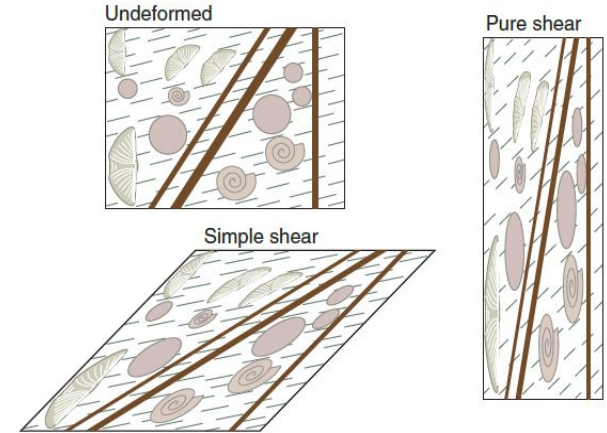
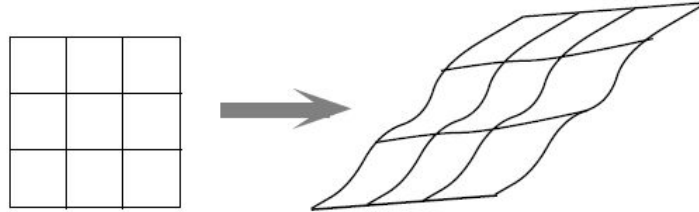
---

# TIPOS DE DEFORMACIÓN

HOMOGÉNEA



HETEROGÉNEA



**Figure 2.4** Homogeneous deformations of a rock with brachiopods, reduction spots, ammonites and dikes. Two different deformations are shown (pure and simple shear). Note that the brachiopods that are differently oriented before deformation obtain different shapes.

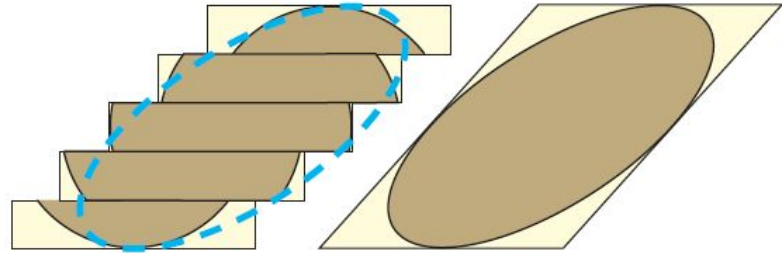
---

---

# TIPOS DE DEFORMACIÓN

CONTINUA

DISCONTINUA



**Figure 2.6** Discrete or discontinuous deformation can be approximated as continuous and even homogeneous in some cases. In this sense the concept of strain can also be applied to brittle deformation (brittle strain). The success of doing so depends on the scale of observation.

---

---

# MEDIDA DE LA DEFORMACIÓN INTERNA

- Cambios en la longitud de las líneas (def. longitudinal)
  - Cambios en los ángulos (def. angular)
  - Cambios de volumen
-

---

# Strain en una dimensión o Deformación longitudinal

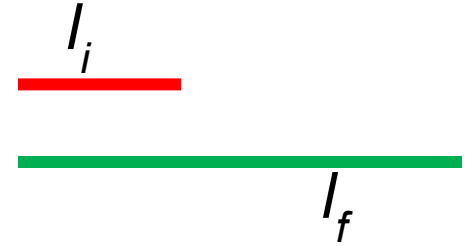
## Elongación

O ejes de elongación

e1: eje mayor

e2: eje menor

$$e \equiv \frac{\Delta l}{l_i} = \frac{(l_f - l_i)}{l_i} = \frac{l_f}{l_i} - 1$$



## Estiramiento

$$S \equiv \frac{l_f}{l_i} = 1 + e$$

$$\lambda = S^2 = (1 + e)^2$$

## Elongación cuadrática

---

---

# Strain en una dimensión o Deformación longitudinal

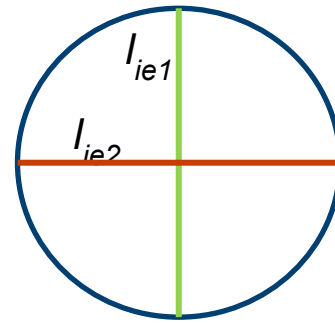
## Elongación

O ejes de elongación

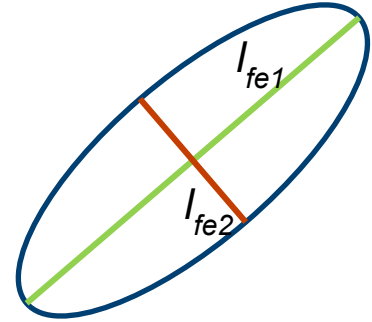
e1: eje mayor

e2: eje menor

$$e \equiv \frac{\Delta l}{l_i} = \frac{(l_f - l_i)}{l_i} = \frac{l_f}{l_i} - 1$$



Indeformado



Deformado

## Estiramiento

$$S \equiv \frac{l_f}{l_i} = 1 + e$$

$$\lambda = S^2 = (1 + e)^2$$

## Elongación cuadrática

---

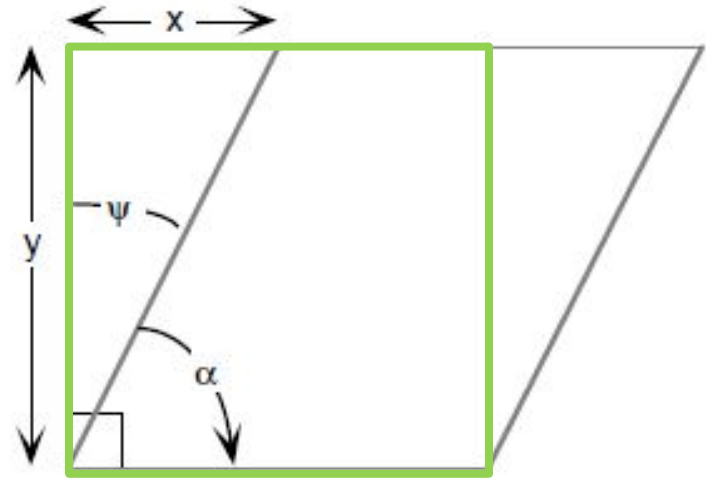
---

# Deformación angular

- Cizalla angular

$\psi$

- Deformación de cizalla



$$\gamma = \tan \psi$$

---



---

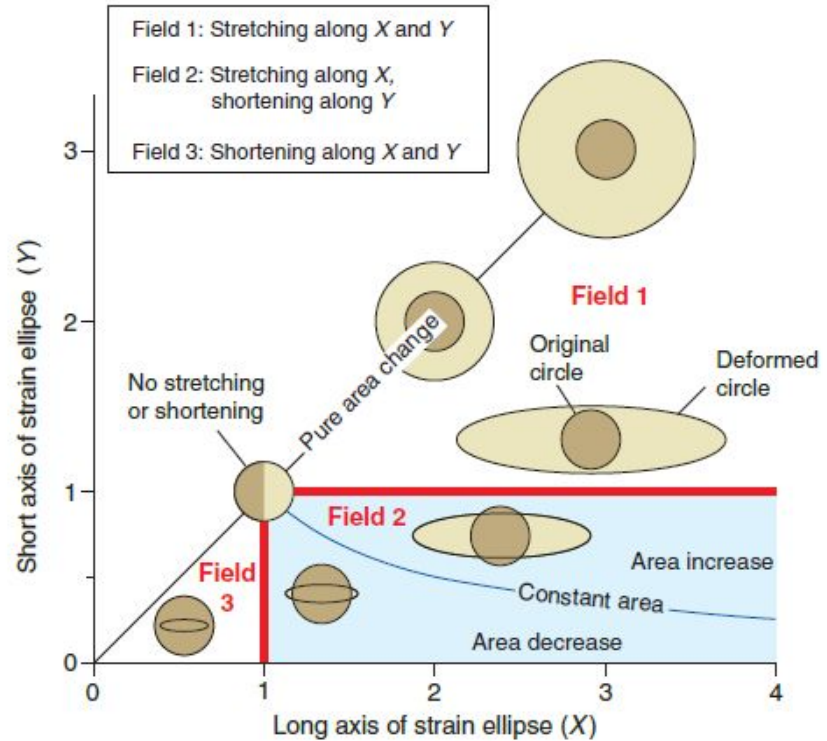
# Otros conceptos

- Razón axial:  $S_1/S_2$
- Cálculo del área:  $\Delta = S_1 * S_2 - 1$
- Ángulo del eje de mayor estiramiento =  $\theta'$

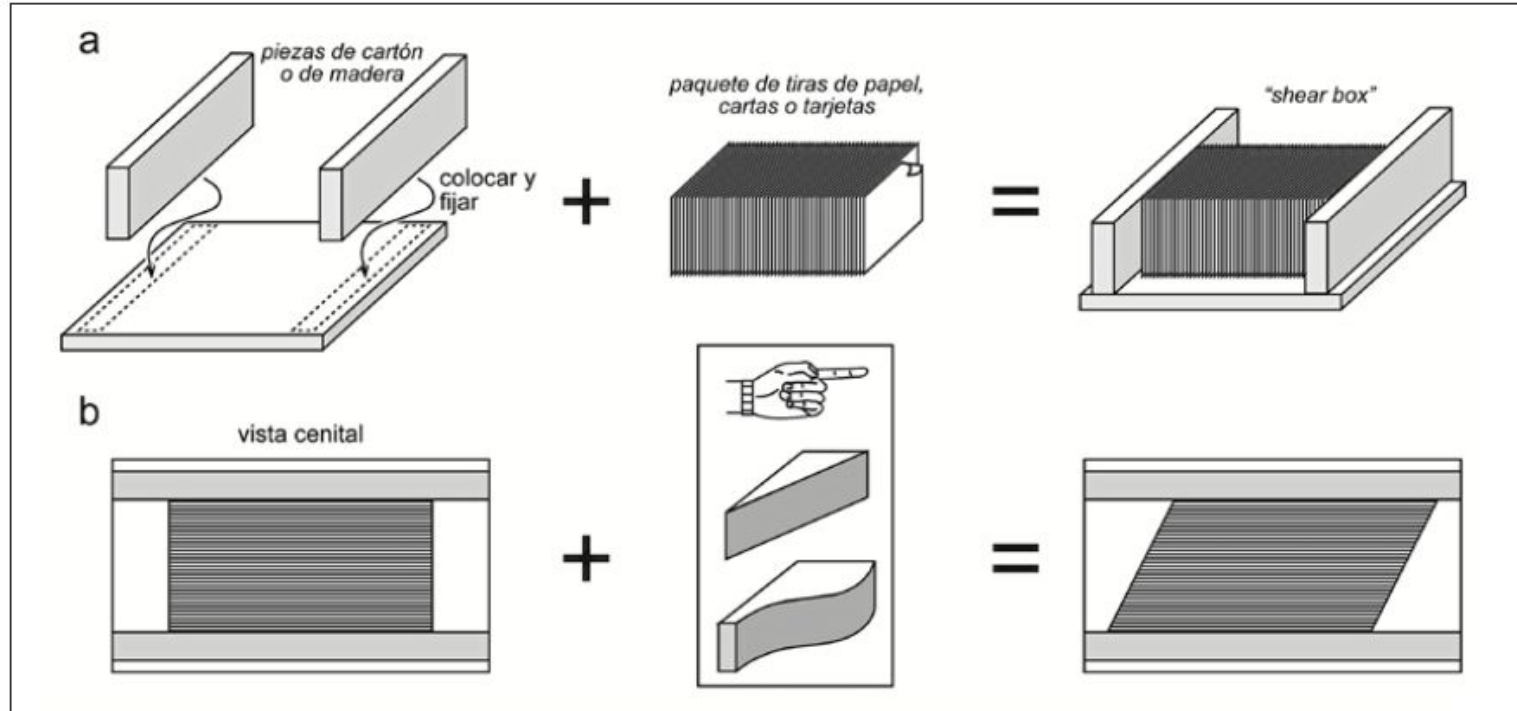


# Clasificación de las elipses de deformación

**Figure 2.10** Classification of strain ellipses. Only the lower part of the diagram is in use because  $X \geq Y$ . Note that Field 2 is divided in two by the constant area line. The plot is called an  $X$ - $Y$  plot, but we could also call it an  $X$ - $Z$  plot if we plot the largest and smallest principal strains. Based on Ramsay and Huber (1983).

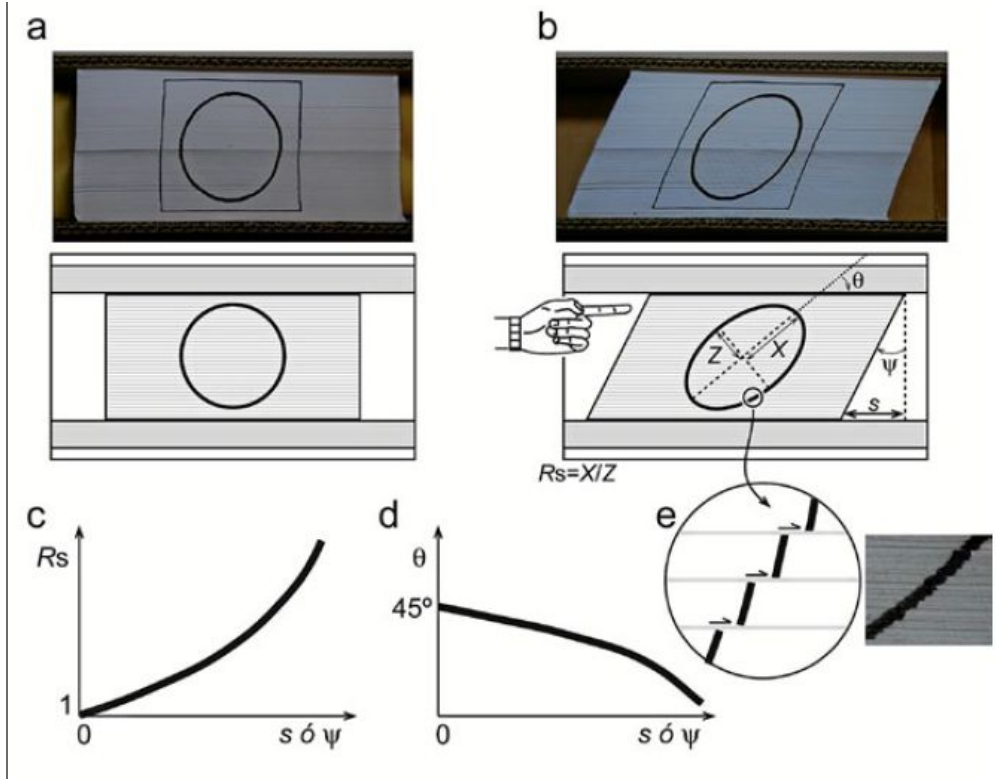


# Modelo de cizalla simple con cartas



# Modelo de cizalla simple con cartas

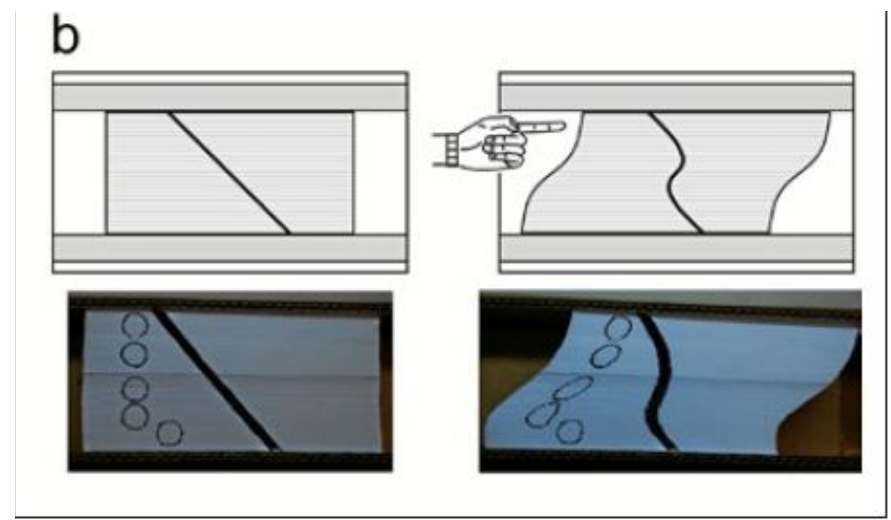
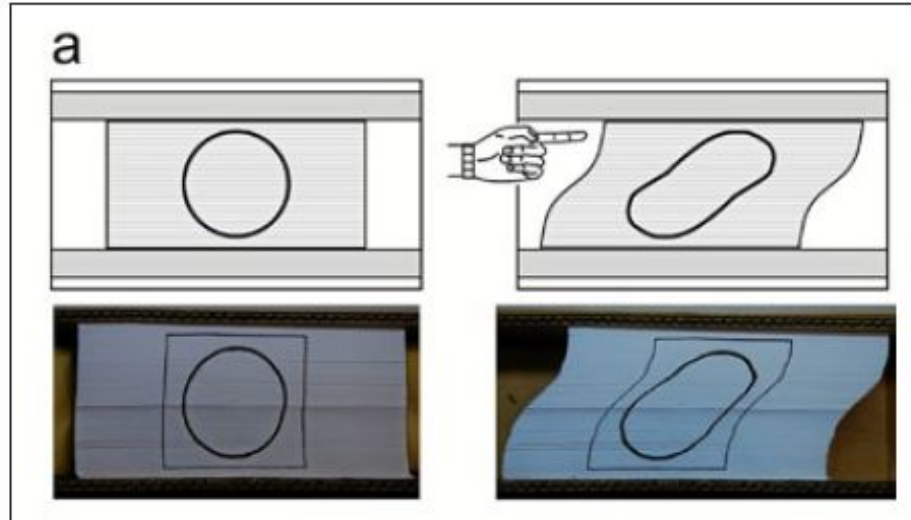
Deformación homogénea



---

# Modelo de cizalla simple con cartas

Deformación heterogénea



# Ejercicio 1

Ubique las elipses de deformación de la figura 1 en la gráfica de la figura 2. Observe los distintos campos de deformación.

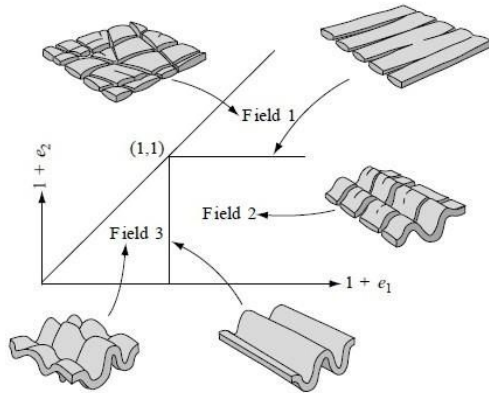
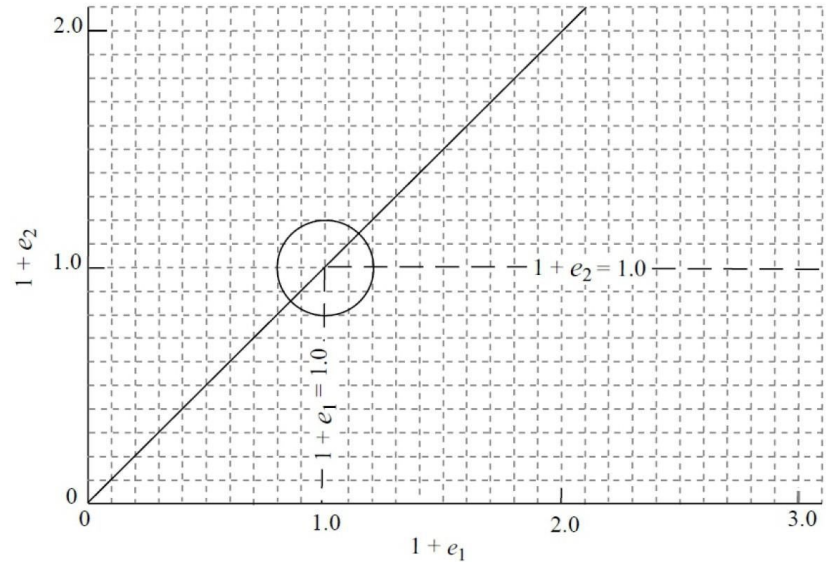
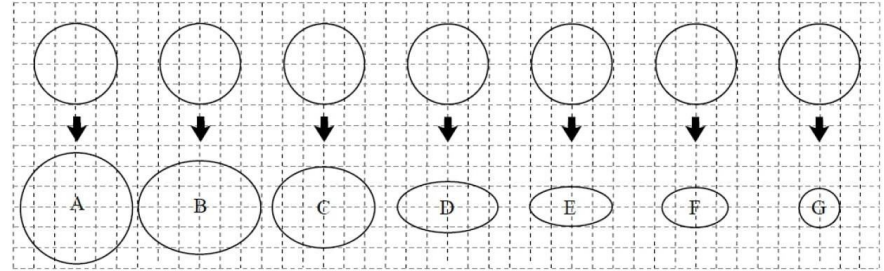


Fig. types of structures predicted to occur in each strain field. After Ramsay (1967).



# Ejercicio 2

La figura 4 representa una muestra en la que se han determinado sus principales ejes de deformación. Se cortaron dos láminas delgadas perpendiculares a dos de los ejes principales (Figura 5). Mida el estiramiento de los ejes de los elipsoides en cada lámina y calcule su valor medio. Combine esos valores hasta encontrar la razón  $1+e_1 : 1+e_2 : 1+e_3$ . Grafique el elipsoide de deformación en un diagrama de Finn en la figura 6.

a

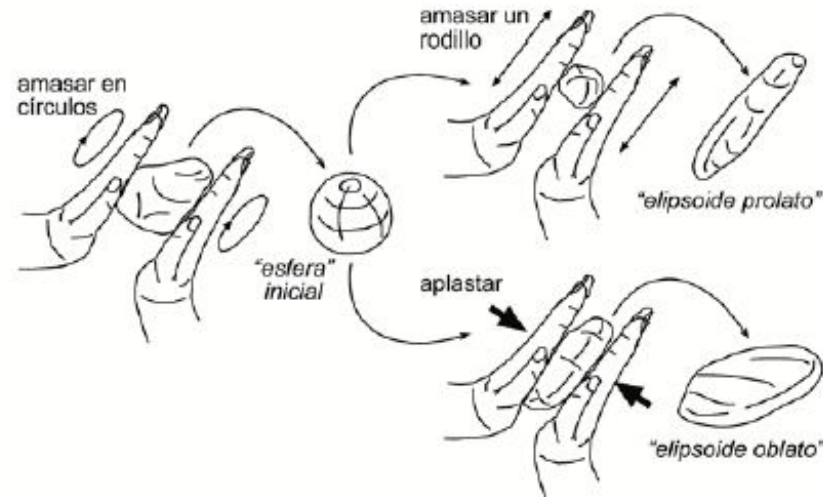
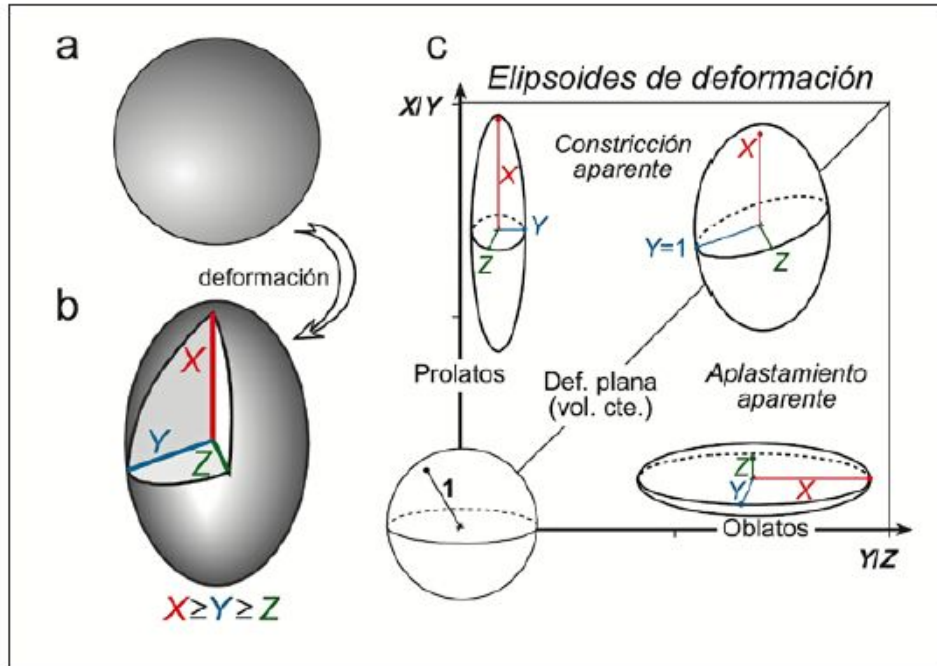
b

$1 + e_3$ $\perp$ $1 + e_2$		$1 + e_3$ $\perp$ $1 + e_2$	
	Semi-mayor axis _____ _____ _____ _____ $\bar{X} =$ _____		Semi-mayor axis _____ _____ _____ _____ $\bar{X} =$ _____
	Semi-minor axis _____ _____ _____ _____ $\bar{X} =$ _____		Semi-minor axis _____ _____ _____ _____ $\bar{X} =$ _____
	$1 + e_2 : 1 + e_3$ _____ : _____		$1 + e_1 : 1 + e_3$ _____ : _____

c

$1 + e_1 : 1 + e_2 : 1 + e_3$   
 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

# Diagrama de Flinn





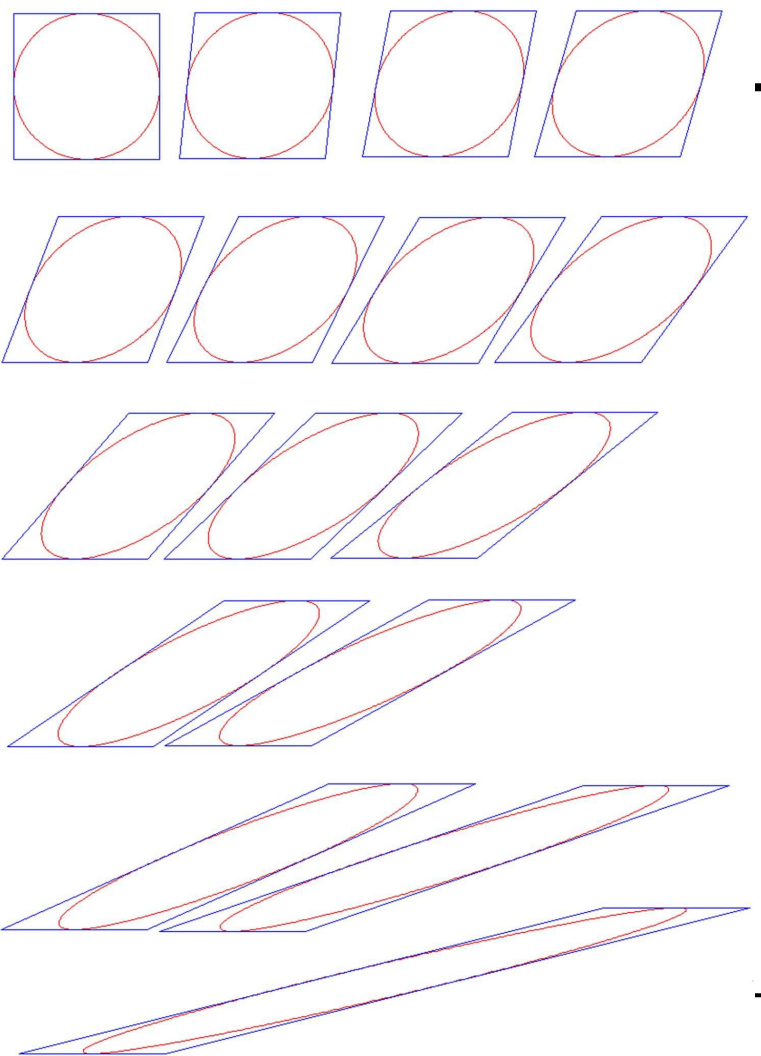
---

# Ejercicio 3

La serie de figuras 7, representa distintos pasos de un círculo al ser deformado homogéneamente por cizalla simple.

Para cada paso de la deformación, es decir para cada elipse, calcule:

- La traslación según el eje x de la cizalla.
- El ángulo de cizalla  $\psi$ , y la deformación por cizalla  $\gamma$ .
- Los ejes de elongación mayor ( $e_1$ ) y menor ( $e_2$ )
- El estiramiento  $S_1$  y  $S_2$
- La razón axial  $R_s = S_1/S_2$
- El ángulo del eje de mayor estiramiento  $\theta'$
- Calcule el área o el cambio de área  $\Delta = S_1 \cdot S_2 - 1$  para cada elipse
- Represente en la misma gráfica  $R_s$ ,  $e_1$  y  $e_2$  contra el ángulo de cizalla.
- Grafique la posición de cada elipse en un diagrama  $\theta'$  vs  $\psi$
- Grafique la posición de cada elipse en un diagrama  $1+e_2$  vs  $1+e_1$



---

# Referencias

Capítulo 5: Conceptos de la deformación. Ragan, 1980.

Lisle, R. J. (1985). *Geological Strain Analysis: A Manual for the Rf/0 Technique*. Pergamon Press.

Fernández, C., Díaz Azpiroz, M., & Díaz Alvarado, J. (2013). Las zonas de cizalla dúctil como recurso didáctico para entender la deformación de las rocas. El ejemplo de la zona de cizalla Sudibérica (Macizo Ibérico suroccidental). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(21.1), 17.

Capítulo 2, Structural Geology, Fossen

Ramsay, J. G., & Huber, M. I. (1987). *Folds and fractures*.

---