

**Instrucciones:** Escriba el código en Python 3 que funcione como describe el enunciado. Entregue su solución en un cuaderno de examen u hojas grapadas. Firme al entregar el examen. No se permite el uso de dispositivos electrónico. Tiene permitido utilizar material escrito o impreso de temas respectivos al curso. Si realiza el examen en lápiz, pierde el derecho a reclamos.

**Puntaje:** 100 puntos

**Nota:** A menos que esté escrito explícitamente, no será necesario realizar validación de datos de entrada. Suponga que los datos que se ingresan siempre son válidos.

## Enunciado

Un instituto de investigación sismológica está interesado en estudiar la propagación de distintos tipos de ondas sísmicas por debajo de la tierra. Para esto, el centro ha reunido distintas muestras de minerales del manto terrestre; y ha identificado las propiedades relevantes para la propagación de ondas sísmicas. El instituto ahora desea realizar un estimado de la velocidad de transferencia de los sismos del país, y para eso han solicitado su ayuda para crear un programa que haga este estimado.

Un archivo en formato CSV, nombrado `minerales.csv`, contiene la información de las muestras recolectadas. Cada fila del archivo describe un mineral distinto, que contempla la siguiente información: nombre, módulo de compresibilidad (GPa), módulo de rigidez (GPa), y densidad (kg/km<sup>3</sup>). El nombre del mineral es simplemente el tipo de mineral muestreado. El módulo de compresibilidad indica el aumento de presión necesario para que el material disminuya en volumen. El módulo de rigidez caracteriza la resistencia del material a fuerza. Finalmente, la densidad del material es otra métrica de qué tan comprimido es el mineral. El siguiente es un ejemplo de este archivo:

---

```
nombre,compresibilidad (GPa),rigidez (GPa),densidad (kg/km3)
basalto,56.03,24.01,2735
granito,50.17,24.11,2751
caliza,0.71,24.21,2690
arenisca,0.72,24.34,2713
basalto,53.10,23.96,2711
caliza,0.73,23.95,2685
tiza,9.02,3.19,2150
caliza,0.73,25.02,2752
Granito,50.01,24.13,2708
```

---

Existen 2 tipos de ondas sísmicas internas: ondas P y ondas S. Las ondas P o primarias viajan con mayor velocidad, y por ende tienden a ser sentidas con mayor notoriedad. Las ondas S o secundarias usualmente proceden a las primarias, y viajan a menor velocidad. Suponga que todos los materiales del archivo son isótropos y homogéneos. Para estos materiales con una compresibilidad  $K$  (Pa, Pascales), rigidez  $G$  (Pa, Pascales) y densidad  $\rho$ (kg/km3), la velocidad de las ondas primarias y secundarias ( $v_p$  y  $v_s$ ) que viajan a través de este se pueden calcular con las fórmulas, en metros por segundo (m/s):

$$V_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}G}{\rho}}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

Para cada mineral recolectado, el instituto de investigación le gustaría saber sus velocidades de ondas primarias y secundarias, en kilómetros por segundo (km/s). Además, le interesa saber, de estos minerales, cuál es el más resistente a las ondas. El más resistente es aquel con cuya velocidad de onda es menor (para cualquiera de los 2 tipos). El siguiente es un ejemplo de la salida del programa:

Nombre	P (km/s)	S (km/s)	Más resistente
basalto	5.674	2.963	
granito	5.470	2.960	
caliza	3.502	3.000	
arenisca	3.497	2.995	
basalto	5.601	2.973	
caliza	3.488	2.987	
Tiza	2.485	1.218	*
caliza	3.520	3.015	
granito	5.509	2.985	

Su solución estar programada en el paradigma orientado a objetos. Se utilizará un diseño de 2 clases: `Mineral` y `Geologo`. `Mineral` estaría encargado de almacenar la información correspondiente de cada muestra, y a partir de estas calcular las velocidades de onda P y S. `Geologo` estaría encargada de almacenar las instancias de Mineral, leer la información del archivo, y mostrar los resultados.

## Evaluación

1. **(35%)** Implementa la clase `Mineral`
  - a. **(10%)** El mineral tiene atributos que le permiten almacenar información sobre su nombre, compresibilidad, rigidez, y densidad.
  - b. **(25%)** El mineral implementa los siguientes métodos:
    - i. **(5%)** Un constructor para inicializar los atributos de la clase.
    - ii. **(10%)** `velocidad_p()` que retorna la velocidad de las ondas P.
    - iii. **(10%)** `velocidad_s()` que retorna la velocidad de las ondas S.
2. **(65%)** Implementa la clase `Geologo`
  - a. **(5%)** El geólogo tiene un atributo que le permite representar varios minerales.
  - b. **(60%)** El geólogo implementa los siguientes métodos:
    - i. **(5%)** Un constructor para inicializar los atributos de la clase.
    - ii. **(30%)** `leer_datos()` que abre el archivo minerales.csv, lee la información de este, crea las instancias de mineral y las almacena.
    - iii. **(25%)** `mostrar()` que muestra, para cada mineral, su nombre y velocidades de ondas P y S en km/s. Además, muestra el mineral más resistente.

**Nota:** En cada punto se evaluará la correctitud, completitud, y buenas prácticas de programación. Estas incluyen, pero no se limitan a identificadores significativos para variables e indentación adecuada.

**Nota:** El diseño mostrado es una sugerencia. Puede utilizar otro diseño de clases, métodos y atributos si lo considera adecuado; siempre y cuando implemente la funcionalidad descrita.