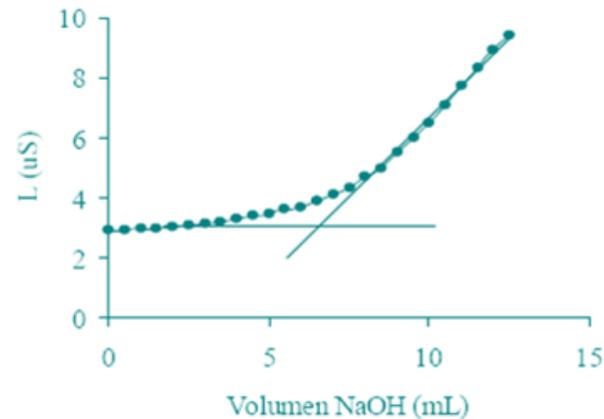




Curvas de titulación conductimétricas



Curva de Titulación Conductimétrica

1612 QUÍMICA ANALÍTICA INSTRUMENTAL I (MELEC-MEC)

PROFESOR: ZURISADAI PADILLA GÓMEZ

Aplicación cuantitativa de la conductimetría

Dado que muchas de las reacciones en disolución acuosa involucran especies iónicas, se puede usar la técnica de conductimetría para monitorear y seguir una valoración.

En general, la mayor aplicabilidad de este tipo de seguimiento es para titulaciones ácido-base y de precipitación.

Planteamiento

Para este tipo de curvas se toman en cuenta **todas las especies iónicas**. El agua y los productos poco solubles no se tomarán en cuenta.

Como siempre, se debe conocer la reacción química que ocurre durante la titulación.

Planteamiento

Recuérdese que para las curvas de valoración se tienen dos puntos:

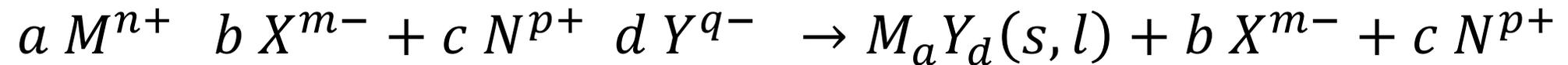
- Al inicio de la titulación.
- El punto de equivalencia.

Además, dos intervalos:

- Antes del punto de equivalencia.
- Después del punto de equivalencia.

Planteamiento

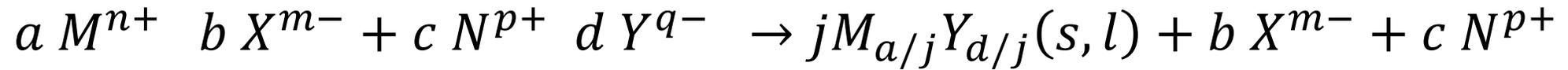
- Caso general:



$M_a Y_d(s, l)$ puede tratarse de un producto poco soluble o agua

X^{m-} y N^{p+} son los iones espectadores. En este caso es **muy importante** considerarlos.

Planteamiento

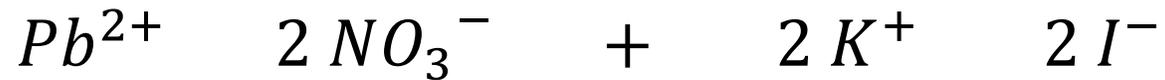


Agrega



Antes P.Eq.	$C_0(1 - x)$	$\frac{b}{a} C_0$	$\frac{c}{a} x C_0$	ε
P.Eq.	ε'	$\frac{b}{a} C_0$	$\frac{c}{a} x C_0$	ε'
Después P.Eq.	ε''	$\frac{b}{a} C_0$	$\frac{c}{a} x C_0$	$\frac{d}{a} C_0(x - 1)$

Ejemplo 1: Titulación de nitrato de plomo (II) con yoduro de potasio



Al inicio	C_0	$2C_0$		
Agrega			$2xC_0$	$2xC_0$
Antes P.Eq.	$C_0(1-x)$	$2C_0$	$2xC_0$	ε
P.Eq.	ε'	$2C_0$	$2xC_0$	ε'
Después P.Eq.	ε''	$2C_0$	$2xC_0$	$2C_0(x-1)$

Al inicio

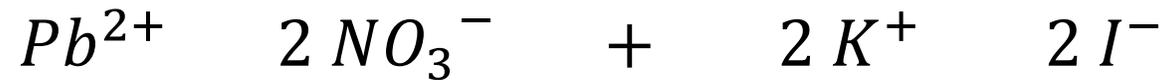
$$\kappa = C_0 \lambda_{Pb^{2+}} + 2C_0 \lambda_{NO_3^-}$$

Antes del punto de equivalencia

$$\kappa = C_0(1-x)\lambda_{Pb^{2+}} + 2C_0\lambda_{NO_3^-} + 2xC_0\lambda_{K^+}$$

$$\kappa = C_0(2\lambda_{K^+} - \lambda_{Pb^{2+}})x + C_0\lambda_{Pb^{2+}} + 2C_0\lambda_{NO_3^-}$$

Ejemplo 1: Titulación de nitrato de plomo (II) con yoduro de potasio



Al inicio	C_0	$2C_0$		
Agrega			$2xC_0$	$2xC_0$
Antes P.Eq.	$C_0(1-x)$	$2C_0$	$2xC_0$	ε
P.Eq.	ε'	$2C_0$	$2xC_0$	ε'
Después P.Eq.	ε''	$2C_0$	$2xC_0$	$2C_0(x-1)$

Punto de equivalencia

$$\kappa = 2C_0\lambda_{K^+} + 2C_0\lambda_{NO_3^-}$$

Después del punto de equivalencia

$$\kappa = 2C_0\lambda_{NO_3^-} + 2xC_0\lambda_{K^+} + 2C_0(x-1)\lambda_{I^-}$$

$$\kappa = C_0(2\lambda_{K^+} + 2\lambda_{I^-})x - 2C_0\lambda_{I^-} + 2C_0\lambda_{NO_3^-}$$

Ejemplo 1: Titulación de nitrato de plomo (II) con yoduro de potasio

Al inicio

$$\kappa = C_0\lambda_{Pb^{2+}} + 2C_0\lambda_{NO_3^-} = 2.82 \times 10^{-3}$$

Antes del punto de equivalencia

$$\kappa = C_0(2\lambda_{K^+} - \lambda_{Pb^{2+}})x + C_0\lambda_{Pb^{2+}} + 2C_0\lambda_{NO_3^-}$$
$$\kappa = 8.00 \times 10^{-5}x + 2.82 \times 10^{-3}$$

Punto de equivalencia

$$\kappa = 2C_0\lambda_{K^+} + 2C_0\lambda_{NO_3^-} = 2.93 \times 10^{-3}$$

Después del punto de equivalencia

$$\kappa = C_0(2\lambda_{K^+} + 2\lambda_{I^-})x - 2C_0\lambda_{I^-} + 2C_0\lambda_{NO_3^-}$$
$$\kappa = 3.01 \times 10^{-3}x - 1.08 \times 10^{-4}$$

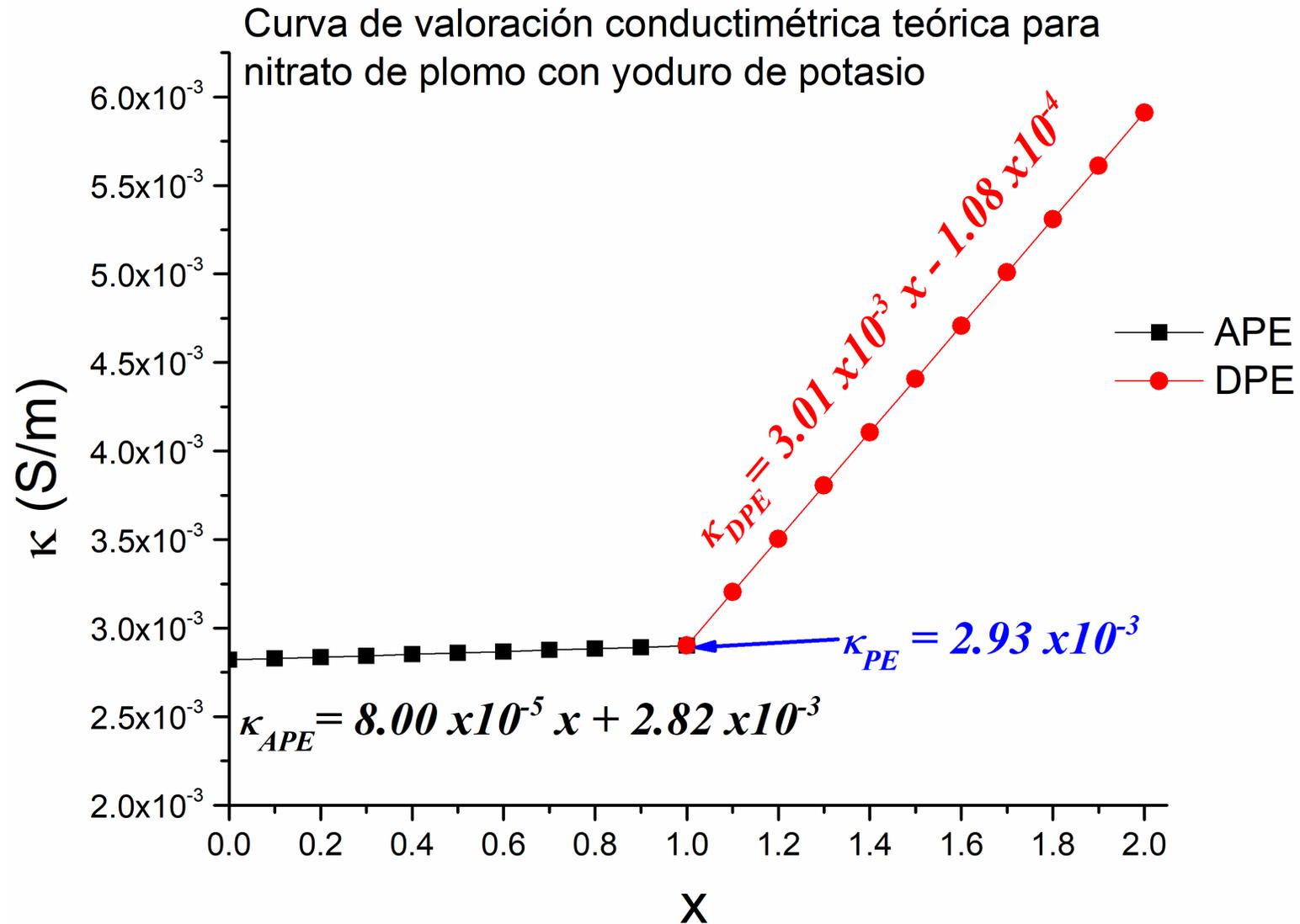
Ion	λ^∞ (S cm ² /mol)
Pb^{2+}	139.0
NO_3^-	71.46
K^+	73.5
I^-	76.84

Sea

$$C_0 = 0.10 \frac{\text{mmol}}{L}$$

Todos los resultados están expresados en S/m.

Ejemplo 1: Titulación de nitrato de plomo (II) con yoduro de potasio



Ejemplo 2: Titulación de ácido bromhídrico con hidróxido de sodio

	H^+	Br^-	+	Na^+	OH^-
Al inicio	C_0	C_0			
Agrega				$x C_0$	$x C_0$
Antes P.Eq.	$C_0(1 - x)$	C_0		$x C_0$	ε
P.Eq.	ε'	C_0		$x C_0$	ε'
Después P.Eq.	ε''	C_0		$x C_0$	$C_0(x - 1)$

Al inicio

$$\kappa = C_0 \lambda_{H^+} + C_0 \lambda_{Br^-}$$

Antes del punto de equivalencia

$$\kappa = C_0(1 - x) \lambda_{H^+} + C_0 \lambda_{Br^-} + x C_0 \lambda_{Na^+}$$

$$\kappa = C_0(\lambda_{Na^+} - \lambda_{H^+})x + C_0 \lambda_{Br^-} + C_0 \lambda_{H^+}$$

Ejemplo 2: Titulación de ácido bromhídrico con hidróxido de sodio

	H^+	Br^-	+	Na^+	OH^-
Al inicio	C_0	C_0			
Agrega				$x C_0$	$x C_0$
Antes P.Eq.	$C_0(1 - x)$	C_0		$x C_0$	ε
P.Eq.	ε'	C_0		$x C_0$	ε'
Después P.Eq.	ε''	C_0		$x C_0$	$C_0(x - 1)$

Punto de equivalencia

$$\kappa = C_0 \lambda_{Na^+} + C_0 \lambda_{Br^-}$$

Después del punto de equivalencia

$$\begin{aligned} \kappa &= C_0 \lambda_{Br^-} + x C_0 \lambda_{Na^+} + C_0(x - 1) \lambda_{OH^-} \\ \kappa &= C_0(\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-})x - C_0 \lambda_{OH^-} + C_0 \lambda_{Br^-} \end{aligned}$$

Ejemplo 2: Titulación de ácido bromhídrico con hidróxido de sodio

Al inicio

$$\kappa = C_0\lambda_{H^+} + C_0\lambda_{Br^-} = 2.14 \times 10^{-2}$$

Antes del punto de equivalencia

$$\kappa = C_0(2\lambda_{Na^+} - \lambda_{H^+})x + C_0\lambda_{H^+} + C_0\lambda_{Br^-}$$
$$\kappa = -1.50 \times 10^{-2}x + 2.14 \times 10^{-2}$$

Punto de equivalencia

$$\kappa = C_0\lambda_{Na^+} + C_0\lambda_{Br^-} = 6.40 \times 10^{-3}$$

Después del punto de equivalencia

$$\kappa = C_0(\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-})x - C_0\lambda_{OH^-} + C_0\lambda_{Br^-}$$
$$\kappa = 1.24 \times 10^{-2}x - 6.01 \times 10^{-3}$$

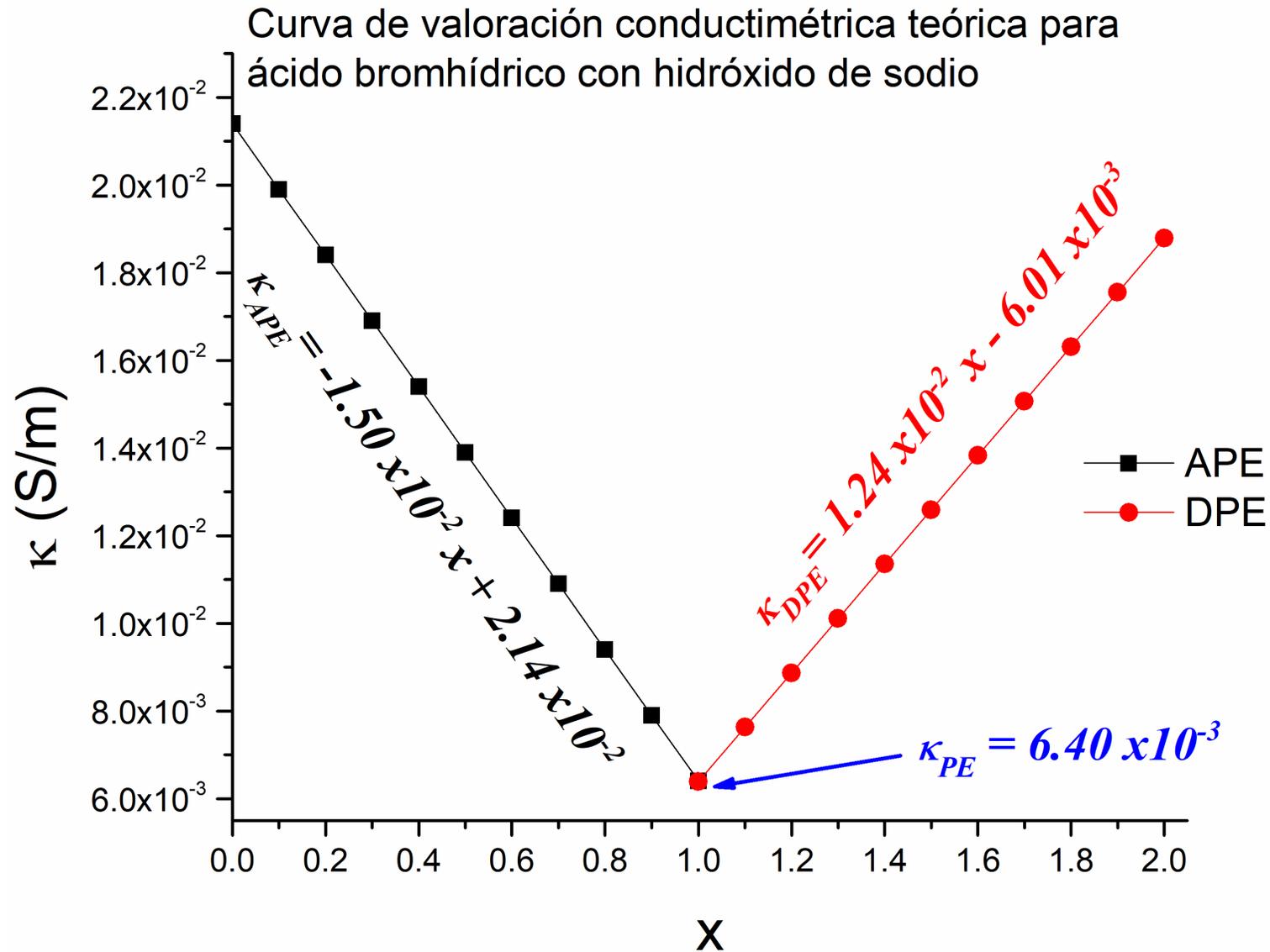
Ion	λ^∞ (S cm ² /mol)
H^+	349.81
Br^-	78.14
Na^+	50.1
OH^-	198.3

Sea

$$C_0 = 0.50 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

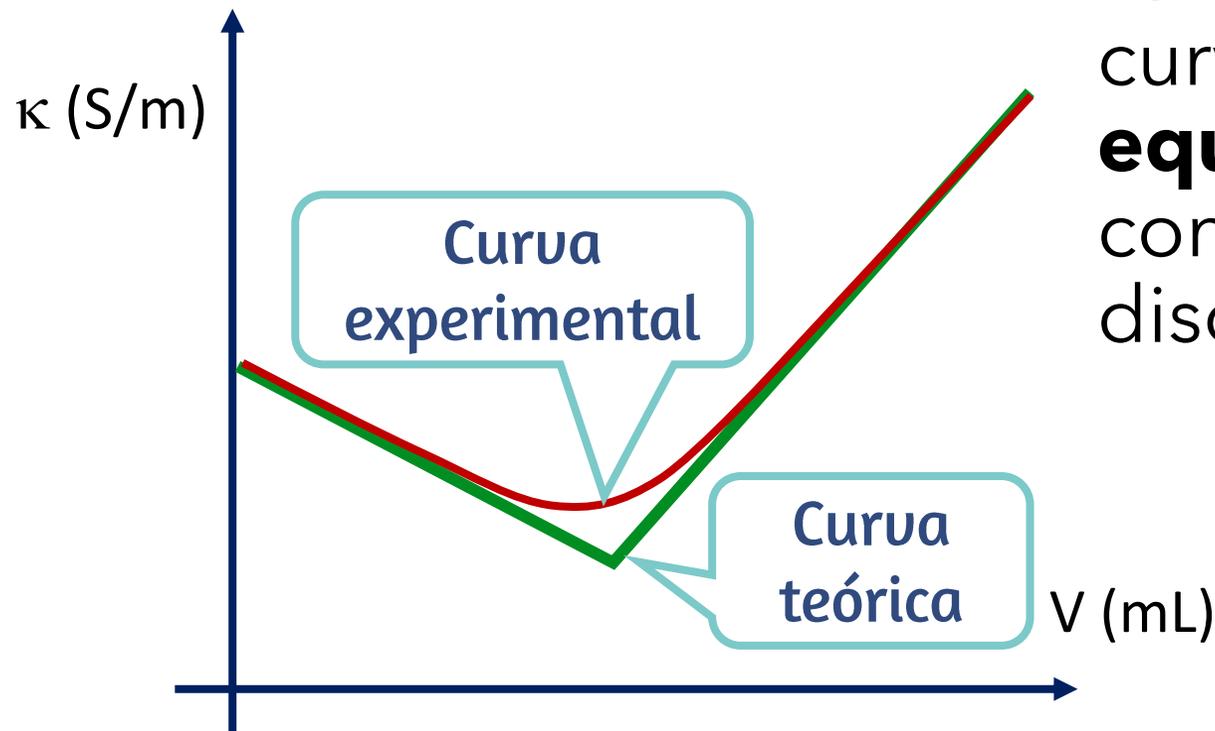
Todos los resultados están expresados en S/m.

Ejemplo 2: Titulación de ácido bromhídrico con hidróxido de sodio



Detalles experimentales

Las curvas experimentales presentan una discrepancia respecto a las teóricas en las cercanías del punto de equivalencia



La razón es que hay un error en la curva teórica en el **punto de equivalencia**, pues ahí no se considera la pequeña porción disociada de precipitado o agua.

Por tanto la conductividad teórica es ligeramente menor.