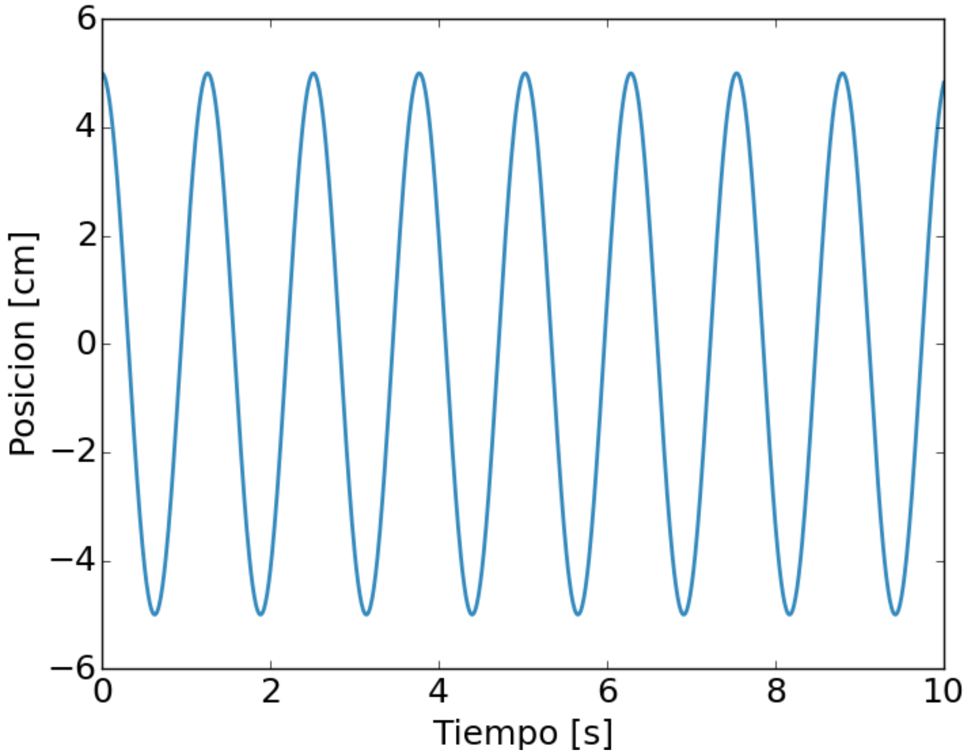
Oscilador amortiguado

Sin amortiguamiento:

$$m\ddot{x} = -kx \longrightarrow x(t) = A\cos(\omega_0 t + \phi)$$



El amortiguamiento es proporcional a la velocidad

$$m\ddot{x} = -kx - c\dot{x}$$

Tres casos:

- Sobreamortiguado
- Amortiguamiento crítico
- Subamortiguado

Vamos a trabajar en el régimen subamortiguado

$$m\ddot{x} = -kx - c\dot{x}$$

$$\downarrow$$

$$\boxed{x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)}$$

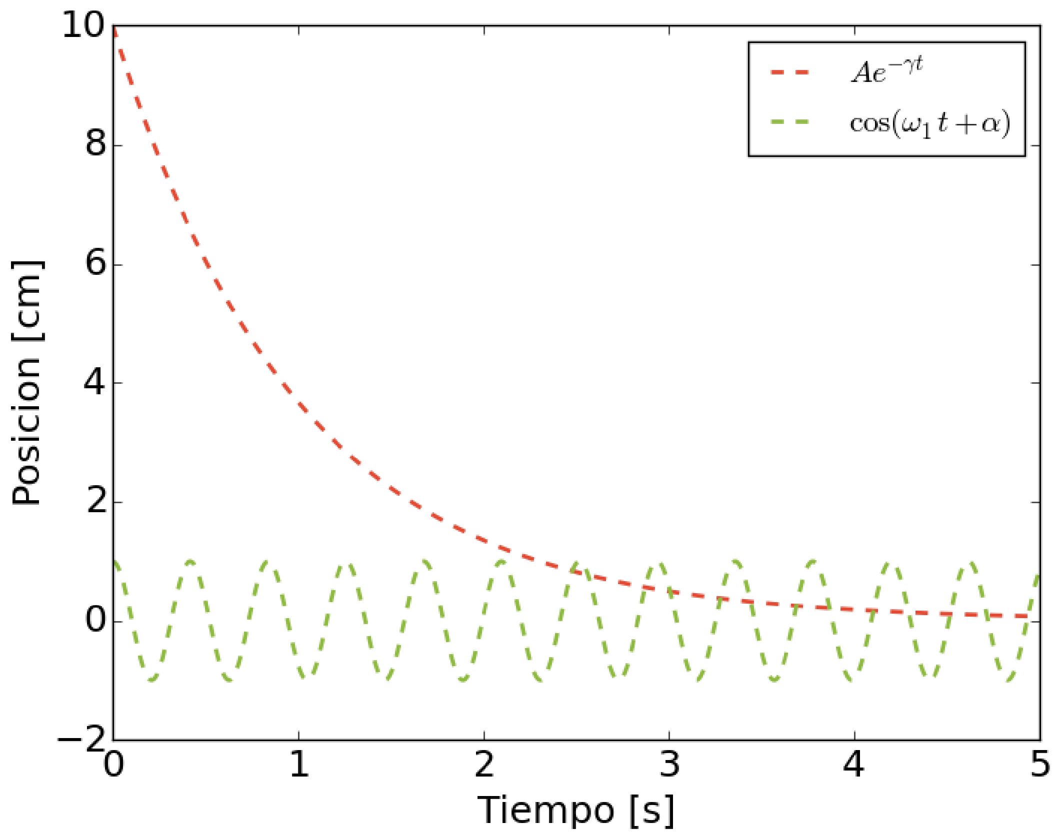
$$\swarrow \qquad \searrow$$

$$\gamma = \frac{c}{2m} \qquad\qquad \omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$$

c: coeficiente de viscosidad

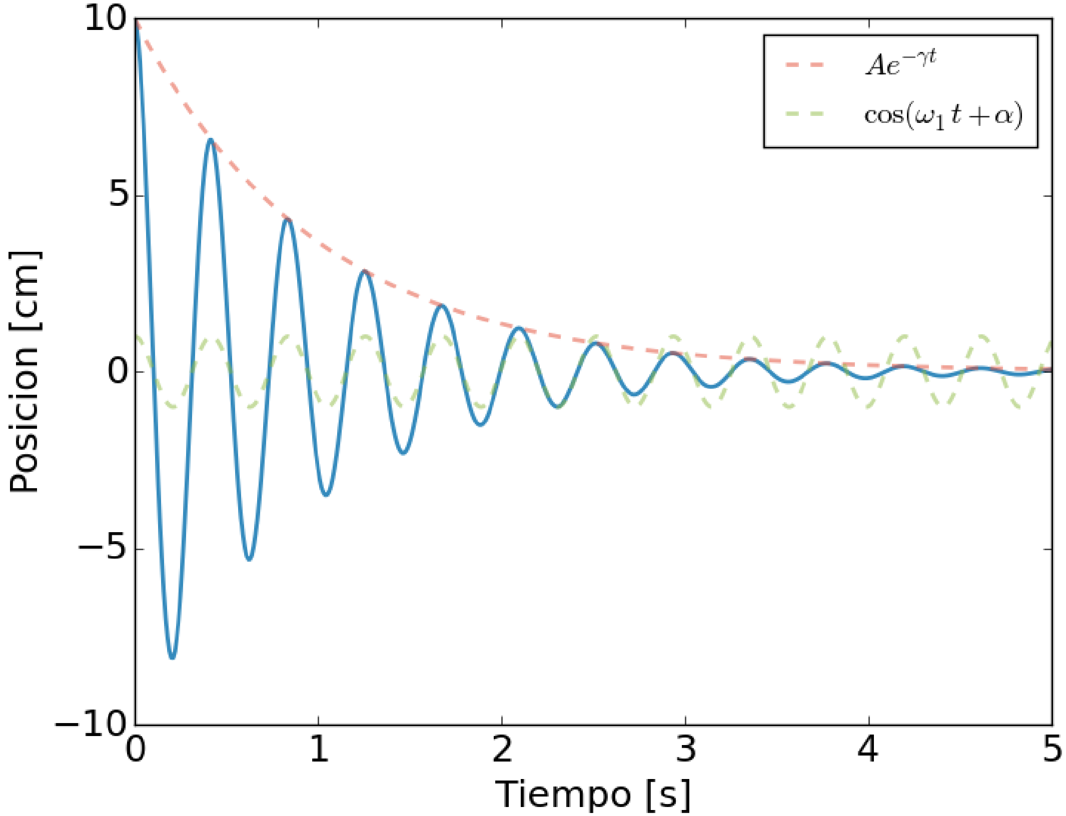
¿Qué forma tienen las soluciones?

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$$



¿Qué forma tienen las soluciones?

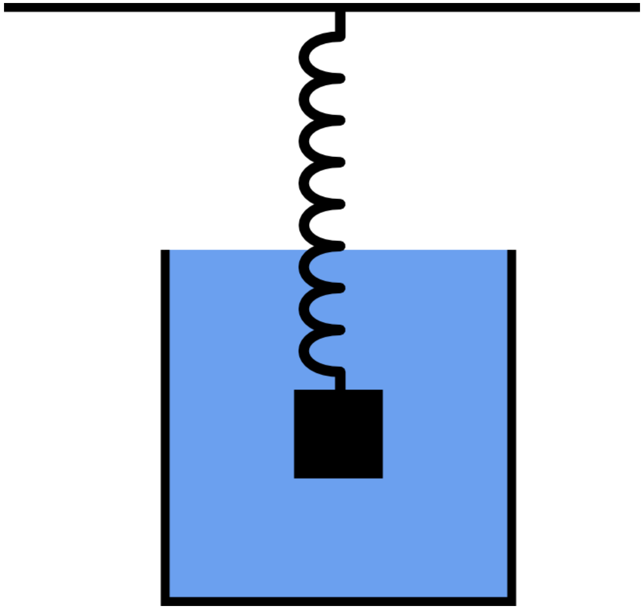
$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$$



¿Qué podemos medir?

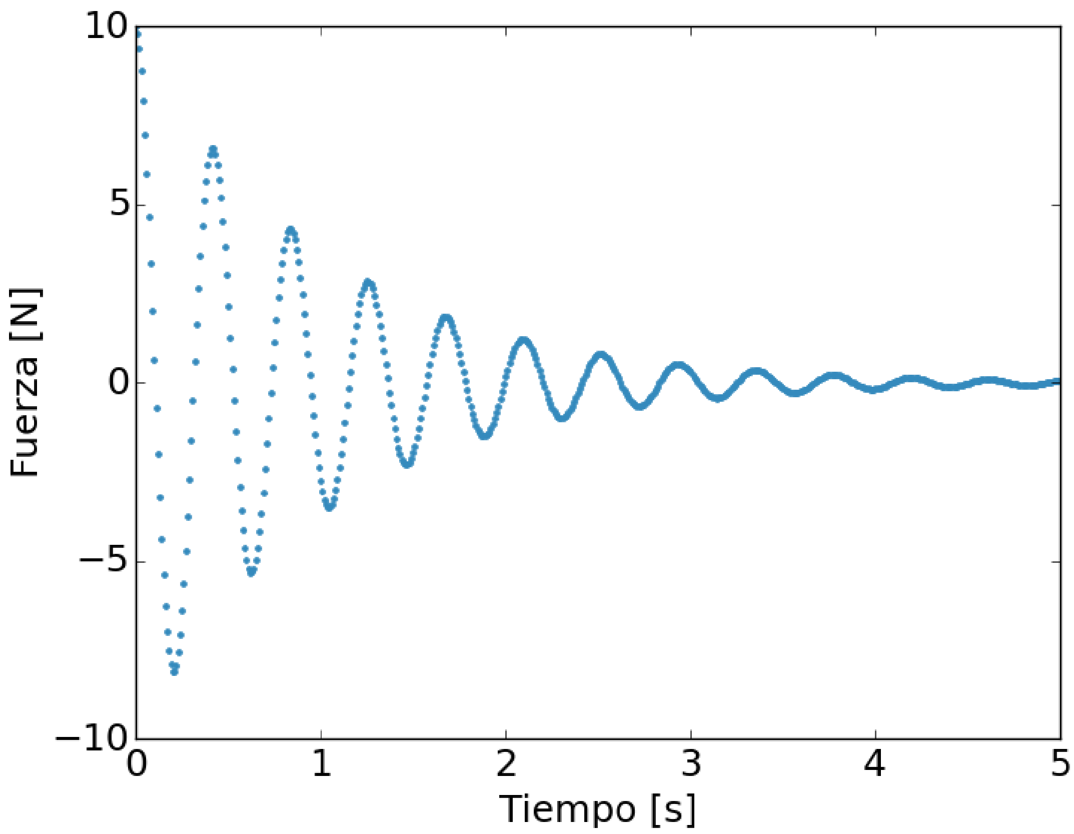
$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$$

$$F(t) \propto Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$$



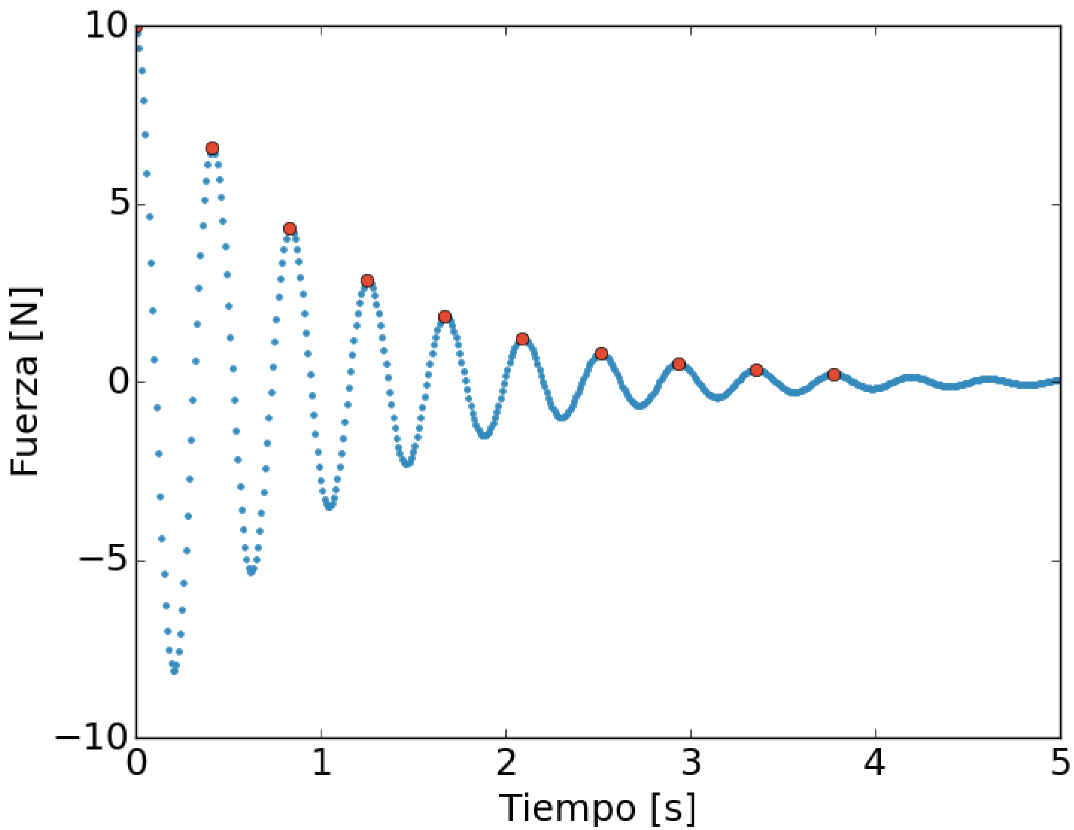
¿Cómo podemos medir γ?

$$F(t) \propto Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$$



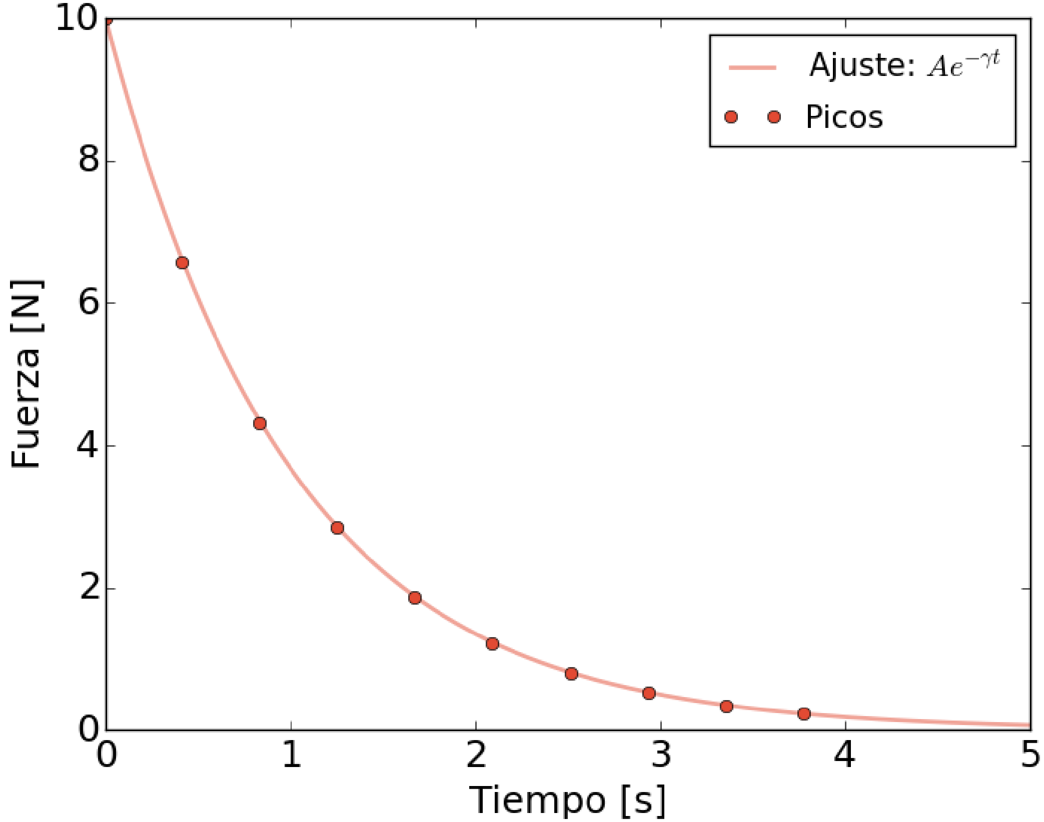
Opción 1: buscando máximos

$$F(t) \propto Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$$



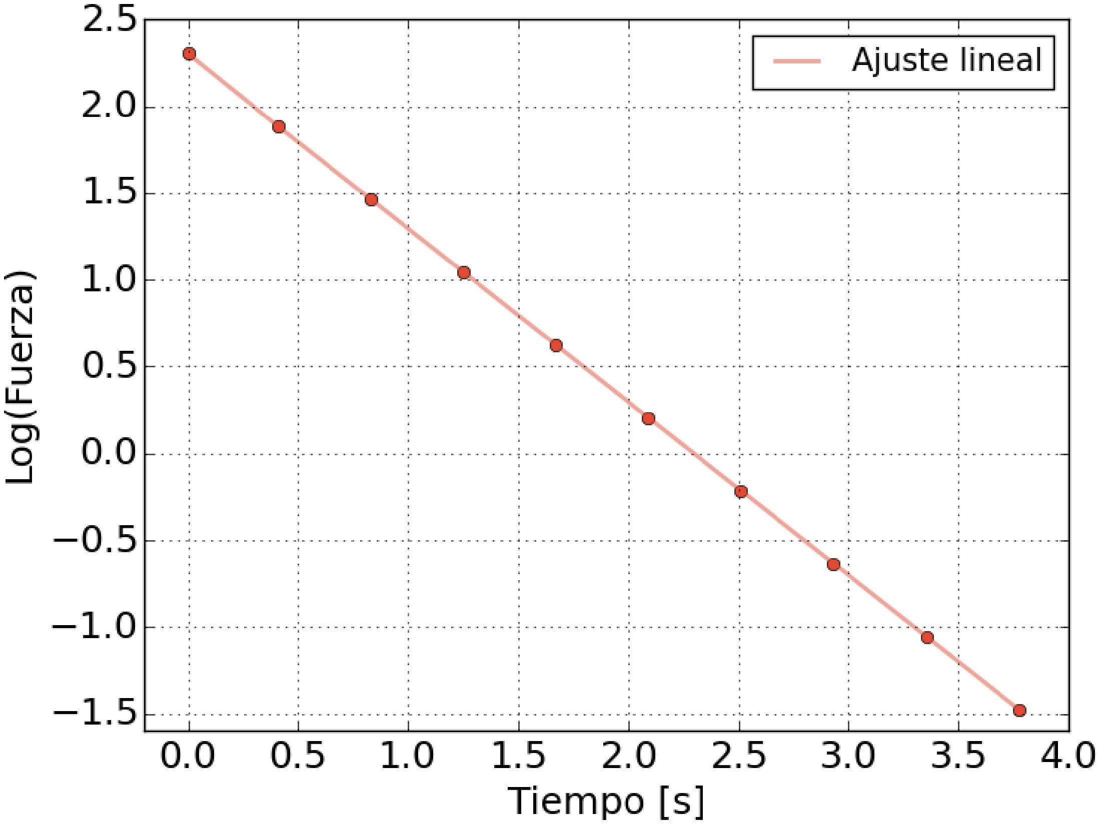
Opción 1: buscando máximos

Ajuste **no lineal**: $F_{\max}(t) = Ae^{-\gamma t}$



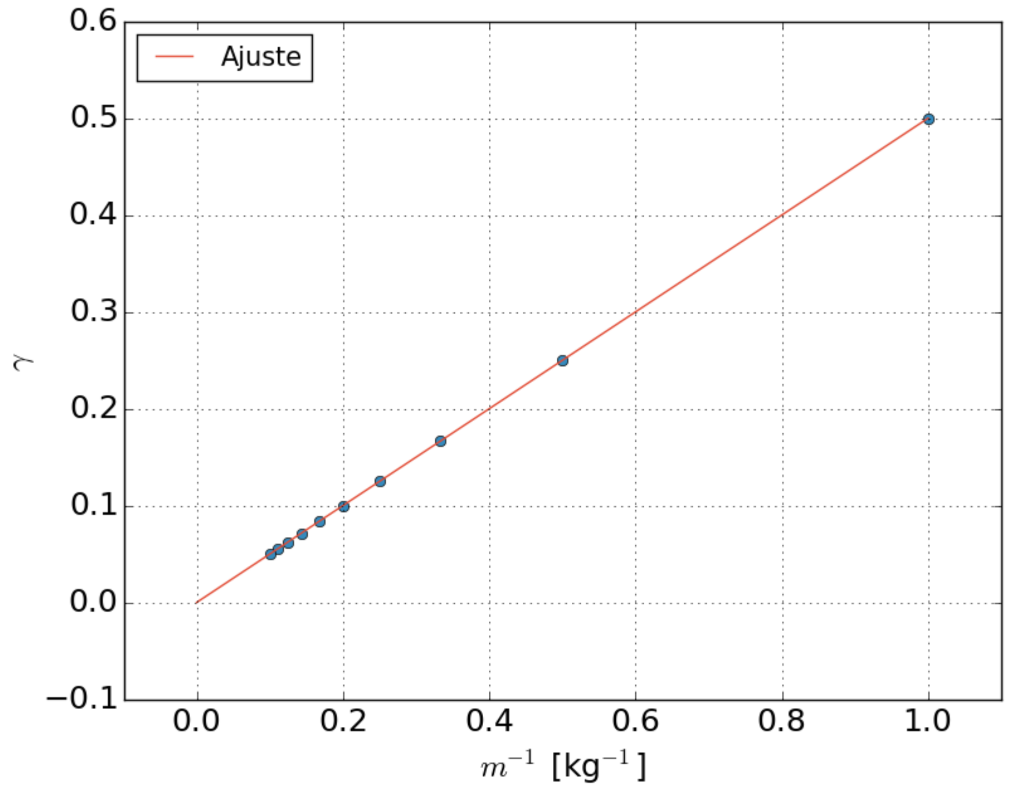
Opción 1: buscando máximos

Alternativa: **linealizar** $\log(F_{\max}(t)) = \log(A) - \gamma t$

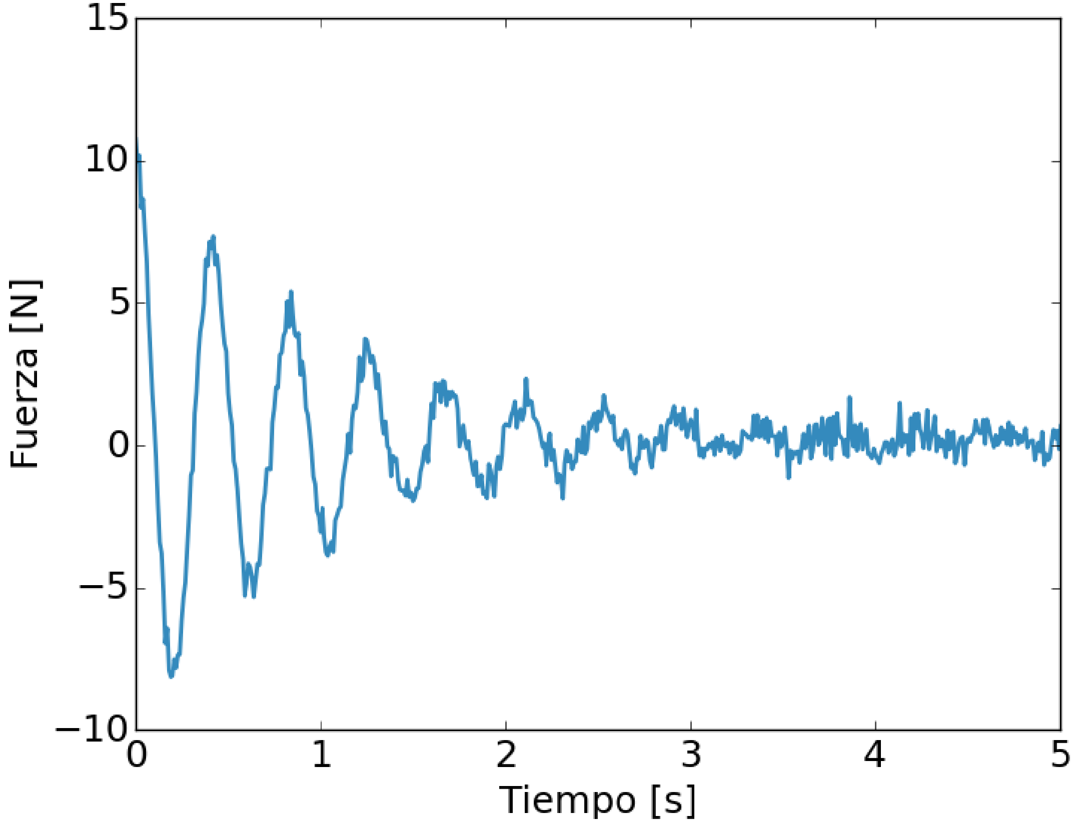


Midiendo γ para distintas masas, podemos obtener *c*

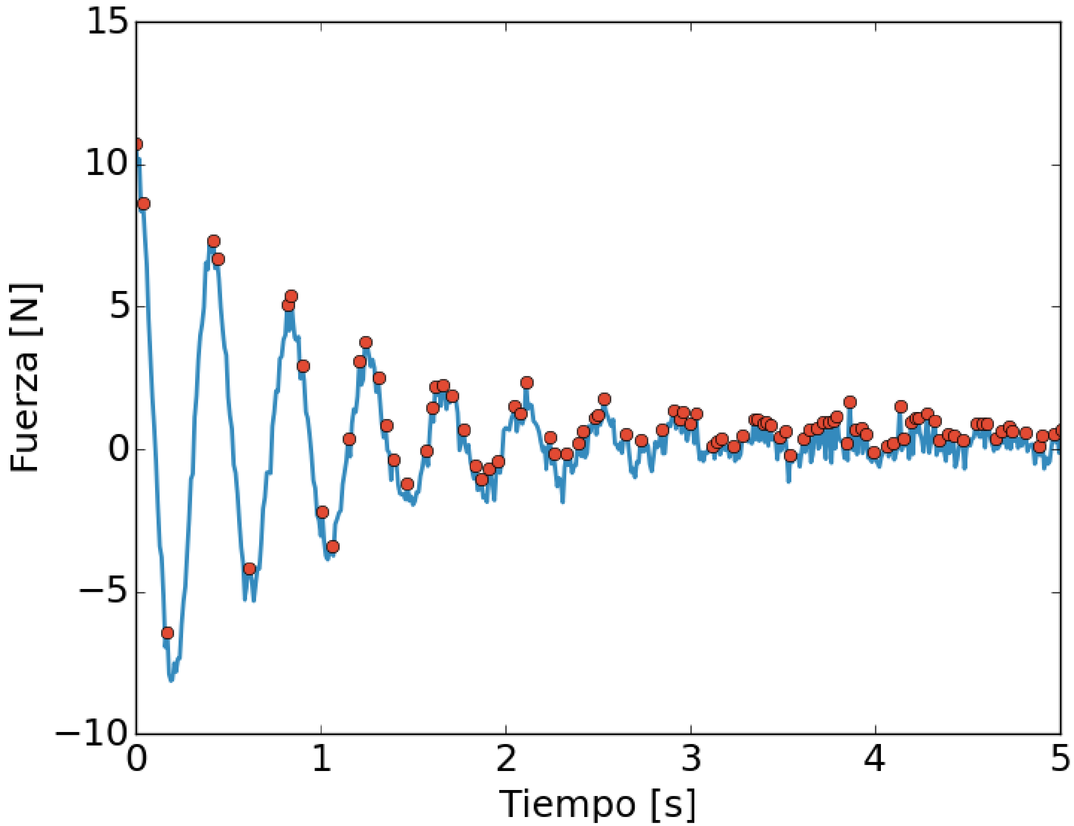
$$\gamma = \frac{c}{2m}$$ ⟶ Recta de pendiente c/2



Con una señal real, buscar picos puede no ser tan fácil

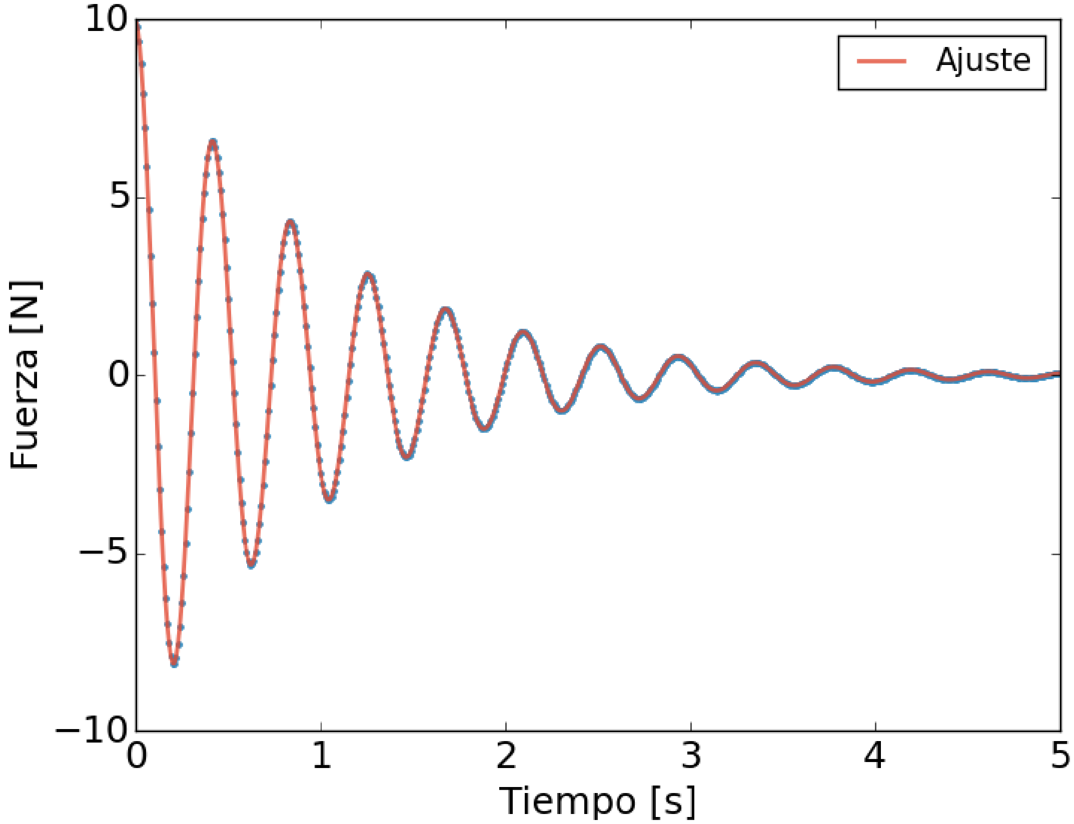


Con una señal real, buscar picos puede no ser tan fácil



Opción 2: ajustando toda la función

Ajuste **no lineal**: $F(t) \propto Ae^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t + \alpha)$



De este ajuste también sacamos ω_1

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$$

$$\downarrow$$

$$\omega_1^2 = \omega_0^2 - \left(\frac{c}{2m}\right)^2$$

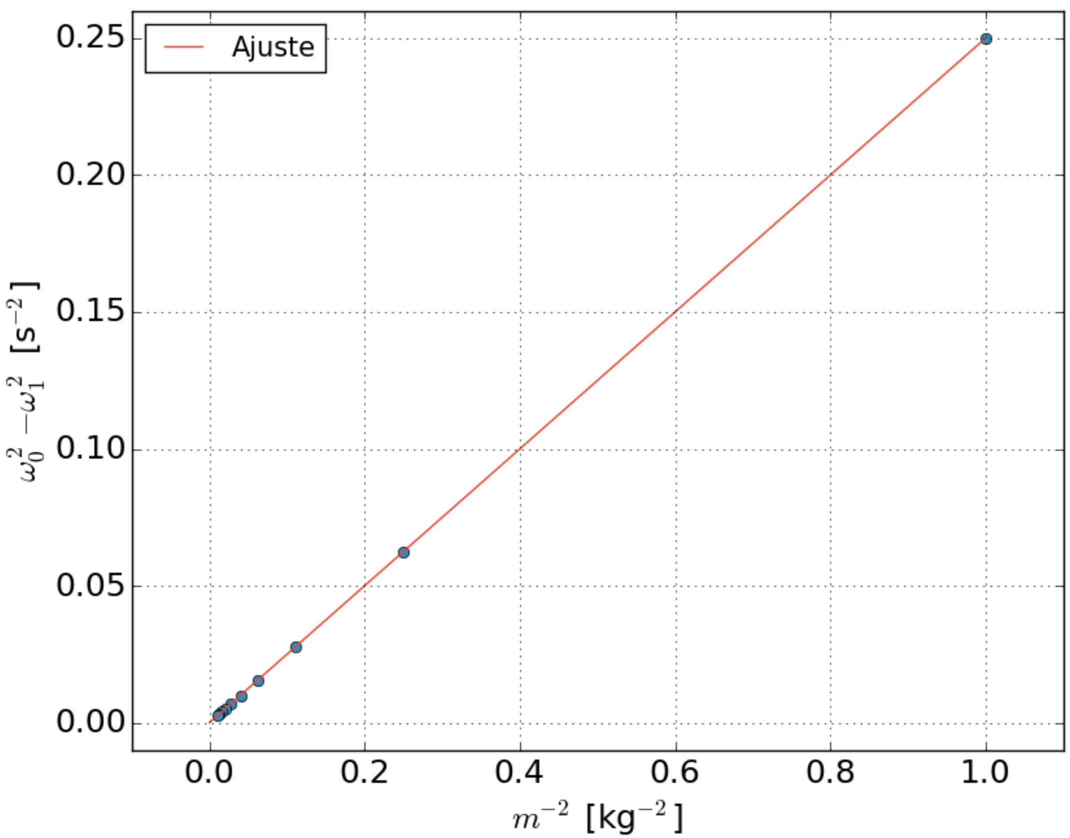
$$\downarrow$$

$$\omega_0^2 - \omega_1^2 = \frac{c^2}{4}\frac{1}{m^2}$$

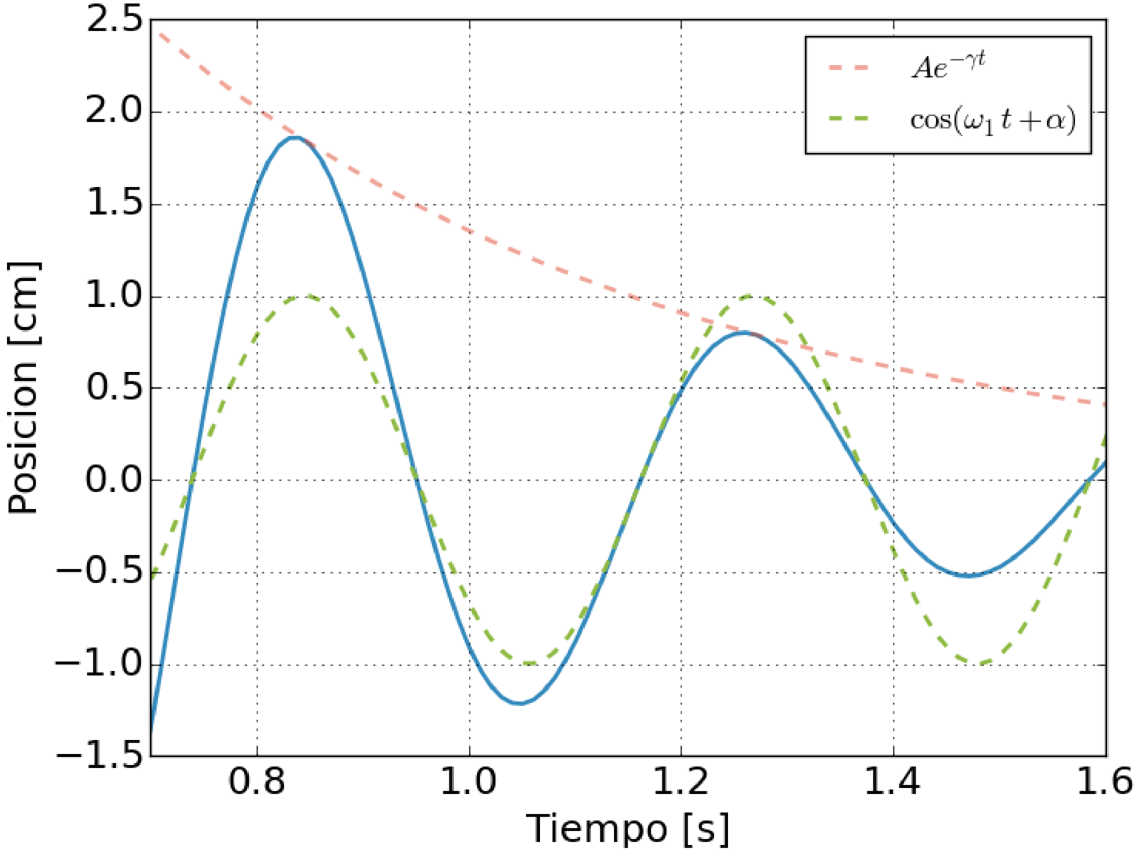
Recta de pendiente $\frac{c^2}{4}$

Con esta linealización podemos medir *c*

$$\omega_0^2 - \omega_1^2 = \frac{c^2}{4}\frac{1}{m^2} \longrightarrow$$ Medimos ω_0 y ω_1 para distintas masas



La diferencia entre ω_0 y ω_1 es muy chica y puede ser dificil de medir



Cosas para hacer (al menos)

- Describir el problema para una sola masa. Buscar picos y calcular γ (linealizando y/o con un ajuste exponencial) . ¿Qué otros parámetros se pueden medir?

- Al hacer ajustes no lineales, puede que haya que jugar con los valores iniciales para que las cosas funcionen

- Hacer mediciones para distintas masas y relacionarlas . Calcular el coeficiente de viscosidad c por distintos caminos.

- ¿Son consistentes los resultados? ¿Funciona el modelo?