



GOLPE DE ARIETE EN CONDUCCIONES DE AGUA

ING. JOSÉ MANUEL TORRES
MUÑOZ



GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

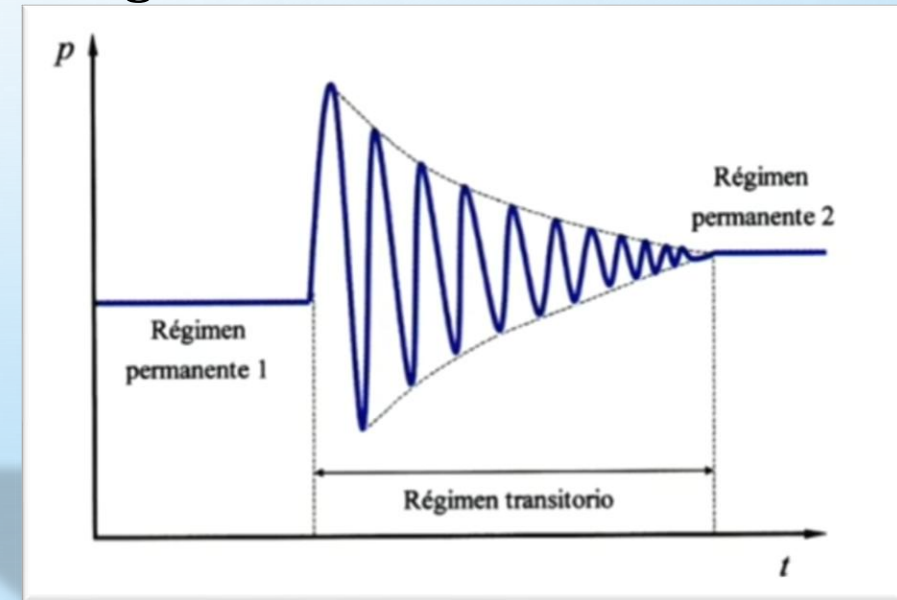
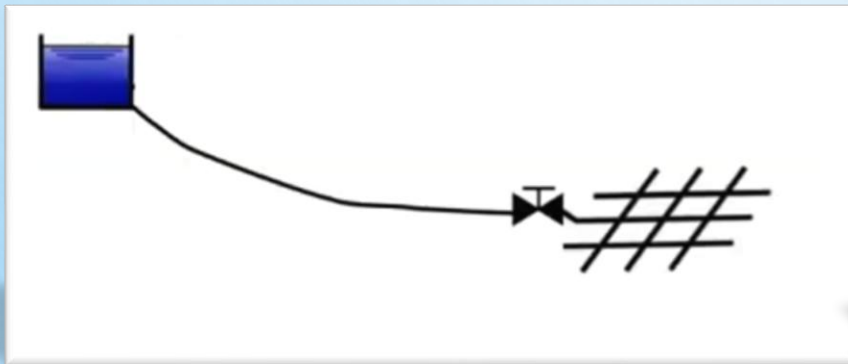
CONDUCCIONES DE AGUA

- ❑ Son el sistema de tuberías, equipos de bombeo, válvulas de seccionamiento, válvulas de retención, válvulas de admisión-expulsión de aire (VAEA), que permiten impulsar el líquido desde un punto bajo hasta un punto alto.
- ❑ Las conducciones se realizan mediante la presurización de la tubería, ya sea por medios mecánicos o utilizando la fuerza de la gravedad.



GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

- ❑ Cuando un sistema de conducción opera sin cambios, es decir, no cambia la velocidad del agua ni su gasto, se considera que se encuentra en un Régimen Permanente.
- ❑ Cuando un sistema de conducción presenta un cambio brusco que provoca un cambio rápido en la velocidad del agua transportada, se presenta un fenómeno denominado Régimen Transitorio





GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

- ❑ Las principales causas de un transitorio son:
 - Operación brusca de válvulas de seccionamiento.
 - Parada brusca de equipos de bombeo (falta de energía eléctrica).

El mayor problema dentro de un transitorio es la rapidez del cambio de velocidad: a mayor rapidez, mayor sobre-presión.

$$\Delta H = \frac{a\Delta v}{g} \quad \Delta P = \gamma\Delta H$$

ΔH = Variación de altura piezométrica (positiva o negativa) (m.c.a.)

Δv = Cambio de velocidad (m/s)

a = *celeridad de la onda* (velocidad de desplazamiento de la onda de presión) (m/s)

γ = Peso específico del agua (kg/m³)



GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

La celeridad de onda (a) se calcula en función de:

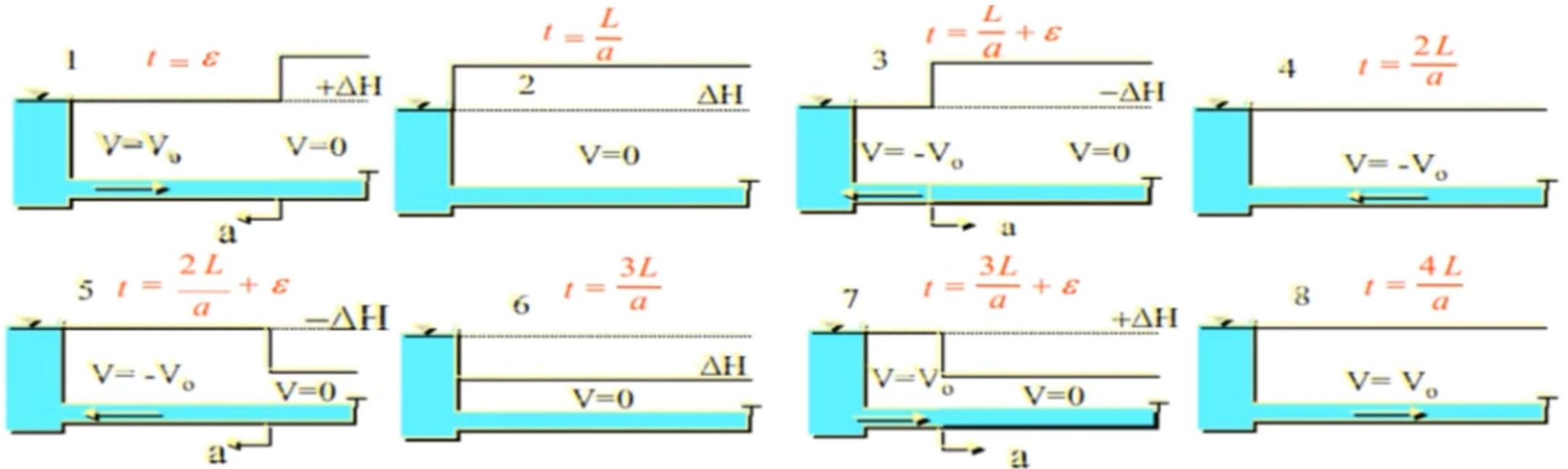
$$a = \frac{a_o}{\sqrt{1 + \frac{E_{agua}}{E_{mat}} \frac{D}{d}}}$$

donde:

- a_o = velocidad del sonido en el agua
- E_{agua} = módulo de elasticidad volumétrica del agua
- E_{mat} = módulo de elasticidad (módulo de Young) del material del tubo
- D = diámetro interior del tubo
- δ = espesor de la pared del tubo

GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

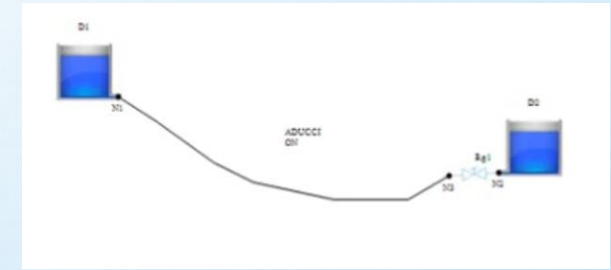
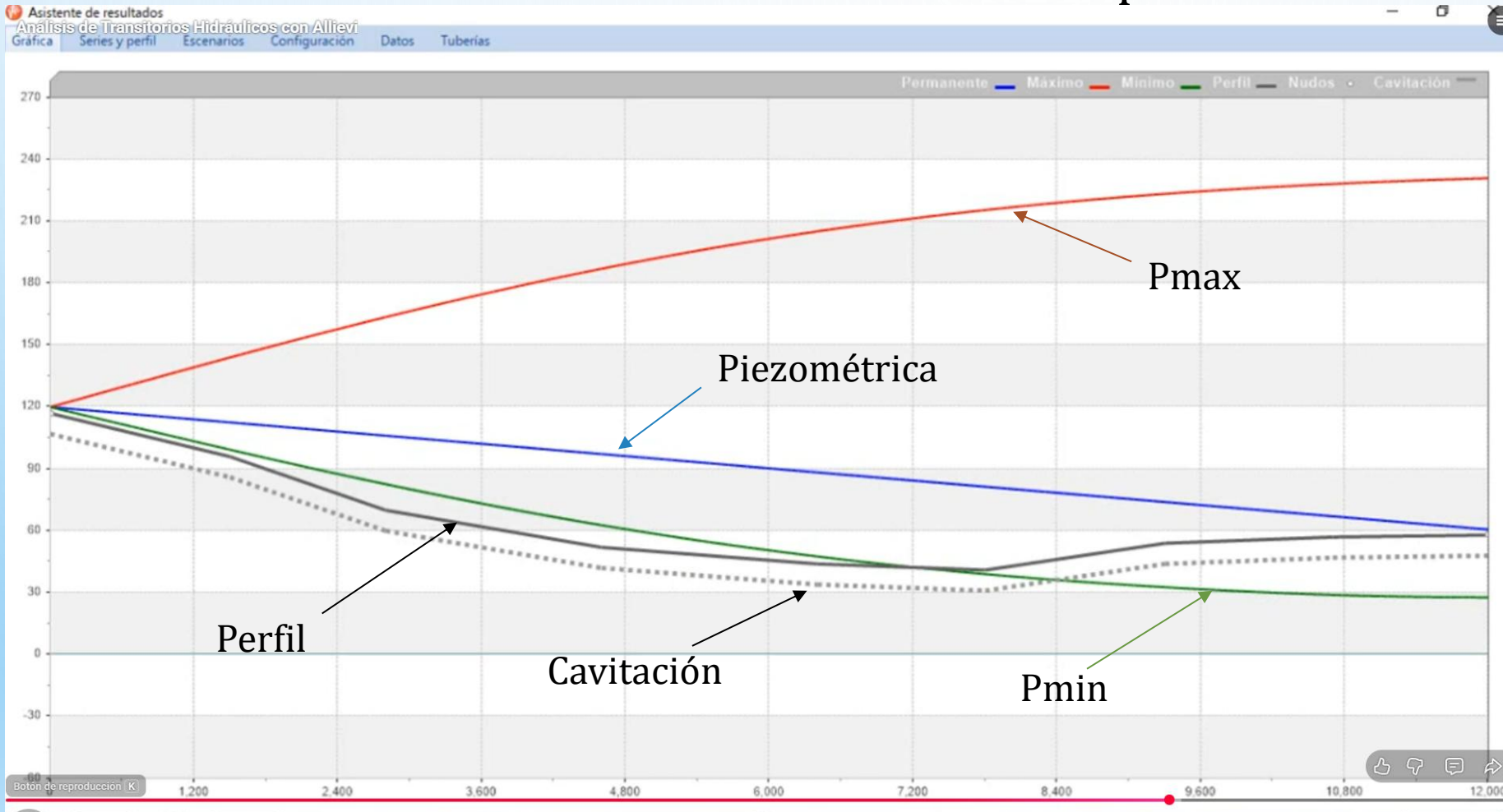
Descripción física del fenómeno





GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

Envolvente de presiones





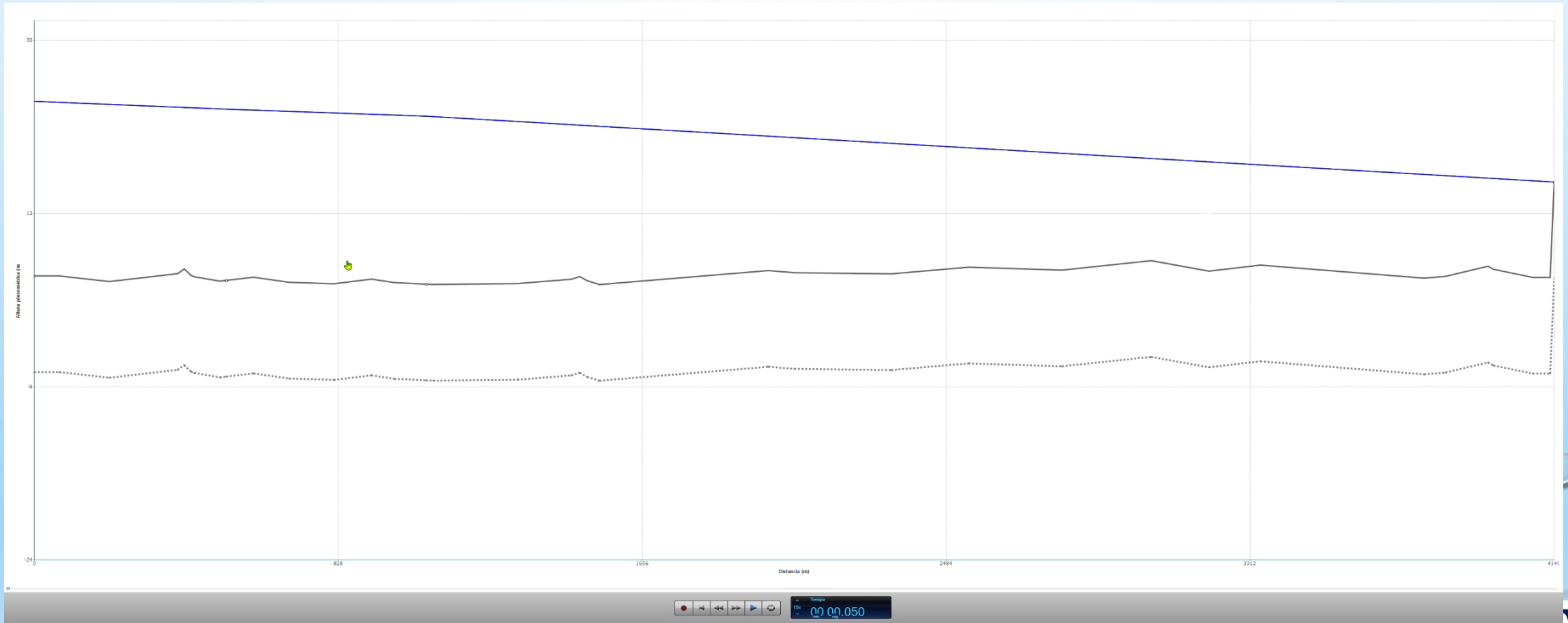
GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO





GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

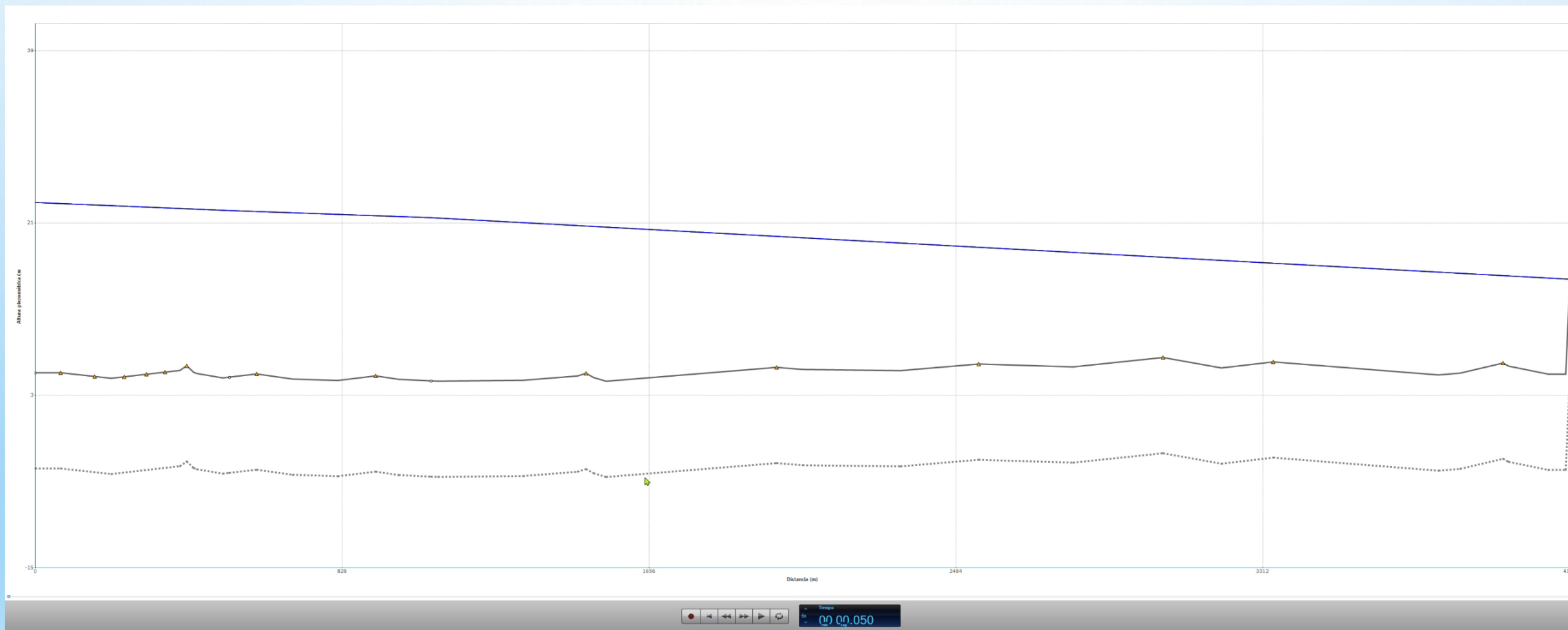
Línea de conducción V1: 500 m tubo 24"Ø PVC C-7 ($a=275.19$ m/s) y 3,500 m tubo hierro dúctil 32"Ø ($a=1,115.35$ m/s), sin VAEA's





GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

Línea de conducción V1: 500 m tubo 24"Ø PVC C-7 ($a=275.19$ m/s) y 3,500 m tubo hierro dúctil 32"Ø C-25 ($a=1,115.35$ m/s), con VAEA's





GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO

Conclusiones:

- ☐ Para terrenos planos, como la Península de Yucatán, aunque las presiones de trabajo no son superiores a los 40.0 m.c.a. (4.0 kg/cm²), en el caso de un transitorio hidráulico es conveniente analizar el comportamiento de las presiones negativas en una línea de conducción.
- ☐ Normalmente, las sobrepresiones pueden ser soportadas por la tubería en función de la resistencia de sus paredes a la tensión y la colocación de válvulas de alivio de presión.
- ☐ El uso de válvulas de admisión-expulsión de aire del tipo non-slam, son de mucha ayuda para el control de las presiones negativas que producen cavitación.



GOLPE DE ARIETE O TRANSITORIO HIDRÁULICO



GRACIAS POR SU
ATENCIÓN