

TANQUE DE TORMENTAS DE ARROYOFRESNO



Grupo 71

Escuela técnica superior de ingenieros de caminos canales y puertos (Universidad politécnica de Madrid)

Beatriz Bernal, Nicole Filip, David Santafé, Pedro Suárez

INTRODUCCIÓN

El Tanque de Tormentas de Arroyofresno es una gran infraestructura subterránea del sistema de saneamiento de Madrid diseñada para almacenar temporalmente el exceso de agua durante lluvias intensas. Su función principal es evitar inundaciones, proteger el medio ambiente y reducir la carga sobre la red de alcantarillado y las depuradoras, reteniendo el agua hasta que pueda ser tratada de forma segura.

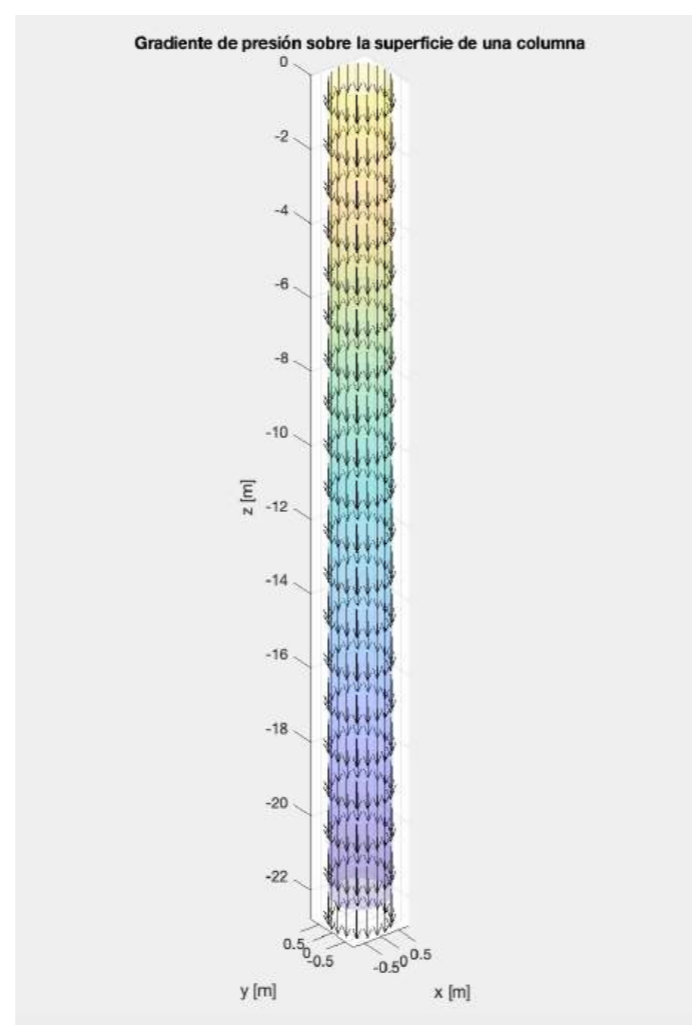
CAMPO DE PRESIONES

El campo escalar de presión presenta una variación lineal en profundidad, determinada por la densidad del fluido y la gravedad.

El gradiente de presión permanece constante, con un valor que depende del peso específico del fluido, y está orientado verticalmente hacia abajo, coincidiendo con la dirección de la gravedad.

$$P(z) = P_0 - \rho_{\text{agua}} g z, \quad z \in [-H, 0]$$

$$\nabla P = (0, 0, -\rho_{\text{agua}} g)$$



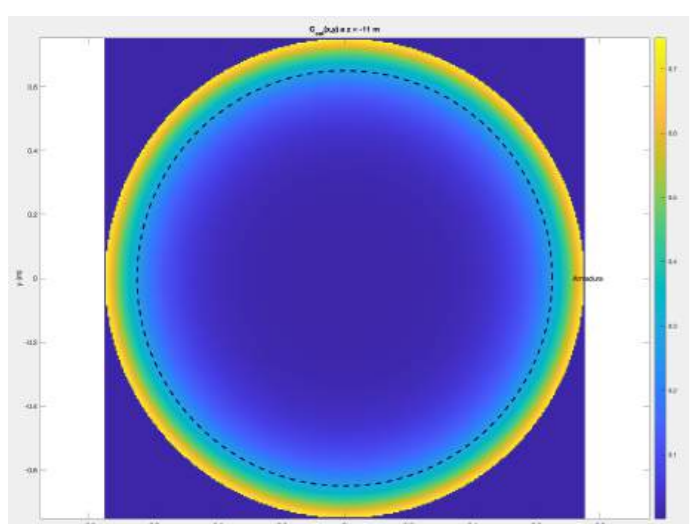
FUERZA DEL AGUA SOBRE LA COLUMNA

Para calcular la fuerza total ejercida por el agua sobre la pared lateral de la columna, se utiliza el concepto de presiones manométricas. La presión atmosférica tiene valor 0 al trabajar en manométricas.

$$F = \int_{\text{superficie}} p(z) dA = 2\pi r_c \rho_{\text{agua}} g \int_{-H}^0 (-z) dz = \pi r_c \rho_{\text{agua}} g H^2.$$

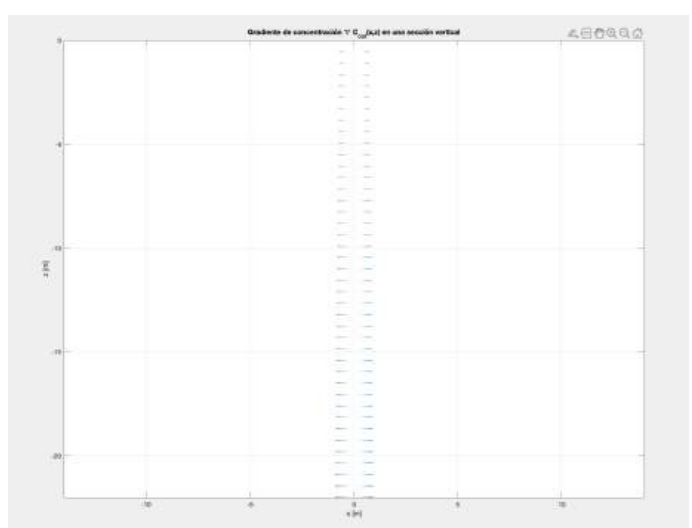
$$F \approx 1,14 \cdot 10^3 \text{ toneladas-fuerza.}$$

CONCENTRACIÓN INFILTRADA

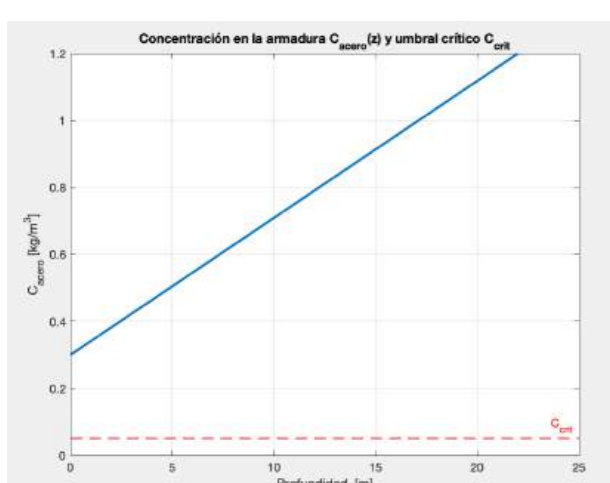


El método permite simular cómo un contaminante del agua penetra en una columna cilíndrica de hormigón. Este análisis ayuda a identificar la profundidad de infiltración, detectar zonas vulnerables y entender mejor el proceso dentro del material.

La concentración del contaminante llega a la armadura pero disminuye hacia el núcleo por la atenuación del hormigón. En el corte vertical, se observan niveles más altos cerca de la superficie y en zonas profundas, y más bajos en el centro y parte superior.



CONCENTRACION DE LA ARMADURA



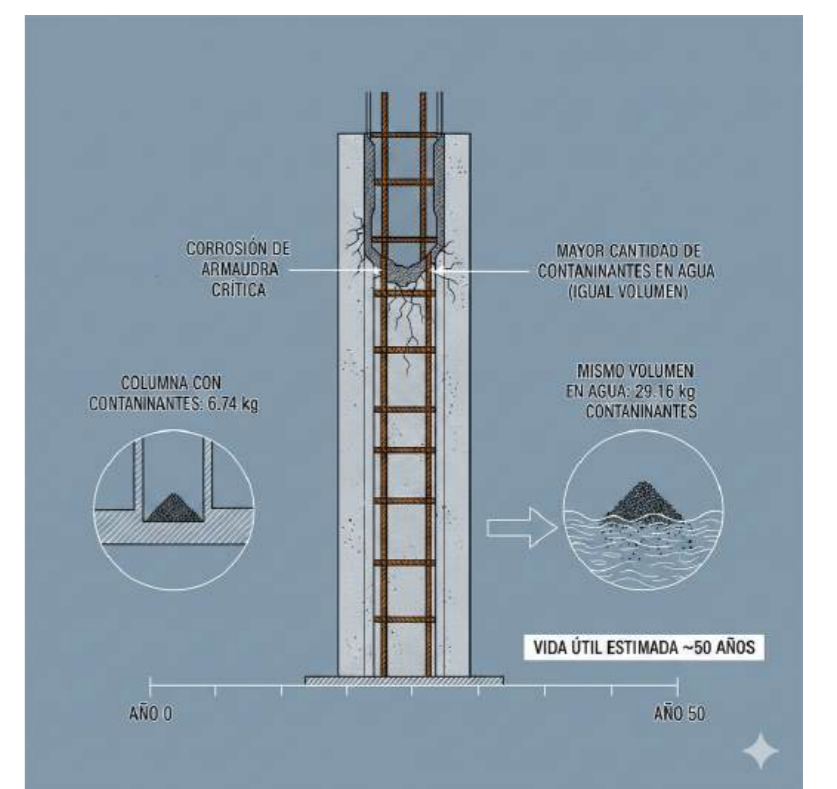
Se analiza la armadura comparando sus concentraciones con un valor límite que indica el inicio de la corrosión. Esto muestra que la armadura está en una zona de riesgo y que ninguna parte de la barra queda protegida, sin importar su profundidad.

Se analiza cómo se distribuye el contaminante dentro de la columna para identificar las zonas de mayor penetración y su relación con la armadura, lo que permite evaluar el riesgo de corrosión y definir medidas de protección.

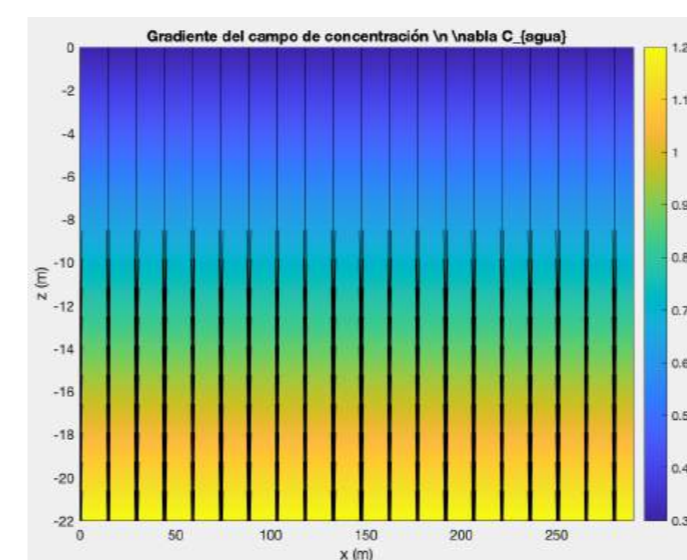
$$C_{\text{acero}}(z) = C_0 \left(1 + \alpha \frac{|z|}{H} \right), \quad z \in [-H, 0]$$

VIDA ÚTIL Y CONTAMINANTES INFILTRADOS

La durabilidad de la columna está directamente ligada a la corrosión de la armadura de acero. La vida útil se determina estimando el tiempo que tardará el deterioro en alcanzar un nivel crítico, basándose en una velocidad de corrosión constante. Según este cálculo, la estructura estaría comprometida aproximadamente a los 50 años.

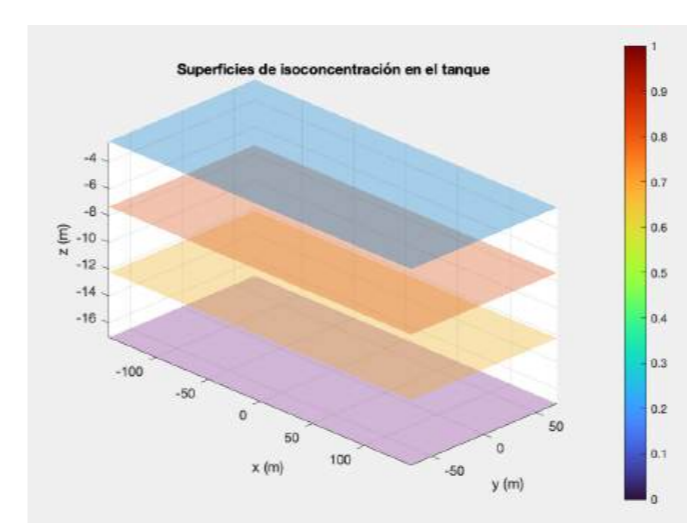


CONTAMINANTES EN EL AGUA



Campo de concentración y proceso de decantación: La decantación provoca que los contaminantes más densos desciendan dando lugar a mayores concentraciones en el fondo. Se genera una estratificación por capas.

Gradiente de concentración: El gradiente da la dirección de de mayor aumento de concentración. se trata de un gradiente vertical y constante puesto que solo depende de la profundidad. Se observa que la acumulación se da en el fondo.

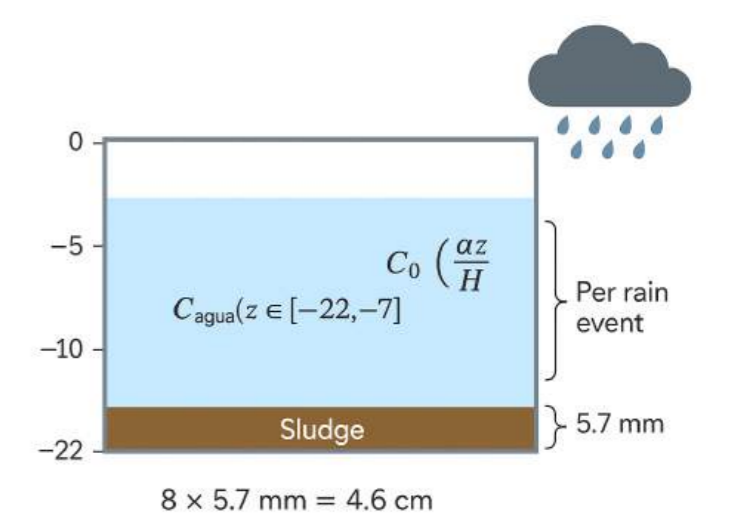


Superficies de isoconcentración para valores de $C_{\text{agua}} = (0.4, 0.6, 0.8, 1.0) \text{ kg/m}^3$. El análisis de las superficies de isoconcentración confirma que la concentración aumenta con la profundidad.

CASO PRÁCTICO TRAS 24 HORAS

Tras 24h, el 60 por ciento de los contaminantes precipita, formando lodo en el fondo. La masa depositada es de 324 000 kg, equivalente a un volumen de 231 m³. Distribuido sobre el área útil del fondo, esto genera un espesor promedio de 5,7 mm por ciclo.

Considerando 8 usos anuales sin limpieza, la acumulación total alcanza alrededor de 4,6 cm, valor muy por debajo del límite operativo de 30 cm. Por lo tanto, con estas condiciones, una limpieza anual del tanque es suficiente.



DATOS PARA CÁLCULOS

longitud del tanque= 290m

anchura del tanque= 140m

profundidad del tanque= 22m

radio de las columnas= 0.75m (distribuidas cada 15m)

distancia de las barras de acero= 0.65m del eje

recubrimiento de hormigón entre el acero y la superficie exterior= 10cm

