

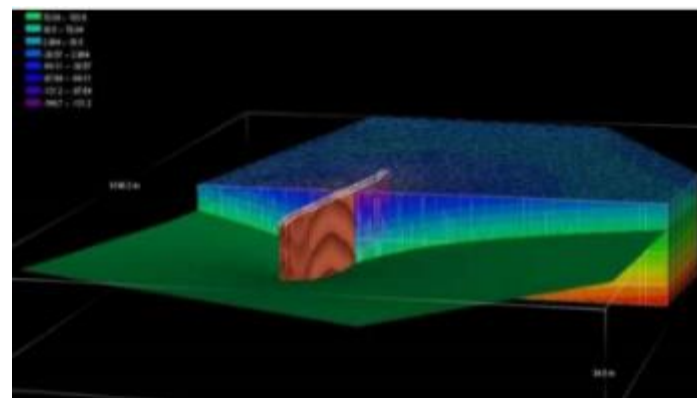
## Hidrogeología EFICIENTE aplicada al control de aguas naturales en obras de ingeniería civil DEWATERING

“ARTE



o

CIENCIA”



“Cualquier conclusión de **base teórica** debe ser siempre atemperada con la **experiencia**; Un proyecto puede acometerse con **seguridad**, cuando las conclusiones teóricas coinciden con las de juicio experto”

M.Sc. ALEJANDRO J. FERRER GRANELL  
Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

El impacto de las aguas naturales (superficiales – subterráneas) sobre un proyecto puede ser enorme.

Los patrones de comportamiento e interacción del agua con el proyecto pueden englobarse en la respuesta a estas dos cuestiones:

1.- ¿Cómo se desplaza el agua superficial y subterránea en el área de influencia del proyecto?

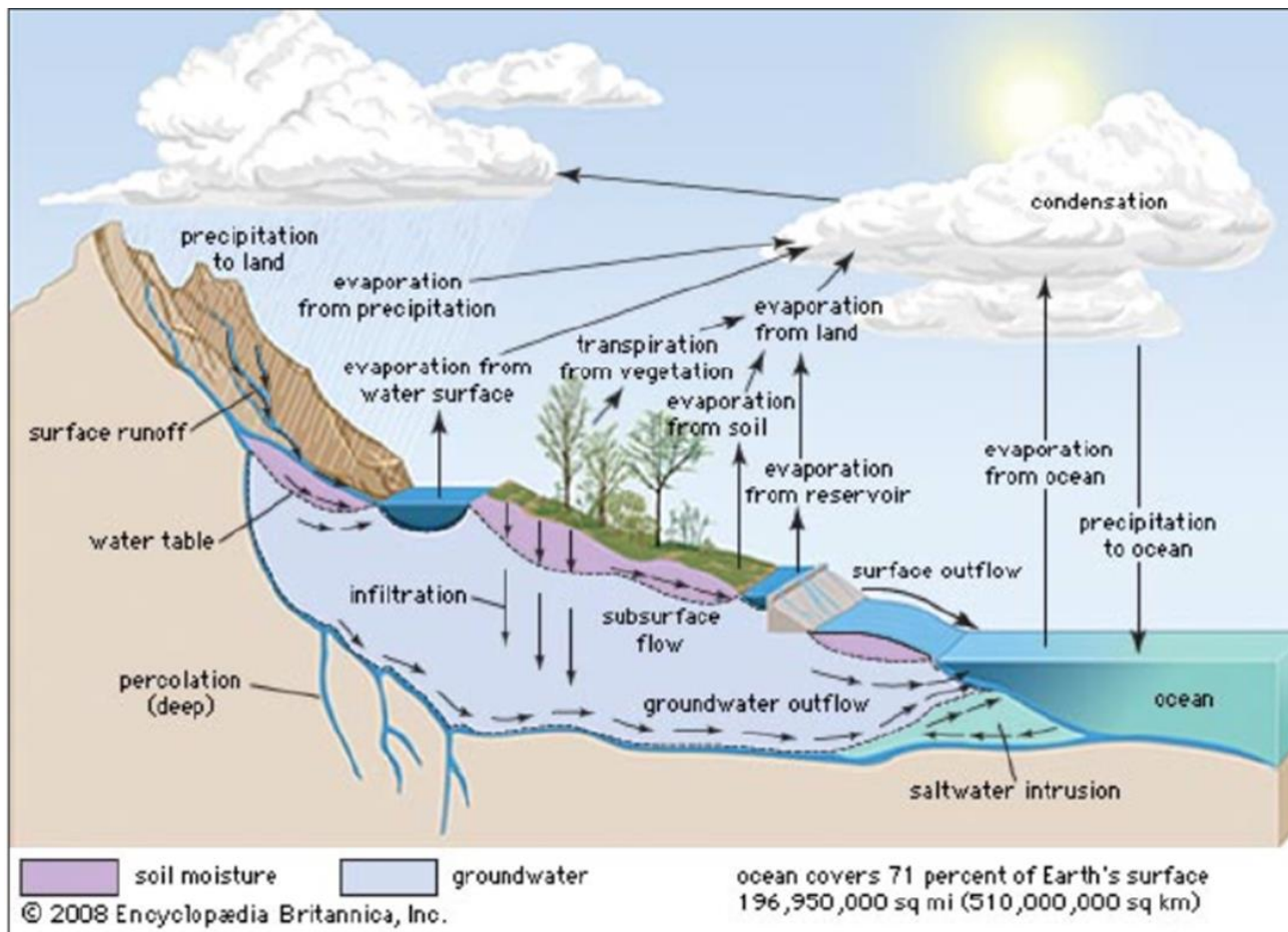
*(medio poroso, fracturado, kárstico ..)*

2.- ¿Qué efectos produce el agua sobre el proyecto, suelo y su entorno?

*(presiones hidrostáticas, dinámicas, licuefacción de suelos, rotura de fondo, deslizamiento de laderas ...)*

El entendimiento de la respuesta a estas premisas condicionará el diseño del sistema de control a implementar (Plan de *Dewatering*)

# CONCEPTOS ESENCIALES



## FORMACIONES GEOLOGICAS (según su comportamiento con el agua)

### - ACUÍFERO:

*Formación geológica que permite la circulación de agua por su poros/grietas y cuya cantidad de agua es apreciable y es económicamente aprovechable; Alta Porosidad (S) y Conductividad hidráulica (K). (Gravas, arenas ..)*

### - ACUÍCLUDO:

*Formación geológica que conteniendo agua (aun en saturación), no la transmite, no siendo posible su explotación (cienos, léganos, arcillas deltaicas ..)*

### - ACUITARDO:

*Formación geológicas que conteniendo apreciables cantidades de agua, la transmiten muy lentamente. Arcillas limosas; pueden hallarse debajo o encima de un acuífero.*

### -ACUÍFUGO

*Formación geológica que no contiene agua y no la puede transmitir. (Granito no alterado, roca sin meteorizar ni fracturas)*



- **POROSIDAD:** La **porosidad total** de un material viene expresada por la relación entre el volumen de su parte vacía (ocupada por aire o agua) y su volumen total. La **porosidad eficaz**, es aquella parte de huecos que contiene agua que se puede drenar por gravedad

#### Rangos de valores de la porosidad total

Material	Porosidad (%)
<b>SEDIMENTOS</b>	
Gravas gruesas	24-36
Gravas finas	25-38
Arenas gruesas	31-46
Arenas finas	26-53
Limos	34-61
Arcillas	34-60
<b>ROCAS SEDIMENTARIAS</b>	
Areniscas	5-30
Limolitas	21-41
Calizas, dolomias	0-40
Calizas kársticas	0-40
Pizarra	0-10
<b>ROCAS CRISTALINAS</b>	
Rocas cristalinas fracturadas	0-10
Rocas cristalinas densas	0-5
Basaltos	3-35
Granitos alterado	34-57
Gabros alterado	42-45

#### **Influye:**

- Forma de los granos
- Disposición de los granos
- Tamaño de los granos

## - CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

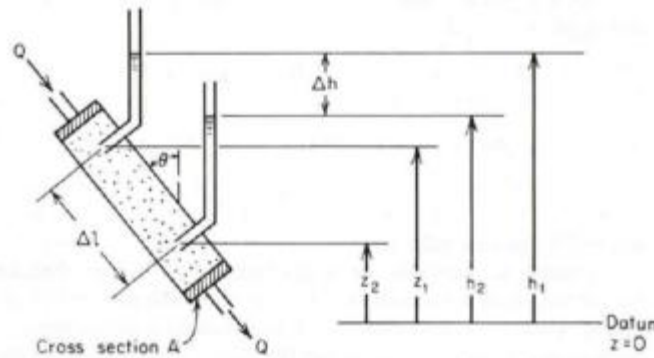
Es definida como el cociente entre el caudal específico y su gradiente hidráulico; es función tanto del medio poroso como del medio que lo atraviesa:

$$K = \frac{Q/A}{\Delta h / \Delta l} \quad (\text{m/s}) \quad K = (C d^2) \cdot \left( \frac{\rho \cdot g}{\mu} \right)$$

- $\rho$ : densidad del fluido
- $\mu$ : viscosidad dinámica del fluido
- $g$ : aceleración de la gravedad
- $C$ : constante de proporcionalidad (factor de forma)
- $D$ : diámetro medio del grano

**Darcy, en 1856 por métodos empíricos concluyó**

$$Q = -K \cdot A \frac{\Delta h}{\Delta l}$$



TIPO DE SUELO	K (m/s)
Grava mal graduada (GP)	$\geq 10^{-2}$
Grava uniforme (GP)	$0,2 \times 10^{-2} : 1 \times 10^{-2}$
Grava bien graduada (GW)	$0,05 \times 10^{-2} : 0,8 \times 10^{-2}$
Arenas uniformes (SP)	$5 \times 10^{-3} : 0,2 \times 10^{-2}$
Arenas bien graduadas (SW)	$10^{-3} : 0,1 \times 10^{-2}$
Arena limosa (SM)	$10^{-3} : 5 \times 10^{-3}$
Arena Arcillosa (SC)	$10^{-6} : 10^{-3}$
Limo de baja plasticidad (ML)	$5 \times 10^{-7} : 10^{-6}$
Arcillas de baja plasticidad (CL)	$10^{-10} : 10^{-7}$

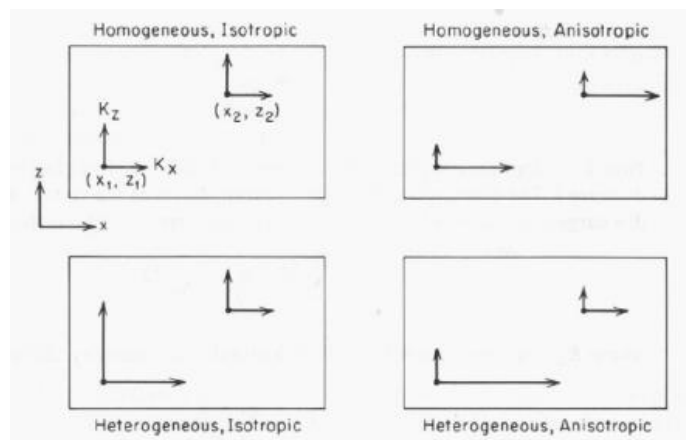


## - TRANSMISIVIDAD

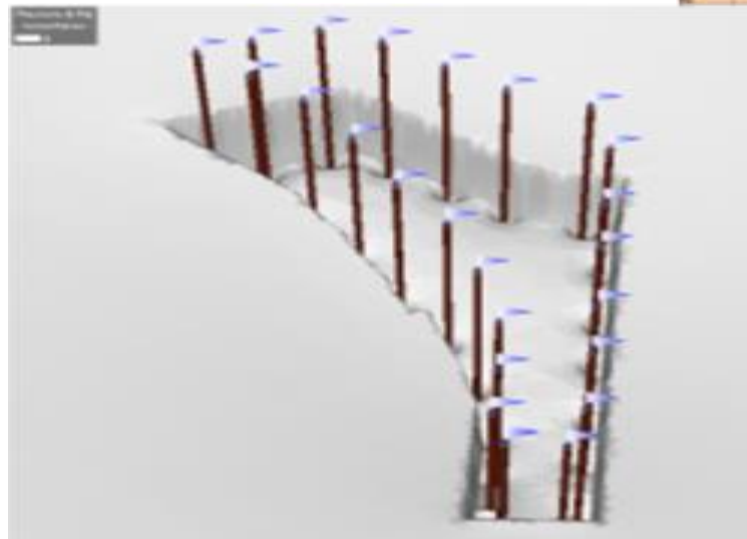
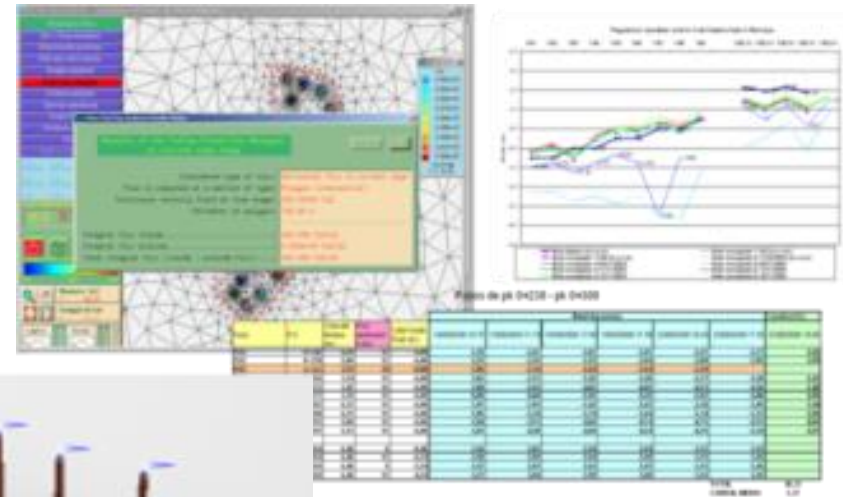
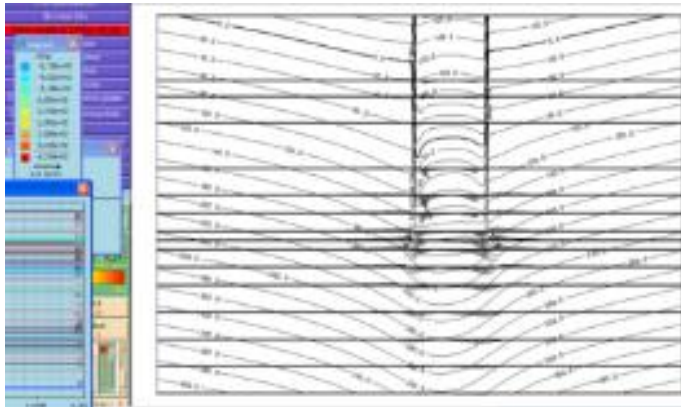
*Si el acuífero tiene una sección A, definido con un ancho W y un espesor b, se define como Transmisividad (T), como la relación entre el caudal Q que atraviesa el espesor b del acuífero por unidad de ancho W y el gradiente de la carga Hidráulica:*

$$T = K \cdot b = \frac{Q/W}{\Delta h / \Delta l}$$

- Si las propiedades de un medio son independientes de la posición del mismo se dice que ese medio es **homogéneo**.
- Si las propiedades de un medio varían de un lugar a otro se dice que ese medio es **heterogéneo**.
- Si las propiedades de un medio son independientes de la dirección se dice que ese medio es **isótropo**.
- Si las propiedades de un medio dependen de la dirección se dice que ese medio es **anisótropo**.

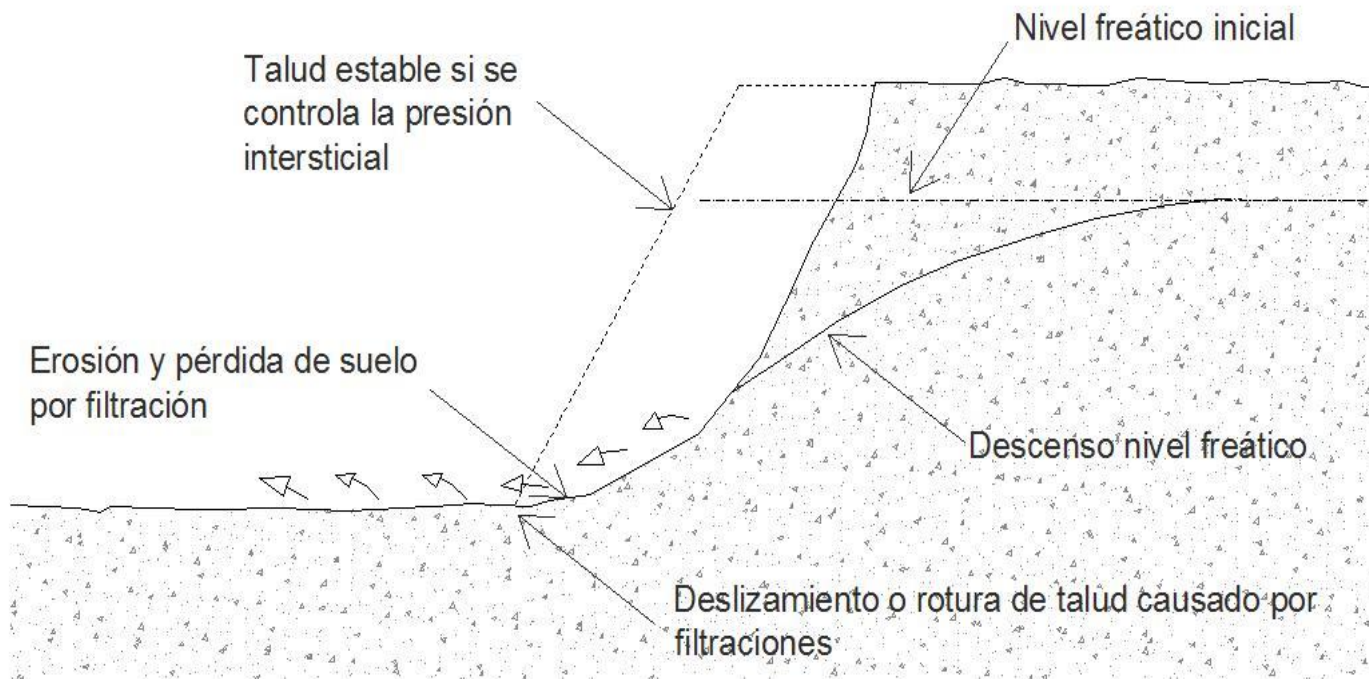


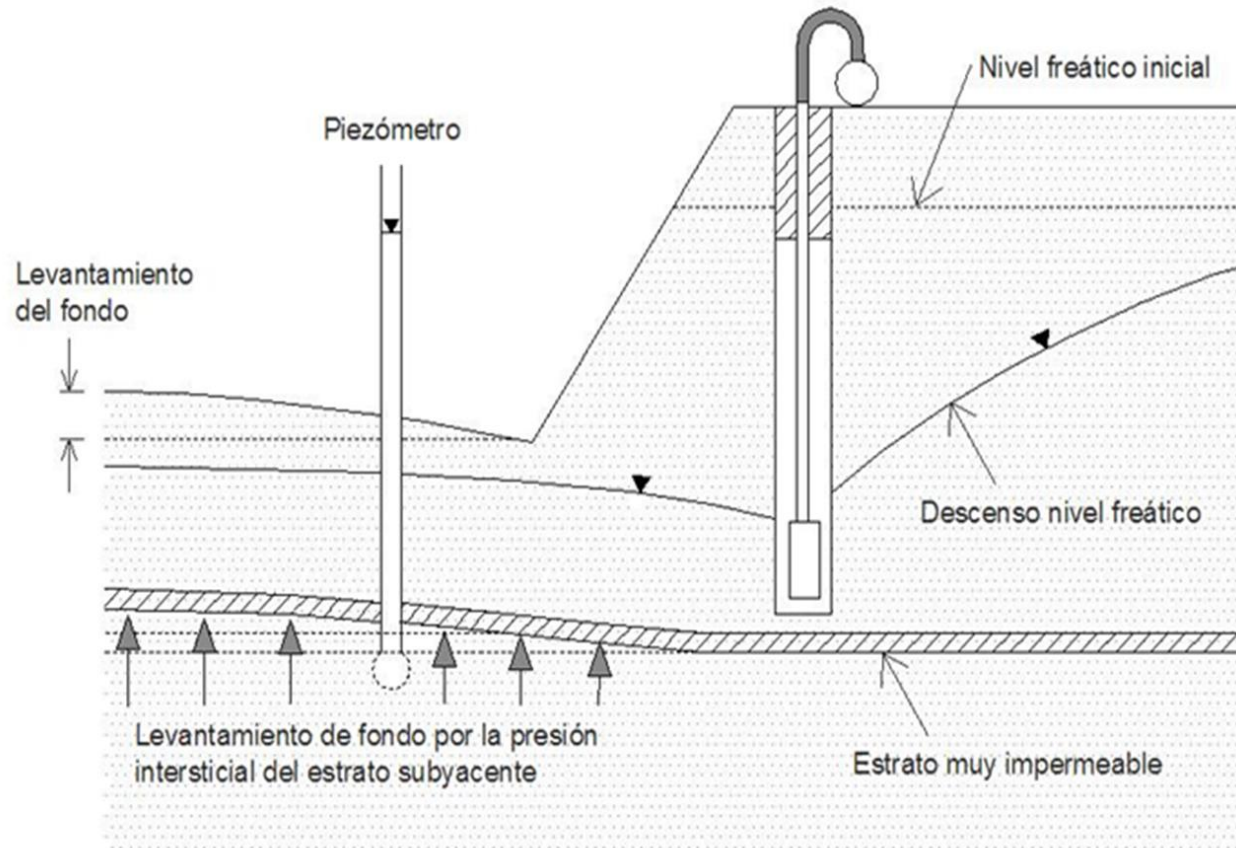
## Modelo Conceptual / Analítico / Métodos Numéricos

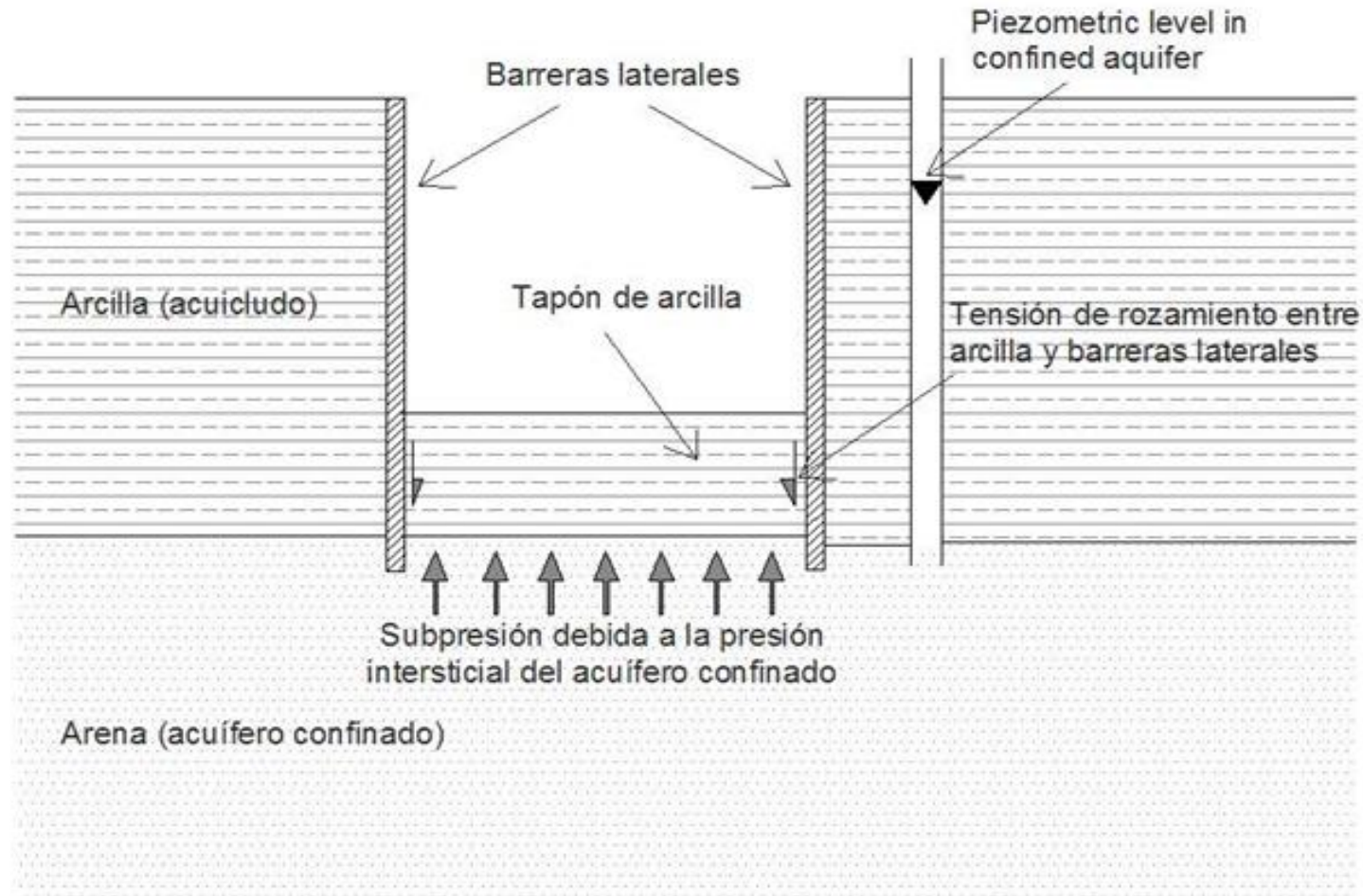


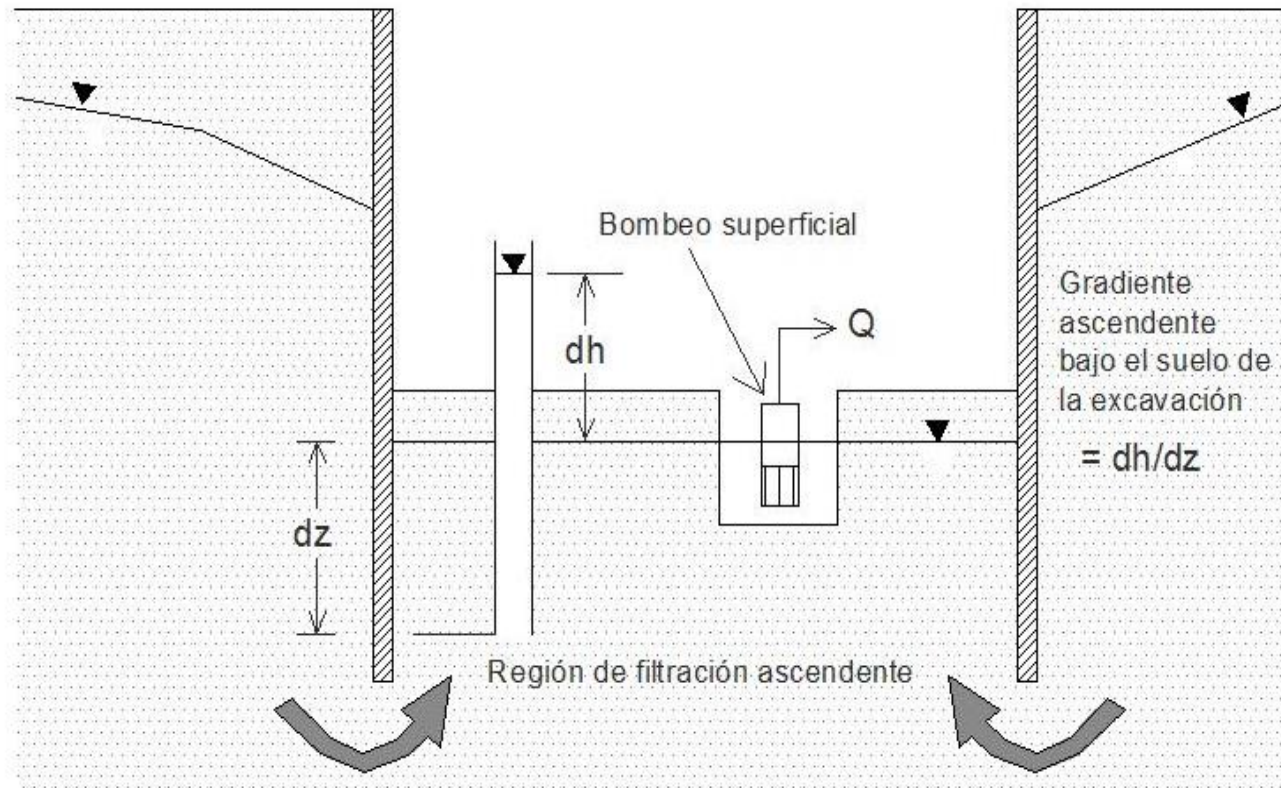
Jornadas “Celebración 50 Aniversario CIHS 1966-2016”  
Barcelona – Cornellà de Llobregat, 12 y 13 de mayo de 2016

# RIESGOS











# INCIDENCIAS



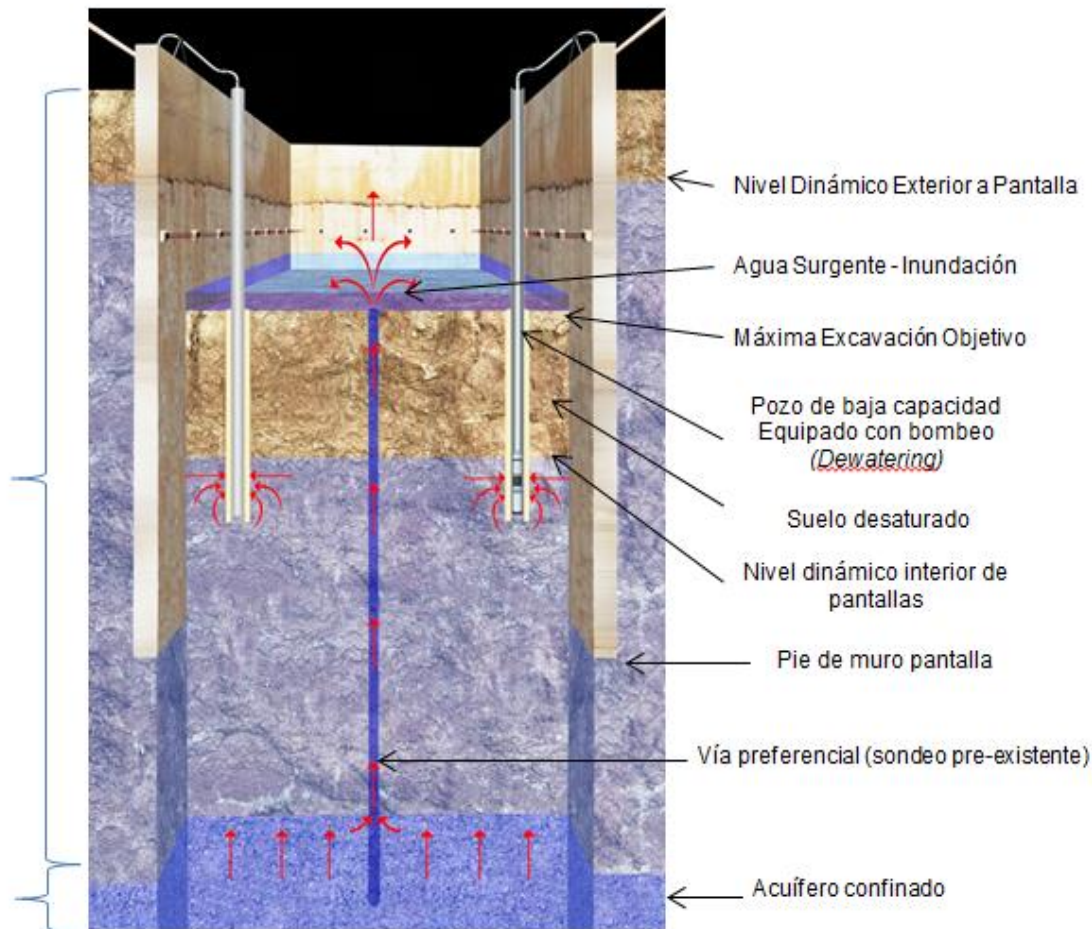




Suelo tipo 1  
Conductividad hidráulica,  $k_1$

$k_2 \gg k_1$

Suelo tipo 2  
Conductividad hidráulica,  $k_2$









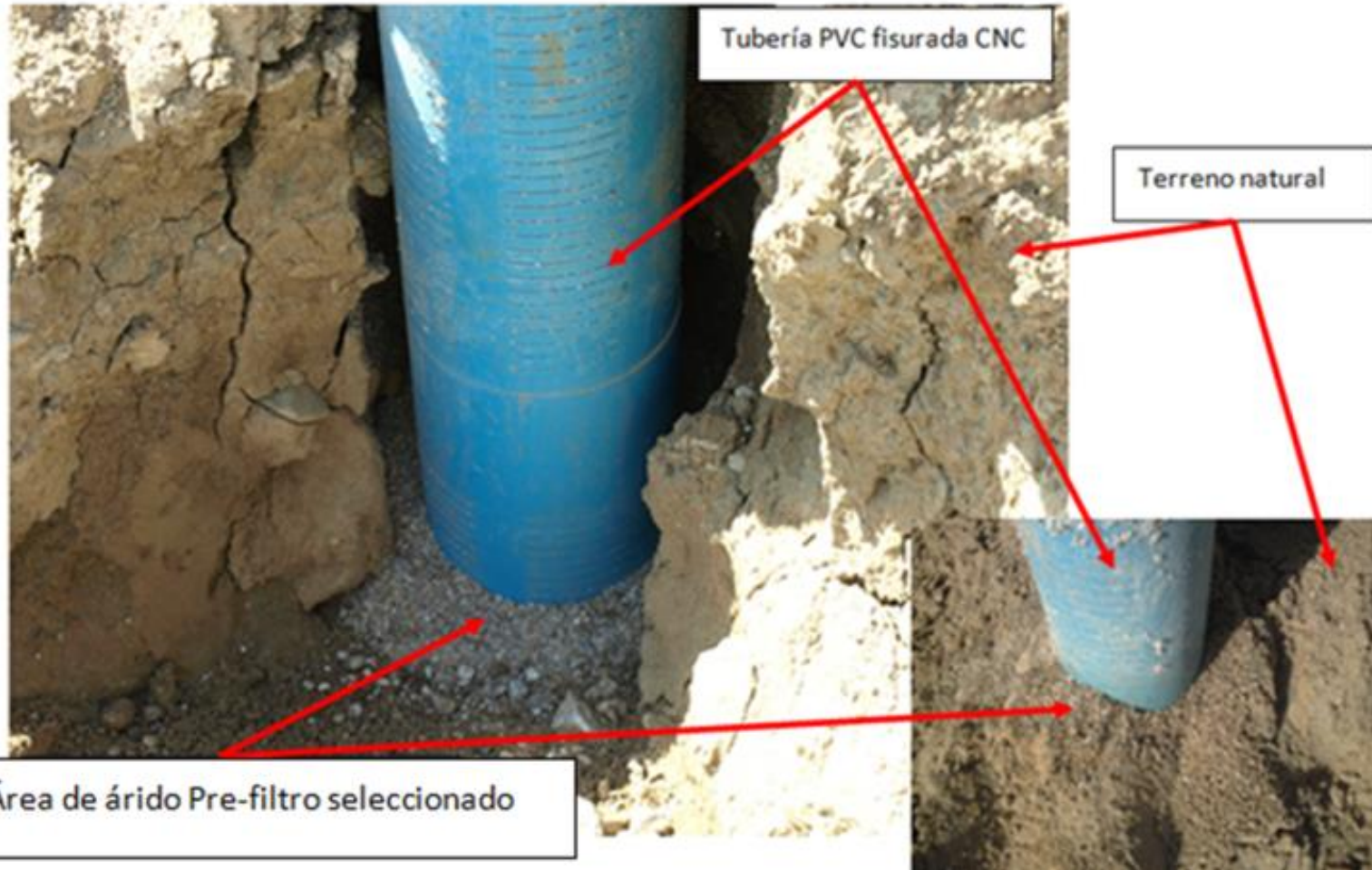






# BUENA PRAXIS - EFICIENCIA

















# CONSTRUCCIONES













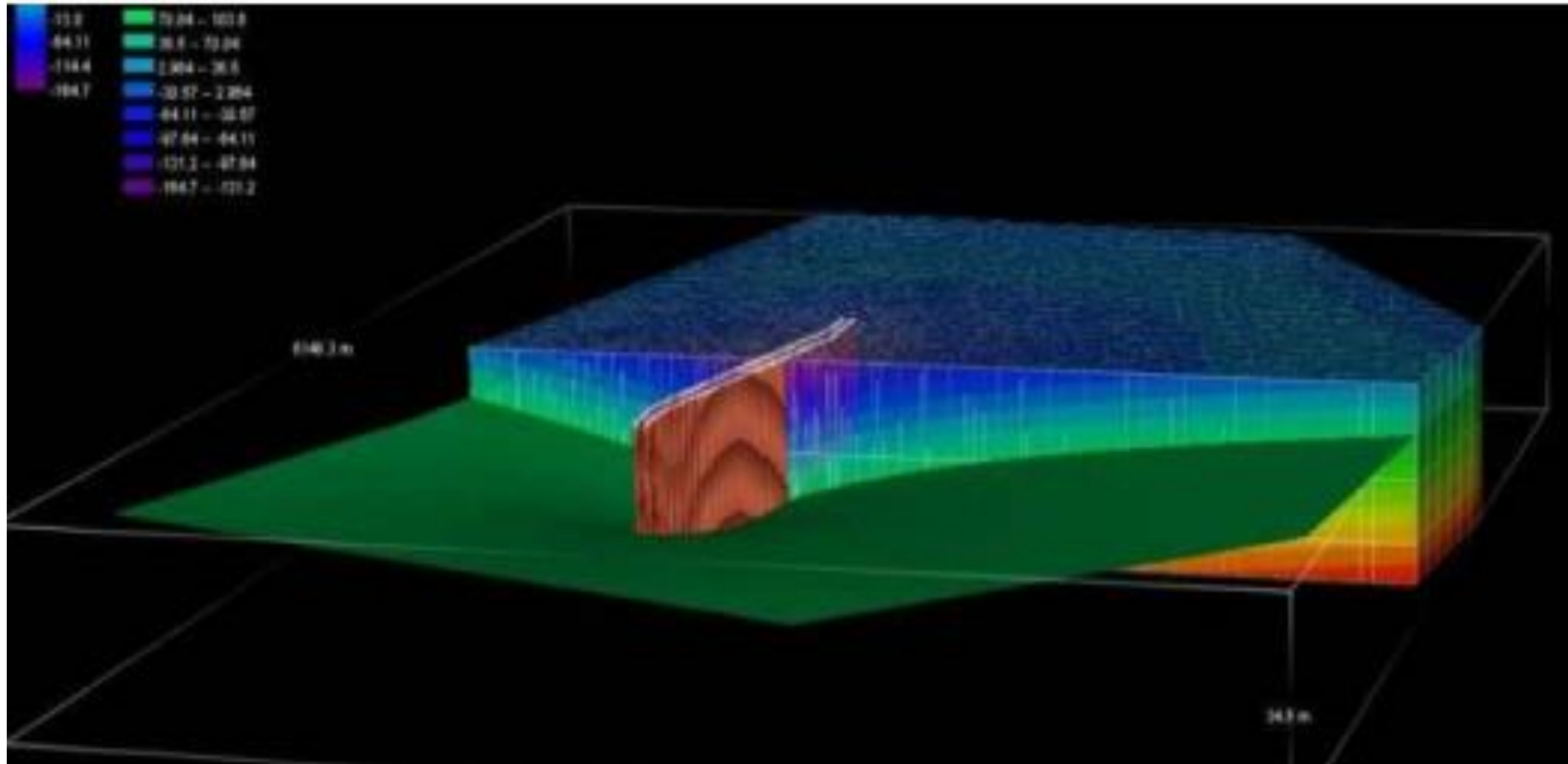










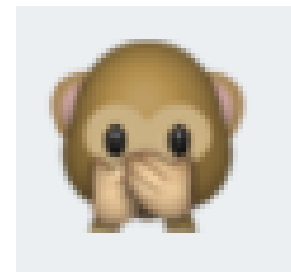
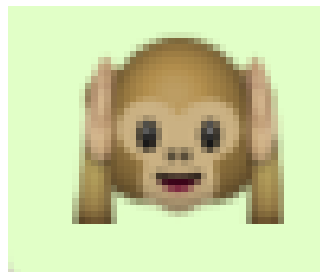
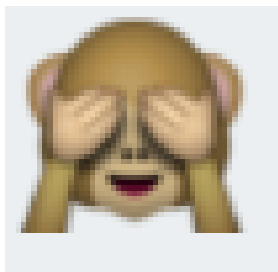






Si disponemos de tiempo ...podemos ver unos vídeos de algunos .....

“DESAS\_TRES”



en todo caso,

GRACIAS

POR

VUESTRA ATENCIÓN

[alejandro.ferrer@ferrersl.com](mailto:alejandro.ferrer@ferrersl.com)