

METODOS DE DILUCION PUNTUAL

INDICE:

- INTRODUCCION Y OBJETIVOS

- METODOLOGIA
 - Perturbación de la velocidad (α)
 - Diseño del ensayo
 - Dificultades
 - Técnicas

- EJEMPLOS / CASOS REALES

METODOS DE DILUCION PUNTUAL

INTRODUCCION

Metodología barata y sencilla para medir la velocidad del flujo horizontal en el acuífero, así como de posibles flujos verticales dentro del sondeo.

OBJETIVOS

- Carac. velocidad flujo horizontal en el acuífero
- Carac. velocidad flujo vertical en el sondeo
- Variación temporal de la velocidad
- Determinación de parámetros hidráulicos
- Justificar anomalías en el nivel piezométrico
- Diferencias de K en el acuífero
- Definir esquema constructivo de sondeos y piezómetros
- Definir zonas de circulación preferente
- Localizar roturas en la entubación
- Localizar origen de contaminaciones

DILUCION PUNTUAL

Método expuesto por Kocherin en 1916 y ampliado posteriormente por otros autores.

METODOLOGIA

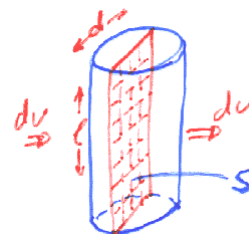
- Tramo aislado de un piezómetro :
 - diámetro = d
 - altura = l
- Inyección de un trazador que se mezcla con el agua obteniendo una concentración cte = C_0

Debe cumplirse:

- Flujo estacionario
- Concentración (C_0) homogénea del trazador en el volumen considerado →

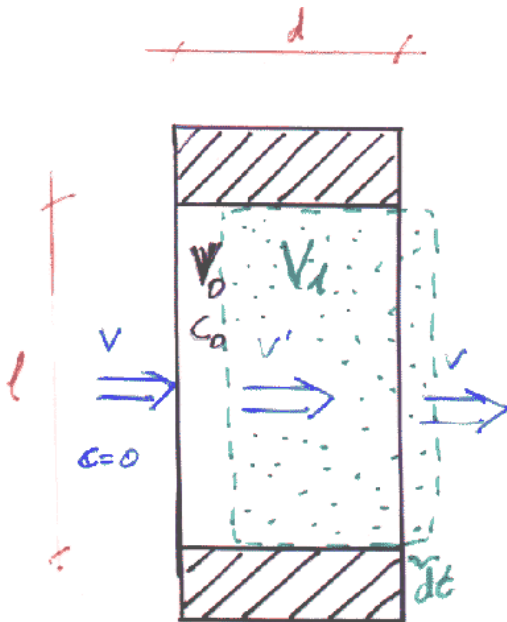
$$V_0 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l$$

- Salida del trazador solo en la horizontal (para cálculo velocidad flujo horizontal)



- No flujos verticales
- Difusión despreciable
- Otros efectos

TRAMO AISLADO DE UN SONDEO



§ sección dirección de flujo

$$-dc \cdot V_0 = v' dt c \cdot S$$

$$V_0 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l$$

$$S = l \cdot d$$

Se obtiene: $\left\{ \begin{array}{l} c = c_0 \\ t = 0 \end{array} \right.$
si cond. iniciales

$$\ln \frac{c_0}{c} = \frac{S v' t}{V_0}$$

$$v' = \frac{\pi d}{4t} \ln \frac{c_0}{c}$$

ojo $\rightarrow v =$ Velocidad de Darcy (No la real)

$$v = k \cdot i$$

$$\equiv -q = k \cdot i$$

$$v_R = \frac{q}{\phi}$$

si conocemos $i \Rightarrow k$

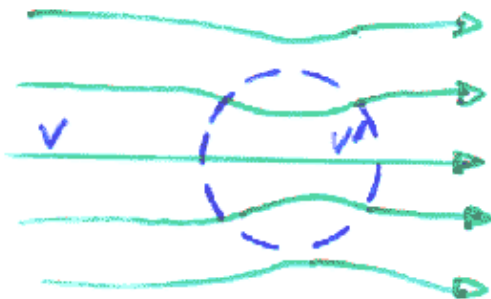
PERTURBACION DE LA VELOCIDAD EN EL SONDEO

Deben considerarse las perturbaciones sobre la velocidad del agua en el sondeo respecto a la de Fun.

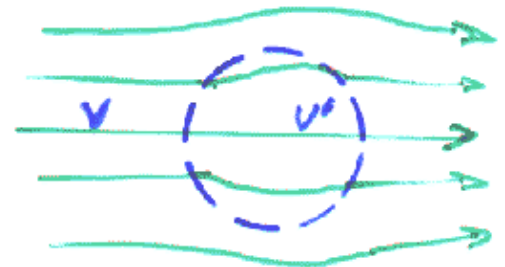
V - velocidad en el medio permeable

V' - velocidad que se mide en el sondeo

$$V' = \alpha * V$$



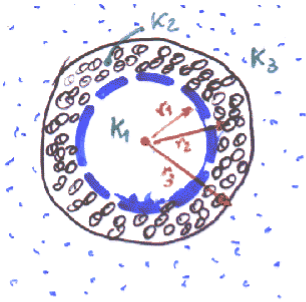
$$\text{SI } V' > V \\ \alpha > 1$$



$$\text{SI } V' < V \\ \alpha < 1$$

Efecto: Deformación de las líneas de flujo en el entorno del sondeo debido al cambio de las propiedades hidráulicas.

DETERMINACION DE α



$$d \left(\frac{K_3}{K_2}, \frac{K_2}{K_1}, \frac{r_1}{r_2}, \frac{r_1}{r_3} \right) \text{ referido a } r_1$$

- cuando existe filtro de grava:

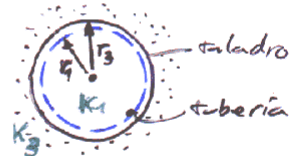
$$\alpha = \frac{8}{\left(1 + \frac{K_3}{K_2}\right) \left[1 + \frac{r_1^2}{r_2^2} + \frac{K_2}{K_1} \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2}\right)\right] + \left(1 - \frac{K_3}{K_2}\right) \left[\frac{r_1^2}{r_3^2} + \frac{r_2^2}{r_3^2} - \frac{K_2}{K_1} \left(\frac{r_1^2}{r_3^2} - \frac{r_2^2}{r_3^2}\right)\right]}$$

- En presencia de filtro $\Rightarrow K_2 = K_3$ y $r_2 = r_3$:

$$d = \frac{4}{1 + \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 + \frac{K_2}{K_1} \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\right]} \quad \text{Eq. Ogilvi}$$

- Si además consideramos que $K_1 \gg K_3$ y que $r_1 \approx r_3$:

$$d = \frac{4}{1 + \left(\frac{r_1}{r_3}\right)^2} \approx 2$$



El cálculo de α está muy influenciado por diversos factores:

- Permeabilidad del tubo y filtro
- Construcción y grado de desarrollo
- Grado de consolidación de las paredes

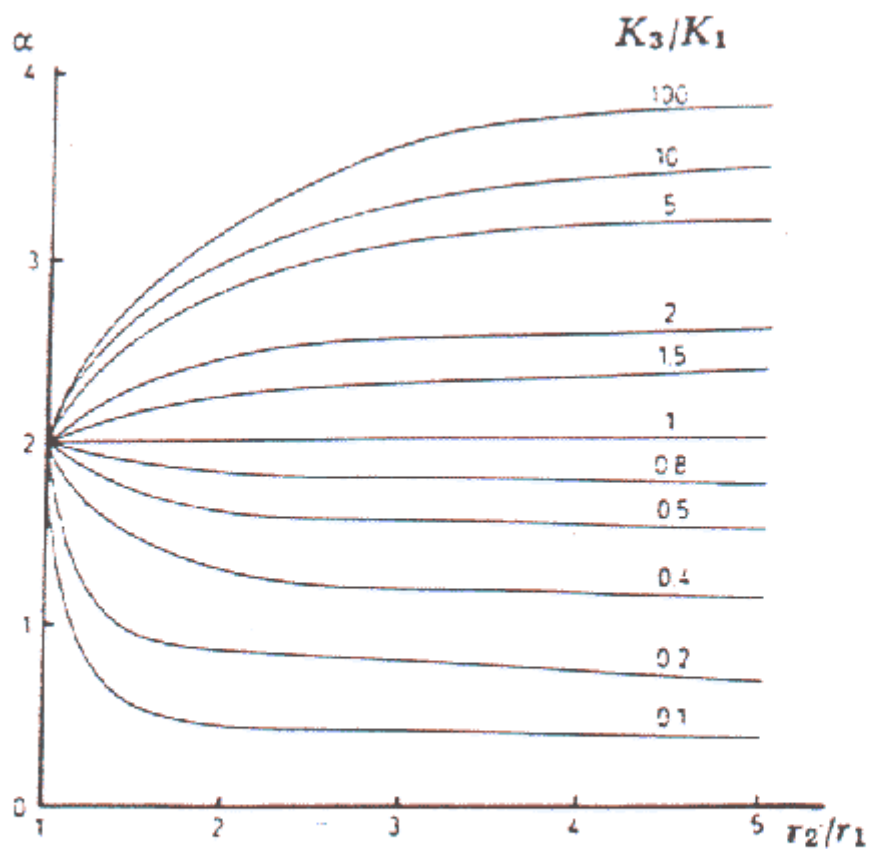


Figura 4. Variación del coeficiente α en función de la relación r_2/r_1 para diferentes valores de K_3/K_1 .

DISEÑO DEL ENSAYO

Estimación previa de la duración del ensayo en función de los parámetros de Fm (conocidos / supuestos)

$$\ln \frac{C_0}{C_t} = \frac{4 t \cdot d \cdot v}{\pi d}$$

$t = ?$, para que C en V_0 se reduzca hasta un 10% de

$$C_0 \rightarrow \frac{C_0}{C_t} = 10$$

$$t_{\frac{1}{10}} = \frac{1.81 \cdot d^2}{4 \cdot v}$$

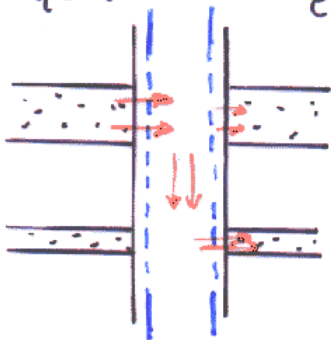
Conociendo / Estimando los parámetros (K, i) se puede estimar la duración del ensayo. Habrá que tener en cuenta la reducción de C que se puede llegar a medir.

DIFICULTAT DE LOS ENSAYOS

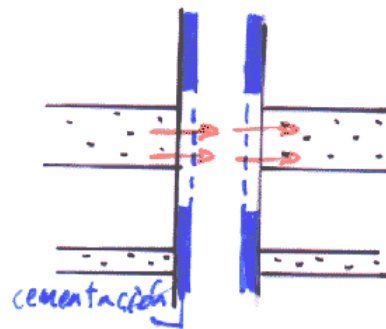
El cálculo de la velocidad puede estar alterado por diversos factores:

- FLUJO VERTICALES (si se quiere calcular el flujo horizontal)

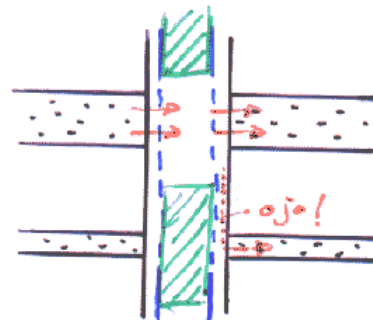
Flujo vertical por diferencias de potencial



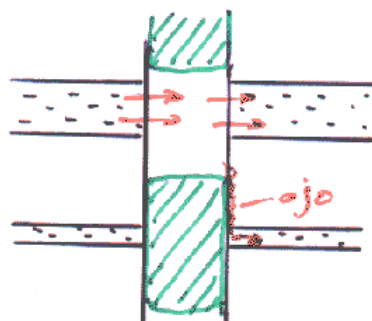
(Problema!)



rejilla bien localizada + cementación exterior



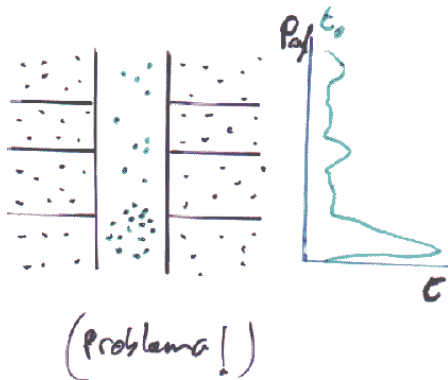
Packers en la entubación



Packers sin entubar

(Posibles soluciones!)

DISTRIBUCION NO HOMOGENEA



- Agitadores diversos
 - Inyección del trazador
 - Marcador columna
- Soluciones

- CONVECCION TERMICA

- DIFERENCIA DE DENSIDAD

a) T^a = Acuífero (+ ó -)

b) Trazador de densidad agua sondeo

El uso de trazadores a partir de soluciones salinas debe hacerse considerando las posibles diferencias de densidad que van a producirse → pueden dificultar la mezcla

- Soluciones salinas Cl^- ojo!!
 Br^-

- Ideal: → Colorimetría

→ trazadores radioactivas → poca cantidad

→ medidas fáciles y de calidad

I - 132

Br - 82

- DIFUSION MOLECULAR

Cuando V es muy pequeña

$$(V < 0.3 \text{ m/d})$$

Solución

a la velocidad calculada deberá restarse:

$$v_d = \frac{\pi D_m}{\alpha r_f}$$

ex: $\alpha = 2$, $r_f = 0.05 \text{ m}$, $D_m = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{d}$

$$\underline{v_d = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/d}}$$

TECNICAS APLICABLES

	COSTES	IMPLEMENT.	RESULTADOS
AISLAR TRAMOS DE INTERES	C	M, D	B
DEFINIR TRAZADOR ADECUADO	B		R
Solución salina radiactivo, otros	C		B
HOMOGENEIZAR CONCENTRACION			
USO DE FLOWMETER	C	D	B, R
MARCADOR COLUMNA	B	F	R, M

C = CARO D = DIFICIL B = BUENO
B = BARATO F = FACIL R = REGULAR
M = MEDIO M = MALO

EJEMPLO Método Español (Marcado columna) (A-Plata)

- Método simple y económico para obtener información de los flujos a lo largo de Todo el sondeo

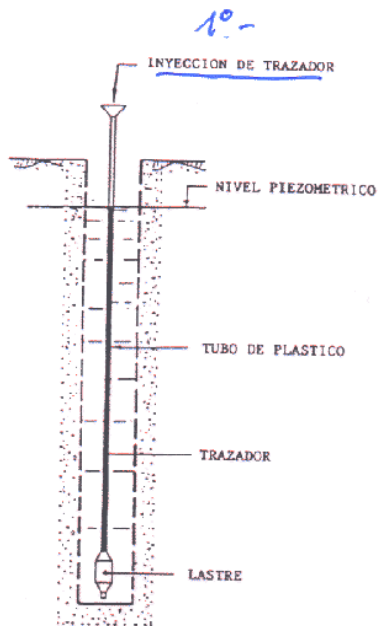


Figura 6. Esquema del procedimiento para marcado de toda la columna de agua.

METODO ESPAÑOL: (ANTONIO PLATA)

0° PREPARACIÓN TRAZADOR

← 1°

2° EXTRACCION MANGUERA
TRAZADOR LIBERADO Y
AGITADO

3° MEDIDAS PERIODICAS
MEDIANTE UN BARRIDO EN
TODA LA COLUMNA

VENTAJAS

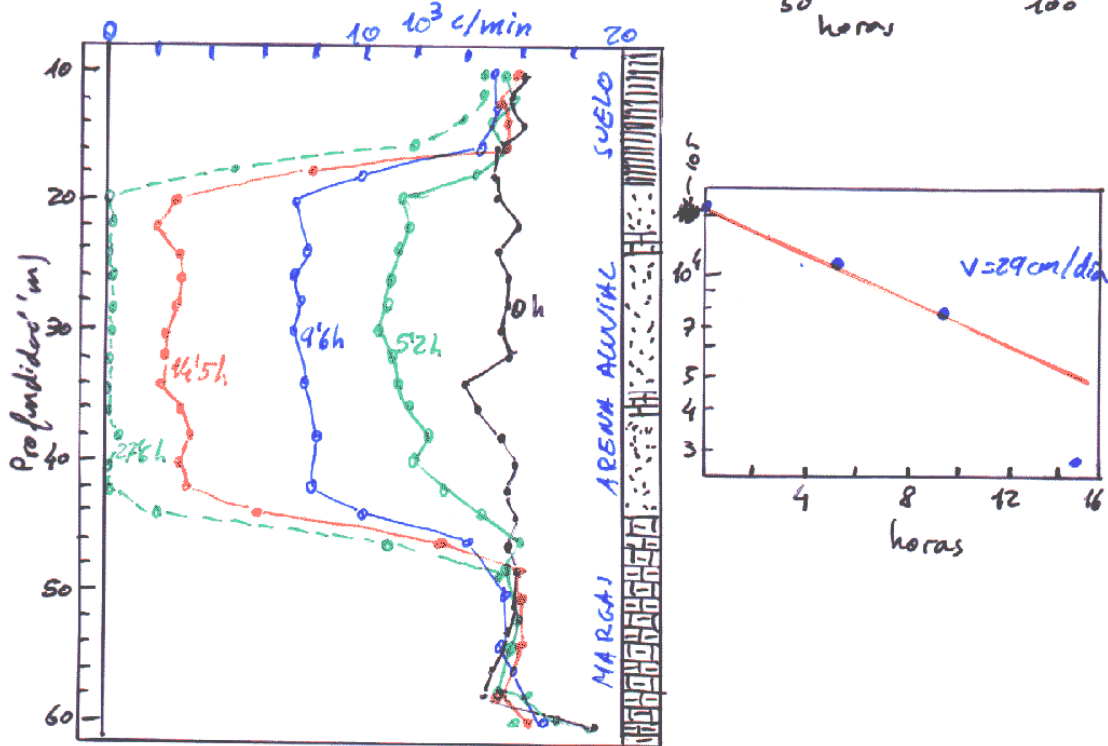
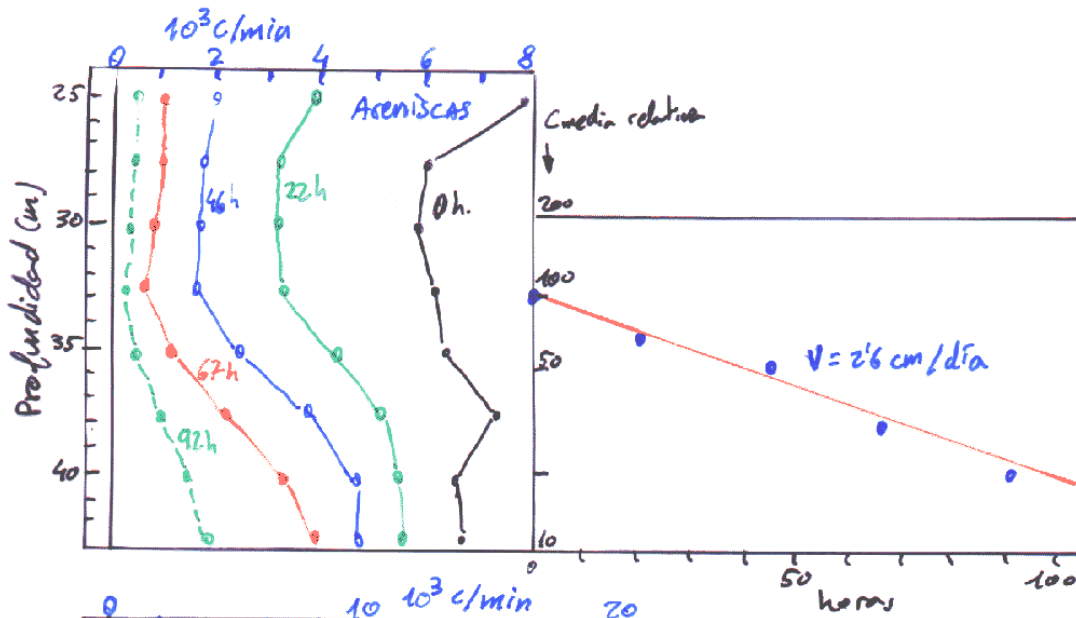
- A) VERSATILIDAD
- B) SENCILLEZ DE EJECUCION
- C) RESULTADOS INMEDIATOS Y EN TODO EL
PIEZOMETRO
- D) BAJO COSTE

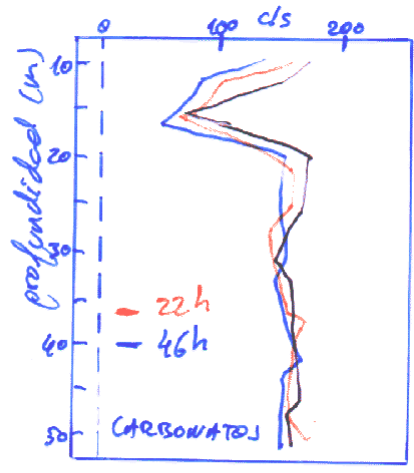
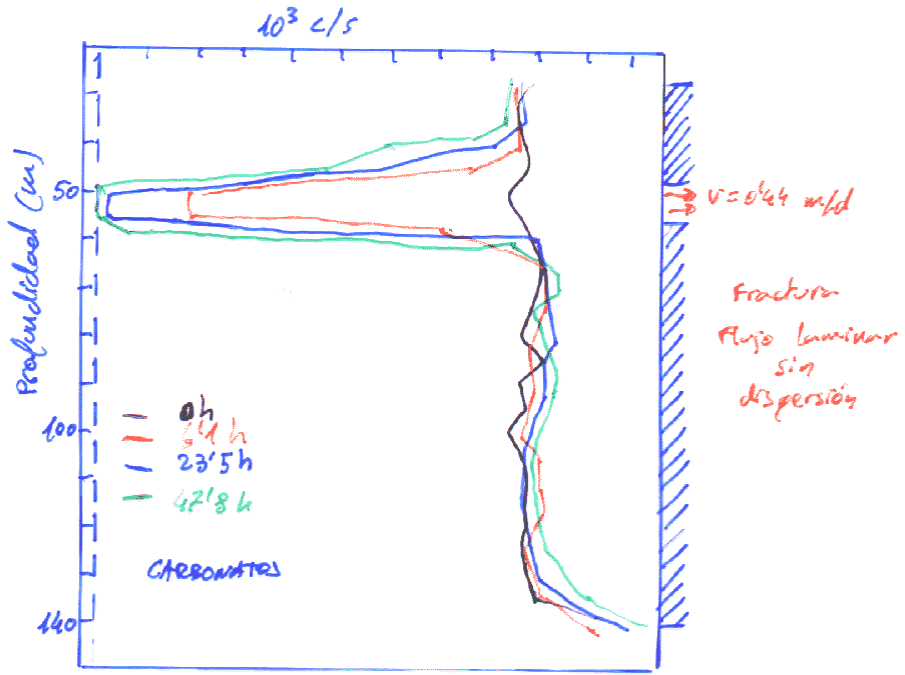
DESVENTAJAS

- A) PERMITE CALCULAR VELOCIDAD DEL FLUJO
HORIZONTAL. SI NO HAY FLUJOS VERTICALES
- B) HAY QUE TENER " MAÑA "

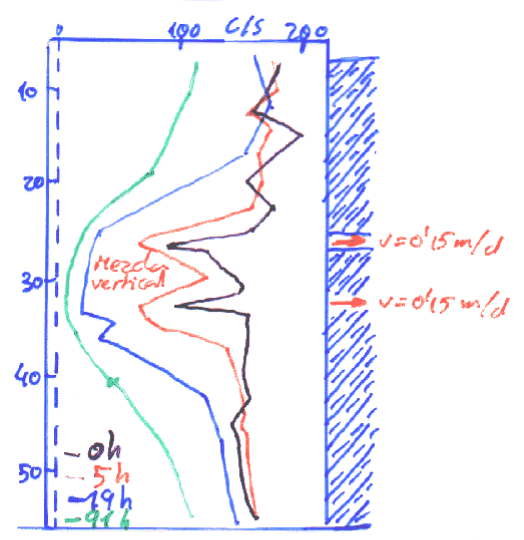
EJEMPLOS

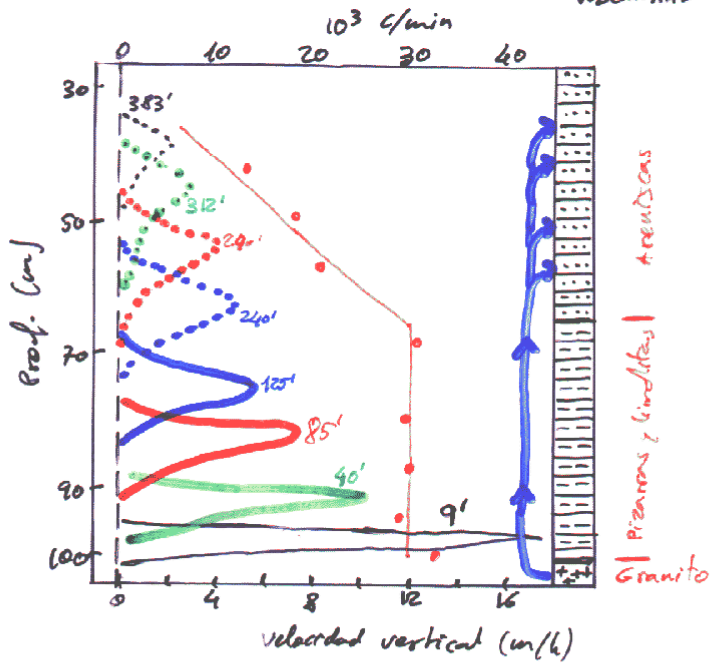
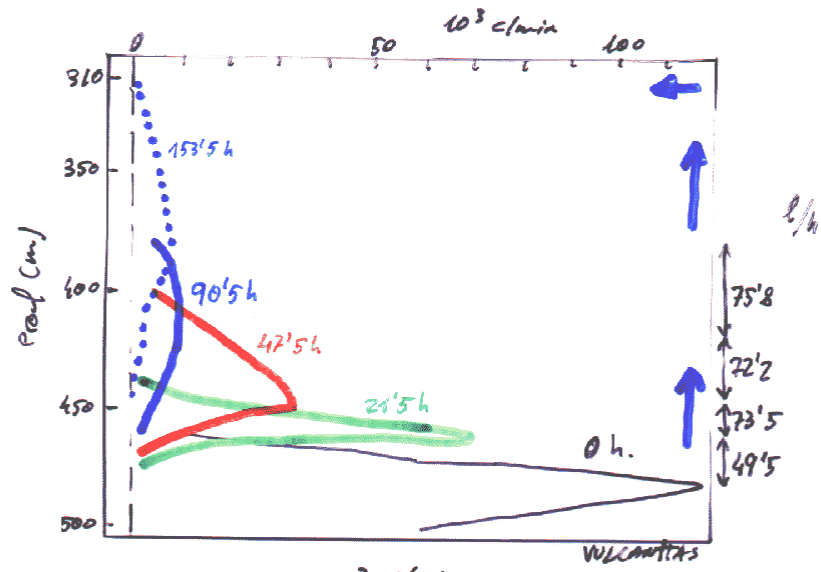
14:





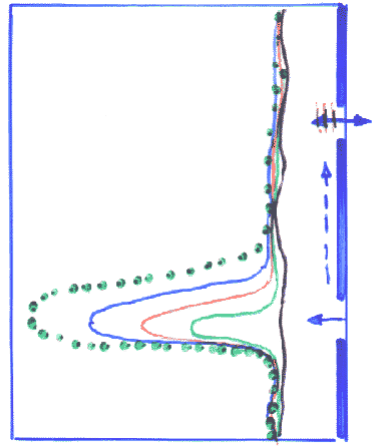
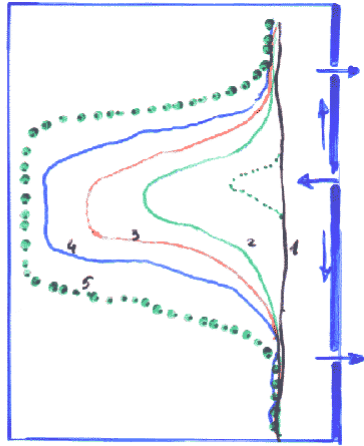
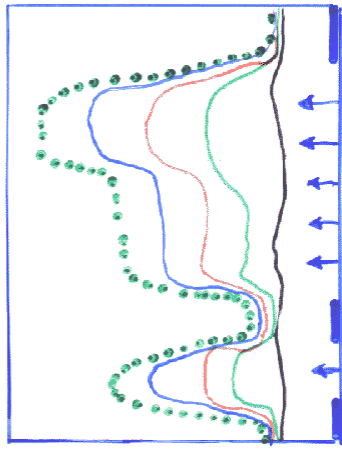
avida sin flujo





CONCENTRACION

Profundidad (m)



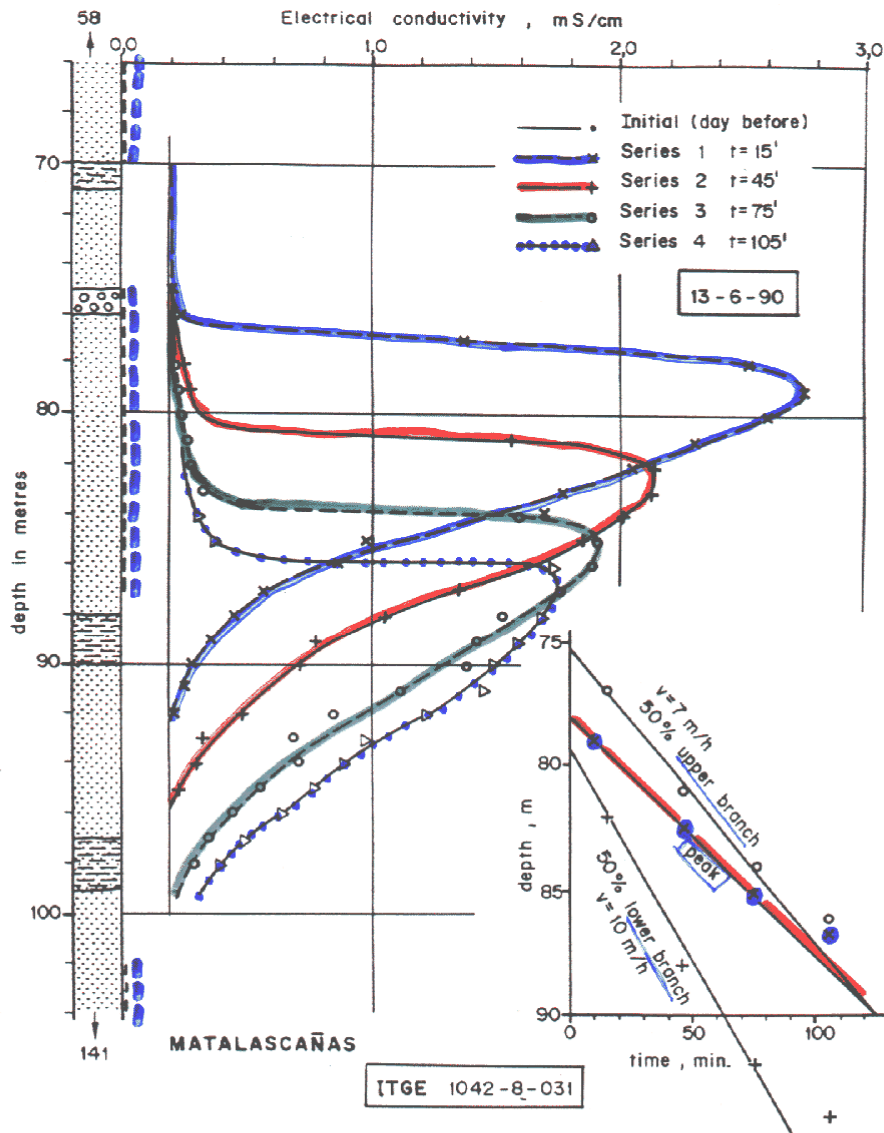


Fig. 10.- Determinación de los flujos verticales en un sondeo de control en Matalascañas (Doñana). Se indica la litología (punteado: arenas; círculos: gravas; rayado y punteado: limos y arcillas) y la posición de las rejillas (trazos discontinuos). La explotación en la zona para abastecimiento crea diferencias de niveles que se suman a los existentes naturalmente a diferentes profundidades a consecuencia del flujo del agua subterránea. Como trazador se ha utilizado agua marina (según Custodio, 1992).

DOÑANA

192

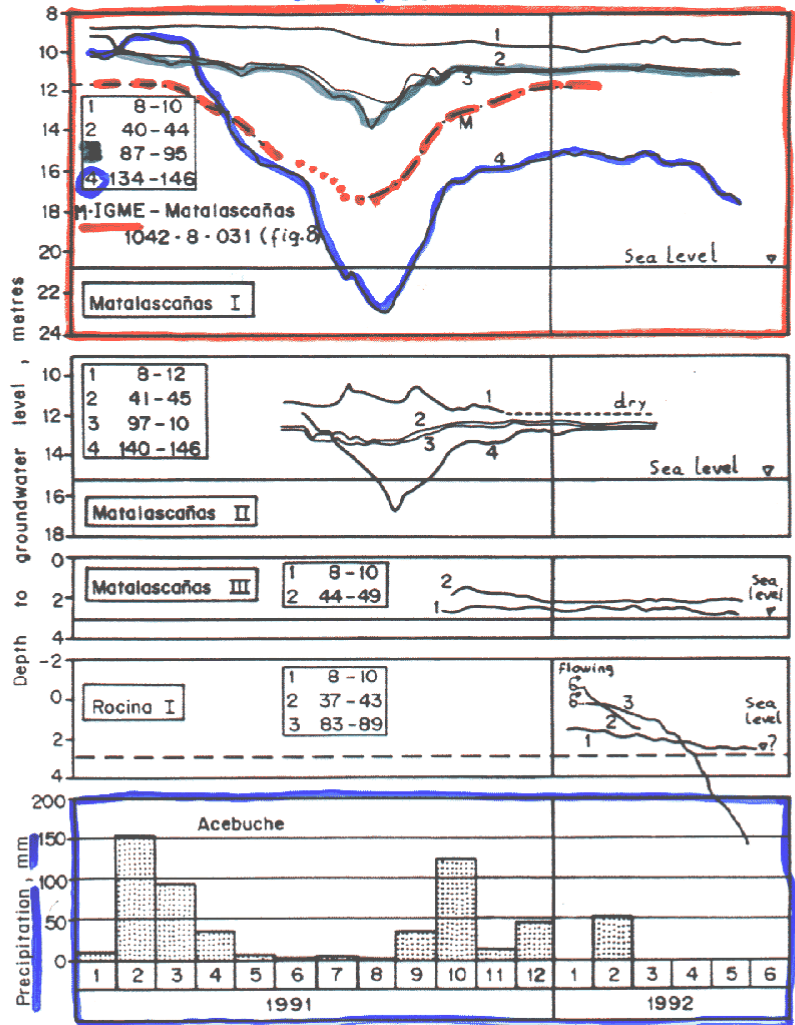


Fig. 11.- Evolución de niveles piezométricos en el área de Matalascañas (Doñana) y en el arroyo de La Rocina según los datos medidos por el Servicio Geológico del MOPT en los sondeos múltiples que se están construyendo para la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (según Custodio, 1992). Cada recuadro indica el número de sondeo de una misma localidad y la profundidad de los extremos de la rejilla, en metros. Existen notables diferencias de nivel a lo largo de la vertical a causa del flujo natural del agua subterránea, alterado por la explotación de abastecimiento (Matalascañas) y de regadio agrícola (La Rocina). M es el sondeo de la figura 10, en el que a causa de tener rejillas a diferentes profundidades, se mide un nivel medio que no es representativo de ninguna de las posiciones en profundidad, aunque indica la tendencia general.

LOFRENTES

20i

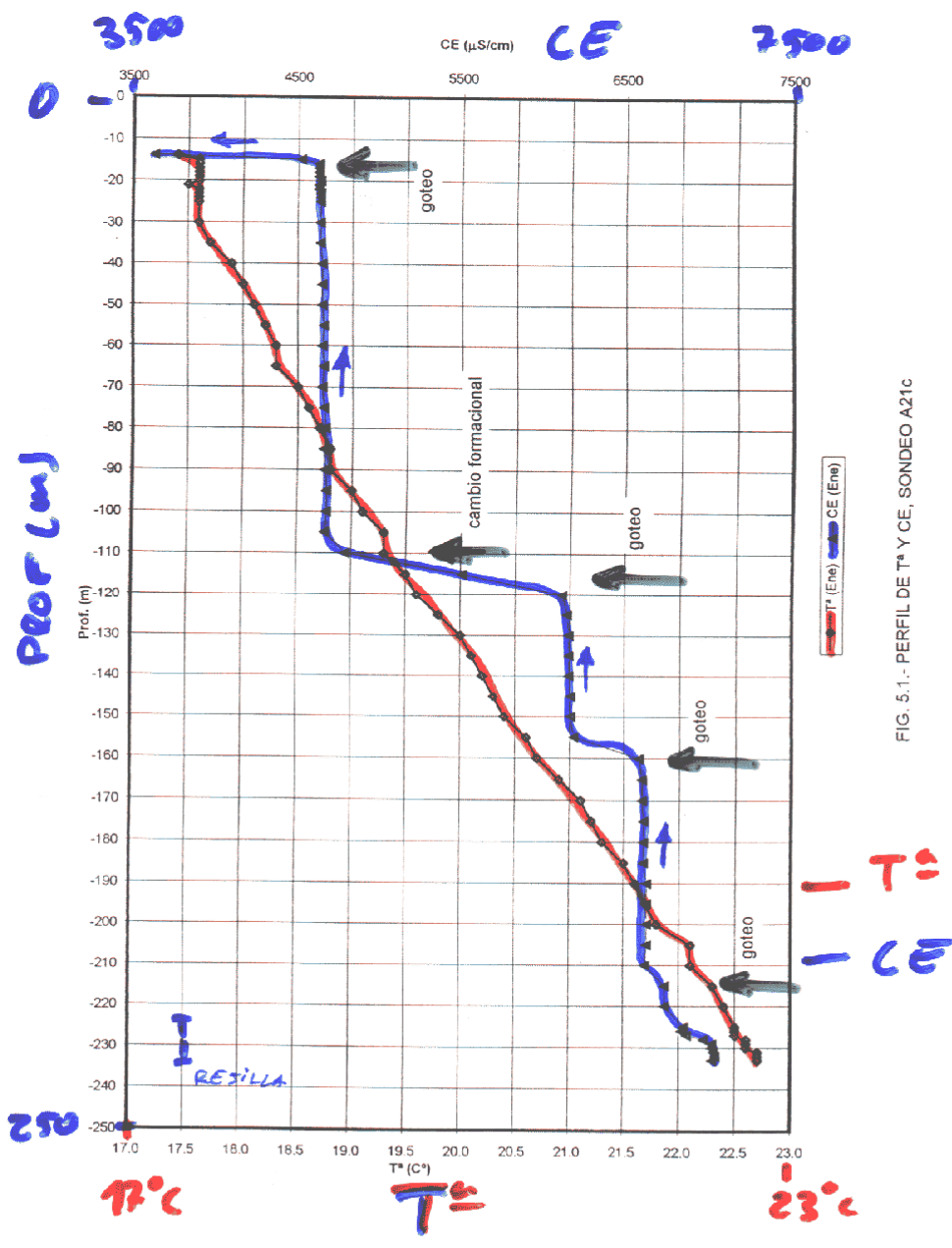


FIG. 5.1.- PERFIL DE T^o Y CE, SONDEO A21C