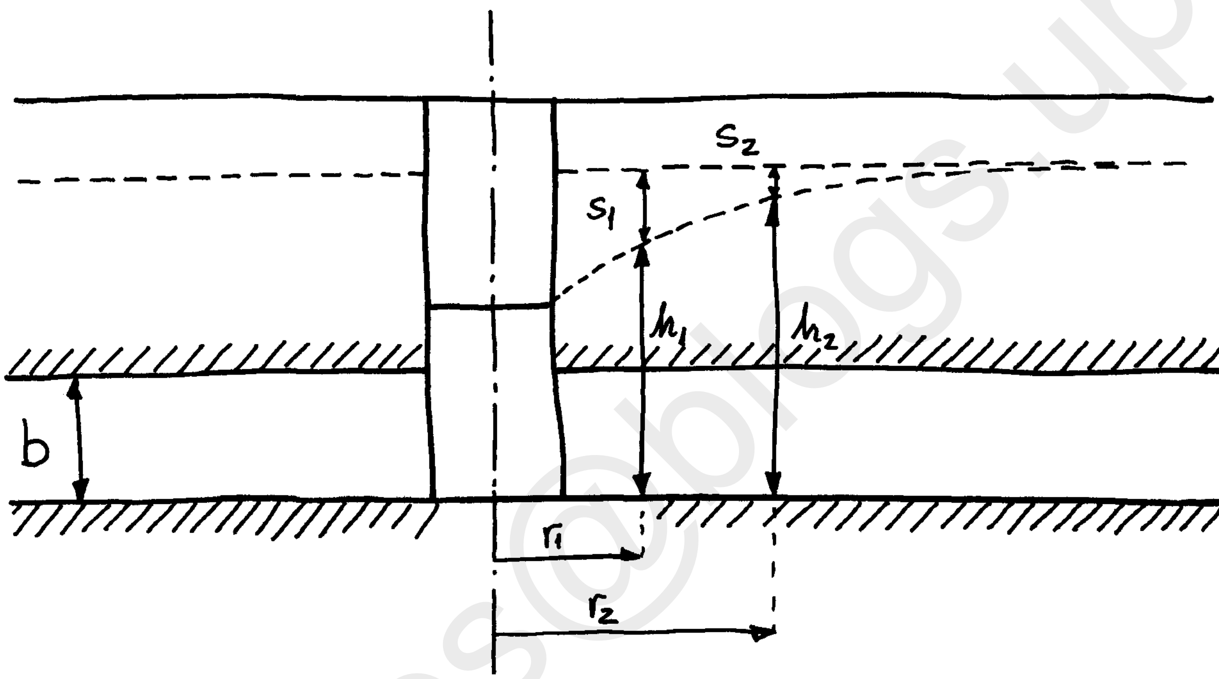
RÉGIMEN PERMANENTE EN ACUÍFERO CONFINADO

__Hipótesis:__ Acuífero confinado homogéneo, isótropo, infinito, sin recargas verticales, en régimen permanente y flujo bidimensional



Aplicando la Ley de Darcy : $Q = K \cdot A \cdot i \Rightarrow$

$$Q = 2\pi r b K \frac{dh}{dr} \Rightarrow \frac{dr}{r} = \frac{2\pi b K}{Q} \cdot dh \Rightarrow$$

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{2\pi b K}{Q} \int_{h_1}^{h_2} dh \Rightarrow \ln r_2 - \ln r_1 = \frac{2\pi T}{Q} (h_2 - h_1)$$

llamamos $T = K \cdot b$ transmisividad

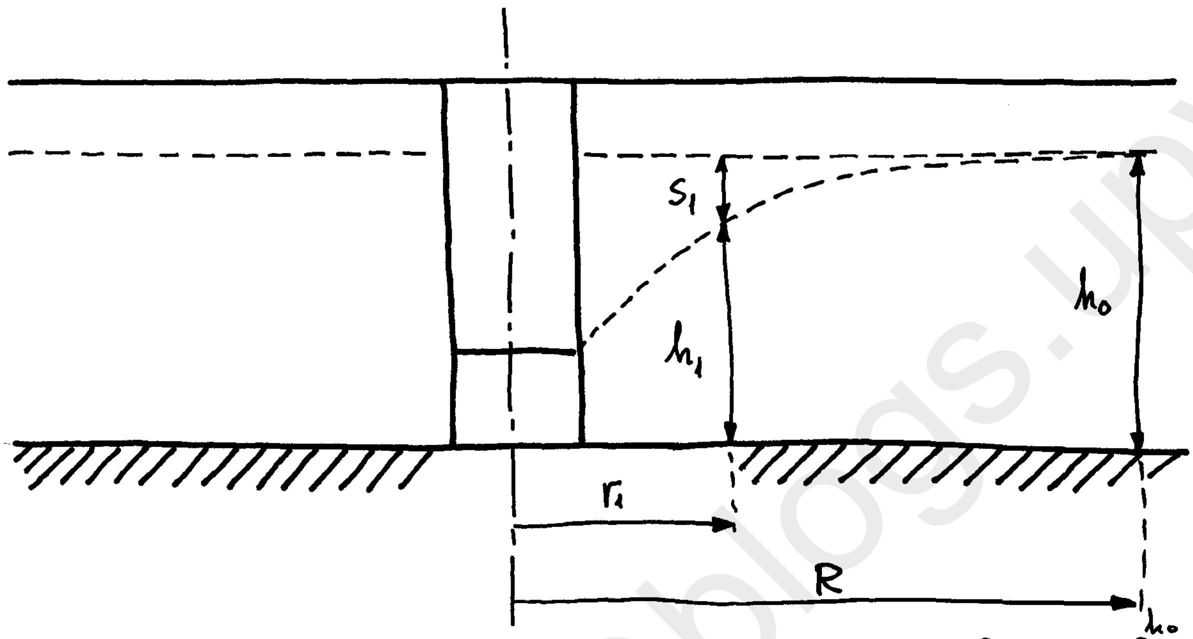
$$\boxed{s_1 - s_2 = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

Fórmula de Dupuit-Thiem

RÉGIMEN PERMANENTE EN ACUIFERO LIBRE

Diferencias respecto al acuífero confinado:

* El flujo no es estrictamente horizontal



$$Q = 2\pi r h K \frac{dh}{dr} \Rightarrow \frac{dr}{r} = \frac{2\pi h K}{Q} dh \Rightarrow \int_{r_1}^{R} \frac{dr}{r} = \int_{h_1}^{h_0} \frac{2\pi K}{Q} h\, dh$$

$$\boxed{\ln \frac{R}{r_1} = \frac{\pi K}{Q}\left(h_0^2 - h_1^2\right)}$$

si $s_1 < 0{,}10 h_0$
$\Downarrow$
$(h_0 + h_1) \simeq 2h_0$ $\Rightarrow$ $\boxed{s_1 - s_2 = \frac{Q}{2\pi K h_0} \ln \frac{r_2}{r_1}}$

Veamos la corrección de Jacobs (1969):

$$\left(h_0^2 - h_1^2\right) = (h_0 - h_1)(h_0 + h_1) = (h_0 - h_1)(2h_0 - h_0 + h_1) = s_1(2h_0 - s_1)$$

por tanto,

$$\ln \frac{R}{r_1} = \frac{\pi K}{Q} s_1 (2h_0 - s_1) = \frac{2\pi K h_0}{Q}\left(s_1 - \frac{s_1^2}{2h_0}\right)$$

llamando "descenso corregido" a $s_c = s_1 - \frac{s_1^2}{2h_0}$, entonces

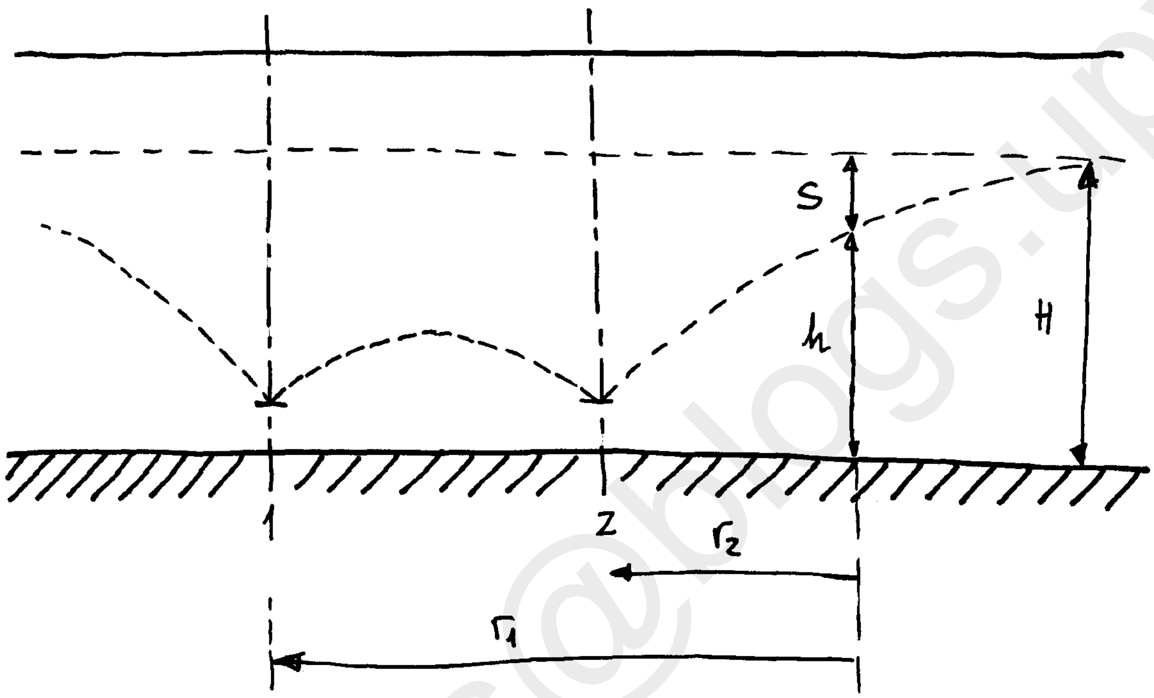
$$\boxed{s_c = \frac{Q}{2\pi K h_0} \cdot \ln \frac{R}{r_1}}$$

$R \rightarrow$ "radio de influencia"

DESCENSO PROVOCADO POR VARIOS POZOS

Se considera que el descenso es la suma de descensos

$$s = \sum_{i=1}^{n} s_i$$



por tanto,

$$\left(H^2 - h^2\right) = \sum_{i=1}^{n} \left(H^2 - h_i^2\right) = \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{\pi K} \cdot \ln \frac{R}{r_i}$$

si $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$

$$\boxed{\left(H^2 - h^2\right) = \frac{Q}{\pi K} \left(n \ln R - \left(\ln r_1 + \ln r_2 + \dots + \ln r_n\right)\right)}$$

suponiendo que los pozos se encuentran en un círculo, $r_1 = r_2 = \dots = r_n = r$

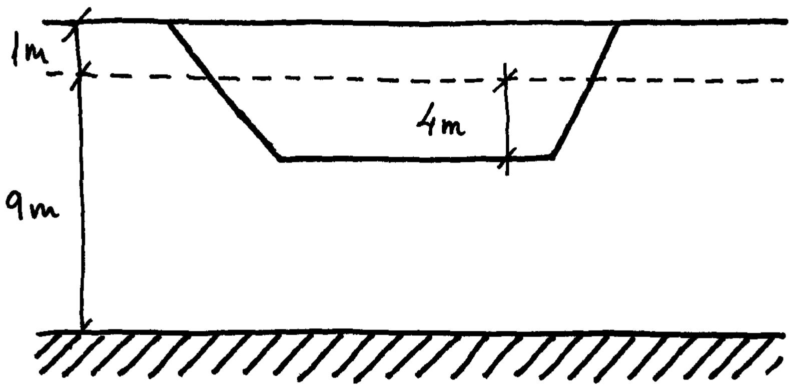
entonces

$$\boxed{\left(H^2 - h^2\right) = \frac{nQ}{\pi K} \left(\ln R - \ln r\right)}$$

que sería la expresión para un "pozo equivalente".

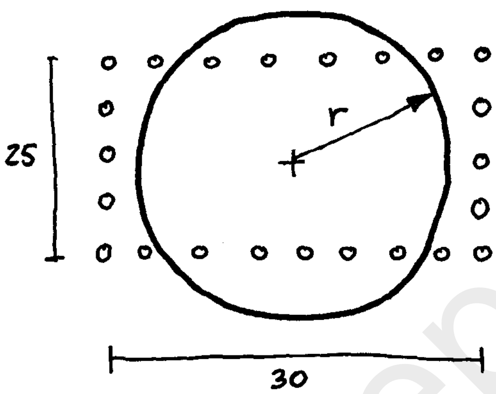
PROBLEMA

Se quiere realizar una excavación de 30 m de largo, 25 m de ancho y 5 m de profundidad, sobre un acuífero libre. $K = 0'002\ m/s$. Determinar el número de pozos necesarios.



Cada pozo tendrá un diámetro de 200 mm y una altura mojada de 3'6 m

Utilizaremos el procedimiento de "pozo equivalente". Es un pozo circular, de área igual a la planta del recinto a agotar



$$25 \times 30 = \pi \cdot r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{25 \times 30}{\pi}} = 15'45\ m$$

Ahora hay que calcular el radio de influencia del pozo equivalente.

La fórmula empírica de Sichardt (1923) dice que

$$\boxed{R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{K}}$$ (longitudes en m y K en m/s)

en cuyo caso $R = 3000 \cdot 4 \sqrt{0{,}002} = 536'66\ m$

Sin embargo, esta fórmula se aplica a pozos verdaderos, de radio de pocos metros y profundidad mayor que el diámetro.

Por tanto, se recomienda usar como radio de influencia el valor R_0

$$R_0 = \sqrt{R^2 + r^2}$$

así, $R_0 = \sqrt{536'60^2 + 15'45^2} = 536'88 \text{ m}$

Aplicando la fórmula del régimen permanente en acuífero libre,

$$9^2 - 5^2 = \frac{nQ}{\pi \cdot 0'002} \cdot \ln \frac{536'88}{15'45} \Rightarrow nQ = 0'10 \text{ m}^3/\text{s}$$

este caudal deberá ser evacuado por los "n" pozos perimetrales

Ahora se debe comprobar que ese caudal puede ser captado por el pozo en buenas condiciones (velocidad del agua no excesiva, sin arrastres, cavitaciones, sin turbulencias, etc., de forma que se cumpla la ley de Darcy).

Se emplea otra fórmula de Sichardt:

$$\boxed{Q = 2\pi \cdot r_0 h_0 \frac{\sqrt{K}}{15}}$$

donde r_0 = radio del pozo;
h_0 = altura mojada del pozo

longitudes en m y tiempos en segundos.

luego $Q = 2\pi \cdot 0'100 \cdot 3'6 \frac{\sqrt{0'002}}{15} = 0'0067 \text{ m}^3/\text{s} = 6'7 \text{ l/s}$

Además, el espaciamiento mínimo entre pozos, según Sichardt tiene que ser $10 \cdot r_0 \cdot \pi = 10 \cdot 0'100 \cdot \pi = 3'14 \text{ m}$

Por tanto, $n = \frac{0'10}{0'0067} = 14'83 \rightarrow 15$ pozos ,

$$\text{espaciamiento} = \frac{2 \times 30 + 2 \times 25}{15} = 7'33 \text{ m cumple.}$$

A efectos de seguridad, incrementamos en un 33% el número de pozos necesarios: $15 + 5 =$ <u>20 pozos</u>, separados <u>5'50 m</u>