

# EXAMEN de DISEÑO HIDROLÓGICO

Febrero 2023

## 1. (12 puntos)

- Explicar qué es una curva de aforo y para qué se utiliza.
- Describir brevemente el procedimiento de ajuste de una curva de aforo a partir de una serie de observaciones de nivel y caudal. Explicitar la forma funcional que se utiliza habitualmente para este ajuste.

## 2. (12 puntos)

Describe brevemente los principales aspectos a definir en el diseño de un embalse de riego, haciendo énfasis en los análisis hidrológicos a considerar y mencionando los datos y métodos de cálculo necesarios para el diseño.

## 3. (14 puntos)

- Explicar la estimación del caudal ambiental para las obras de embalses en cursos de agua permanentes según la determinación provisoria contemplada en el Decreto 368/018 para Uruguay.
- Estime el caudal ambiental para el mes de enero (expresado en  $m^3/s$ ) según el Decreto 368/018, a partir de la curva de permanencia de caudales mensuales de enero que surge de la siguiente serie de volúmenes de escurrimiento de aporte a un embalse para riego obtenidos mediante el modelo de Temez, correspondientes al mes de enero y expresados en miles de  $m^3$ .

<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
97,7	369,3	141,2	3518,8	130,6	147,5	110,2	498,2	7,2
<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
1,2	186,6	165,2	172,6	204,6	128,8	31,0	73,4	3036,1
<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>		
3068,4	50,7	2742,2	400,9	1856,6	155,3	31,1		

$$R: Q_{60} = (130.6+141.2)/2 \times 1000 / (3600 \times 24 \times 31) = 0,051 \text{ m}^3/\text{s}$$

- ¿Qué podría decir sobre el caudal diario con igual permanencia en los días de enero? Justifique.

## 4. (10 puntos)

Definir qué se entiende por "Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)" y mencionar por lo menos tres de sus objetivos específicos.

# EXAMEN de DISEÑO HIDROLÓGICO

Febrero 2023

## 5. (12 puntos)

En un sitio dado, se observaron en 30 años un total de 190 eventos diarios de precipitación que superaron los  $u=30$  mm/día. Los mismos se modelan adecuadamente por una distribución Pareto generalizada (GP) con parámetro de posición  $u$ , parámetro de escala  $s=25$  mm/día y parámetro de forma nulo. Calcular la precipitación diaria con período de retorno 80 años.

Se recuerda que la expresión de la distribución de Pareto generalizada es la siguiente:

$$F(x) = Prob(X < x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{k}{s}(x - u)\right)^{-\frac{1}{k}} & \text{si } k \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x - u}{s}\right) & \text{si } k = 0 \end{cases}$$

R:  $Prob(X \geq x) = 1 - Prob(X < x) = 1 - \left(1 - \exp\left(-\frac{x-u}{s}\right)\right) = \exp\left(-\frac{x-30}{25}\right)$

$$p = \frac{1}{190/30 \cdot 80} = 0,00197$$

$$x = 30 - 25 \cdot \ln(p) = 185,7 \text{ mm}$$

## 6. (20 puntos)

- Defina conductividad hidráulica y determine el caudal que circula por unidad de longitud a través del acuífero si el espesor saturado es de unos 30 metros y la conductividad hidráulica de unos 50 m/d. Considere la distancia entre curvas piezométricas de unos 500 m.
- Si un contaminante ingresara en la zona de recarga. Determine el tiempo que le llevaría al mismo llegar a la zona de descarga que se encuentra 50 km aguas abajo. La porosidad del acuífero se puede suponer de 0.35 y la porosidad eficaz de 0.15.

R: Para determinar el tiempo de viaje de un contaminante, se debe emplear la velocidad real como:  $v=k \cdot i/n=1.33\text{m/d}$ . Por lo que el tiempo de recorrido será de  $t=L/v=102$  años.

## 7. (20 puntos)

En un pozo situado en un acuífero libre de 40 m de espesor saturado se ha realizados un ensayo de bombeo a caudal constante de 8 l/s habiéndose alcanzado el régimen permanente. En el ensayo se han medido los descensos en el pozo de bombeo y en tres puntos de observación, obteniéndose los siguientes resultados.

Piezómetro de observación	Distancia al pozo de bombeo (m)	Descenso medido (m)
P1	15	2.1
P2	30	1.7
P3	70	1.35

- Calcular los parámetros hidrogeológicos del acuífero (T, K y Radio de influencia).
- En el pozo de bombeo el descenso medido fue de 5.3 m. Sabiendo que el radio del pozo es de 0.4m, calcular el descenso teórico y las pérdidas de carga producto del bombeo. Calcular la eficiencia del pozo para el caudal bombeado.

# EXAMEN de DISEÑO HIDROLÓGICO

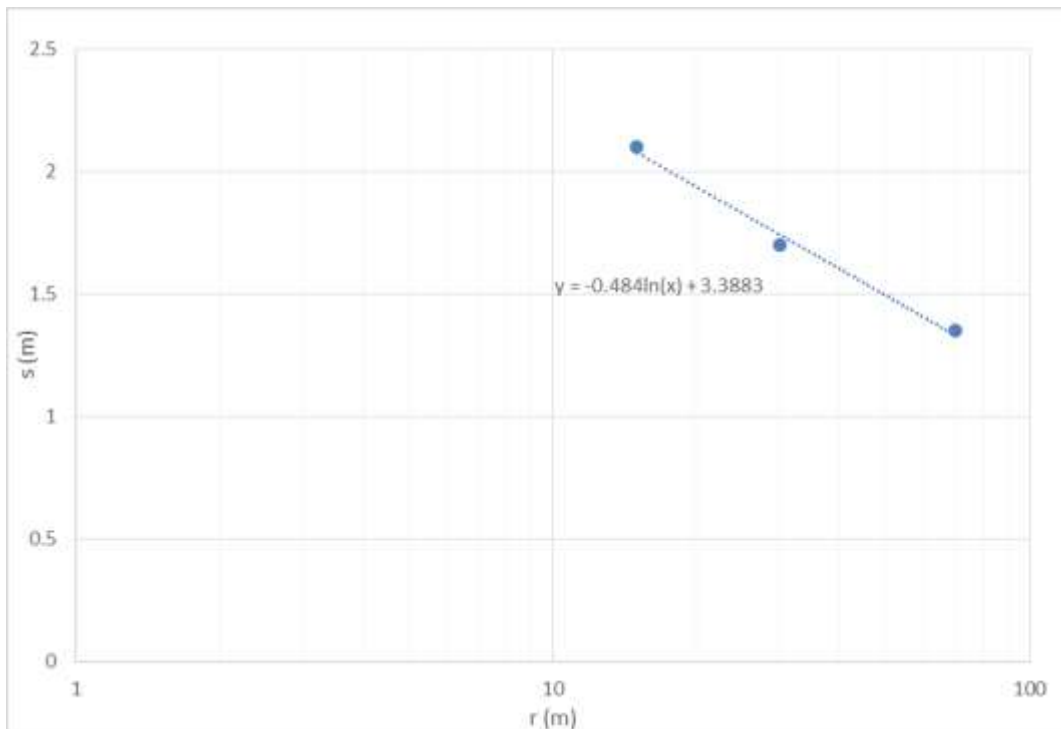
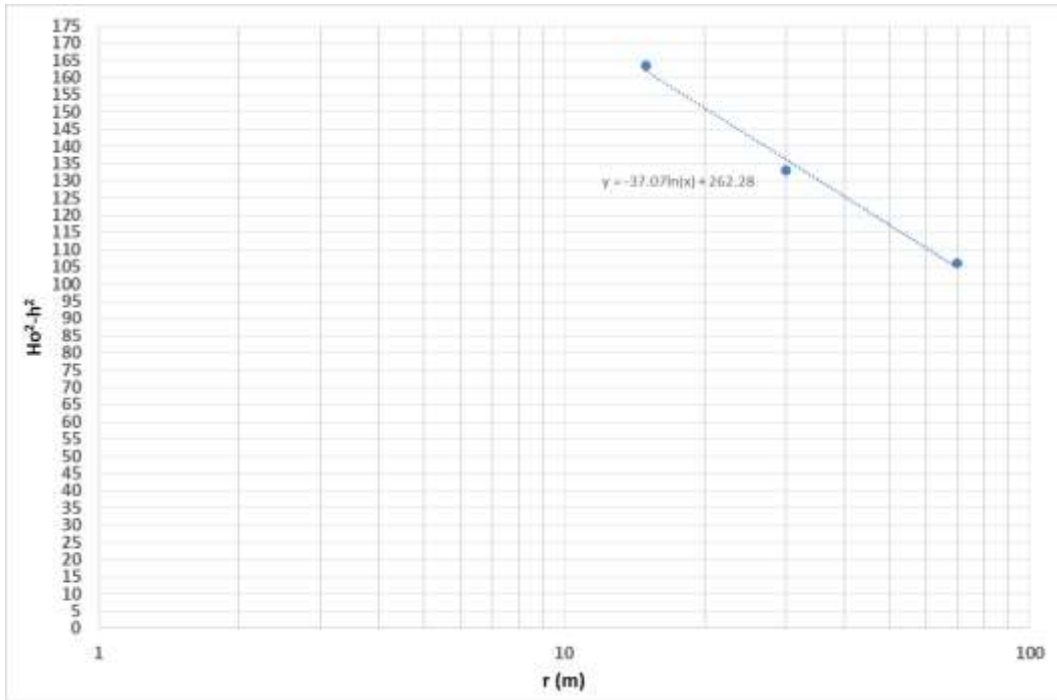
Febrero 2023

R:

- a) Dado que el acuífero es libre se puede resolver empleando Dupuit ( $H_0^2 - H^2 = \frac{Q}{\pi K} \ln\left(\frac{R}{r}\right)$ ) o como los descensos son pequeños respecto al espesor saturado, también se puede resolver como un acuífero cautivo mediante Thiem ( $s = \frac{Q}{\pi K} \ln\left(\frac{R}{r}\right)$ ).

**Se muestran las dos posibles formas de resolver el ejercicio.**

El primer gráfico es el correspondiente a Dupuit y el segundo a Thiem.



# EXAMEN de DISEÑO HIDROLÓGICO

Febrero 2023

A partir de la pendiente y del término independiente del gráfico se pueden obtener los parámetros solicitados.

Dupuit:  $T=237 \text{ m}^2/\text{d}$ ,  $K=5.9 \text{ m/d}$  y  $R=1183 \text{ m}$

Thiem:  $T=227 \text{ m}^2/\text{d}$   $K=5.7 \text{ m/d}$  y  $R=1097 \text{ m}$

b) El descenso medido en el pozo fue de 5.3m.

El descenso teórico obtenido mediante Dupuit es de 3.9 m y mediante Thiem es de 3.8 m. Por lo tanto las pérdidas de carga como la diferencia entre el descenso teórico y real en el pozo son de 1.41 m y 1.47 m respectivamente. La eficiencia como  $Steo/Sreal$  es de 73 % y 72 % respectivamente.