



Laboratorio  
de Hidráulica  
Ing. David  
Hernández Huéramo



## NOMBRE DE LA PRÁCTICA

### ABATIMIENTO LOCAL DEL NIVEL FREÁTICO

#### OBJETIVO (S)

Una vez desarrollada la práctica, orientada a visualizar, medir y comprender, el alumno será capaz de:

1. Comprender el fenómeno de extracción de agua de un pozo profundo perforado en un acuífero.
2. Observar las condiciones de contorno y las condiciones iniciales del medio poroso utilizado en la práctica.
3. Aplicar las ecuaciones que definen el abatimiento local en un pozo.

#### ENCUADRE TEÓRICO

##### Hidráulica de Pozos

La hidráulica de pozos proporciona las bases teóricas para la interpretación y entendimiento de las fluctuaciones de los niveles freáticos y/o piezométricos.

Mecanismos de flujo hacia un pozo. Cuando se bombea en un pozo el nivel piezométrico y/o freático del acuífero se abate en sus alrededores. El abatimiento provocado es máximo dentro del pozo de bombeo y decrece a medida en que la distancia al pozo se incrementa, hasta ser prácticamente nulo, como se puede observar en la Figura 2.1:

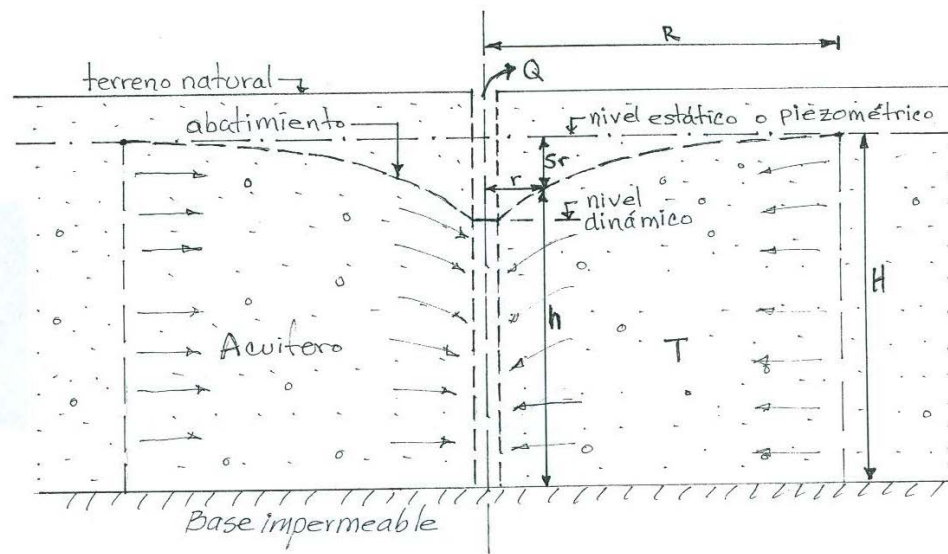


Figura 2.1 Cono de abatimiento

La ecuación de Thiem (1906) para un acuífero confinado en régimen permanente es:

$$S_r = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r}$$

Donde:

$S_T$  = Descenso en el nivel piezométrico a una distancia  $r$  del pozo [m]

$T$  = Transmisividad del acuífero [cm/s]

$R$  = Radio de influencia. [m<sup>2</sup>]

### Transmisividad del acuífero

La transmisividad del acuífero ( $T$ ) es el gasto (caudal) de agua que pasa por una sección de acuífero de base unitaria cuya altura es el espesor saturado del mismo. Dicho de otra manera: la transmisividad es igual a la conductividad hidráulica por el espesor saturado del acuífero.

$$T = K * b$$

Esta ecuación nos permite obtener el descenso ( $S_r$ ) que produciría la extracción de un determinado gasto ( $Q$ ) a una distancia ( $r$ ) del pozo. Dicho de otra manera, proporciona la ecuación del cono de abatimiento, también llamado cono de bombeo, producido por la extracción de un determinado gasto en un pozo.

Como la influencia del pozo es la misma en cualquier dirección, el abatimiento toma la forma de un cono cuya extensión depende de las características hidráulicas del acuífero y de la magnitud y duración del bombeo. Conforme el agua se va acercando al pozo su velocidad aumenta ya que esta es proporcional al gradiente hidráulico.

Si no hay recarga vertical el área de influencia se va expandiendo conforme se continua con el bombeo hasta que en un momento se estabiliza ya que los abatimientos se vuelven más pequeños y abarcan una mayor superficie. En estas condiciones se dice que el flujo se ha establecido.

### Conductividad Hidráulica

La conductividad hidráulica, también conocido como coeficiente de permeabilidad ( $K$ ), se define como el gasto o caudal que pasa a través de una superficie unitaria de acuífero bajo un gradiente hidráulico unitario. De acuerdo con la ley de Darcy el flujo en un medio permeable es proporcional al área y al gradiente hidráulico, es decir:

$$Q = K * A * i$$

Donde:

$Q$  = Gasto (caudal) circulante [ $m^3/s$ ]

$K_p$  = Coeficiente de permeabilidad (constante de proporcionalidad) [ $cm/s$ ]

$i$  = Gradiente hidráulico; representa la pérdida de energía por unidad de longitud. Es decir; la pérdida de energía que experimenta el agua subterránea al circular a través del medio poroso [adimensional, de acuerdo al experimento de Darcy]

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

$A$  = Área hidráulica de la sección transversal [ $m^2$ ]

### Aplicaciones

- Diseño de pozos. Perforación y equipamiento.
- Obtención de la curva característica para la selección del equipo de bombeo
- Determinar las propiedades hidráulicas del acuífero.
- Hacer un pronóstico de comportamiento del pozo bajo situaciones diversas.

### EQUIPO O DISPOSITIVO

Aparato de permeabilidad

### MATERIALES

- Estrato de arena 30 cm en el banco de permeabilidad
- Regla graduada o flexómetro
- Cronómetro
- Probeta graduada de 1000 ml de capacidad

### PROCEDIMIENTO

La práctica se desarrollará en una etapa, acorde con la siguiente secuencia de pasos;

#### Etapa I.

1. Colocar un estrato de arena 30 cm en el banco de permeabilidad.
2. Ambos tubos de reborde deberán estar a la misma altura (26 cm).
3. Verificar que la válvula del sumidero este cerrada.
4. Conectar el equipo a la toma corriente de 110 v.
5. Arrancar la bomba con el variador de velocidad en ceros y abrir lentamente.

6. Permitir que ambos tanques se llenen un poco arriba del labio de los tubos de reborde y que se mantenga constante la carga.
7. Verificar que los piezómetros estén funcionando correctamente. Es decir que no estén tapados con arena o burbujas de aire.
8. Trazar sobre el cristal, con marcador de agua, el pozo profundo.
9. Abrir lentamente la válvula de sumidero y solicitar a los alumnos que observen el abatimiento del nivel freático alrededor del pozo.
10. Se procede a “transportar” las lecturas de los manómetros (columna  $h_i$ ) teniendo en cuenta su distancia respecto del origen (columna  $x$ ) sobre el cristal del depósito utilizando un flexómetro y un marcador de agua, en la Tabla 2.2, estas lecturas serán de la parte izquierda, por analogía serán los mismos valores hacia la derecha.
11. Sobre el cristal se unirán con una línea continua los puntos transportados. La cual se define como línea superior de saturación.
12. Al mismo tiempo un par de alumnos realizaran una medición volumétrica de gasto, el registro de los datos obtenidos se anotará en la Tabla 2.1.

**REGISTRO DE MEDICIONES**

**Tabla 2.1**

<i>Carga</i>	(1) $h_0$ No.____ (cm)	(2) $h_1$ No.____ (cm)	(3) $\forall$ (ml)	(4) $t$ (s)	(5) $Q$ (cm <sup>3</sup> /s)	(6) $\bar{Q}$ (cm <sup>3</sup> /s)	(7) $\Delta h^2$ (cm <sup>2</sup> )	(8) $d$ (cm)	(9) $A$ (cm <sup>2</sup> )	(10) $i$ (adimensional)	(11) $k_p$ (m/s)
1											
2											
3											

Nota 1: Las unidades no son estándar, pero se trabajan como se muestra para facilitar su uso en las ecuaciones indicadas por la literatura.

Nota 2: Considere las siguientes expresiones, las cuales corresponden al modelo utilizado en la práctica, para calcular el coeficiente de permeabilidad.

$$\Delta h^2 = h_0^2 - h_i^2$$

$$A = 13 \left( \frac{h_0 + h_1}{2} \right)$$

$$i = \frac{h_0 - h_1}{d}$$

**Tabla 2.2** Perfil de la superficie libre de saturación

<i>Piezómetro No</i>	(1) <i>x</i> (cm)	(2) <i>h<sub>i</sub></i> (cm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

**ACTIVIDADES**

- Trace el Cono de abatimiento a partir de los datos anotados en la Tabla 2.2. La rama derecha trácela como espejo de la rama izquierda.
- Señale sobre la ventana de visualización el Nivel Estático y el Nivel Dinámico del pozo.
- Pregunte a los alumnos donde colocarían tubería de ademe ranurado (liner) y donde tubo ciego.

## INSTRUCCIONES

1. Calcular el Coeficiente de permeabilidad  $K$
2. Dibuja la superficie libre de saturación a partir de los datos registrados en la Tabla 1.2
3. Colocar una fotografía o un croquis sencillo del aparato en su reporte
4. Anote los factores que permiten o limitan la extracción en un pozo profundo.
5. Redactar una Conclusión de la práctica.

Laboratorio de Hidráulica FIC\_UMSNH 2024