

**TUTORIAL 4**  
**Visual MODFLOW y MODPATH**  
**PERIMETROS DE PROTECCION DE POZOS**

**Objetivos**

Determinar perímetros de protección de pozos, en régimen permanente, utilizando el módulo MODPATH.

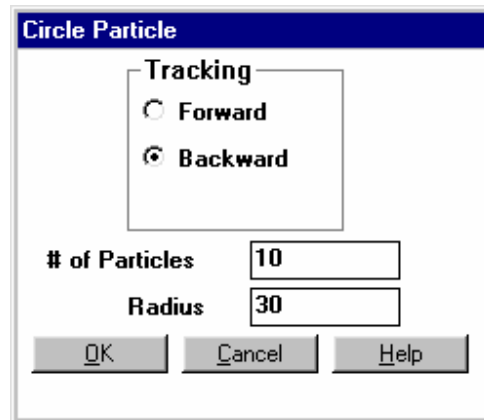
**Metodología**

- Construir una grilla de 3,000 metros de largo por 1,550 de ancho, con 60 columnas y 31 filas. Considere un estrato de 50 m de espesor.
- Utilizar una condición de carga o cabeza constante en el costado izquierdo ( $H = 45$  m) y en el costado derecho del modelo ( $H = 43,5$  m). Los costados superior e inferior no tienen condición de borde, lo que indica la existencia de una línea de flujo. Considere un tiempo máximo de un día (aunque la simulación es en régimen permanente).
- Asignar propiedades hidráulicas constantes en toda la malla:  
  
Conductividad Hidráulica,  $K = 0.0005$  m/s  
Coeficiente de almacenamiento,  $S_y = 0.15$  (Consideren  $S_s = 0$ )  
Porosidad efectiva,  $n_e = 0.08$  (igual a la porosidad total)
- Asignar un pozo de bombeo con las coordenadas (ubicación) y caudal de bombeo indicados en la Tabla 1. Tiempo de simulación 1 día (aunque la simulación es en régimen estacionario). Cribas ubicadas entre el fondo y el terreno (de 0 a 50 m).

**Tabla 1**  
**Ubicación y Caudal de Pozo de Bombeo**

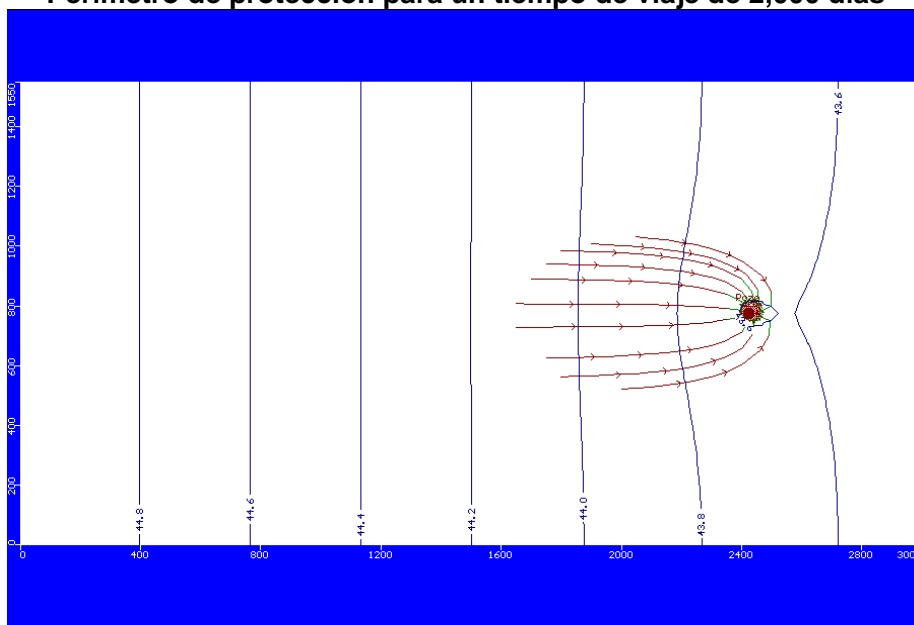
Pozo	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Caudal ( $m^3/día$ )
1	2425	775	-600

- Colocar un círculo de partículas, de radio 30 m, alrededor del pozo. Para esto debe realizar los siguientes pasos:
  - Ir a Particles → Add → Add Circle
  - Ubicar el círculo alrededor del pozo. Para esto pinchar en el centro del pozo y arrastrar hacia fuera.
  - Volver a hacer clic y aparecerá el siguiente cuadro, colocar 30 m de radio y en Backward.



- Luego correr el modelo en régimen permanente y marcando los módulos MODPATH y MODFLOW.
- Para poder ver la trayectorias, en *output* seleccionar *Pathlines*.
- Para cambiar la forma de ver las líneas en *options* es posible indicar la posición de las marcas en función de los días (Time markers), como también el dibujar las líneas hasta un tiempo de viaje determinado (Pathline type).
- A modo de ejemplo, en la Figura 1, se muestra un perímetro de 2,000 días de viaje y con marcas cada 500 días.

**Figura 1**  
**Perímetro de protección para un tiempo de viaje de 2,000 días**



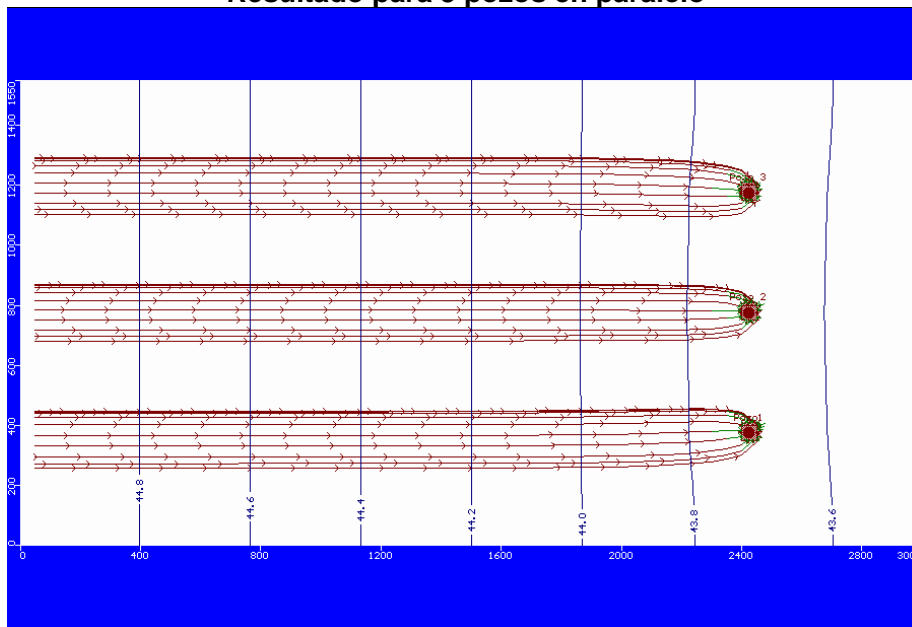
- Para comparar que es lo que sucede cuando existen más pozos cercanos, se propone repetir el procedimiento anterior pero colocando en primera instancia 3 pozos en paralelo y posteriormente 3 pozos en serie. En cada caso verificar la ubicación de partículas.
- Las coordenadas (ubicación) y caudales de bombeo, para cada uno de los pozos en las distintas configuraciones se indican en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
**Ubicación y Caudales en Pozos de Bombeo**

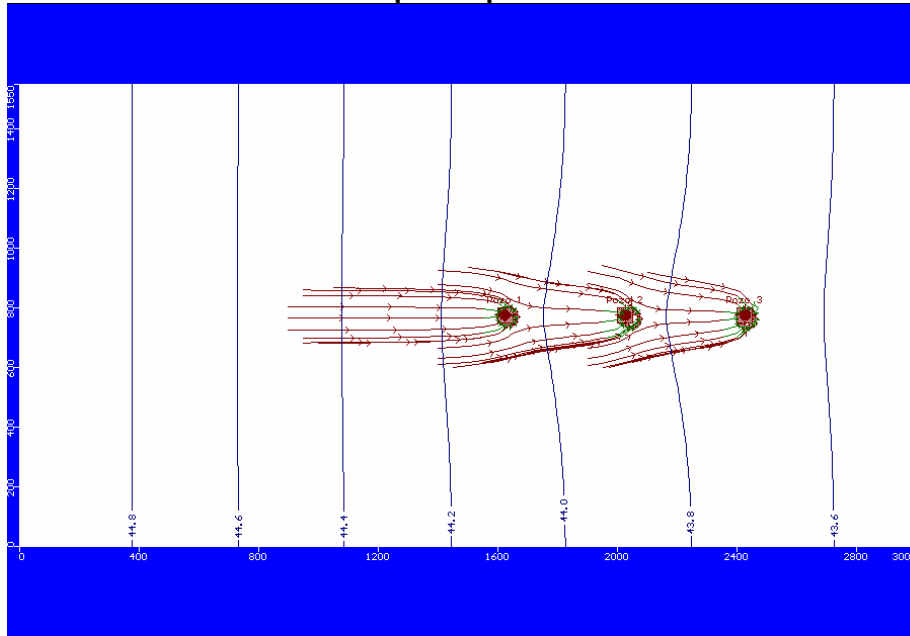
Configuración	Pozo	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /día)
Paralelo	1	2425	375	-200
	2	2425	775	-200
	3	2425	1175	-200
Serie	1	2425	775	-200
	2	2025	775	-200
	3	1625	775	-200

- Los resultados obtenidos se muestran en las Figura 2 y 3.

**Figura 2**  
**Resultado para 3 pozos en paralelo**



**Figura 3**  
**Resultado para 3 pozos en serie**



### Preguntas

- ¿Qué sucedería si se disminuyen los caudales en un 50%?
- Dibuje las zonas de protección para 500, 1,000 y 2,000 días en cada uno de los casos.

¿Qué sucedería en el tercer caso si se disminuyen los caudales a un 25%?