

## ¿Cómo saber si un pozo está desarrollado? : Método de la Depresión Específica

### 1. Introducción

Sea cual sea el método que se emplee para perforar, el desarrollo es la actividad de mayor relevancia para alcanzar el éxito y obtener un buen pozo de agua subterránea, en el supuesto de que su diseño y construcción han sido correctamente ejecutados. Un buen diseño es más complejo de lo que se cree habitualmente.

Muchos perforistas saben diseñar correctamente un pozo y la literatura técnica es abundante, aunque la más reciente no es suficientemente conocida en el medio nacional. Es realmente necesaria una actualización de las técnicas de diseño.

Pocos perforistas se encuentran en condiciones de afirmar con certeza que han dado término satisfactorio al desarrollo. Las razones son varias y se mencionan sin implicar un orden de importancia.

- En muchos contratos se establece una duración fija a las horas de desarrollo, especialmente en aquellos pozos que son contratados bajo la modalidad muy funcional, pero técnicamente ilógica de contrato a suma alzada y sin ser sometidos a un Control de Calidad Constructiva. Si se ponen muchas horas de desarrollo se puede perder la propuesta por precio y nadie quiere correr ese riesgo, sobretodo cuando los trabajos no abundan.
- Otros perforistas aplican normas como la de “los embanques de arena menores a 10 centímetros por hora de desarrollo por metro de criba o ranurado” (sic), sin saber que esa norma se aplicaba a pozos hechos por percusión, con ranurados y que nadie ha dado ni puede dar una explicación técnica satisfactoria acerca del origen de esta norma que de tanto repetirse parece correcta.
- La inmensa mayoría no sabe o no dispone de una herramienta para determinar científicamente que efectivamente el desarrollo se terminó y consecuentemente el pozo no quedará construido con una Eficiencia apropiada.
- Los métodos para cálculo de Eficiencia que requieren de pozos de observación son impracticables por razones de costo.
- Pocos conocen (y otros no desean) que se calcule la Eficiencia de sus pozos, pues le temen a los resultados. Los clientes tampoco conocen el término Eficiencia y menos aún las implicancias económicas de recibir un pozo construido con baja Eficiencia. Solamente les importa que el pozo de agua y les resulte barato. Y lo barato sale caro casi siempre.

De lo anterior se desprende que resulta necesario y útil poner a disposición de la industria de captación de aguas subterráneas un método que sea de fácil aplica-

ción y que sus resultados sean confiables para que el perforista sepa que su pozo quedó bien terminado si en su diseño se adoptaron las decisiones correctas y la habilitación fue cuidadoso.

Una característica del método requerido para establecer si el desarrollo se ha completado satisfactoriamente es que sea posible usarlo en terreno con no más elementos que una calculadora y un papel milimetrado.

La mayor desventaja del método, para los perforistas, es que el cálculo solo se puede hacer con los datos de la prueba a Caudal Variable. La “desventaja” para el perforista es que llegue a la conclusión que el pozo no está desarrollado y, en una conducta ética, debería sacar la bomba y continuar con el desarrollo.

Si el cliente cuenta con un Hidrogeólogo experimentado que supervisa la construcción del pozo no le quedará otra alternativa que hacerlo. Si no se cuenta con un asesor idóneo, más temprano que tarde, el cliente llamará al perforista para reclamarle por el pozo, porque, si no está bien desarrollado, es seguro que presentará problemas en su funcionamiento, especialmente una disminución del caudal y del gasto específico.

## 2. Depresión Específica.

Depresión Específica es un término poco conocido en la especialidad. El término de uso frecuente en pozos es el Gasto Específico que expresa la cantidad de litros por segundo que un pozo es capaz de suministrar por cada metro de depresión de su nivel de agua (depresión es igual al Nivel Deprimido menos el Nivel estático). El Gasto Específico se expresa en l/s/m.

La Depresión Específica es el recíproco del gasto específico y expresa los metros que deprime un pozo por cada litro por segundo que se le extrae. Se expresa por tanto en m/l/s. Con los datos de la prueba a Caudal variable basta dividir cada Depresión por el respectivo Caudal para obtener la Depresión Específica.

## 3. Procedimiento de Cálculo

En la siguiente figura se muestra la relación entre Depresión Específica y Caudal. Hay dos situaciones: la de un pozo sin desarrollo y la de un pozo desarrollado (lo que no debe ser interpretado como perfectamente desarrollado).

En el caso del pozo “sin desarrollo” la Depresión Específica disminuye con el aumento de caudal. En el de un pozo “desarrollado” ocurre lo inverso, es decir, la Depresión Específica aumenta con el aumento de caudal. Las rectas intermedias muestran esquemáticamente la evolución de un estado a otro. Esta evolución requiere más desarrollo y, por lo tanto, tiempo y dinero.

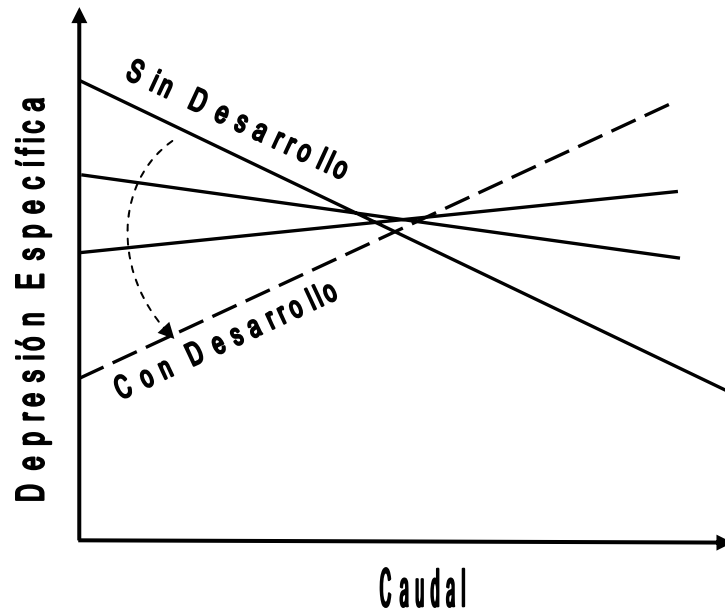


Figura 1

En la siguiente figura se muestra un caso real de un pozo construido para un cliente de este consultor en el valle del Río Copiapó. Se aprecia que la pendiente de la recta es suave, lo que se traduce en que se obtendrá una alta eficiencia ya que dicha pendiente es el factor que, multiplicado por el cuadrado del caudal (o por un exponente mayor) permite calcular las “pérdidas de carga en el pozo” de la fórmula clásica.

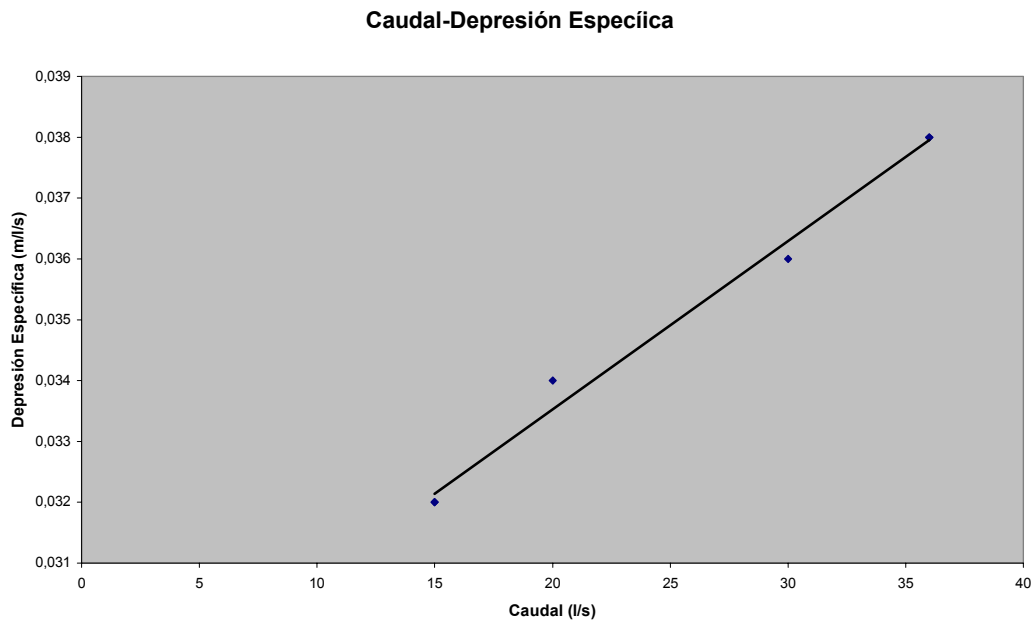


Figura 2

En la siguiente figura se muestra el cálculo de eficiencia del pozo de Copiapó.

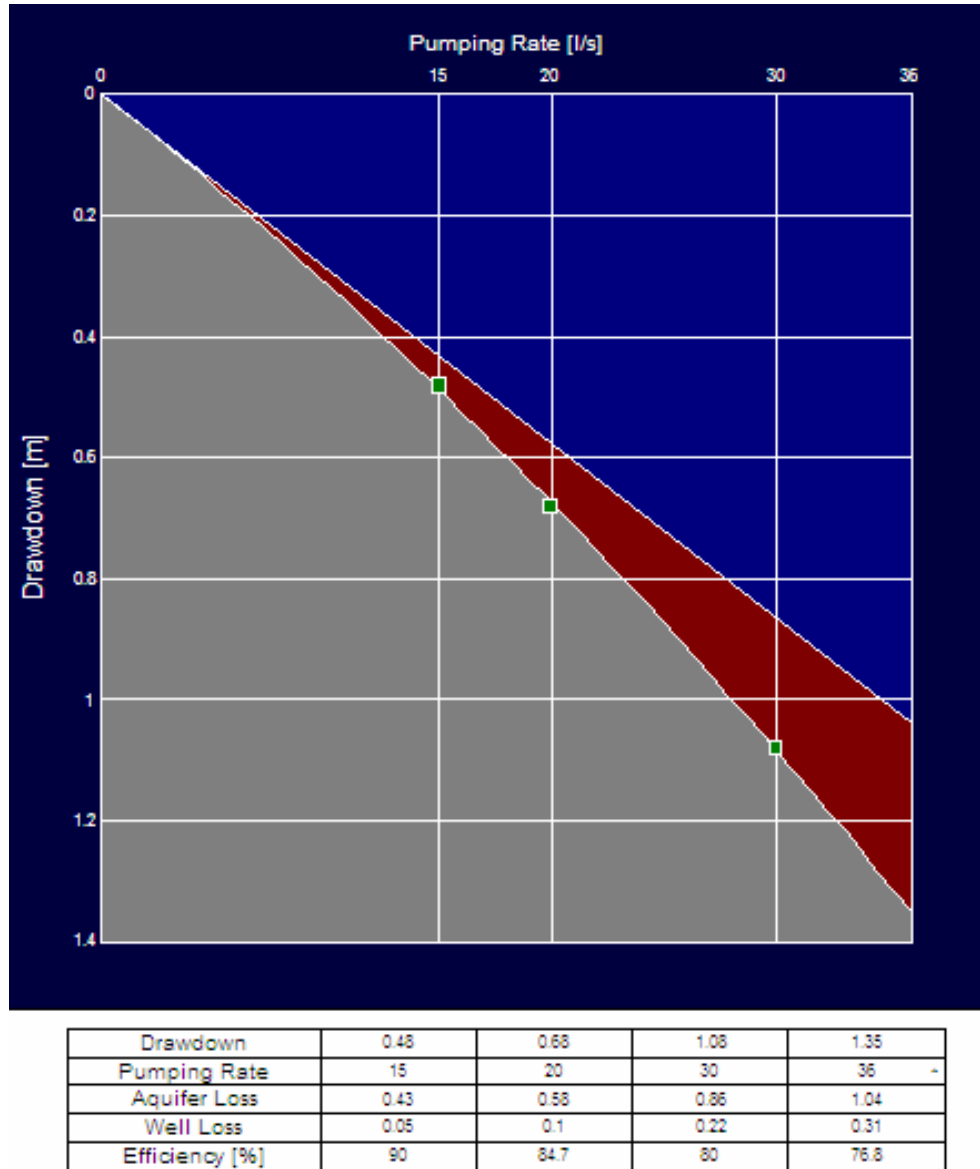


Figura 3

Recientemente me correspondió supervisar la construcción de un pozo en sedimentos de baja permeabilidad. Cometimos dos errores: 1) La cañería de la bomba de motor sumergida no estaba llena de agua, pese a que tenía válvula de retención y 2) La válvula para estrangular el caudal se encontraba casi totalmente abierta.

Al iniciar el bombeo se extrajo por unos segundos un caudal considerable entre el momento de la partida y el momento en que se cerró para bombear el caudal programado para la primera etapa.

(Muchos perforistas instalan las bombas de motor sumergido sin válvula de retención para hacer más sencillo extraerlas al término de la prueba de bombeo y, por lo tanto, la columna se encuentra parcialmente vacía y a la partida se produce un bombeo a caudal inicial demasiado alto)

Los efectos de estos dos errores se pueden apreciar en la siguiente figura. Debe hacerse notar que todo indicaba que el desarrollo del pozo se había hecho con extremo cuidado y tuvo una duración muy prolongada con agua limpia y aire.

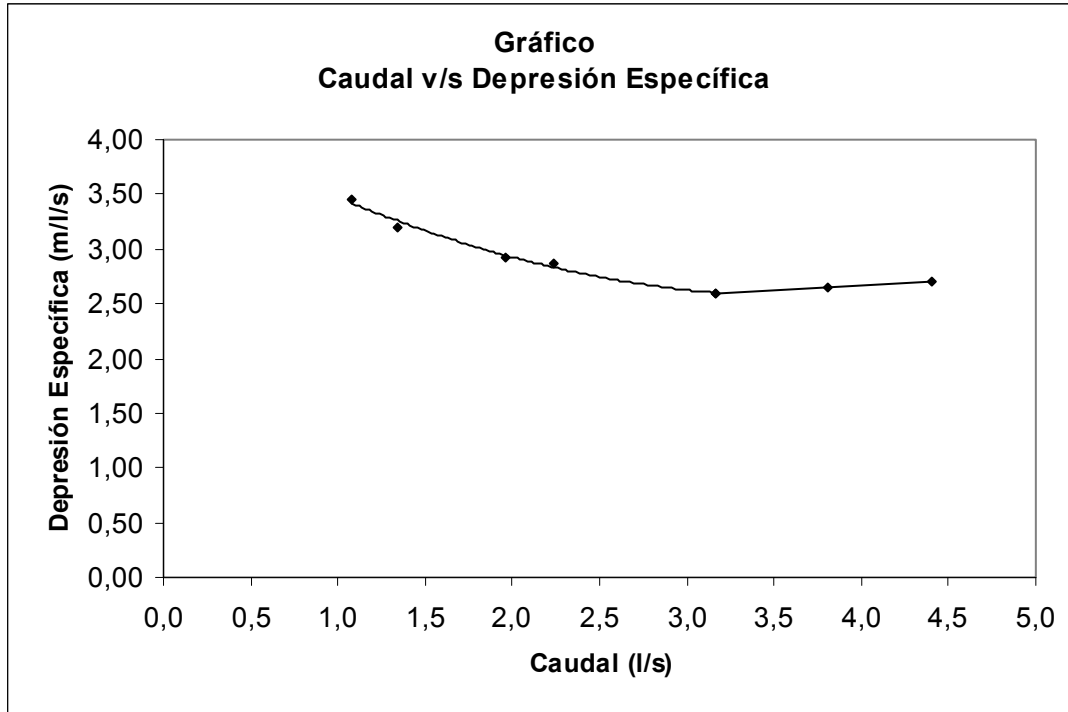


Figura 4

En el primer tramo de la recta con pendiente hacia abajo, el pozo se mostraba como “sin desarrollo” ya que la Depresión Específica disminuía con el aumento de caudal. Pero debido, en parte, a que los incrementos de caudal fueron discretos, a partir del caudal de 3.17 l/s, la pendiente de la curva cambió y adoptó la de un pozo desarrollado. Comparar con el la figura 1 para comprender la evolución de uno sin desarrollo a desarrollado.

Si se calcula la Eficiencia del pozo con los primeros caudales hasta 3.17 l/s ningún método o software lo permite y la razón es simple: el pozo no estaba desarrollado y se creaban condiciones de flujo altamente turbulento en su entorno inmediato.

Pero si se hace el cálculo con los datos a partir del caudal de 3.17 l/s y mayores, se obtiene la siguiente figura. El pozo resultó de una alta eficiencia constructiva.

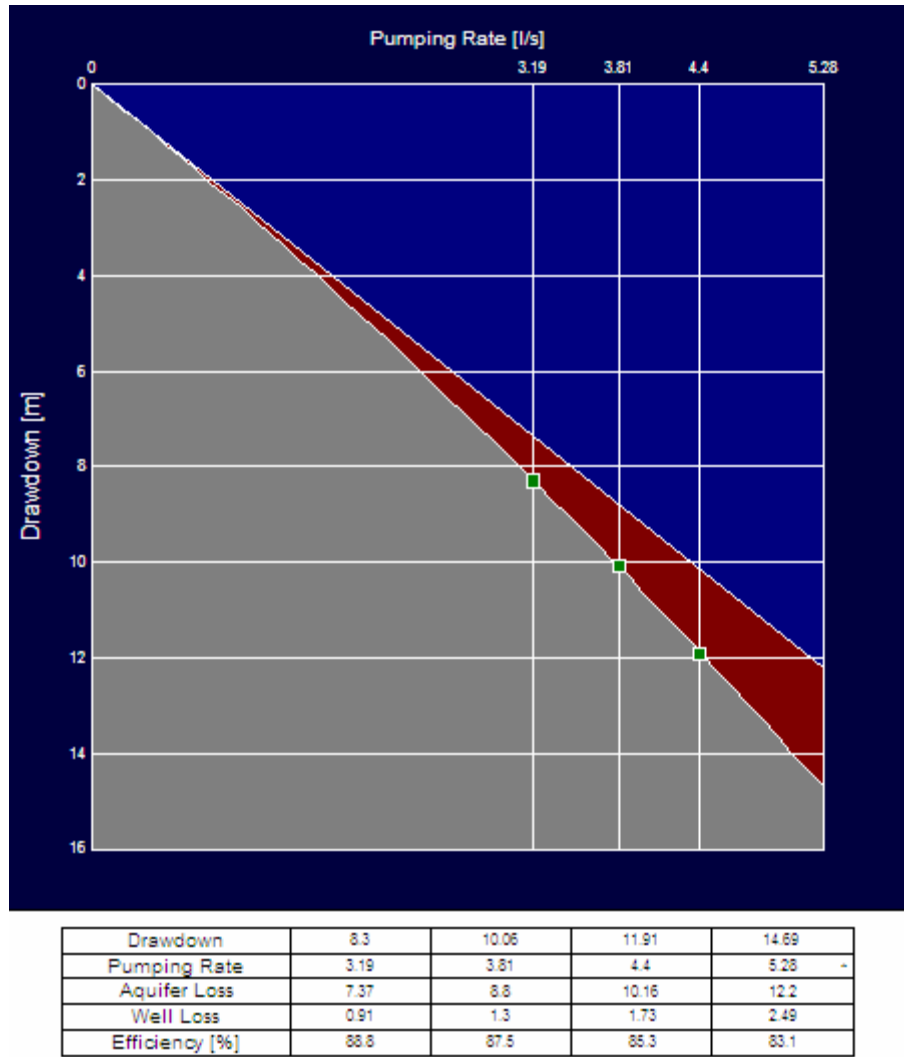


Figura 5

#### 4. Conclusiones

Sin pretender ser exhaustivo, al menos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- 4.1. Por medio de los datos de la prueba de Gasto Variable se puede establecer si el pozo está desarrollado o no.
- 4.2. Si la Depresión Específica aumenta con el aumento de Caudal el pozo está desarrollado aunque sea imperfectamente.
- 4.3. Si la Depresión Específica disminuye con el aumento del Caudal el pozo no está desarrollado.

- 4.4. Los incrementos de caudal en la prueba de Gasto Variable deben ser discretos y se la debe iniciar con el más bajo que sea posible.
- 4.5. La bomba de motor sumergido debe estar llena de agua, contar con una hermética válvula de retención y, la válvula de regulación de caudal, estrangulada al máximo que sea posible, sin que dañe la bomba.
- 4.6. Mientras menor sea la pendiente de la recta que relaciona la Depresión Específica con el Caudal, mayores son las posibilidades de que el cálculo de la Eficiencia indique que se ha construido un buen pozo.
- 4.7. Un pozo en que no se consideren estas sugerencias registrará problemas en el futuro en un lapso de tiempo impredecible, pero siempre ocurrirán.
- 4.8. Siempre será más rentable para una empresa perforista hacer bien un pozo, pues se evitará que se afecte su prestigio y volver donde el cliente a dar explicaciones de lo inexplicable.
- 4.9. En la misma medida que se extienda la aplicación de la Certificación de Calidad Constructiva a pozos de agua subterránea, el mercado irá dejando fuera de él a aquellas empresas que solo miran las utilidades del negocio y no la satisfacción del cliente en el largo plazo.
- 4.10. En el caso del último pozo, el bombeo actuó como un complemento del desarrollo y remedió el error.

**RAÚL CAMPILLO URBANO**  
HIDROGEÓLOGO