

Construcción de pozos de producción eficientes: La perspectiva a largo plazo en costos de operación y diseño de pozos

Introducción

En general, se supone que un pozo de agua para riego, para usos industriales o para provisión municipal estará en servicio durante muchos años y serán eficientes y productivo a lo largo de toda su vida útil. En la mayoría de las condiciones, estas expectativas resultan razonables si los pozos se diseñaron y construyeron con materiales de alta calidad, es decir con tuberías y rejillas de calidad. Sin embargo, un escenario demasiado común es aquél en que el propietario del pozo, el diseñador o el contratista de perforaciones, concentra una cantidad desproporcionada de atención en el costo de capital, en lugar de atender el costo de operación a largo plazo. Al seleccionar materiales de menor calidad, tales como las tuberías con ranuras fresadas, con el fin de reducir el costo "primario", el pozo probablemente terminará siendo más caro de operar debido a su baja eficiencia inherente. A lo largo de la vida útil, esta baja eficiencia conducirá a mayores costos de energía acumulados, que fácilmente pueden eclipsar cualquier ahorro que el propietario pudiera haber obtenido durante la etapa de construcción. Por ello, un enfoque más prudente, desde el punto de vista financiero, sería emplear tuberías y rejillas de alta calidad para construir un pozo eficiente y con un menor costo de operación. Este memorándum explica brevemente la importancia de la eficiencia del pozo, su relación con el diseño, y de qué forma la construcción de un pozo eficiente ayudará a reducir y controlar los costos de operación a largo plazo.

Eficiencia del pozo

La eficiencia del pozo, expresada como un porcentaje, es la proporción entre el abatimiento del acuífero y abatimiento del pozo. El rango típico de eficiencia para pozos es de entre 70 y 80% (o superior). En un pozo eficiente, el agua subterránea circula desde el acuífero productor, a través del empaque de grava circundante (si existe) y por la rejilla hacia el pozo, con un mínimo de pérdida de carga hidráulica. La pérdida de carga hidráulica es sinónimo de abatimiento; se trata de la suma de pérdida del acuífero, pérdida por daños de la zona (por ej. costra de infiltración), pérdida por turbulencia a través del empaque de grava y pérdida del pozo.

Los factores que se relacionan directamente con la eficiencia del pozo son la construcción, la rejilla y el desarrollo del pozo. Un pozo con un empaque de grava eficiente generalmente: 1) estaría construido con grava que corresponde correctamente con el tipo de acuífero(s); 2) contaría con un tipo de rejilla que en esencia minimice la pérdida de carga hidráulica del pozo; y 3) estaría completamente desarrollado para eliminar restos residuales de perforaciones, por ej. restos de pared, lodos de perforación y detritos.

Pérdida de carga hidráulica y rejilla

La relación entre la pérdida de carga hidráulica y el diseño de la rejilla tiene implicancias importantes para la operación de los pozos. En parte, esto se debe a que con el paso del tiempo las aperturas de las rejillas se tapan en forma parcial o completa con distintos materiales, tales como sedimentos finos, gravas angulares y material de la formación, crecimiento bacterial e incrustaciones. Cuando se produce el taponamiento, se reduce el área abierta de la rejilla, lo

cual a su vez provoca un aumento en la pérdida de carga hidráulica a través de la rejilla. Al ocurrir este tipo de cambio hidráulico, se ve afectado el desempeño y el pozo mostrará una reducción en la capacidad nominal. (La capacidad nominal se define en galones por minuto por pie de abatimiento [gpm/pie]).

Es importante comprender que algunos tipos de rejillas son más propensas al taponamiento que otras, debido a la geometría de sus aperturas. Esto es particularmente cierto en las tuberías con ranuras fresadas, que presentan un nivel de eficiencia aceptable al momento de ser instaladas. Desafortunadamente, la eficiencia de las tuberías con ranuras fresadas muchas veces disminuye abruptamente a medida que las ranuras se bloquean, aún cuando el pozo tenga un empaque de grava. En comparación, las rejillas tipo persiana con aperturas orientadas hacia abajo en realidad 1) facilitan la estabilización tanto del empaque como de la formación del acuífero, 2) controlan el taponamiento y 3) promueven una mayor eficiencia del pozo. Del mismo modo, las rejillas de alambre muestran una elevada eficiencia, comparable a la de las rejillas tipo persiana, y resultan particularmente eficientes en acuíferos con material fino donde se requieren anchos de apertura de 0.040" o menos. Los resultados empíricos en pozos actualmente en producción han demostrado que las eficiencias de rejillas tipo persiana y las de alambre son esencialmente idénticas (tal como se explica en nuestro memorandum técnico 004-1).

Costos de operación

Uno de los principales beneficios de un pozo eficiente es el menor costo de operación. En términos generales, un pozo eficiente muestra un menor abatimiento y su bomba exige menos potencia, es decir menos consumo de combustible diesel o energía eléctrica, para elevar el agua desde el nivel de bombeo hasta la superficie u otro punto de descarga. El ejemplo a continuación ilustra los ahorros factibles en los costos:

Supuestos:

Caso 1: Pozo completado con tubería con ranuras fresadas. Opera con una carga dinámica total (CDT) de 358 pies y una eficiencia del 65%.

Caso 2: Pozo completado con rejillas tipo persiana. Opera con una carga dinámica total (CDT) de 308 pies y una eficiencia del 75%.

Donde:

$$\text{Costo/hora} = \frac{\text{gpm} \times \text{CDT} \times 0,746 \times \text{costo/KWH}}{3960 \times \text{eficiencia}}$$

Parámetro	Caso 1:	Caso 2:
Caudal de bombeo	1500 gpm	1500 gpm
Nivel de bombeo	300 pies	250 pies
Presión de descarga	58 pies	58 pies
Carga dinámica total (CDT)	358 pies	308 pies
Costo energía	US\$0.10 KWH	US\$0.10 KWH
Eficiencia del pozo	65%	75%
Operación anual	4380 horas	4380 horas
Costo anual	US\$68.168	US\$50.827

De acuerdo con este ejemplo, la diferencia del 10% en la eficiencia y los 50 pies menos de abatimiento, alcanzados gracias a las rejillas tipo persiana, permitirían obtener ahorros del orden de US\$17,341 anuales.

Resumen

La construcción de un pozo altamente eficiente es un objetivo realizable y que puede resultar en importantes dividendos. Las tres claves para el éxito en proyectos de pozos son: 1) perforarlo con cuidado; 2) construir el pozo con rejillas eficientes específicas para el tipo de pozo (tipo persiana o de alambre) y 3) desarrollar completamente el pozo para maximizar su producción. Es razonable suponer que un pozo eficiente ahorrará dinero a su propietario en términos de consumo de energía durante su larga vida útil. Tal como se indicó en el ejemplo de este memorándum, los ahorros anuales en los costos de energía pueden ser considerables. Dichos ahorros pueden compensar rápidamente la diferencia de costo entre una rejilla de alta eficiencia (es decir, tipo persiana o de alambre) y una rejilla menos eficiente (es decir, tuberías con ranuras fresadas).

Referencias

Handbook of Ground Water Development, [Manual de desarrollo de aguas subterráneas] Roscoe Moss Company, 1990, John Wiley and Sons, New York, NY

Williams, D.E., 1985, "Modern Techniques in Well Design", [Técnicas modernas en el diseño de pozo] Journal AWWA. Vol. 77, No. 9.