

MARCO AURELIO SOSA S.A.C.I.F.

Desde 1956 Más de 50 años liderando en caños de acero.



Nuevos productos

Caños para bajada de bomba sumergibles con extremos biselados con muesca para el cable; más económico, más seguro y al no ser roscado se puede elaborar con caños de espesores más bajos.



Casa Central

Av. PADRE CLARET 5700 - LOS BOULEVARES
TEL. (03543) 421771 - 422130 - 422123 - 421953
FAX (03543) 442700 - CP - 5147 CORDOBA

Sucursal

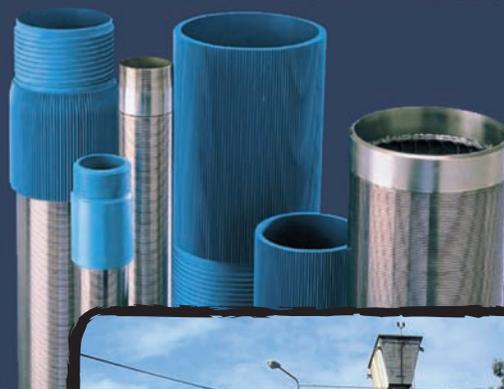
Av. ARMADA ARGENTINA 826
TELFAX (0351) 4617425 - 4613447 - CP - 5016 CORDOBA
www.marcoareliososa.com.ar - info@marcoareliososa.com.ar

Reedición

Referencias Johnson

Año 1, Nº 2. Mayo 2009

Filtros Nahuelco



G.E.S.A.S Grupo Empresarial al Servicio de Aguas Subterráneas.
NAHUELCO SA / A JOHNSON SCREENS COMPANY - GRAVAFILT SA - MARCO AURELIO SOSA SACIF

Sumario

Año 1 - N2 - Mayo del 2009

Grupo G.E.S.A.S.

Reedición de las Referencias Johnson

Dirección General:

Grupo G.E.S.A.S.

Dirección Editorial:

Patricio Rodríguez
(NAHUELCO SA / A JOHNSON
SCREENS COMPANY)

Leopoldo Cumini
(GRAVAFILT SA)

Roberto Barbieri
(MARCO AURELIO SOSA SACIF)

Producción:

Mariano Barbieri

Diseño Gráfico:

Máximo Coeli
el_nexo@hotmail.com

Direcciones de contacto:

patricior@nahuelco.com
rbarbieri@marcoaureliososa.com.ar

Colaboran en este número:

C.A.P.A.S
(Cámara Argentina de Empresas
Perforadoras para Agua Subterránea)

Los ensayos de bombeo
proporcionan datos útiles

Página 04

Significado e importancia de
la capacidad específica (Q/s)
de un pozo de agua

Página 09

Características
generales del agua

Página 11

Largo del tramo de captación
en acuíferos no confinados

Página 16

Iniciativa de C.A.P.A.S.

Página 18

Guía para diseño de pozos
de agua (Parte 1)

Página 20

Los ensayos de bombeo proporcionan datos útiles

Hemos creído oportuna la traducción y conversión a unidades métricas de una serie de artículos publicados en el **Johnson Drillers Journal** durante el curso del año 1977.

Indudablemente concitará el interés de los lectores pues se trata de ensayos de bombeo y su utilización para determinar las características de acuíferos y de pozos.

Han sido originalmente escritos por dos geólogos especializados en análisis de estos ensayos, el Sr. **Thomas L. Johnson** y la Sra. **Sandra Forrest**, de UOP Johnson Division St. Paul, Minn, EE.UU.

Por la extensión de los mismos, irán siendo publicados en sucesivos números de **Referencias Johnson**, la primera de cuyas entregas nos es grato presentar a ustedes en esta edición.

...

Un ensayo de bombeo, que sea llevado a cabo con cuidado y precisión puede permitir la determinación de importantes propiedades de los pozos (y de los acuíferos) que conduzcan a su identificación y evaluación: el caudal máximo del pozo, su eficiencia, la interferencia entre pozos, son algunas de esas propiedades a que se hacía mención.

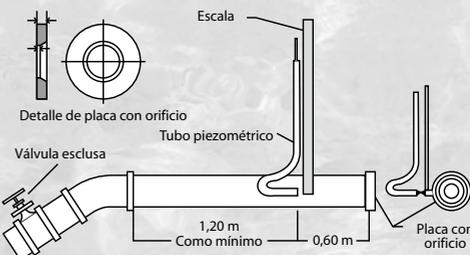
Y ésta es, precisamente, la clave de información requerida por ingenieros, geólogos o perforistas con el objeto de lograr el exitoso desarrollo de un pozo.

Los parámetros del acuífero que se necesitan conocer para determinar esas características del pozo son la Transmisividad (T) y el Coeficiente de Almacenamiento (S). La transmisividad se mide en metros cúbicos por día por metro de ancho de acuífero ($m^3/d.m$) y describe

la capacidad de un acuífero para transmitir agua. Es el más importante de los dos parámetros. El otro valor, Coeficiente de Almacenamiento, expresa la propiedad o facilidad de un acuífero para almacenar el agua. Ese coeficiente es una relación o porcentaje y como tal carece de unidades.

La T y la S de un acuífero no pueden ser medidas directamente. Sin embargo, si extraemos agua de un acuífero mediante un ensayo de bombeo, el acuífero responde a esa extracción de acuerdo con los valores de sus características hidráulicas (T y S).

Esa respuesta es la depresión medida en el pozo de bombeo y en los pozos de observación vecinos. Esa depresión está relacionada con la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento.



Detalles esenciales del medidor de orificio utilizado para la medición de caudales cuando se emplea una bomba turbina.

Caudales en m^3/h – estimados por medidor de orificio

Nivel agua en el tubo desde centro del orificio	4"	4"	6"	6"	6"	8"	8"	8"	10"
	2"	3"	3"	4"	5"	4"	5"	6"	6"
100 mm	11	19	15	28	55	26	44	70	63
200	16	26	21	40	78	38	62	100	89
300	20	32	26	49	96	46	76	123	110
400	23	37	30	57	110	53	88	140	126
500	26	42	34	64	124	59	99	158	140
600	28	46	37	70	135	65	108	172	155
700	30	49	40	75	146	70	117	186	167
800	32	52	43	80	156	75	125	198	178
900	34	56	45	85	166	79	133	210	189
1000	36	59	48	90	175	84	140	222	200

En Consecuencia, la relación entre el caudal de bombeo (Q) y la depresión (s) que causa aquel, se usa para determinar T y S del acuífero.

Con el objeto de obtener datos utilizables, el perforista deberá usar el equipo adecuado para efectuar el ensayo de bombeo. El caudal (Q) deberá ser medido cuidadosamente y se tomarán las prevenciones necesarias para evitar variaciones en el régimen de bombeo. También deberán ser medidas minuciosamente las depresiones del pozo de bombeo y de los pozos de observación.

El tipo de bomba –pistón, turbina, etc.– que se emplee para el ensayo no es un punto crítico. Pero lo que es importante es que la bomba sea correctamente dimensionada para el régimen de bombeo que se haya elegido. Si para lograr ese caudal la bomba debiera operar a su máxima capacidad, el operador encontraría difícil o imposible de mantener un régimen constante de bombeo. También sería difícil de mantener el régimen si la bomba estuviera sobredimensionada. La bomba debiera trabajar a $1/2$ o $3/4$ de su capacidad máxima.

El motor también deberá estar correctamente dimensionado y en buenas condiciones de uso. Si se usara motor a nafta o diesel su tanque de combustible deberá tener la capacidad adecuada para que dure todo el tiempo de ensayo o deberá poder reabastecerse sin detener la marcha del motor

Métodos para medición de la descarga

Existen varios métodos a nuestro alcance para la medición de la descarga del pozo de bombeo. Esos métodos van de la simple medición del tiempo necesario para llenar un tambor de 20 litros de capacidad hasta el empleo de un medidor de precisión en la tubería de descarga.

El dispositivo más común de medición es el medidor de orificio (fig.1). El medidor de orificio es un tramo de tubería con una estrangulación a la salida, un piezómetro para medir la presión en la tubería y una válvula para regular el flujo de agua.

El orificio, de menos diámetro que la tubería, restringe el pasaje de agua y hace que se origine una presión en la tubería. Esa presión es proporcional al caudal que fluye. Por consiguiente, puede determinarse la descarga de la bomba midiéndose la presión con el uso de un piezómetro.

La tabla N°1 indica algunas relaciones de tuberías, orificios, presiones y caudales.

Para regular el flujo se usa la válvula esclusa del dispositivo, la que, para mejor control, debe estar abierta $1/2$ ó $3/4$ para el caudal elegido para el ensayo de bombeo. La presión retrocedente que se origina por la válvula a medio abrir ayuda a disminuir la variación causada en la descarga por fluctuaciones normales de las revoluciones de la bomba. La descarga no debe ser regulada mediante el cambio de velocidad de la bomba, en razón de que ello tendrá como resultado la imprecisión de las lecturas.

Existe una variada gama de dispositivos para medir los niveles del agua en los pozos de bombeo y de observación. Puede emplearse cualquier método que mida los niveles de agua con una exactitud de 3mm. Uno de los medidores de nivel más difundidos es la sonda eléctrica (fig. 2); de la que hay varios modelos pero cuyo principio de funcionamiento es similar para todos.

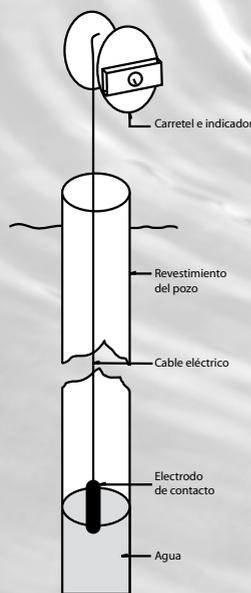
En el caso del "Watermarker" (M. Reg.), desarrollado por Johnson Division UOP, se bajan a pozo los electrodos del instrumento. En el agua se cierra el circuito eléctrico y se enciende una luz en el instrumento. El operador puede entonces registrar el nivel del agua en el pozo midiendo el cable

de doble conductor que tiene marcas espaciadas regularmente para facilitar las lecturas. Un dispositivo de ese tipo permite al operador tomar medidas exactas y rápidas, necesarias en la primera parte del Ensayo.

Además de ese equipo, se necesitará un buen reloj para registrar los tiempos durante el ensayo de bombeo.

Como la mayoría de los proyectos, para realizar un ensayo de bombeo con éxito es imprescindible una buena preparación previa.

Posiblemente ello implique tiempo y dinero extras, pero en el caso de que los resultados del ensayo de bombeo tuvieran que ser desechados y el ensayo debiera repetirse, esos gastos serían mucho más elevados que el costo de una adecuada preparación desde el comienzo.



Las ondas eléctricas manuales como las que muestra el esquema son simples y proporcionan mediciones dignas de confianza de los niveles de agua mediante los ensayos de bombeo

El primer paso para preparar un ensayo de bombeo es localizar otros pozos en la región, los que si no fueron bombeados podrían ser utilizados como pozos de observación para el ensayo. Si dichos pozos estuvieran siendo bombeados deberá hacerse un intento de que fueran detenidos antes del ensayo. Tal proceder deberá lograrse con suficiente anticipación para que se estabilicen los niveles de agua en los pozos. Esas bombas deberán permanecer detenidas durante todo el desarrollo del ensayo. Si no fuera posible que esos pozos dejaran de ser bombeados, deberán ser bombeados a régimen constante durante todo el ensayo. De esta manera, aunque tendrán lugar algunas interferencias, sus efectos serán disimulados.

¿Cómo determinar el régimen de bombeo?

Cuando se efectúa un nuevo ensayo de bombeo, el régimen de bombeo (Q) se determina generalmente de acuerdo con el caudal deseado del pozo.

Otras veces, sin embargo, se consulta al operador para que determine el régimen. Deberá elegir entonces, un régimen de bombeo que utilice la mayor parte de la depresión disponible en el pozo de bombeo. La máxima depresión disponible en un acuífero no confinado (freático) es desde el nivel estático hasta el extremo superior del filtro, mientras que en un acuífero confinado (artesiano) lo es hasta el techo del acuífero.

Para establecer el régimen de bombeo para un ensayo de larga duración, (1) el pozo deberá ser bombeado con el equipo de prueba se está instalado, (2) deberá anotarse la capacidad específica (Q/s) del pozo y (3) se calculará un régimen de bombeo que emplee aproximadamente las tres cuartas partes de la depresión disponible. Si el equipo de bombeo para

el ensayo no hubiera sido instalado, podrá usarse cualquier otra bomba o sistema de aire comprimido para determinar la capacidad específica (Q/s) del pozo.

Si la bomba para el ensayo fuera instalada con suficiente antelación, será conveniente accionarla y ajustar el caudal al deseado para el ensayo.

Luego se detendrá la bomba y se dejará que los niveles de agua alcancen nuevamente su nivel estático. La posición de la válvula no deberá variarse posteriormente. Al regular el régimen con anticipación se disminuye considerablemente la posibilidad de "ajustes diferenciales" del caudal al principio del ensayo. Ello, a su vez, simplifica el comienzo y hace que los primeros datos de las mediciones sean más precisos y dignos de confianza.

Antes de poner en marcha la bomba, deberán registrarse y anotarse los niveles estáticos del pozo de bombeo y de los pozos de observación. Asimismo se medirán y anotarán las distancias a los pozos de observación.

Dos puntos importantes a tomar en cuenta

Al comienzo del ensayo, dos cosas son importantes. Primero, el régimen de bombeo (caudal) deberá estabilizarse rápidamente. Segundo, durante los primeros minutos del ensayo deberá tomarse la mayor cantidad posible de mediciones de los niveles de agua del pozo de bombeo y de los pozos de observación.

La validez de las ecuaciones depende de un régimen de bombeo constante. Cuanto más pronto se establezca el caudal de extracción, tanto mejor serán los resultados del ensayo. Esa es la razón de aconsejar la regulación de la válvula el día anterior al ensayo de bombeo. No es una necesidad imperiosa, sin embargo, que se logre exactamente el caudal predeterminado.

Si el bombeo se estabiliza, por ejemplo, en $53\text{m}^3/\text{h}$, y se deseaba un régimen de $50\text{m}^3/\text{h}$, no se deberán intentar ajustes para adecuar el caudal estricto deseado, sino que se bombeará a $53\text{m}^3/\text{h}$. Así se obtendrá una más rápida estabilización del régimen de bombeo, que es lo que en definitiva es más importante.

La principal información que se pretende durante el ensayo de bombeo es registrar los cambios de los niveles del agua en el pozo de bombeo y en los pozos de observación. Para obtener esa información se tomarán y anotarán los niveles de agua de todos los pozos y los tiempos en que sean tomados esos niveles. Los datos de tiempo y depresión que se obtienen serán volcados en papel con escalas logarítmicas o en gráficos semi-logarítmicos, elección que dependerá del método que se emplee para el análisis de los datos.

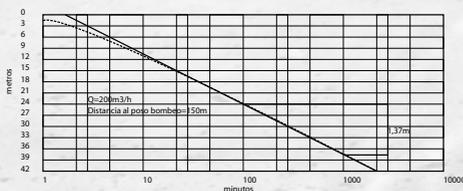
Los lapsos entre mediciones

Al examinar el gráfico semi-logarítmico de la Fig.3 se puede ver que el espacio cubierto entre 1 minuto y 10 minutos es igual al que existe entre 10 minutos y 100 minutos o el de 100 minutos a 1000 minutos y así sucesivamente.

De manera que si las mediciones de tiempo-depresión fueran tomadas a iguales intervalos durante todo el ensayo -a cada minuto, por ejemplo- habría muy pocos puntos en la parte izquierda del gráfico, mientras que en la parte derecha habría tanta cantidad que sería imposible volcarlos en el gráfico y representarlos a todos.

Los intervalos entre mediciones, en consecuencia, deberán ser seleccionados para lograr una distribución relativamente uniforme a lo largo del gráfico. Se requiere, entonces, tomar tantas mediciones como fuera posible durante los primeros 2 ó 3 minutos.

Las lecturas deberán tomarse cada 30 segundos durante los primeros diez minutos del ensayo, cada 2 ó 3 minutos durante la primera hora, cada 10 minutos para la segunda hora y, finalmente, cada 30 minutos en las últimas etapas del ensayo.



La representación gráfica de las medidas de depresión (s) contra los tiempos (t) de las mediciones resulta útil para determinar las características del acuífero. Los lapsos entre mediciones se eligen de manera que las lecturas estén distribuidas regularmente en el gráfico.

Para llevar a cabo estas mediciones es aconsejable, al principio del ensayo, tener un observador que efectúe lecturas en cada uno de los pozos. A medida que se desarrolla en el ensayo y se alargan los intervalos entre mediciones podrían ser necesarios menos observadores hasta el final de la operación.

También deberán efectuarse mediciones periódicas del régimen de bombeo que eventualmente sería necesario ajustar para mantenerlo constante.

Dispóngase del tiempo conveniente

Con el propósito de obtener la información adecuada de un ensayo de bombeo, deberá elegirse un lapso lo suficientemente prolongado para lograr la mejor "investigación" del acuífero.

Cuando se bombea un acuífero confinado el radio de influencia se expande con gran rapidez. Por consiguiente, se considera que un periodo de bombeo de 24hs. es generalmente adecuado para poner en evidencia cualquier recarga o

barrera de significación. Dado que el radio de influencia en acuíferos se expande más lentamente, se requeriría un periodo de 3 días para intersectar un posible límite del acuífero.

En algunos casos, en los que la depresión de todos los pozos no se incrementara más a medida que se trascurriera el tiempo, el ensayo podrá darse por terminado luego de una o dos horas de haber transcurrido la estabilización de los niveles.

Una vez que la bomba haya sido detenida, los pozos comenzarán a recobrar su nivel estático. Se deberá, entonces, proceder a efectuar otra serie de mediciones llamadas "Tiempo / Recuperación". Estas lecturas son importantes pues sin virtualmente independientes de los datos obtenidos durante la fase del ensayo de bombeo. Se dispondrá así de dos maneras de calcular las características del acuífero.

Las variaciones o perturbaciones derivadas del bombeo se eliminarán al detenerse la bomba. Los datos suministrados por las mediciones de recuperación de niveles tomadas en el pozo que estuvo en bombeo y en los pozos de observación son, por tal motivo, más válidos que los datos obtenidos de los mismos pozos durante el bombeo. Al prepararse para detener la bomba, los observadores deben situarse junto a cada pozo para efectuar desde el comienzo de la recuperación, la mayor cantidad posible de mediciones, especialmente en los primeros minutos en que la recuperación es muy rápida. Deberá anotarse el tiempo exacto de la detención de la bomba. Las lecturas deberán luego tomarse hasta que los pozos hayan recobrado su nivel estático, o hasta que se hayan aparentemente estabilizado. Es conveniente colocar una válvula de pie en la bomba para evitar que se descargue la columna de la bomba en el pozo y se enmascare la recuperación real del pozo de bombeo.

El siguiente paso consiste en el análisis de los datos registrados. En nuestra próxima Referencias Johnson comentaremos dos de los métodos más utilizados para el cálculo de la Transmisividad (T) TI del coeficiente de almacenamiento (s), a partir de los datos de tiempo / depresión y de tiempo / recuperación



Significado e importancia de la capacidad específica (Q/s) de un pozo de agua

Generalmente se posee una equivocada costumbre al referirse a la producción de un pozo de agua; se nombra *solamente* la cifra del caudal que se extrae de él: de esa manera se ha hecho habitual pretender comparar dos pozos por la diferencia de caudales de cada uno. Y de esa forma, se suele admitir como iguales a dos pozos que sólo tienen en común sus caudales de extracción.

Se puede tolerar el empleo de esa "unidad de medida" en quien no tenga preparación específica o en quien no conozca qué es un pozo, pero en ninguna circunstancia es aconsejable la expresión para un profesional con orientación técnica.

¿Qué es capacidad específica?

El nivel del agua en un pozo, cuando no se bombea, se conoce como *Nivel Estático* (NE). El nivel que el agua tiene en un pozo durante el bombeo se llama *Nivel Dinámico* (ND). La diferencia entre esos dos niveles se denomina *Depresión* (s).

Ese descenso de niveles en un pozo se debe a pérdidas de energía (pérdidas de carga por fricción, turbulencia, etc.) que se producen al circular el agua por el acuífero, el posible empaque de grava del pozo, el

filtro y cañerías, etc. Cuanto mayor sea la cantidad de agua que se extraiga en la unidad de tiempo, mayor será el desnivel que se provocará en el pozo; lo que dicho con propiedad es: mayor Caudal (Q) exige mayor Depresión (s).

Entonces se ha concebido una relación llamada *Capacidad Específica* (Q/s) que se expresa en metros cúbicos por hora por metro de depresión, o en otras unidades similares, métricas o no. El valor de ese cociente puede ser propio del pozo o del acuífero, según se considere, y significa la cantidad de agua (Q) que se extrae (o puede extraerse) de un pozo (o acuífero) durante una unidad de tiempo y por cada unidad de profundidad que se baje el nivel de agua mediante el bombeo. Por ejemplo: 5,6 m³/h. m depresión.

Usos de la relación Q/s

Una de las aplicaciones primeras que se da a la Capacidad Específica, quizás la más elemental, es la que permite evaluar el rendimiento de un pozo. Si un pozo posee una Q/s= 10,6 m³/h. m depr. es evidentemente doblemente productivo y, si se halla en el mismo acuífero, consecuentemente el doble de eficiente que uno de Q/s=5,3 m³/h. m.

Esto, *independientemente* del caudal total que se extraiga.

Un pozo "nace" a la explotación con una Q/s que le es particular y PERMANENTE. Detalles constructivos del pozo o propios del acuífero pueden determinar su valor. Pero hay que tener presente que la relación Q/s es, como se dijera, *permanente* para ese pozo. Vigilar que ese valor no se modifique con el correr del tiempo es una tarea inexcusable para un buen control de mantenimiento. Si se observa, por ejemplo, que se produce una reducción del 15%

al 20% respecto de la Q/s original, es dable iniciar una revisión integral del pozo, lo que debe efectuarse sin dilaciones para evitar males peores o irremediables.

Una tercera aplicación de la Q/s se utiliza siempre en el Diseño de pozos. En efecto, si un pozo de reconocimiento previo al definitivo ha indicado que es posible conseguir una Q/s, por ejemplo, de 8,4 m³/h. m depr., se puede proyectar el diseño del pozo de explotación contando con un dato valioso. En pozos *artesianos* la relación Q/s es *lineal* hasta que el nivel dinámico llega a la cota del techo del acuífero. Bien, si la relación puede conocerse, no es difícil predecir hasta dónde bajará el nivel dinámico para extraer un caudal Q determinado, o viceversa, qué caudal máximo se podrá pretender si se sabe que la Depresión (s) puede alcanzar tal magnitud. Si fuera la Q/s=8,4 m³/h.m., con una depresión (s) de 15 metros se obtendrá un Q=126 m³/hora sólo se lograría provocando una depresión (s) de 15 mts. Si en el pozo no hubiera manera de deprimir 15 m. el nivel del agua, por ejemplo si la profundidad máxima de la bomba no alcanza los 15 metros necesarios, sería inútil pretender un caudal de 126 m³/hora.

En pozos freáticos (o no-confinados) la Q/s sirve para el mismo objeto, aunque la relación no es lineal y debe calcularse en base a otras fórmulas. Con pozos en acuíferos *artesianos* los niveles de agua corresponden a presiones, mientras que en acuíferos freáticos que no tienen techo el agua extraída resulta del desagotamiento del acuífero.

Se ha hablado de la relación Q/s de un pozo de agua en explotación; esta relación depende de la eficiencia del diseño y de la construcción del pozo y es la CAPACIDAD ESPECIFICA REAL del pozo bajo esas condiciones, según los datos registrados en el propio pozo.

Sin embargo, si se realiza un estudio detenido del acuífero es factible llegar a obtener las características hidráulicas del acuífero (Coeficientes de Transmisividad, de Almacenamiento y otras), que son de inestimable valor y mediante las cuales, aplicando las ecuaciones y métodos de Hidráulica de Pozos, se llega a determinar la Q/s TEÓ-RICA. Esa Q/s TEÓRICA es la que debería tener un pozo IDEAL construido en dicho acuífero.

Si ahora se compara la Q/s REAL con la Q/s TEÓRICA, se logrará una cifra que mostrará en porcentaje la EFICIENCIA de un pozo:

$$\frac{Q/s \text{ REAL}}{Q/s \text{ TEÓRICO}} \times 100 = \% \text{ EFICIENCIA}$$

No se pretende una eficiencia del 100% que sería un caso ideal casi imposible de lograr, pero tampoco se debe aceptar un eficiencia que no supere el 70%.

Esta que acaba de explicarse, sería la cuarta y quizás la más importante de las muchas aplicaciones de la Q/s.

Conclusión

Corresponde a los diseñadores de pozos y a los mismos perforadores, esforzarse al máximo en sus conocimientos y habilidad para obtener, dentro de los límites del acuífero a captarse, la máxima Eficacia y Eficiencia posible del pozo que construyeran.

No obstante, ello no ocurre todavía en muchas partes con la frecuencia e intensidad necesarias. Prueba de esto es el continuo descenso en los niveles estáticos, en parte debido a la falta de recarga de los acuíferos y a la demanda siempre en aumento por el suministro del agua, pero en muchas ocasiones debido a la errónea construcción de los pozos con las consecuentes eficiencias realmente bajas. Por ende, las bombas deben ubicarse cada vez más profundamente, lo

que resulta en mayor consumo de energía para elevar el agua desde niveles más bajos.

Con mejor vigilancia sobre los métodos de construcción de los pozos de agua, no habría tanta depresión de los niveles, y los costos de explotación se verían enormemente disminuidos.

Pretender una Q/s elevada es exigir un pozo con "Buena Salud". Vigilar la Q/s de un pozo en funcionamiento es aplicar "Medicina Preventiva".

Es un gran error construir pozos con métodos ya considerados antiguos por su ineficiencia y con materiales que no cumplen las mejores especificaciones

Características generales del agua

1. Materias sólidas en suspensión y turbiedad

Un recipiente de vidrio, lleno de agua tomada de un curso de agua, sobre todo en época de crecida, permite visualizar este fenómeno. El agua está más o menos turbia, tendiendo luego poco a poco a aclararse en la parte superior del recipiente. Se forma en el fondo de este último un sedimento constituido por elementos sólidos. Estos elementos estaban mantenidos en suspensión gracias a la turbulencia de la corriente. Su densidad les hace depositarse tanto más rápido en el agua tranquila, cuanto mayores son su volumen unitario y su densidad. Al cabo de un cierto tiempo todos los elementos decantables se encuentran depositados en el fondo, pero en la parte superior el agua clarificada conserva una cierta turbiedad debido a los elementos de igual densidad que el agua y muy frecuentemente de naturaleza coloidal.

Los problemas de sustancias disueltas son aún más complejos.

2. Sustancias disueltas

Los iones en solución en el agua se presentan en forma libre y no combinados. Las características del agua se obtienen por determinación de aniones y de cationes. Los más comúnmente encontrados son:

- Para los aniones: carbonates, bicarbonatos, sulfates, cloruros y nitratos.
- Entre los cationes: calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro.

La expresión de los resultados está dada, por lo general, en grados de mineralización. Un grado francés representa, por ejemplo, en el caso del calcio, 4 mg/litro de este elemento. La mineralización total de un agua corresponde a la suma de sales disueltas expresada en grados. Puede ser calculada sea a partir de los aniones, sea a partir de los cationes. Algunos análisis permiten obtener la totalidad de sales disueltas de características idénticas.

El T.A. o título alcalimétrico expresa el tenor del agua en álcalis libres y en carbonates alcalinos cáusticos.

El T.A.C. o título alcalimétrico completo da la suma de los álcalis libres, carbonates y bicarbonatos.

El T.H. o título hidrotimétrico da la suma de sales de calcio y de magnesio. El hierro y el aluminio son por lo general dosados en el curso de esta determinación.

3. Los gases disueltos

El oxígeno y el anhídrido carbónico existen normalmente en estado de disolución en el agua en mayor o menor cantidad. Las aguas de origen subterráneo pueden estar a veces totalmente desprovistas de oxígeno. El anhídrido carbónico, en cantidad muy variable en las aguas, es el agente de equilibrio de los bicarbonatos alcalino férricos. Según la concentración en el agua puede dar lugar a un agua dura o precipitante, bien conocida por los usuarios.

El hidrógeno sulfurado se escapa inmediatamente en forma espontánea cuando el agua que lo contiene se encuentra inmediatamente sobresaturada desde que se pone en contacto con el aire ambiente. El amoníaco solo puede existir en forma transitoria. En efecto, este gas es muy soluble y constituye un producto intermediario formado por la descomposición de materias orgánicas de origen animal o vegetal, a través de los microorganismos, y que es transformado primero en sales amoniacales, después, más o menos rápidamente según determinados factores físicos (temperatura, luz) y biológicos en nitritos y nitratos después. Se sabe que una fuerte cantidad de nitratos en el agua puede ser la causa de una afección infantil, la "metamoglobinemia", y que su tasa aumenta sin cesar en las aguas superficiales.

4. Coloración

Una coloración amarilla o marrón del agua (en ausencia de todo producto de origen químico) es debida a un elevado tenor en materias orgánicas bajo forma coloidal o por sales de hierro. Una coloración azulada no es natural y es la consecuencia, frecuente, de un tratamiento por cal.

5. Sabores y olores

Los orígenes son muy variables y estos caracteres, ausentes a veces del agua natural, pueden ser provocados por los tratamientos.

Se ha establecido una clasificación: "sabores sin olores" debidos a la presencia de elementos minerales clásicos (sal marina, sal de magnesio, sales metálicas, sales alcalinas); "olores sin sabor", provocados por restos de hidrógeno sulfurado o de hidrocarburos; "sabores y olores combinados", entre estos últimos sabores térreos, de moho, etc., algunos microorganismos son responsables y causan grandes dificultades para poder eliminarlos.

Los sabores adquiridos se manifiestan o se desarrollan como consecuencia de tratamientos especiales (agregado de cloro cuando hay trazas de derivados fenólicos).

6. Tenor en hierro

Algunas aguas naturales contienen grandes cantidades de hierro (aguas ferruginosas termales: napa del "alios" en las Landas). Se ha fijado una concentración límite de 0,1 mg/litro, por disposición del Consejo Superior de Higiene de Francia. Aún cuando no es tóxico puede provocar en casos, felizmente raros, consecuencias graves en las personas atacadas de hemocromatosis.

7. Tenor de manganeso

Lo mismo que para el hierro, se le ha asignado un límite de 0,05 mg/litro, para que el agua sea considerada potable.

TRATAMIENTO

Los medios para obtener agua potable pueden ser no solamente variados sino también balanceados e interpenetrarse

unos a otros. Mencionaremos los principales procedimientos de los cuales convendrá no considerar su eficacia como absoluta.

1. Tratamientos físicos

Conciernen a las operaciones preliminares.

1.1. Colado

A veces seguido de un tamizado. Está destinado a retener las materias más gruesas transportadas por el agua: trozos de madera, trapos, cajas de conserva, envases plásticos, etc.

1.2. Precipitado

Las aguas son llevadas hasta el establecimiento por un canal longitudinal o circular, donde la corriente tendrá una velocidad determinada para permitir la sedimentación de las materias minerales en suspensión.

1.3. Aeración

Se efectúa por inyección de aire para aumentar el tenor de oxígeno disuelto y regularizar la tensión del anhídrido carbónico; además permite el "espumado" que tiene por objeto eliminar las diversas materias flotantes.

1.4. Percolación

Este procedimiento se utiliza sólo en el caso en que el agua a tratar tenga cantidades muy grandes de sales de hierro o de manganeso.

El lecho percolador está constituido por materiales naturales o sintéticos de una granulación determinada, a través de los cuales el agua anteriormente oxigenada se va escurriendo. Las sales precipitadas sufren una oxidación y una adsorción bajo forma de hidróxido férrico y de bióxido de manganeso.

2. Tratamientos químicos

La etapa de percolación se usa pocas veces. Por el contrario, el tratamiento químico (uso de reactivos coagulantes y floculantes: sulfato de alúmina, cloruro férrico, sílice activado) se efectúa corrientemente.

2.1. La coagulación

La introducción dentro del agua a tratar de sales de metales trivalentes (hierro-aluminio) cuidadosamente dosadas y susceptibles de proveer por hidrólisis precipitados de hidróxido de aspecto gelatinoso cargados positivamente, provoca la neutralización y la precipitación bajo forma de suspensión verdadera de elementos orgánicos coloidales cargados negativamente en el medio acuoso.

Después de esta precipitación, las materias en suspensión no coloidales finamente divididas son aglomeradas y se asiste a la constitución de un "copo". La eficacia de esta coagulación depende de los caracteres físicos químicos del agua y particularmente del pH.

2.2. La floculación

Este proceso prolonga la coagulación. Su objeto es aumentar el tamaño de los copos (flóculos) formados y por lo tanto de su velocidad de sedimentación (tamaño y densidad), su cohesión (solidez). De este tratamiento depende la limpieza del agua. Para acelerar el fenómeno se recurre a veces a la sílice activada como coadyuvante.

2.3. La decantación

Esta agua que tiene en suspensión los "flóculos" se somete a un tratamiento de separación de sólidos y líquidos en las piletas de decantación para permitir que se depositen con miras a su eliminación, luego en los filtros (para mejorar el rendimiento),

cuya carga específica sobrepasa en más de 50 veces las de los filtros lentos descritos anteriormente.

Se distinguen habitualmente dos grandes tipos de decantadores. Los decantadores horizontales (piletas alargadas, rectangulares o cilíndricas) recorridos por corrientes de agua sensiblemente horizontales. Los decantadores verticales, generalmente de forma cilíndrica o cilindrocónica, son recorridos por corrientes de agua sensiblemente verticales. Lo que importa no es la dirección de las corrientes, sino su velocidad ascensional.

La relación entre la densidad y el tamaño de un aglomerante en suspensión en el agua y su velocidad de sedimentación está definida, grosso modo, por la ley de STOKES. Esta ley deja de ser aplicable cuando la relación entre el volumen de los elementos sólidos y el volumen del agua intersticial alcanza un valor límite. Por encima de este valor, la velocidad de caída (sedimentación) decrece hasta anularse.

Existen diferentes formas de decantación: a) la decantación estática; b) la decantación acelerada (decantador a recirculación de barros y decantador floculador); c) la decantación intermitente a lecho o a "laminas" de barros.

2.4. La filtración

La filtración recurre al mecanismo de adsorción, es decir a la atracción (seguida de fijación sobre la superficie) ejercida por los granos constitutivos de una masa filtrante respecto de los elementos contenidos en el agua, demasiado voluminosos para penetrar en los intersticios existentes entre los elementos constitutivos de la masa filtrante, y que son detenidos en la superficie de esta masa por simple tamizado (acción mecánica). La arena silíceo utilizada en los filtros debe presentar una granulometría regular (la más común, es de 0,9 a 1 mm) y poseer por lo menos un

98% de sílice. La retención de las materias sólidas contenidas en el agua provoca una obstrucción progresiva de los intersticios conocida con el nombre de colmatación y que se acompaña con una pérdida de carga creciente en la corriente de agua. La superficie del filtro debe estar siempre sumergida (altura del agua de 0,5 a 1 m). Con una granulometría de 0,9-1 mm y una masa filtrante de 0,6 a 1 m se puede lograr una velocidad de filtración (en filtración rápida) de hasta 20m³/m².h con período de funcionamiento de 8 a 50 horas. La pérdida de carga no debe sobrepasar los 400 milibares.

2.5. La esterilización

Especialmente si se usa agua de vertiente, con la utilización de filtros rápidos, el agua puede tener una buena limpieza pero no por eso estar exenta de gérmenes microbianos. Es en esta etapa que se aplican tratamientos de esterilización y eventualmente de adsorción por carbón activado en polvo o granulado.

Los principales métodos de esterilización usa dos son: el cloro y sus derivados, el bióxido de cloro, el ozono y recientemente con gran eficacia el nitrato de plata.

2.5.1. El cloro

El uso del cloro gaseoso (microbicida eficaz aún a dosis bajas) en post clorinación consiste en la adición de una ligera dosis de cloro para asegurar una tasa residual (0,3 a 0,6 ppm en las redes de distribución).

Generalmente un dosaje amperométrico constante permite conocer exactamente la cantidad de cloro libre y neutralizar automáticamente el exceso por un reductor o por el carbón activado (en polvo o granulado).

Es de notar que la esterilización por el cloro no se obtiene más que después de 30 ó 40 minutos de contacto.

Peróxido o bióxido de cloro.

Es un gas muy oxidante que tiene la ventaja sobre el cloro de no producir clorofenoles cuando subsisten trazas de derivados fenólicos en el agua. Tiene además un poder decolorante y desodorizante muy grande. Se le obtiene en solución por acción de un ácido sobre el clorito de sodio; esta preparación es algo peligrosa. (El clorito de sodio es detonante bajo ciertas condiciones). El agua de Javel y hipoclorito de sodio. Tiene los mismos efectos a igualdad de cantidad de cloro utilizada que el cloro gaseoso. Con todo, el agua de Javel es una solución de hipoclorito de sodio más o menos estabilizada. Esta solución se conserva mal y su título clorométrico expresado en grados (1 grado clorométrico equivale a 3,17 g. de cloro libre por litro) disminuye con el tiempo.

Las cloramidas.

El uso de las cloramidas está actualmente dejado de lado. Estos compuestos resultan de la combinación del cloro y del amoniaco, su poder desinfectante es débil y hay que usar dosis capaces de producir un mínimo de 1 ppm de cloro residual subsistente por lo menos 1 hora para obtener una acción bactericida satisfactoria.

2.5.2. El ozono

Si bien la esterilización bacteriana puede ser obtenida por la adición de productos clorados, éstos no pueden asegurar totalmente la desaparición de sabores debidos a la presencia de cantidades ínfimas de sustancias (microcontaminantes) particularmente refractarias y que no han sido eliminadas en los precedentes tratamientos.

La eliminación de estas trazas ha sido objeto de investigaciones y han podido obtenerse más o menos completamente por los tratamientos de refinamiento que aprovechan fenómenos de adsorción

por medio de carbón activado en polvo o granulado (supresión de sabores desagradables) y de un oxidante particularmente activo: el ozono. Además, el ozono permite, bajo ciertas condiciones de uso, la inactivación de los virus y la desodorización, sin formación de sustancias in también una excelente decoloración.

El ozono es oxígeno triatómico. Es un gas inestable y muy poco soluble en agua. La mezcla de aire ozonizado en elevada concentración (15 a 25 g/m³ de aire) y de agua a esterilizar puede obtenerse de tres maneras:

1. Pulverizando agua en un espacio cerrado lleno de ozono;
2. Inyectando el aire ozonizado en la parte baja de columnas de agua que corre a contra corriente (de arriba hacia abajo);
3. Inyectando aire ozonizado con la ayuda de difusores dispuestos en el fondo de piletas profundas.

2.5.3. La plata

La fuerte acción bactericida que presentan algunos metales cuando están disueltos en pequeñísimas cantidades y que se conoce desde hace 40 años con el nombre de oligodinamia, indujo a Pechold, Hottinger y, más tarde, a Krause, a estudiar la posibilidad de una aplicación práctica. Este último logró resultados altamente satisfactorios y a él se deben las primeras patentes industrializadas que utilizan la plata como metal fuertemente activo e inocuo para la purificación de aguas y otros líquidos empleados por el hombre para su alimentación.

Esta propiedad bactericida del nitrato de plata se explica por la fijación de un cierto número de iones en la bacteria que le producen una disminución de su vitalidad y la muerte.

Largo del tramo de captación en acuíferos no – confinados

Definición de Términos

Definiremos, o más bien insistiremos, sobre conceptos ya conocidos, para evitar equívocos en la terminología.

Tramo de captación: llamamos así al tramo por donde ingresa agua al pozo; específicamente es el filtro.

Acuífero no-confinado: es el acuífero que reconoce un lecho impermeable, pero no tiene un techo estable otorgado por un estrato impermeable. El límite superior de la zona saturada es la franja capilar en contacto directo con la atmósfera y sujeta a variaciones estacionales, meteóricas o de explotación. En la Argentina lo conocemos también como Freático.

Nivel Estático: nivel del agua en el pozo sin bombeo, en metros.

Nivel dinámico: llamado también **Nivel de bombeo;** es el nivel a que desciende el agua durante la extracción que se produce al bombear, en metros.

Depresión (s): es la diferencia entre los dos niveles arriba indicados, medida en metros.

Capacidad Específica: es la expresión del rendimiento del pozo (no confundir con Eficiencia del pozo). Se trata del cociente $Q/s = \text{Caudal} / \text{Depresión}$ y se lee $X \text{ m}^3/\text{hora.metro}$ de depresión. Es decir, cuántos metros cúbicos por hora permite extraer el pozo por cada metro promedio que se deprime el nivel del agua.

Gráfico depresión-caudal. Su interpretación

En un pozo construido en un acuífero no-confinado, el bombeo VERDADERAMENTE DESAGOTA la parte de la formación que se encuentra comprendida en el cono de depresión. Esa característica hace que si en un sistema de coordenadas se representa la relación Depresión-Caudal, no se obtendrán una recta sino una curva. Cuando se duplica la Depresión se logra un caudal algo menor que el doble. Además, la Capacidad Específica (Q/s) disminuye a medida que aumenta la Depresión.

Hemos ya dicho que la curva representa la interrelación entre la Depresión y el Caudal. La Depresión Máxima (100%) significa el descenso del agua hasta el fondo del pozo. Las cifras intermedias (20%, 50%, etc.) indican el porcentaje que se deprime el nivel respecto de un máximo posible (fondo del pozo). Entonces, el Caudal Máximo (100%) es la cantidad de agua que produce el pozo a su Máxima depresión 100%).

Ejemplo de uso del gráfico

Supóngase un pozo que atraviesa todo el acuífero y sea de 12m. de profundidad, con un nivel estático de -2m; la formación saturada será, por consiguiente, de 10 metros. Durante un bombeo de ensayo a régimen de $28 \text{ m}^3/\text{h}$ el nivel bajó a -5m; es decir que se provocó una depresión de 3 metros.

En el caso de nuestro pozo el 100% de depresión sería 10 m (hasta el fondo del pozo). Los 3 m de depresión logrados en el ensayo representarían entonces el 30% de la Depresión máxima. Leyendo la curva de la fig. 1 observamos que ese 30% de depresión corresponde al 51% de Máximo caudal obtenible, lo que significa que los $28 \text{ m}^3/\text{h}$ serían el 51% del caudal máximo.

Ahora bien, cabe preguntarse, por ejemplo, ¿cuál será el caudal si se deprime el nivel 5 metros, llevándose por el nivel dinámico a -7 m? Entonces los 5 metros de depresión representarán el 50% de la Depresión máxima admisible (10 m). La curva mostrará ahora que con el 50% de depresión se podrá obtener un caudal del 75% de un máximo posible total. Si el 51% del caudal eran $28 \text{ m}^3/\text{h}$, el 75% que se obtendrá será:

$$\frac{75}{51} \times 28 = 41 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lo que equivale a decir que sometiendo el nivel en el pozo a una depresión de 5 metros se logrará un caudal $Q=41 \text{ m}^3/\text{hora}$.

Siguiendo con la observación del gráfico se ve que sobrepasando el 67% de Depresión máxima posible, el trazado cambia substancialmente en ese tramo de la curva. Pasada esa cifra habrá que provocar mucha depresión para obtener magros aumentos de caudales. Por consiguiente ya no será ECONÓMICO deprimir más el nivel de bombeo. En realidad, con un 67% de depresión se logra el 90% del caudal máximo; no es lógico desear una depresión adicional del 33% para obtener el restante 10% de caudal que teóricamente podría brindarnos el pozo.

Largo del filtro

Después de todas estas consideraciones llegamos al nudo de la cuestión que motivara el título de esta comunicación. La resumimos así: la práctica del Diseño de un pozo aconseja colocar filtro en el tercio inferior del acuífero no-confinado homogéneo.

Los otros 2/3, que son el 67% del espesor saturado, sirven para el juego de los niveles

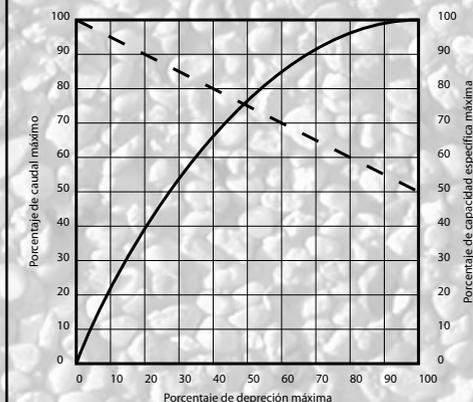
de agua. Así se evita que el nivel del agua baje más allá de la parte superior del filtro y se logra un buen rendimiento.

Sin embargo, hay casos en que se opta por colocar filtro en un largo equivalente al 50% del espesor del acuífero. Se trata de situaciones en que se prefiere mayor Capacidad Específica, por diversas razones de explotación, a expensas del caudal mayor que podría extraerse del pozo.

En realidad, en un diseño de pozo en acuífero no-confinado homogéneo entran en juego dos argumentos:

- 1) Mayor longitud de filtro permite mayor Capacidad Específica (Q/s).
- 2) Menor longitud de filtro otorga mayor margen para deprimir y, por ende, mayor caudal.

Como consecuencia, el diseño de estos tipos de pozos se trata de una suerte de compromiso entre esas dos posiciones. Queda en la prudencia, la necesidad o el objeto que se persigue hacer influir una más que otra.



Relación entre porcentajes de Depresión y Caudal y entre porcentajes de Depresión y Capacidad Específicas para pozos en:

ACUÍFEROS FREÁTICOS HOMOGÉNEOS

C.A.P.A.S.

Señores Perforistas

La situación de los recursos hídricos subterráneos representa un motivo de preocupación creciente a través de los últimos años, el deterioro en la calidad, como la evidencia de un fuerte desequilibrio provocan alarma y la necesidad del dialogo entre diferentes sectores.

Es en este marco, que a partir del año 2000, conformada por especialistas que cotidianamente constatan el estado real del recurso hídrico subterráneo y de las actividades desarrolladas sobre él, comienza sus actividades la **Cámara Argentina de empresas Perforadoras para Agua Subterránea**.

Nuestra Visión

CAPAS centra sus esfuerzos en la preservación del medio ambiente, con particular énfasis en los recursos hídricos subterráneos. Entendiendo que el objetivo general es velar porque se mantenga un suministro suficiente de agua de buena calidad para toda la comunidad preservando al mismo tiempo las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas.

Nuestra Misión

El percibir el paulatino deterioro del recurso, tanto como la carencia de controles, y la constante violación a las correctas reglas en la construcción de perforaciones, motiva a los miembros de Capas a reunirse con el esfuerzo de aportar para la minimización y/o eliminación de esas variables.

Los objetivos institucionales de CAPAS se generan alrededor de tres ejes principales:

Cooperación.

Reconociendo la importancia de la interrelación entre todos los actores interesados en el estudio, la prospección, el uso, la preservación, la tecnología, y la gestión de aguas subterráneas, CAPAS trabaja congregando a empresas perforistas que adhieran a sus principios fundacionales, tanto técnicos como éticos, a fin de ir logrando crecientes niveles de cooperación con entidades públicas y privadas cuyas actividades se relacionen con las aguas subterráneas.

Capacitación – Divulgación.

Entendiendo que la disponibilidad y la transferencia de información resultan fundamentales para el avance hacia un uso racional del recurso, CAPAS trabaja para:

- o Intercambiar información técnica, científica, tecnológica, y económica con organismos públicos y privados en relación con la captación de aguas subterráneas.
- o Propiciar, organizar e intervenir en congresos, seminarios, jornadas, conferencias y reuniones que tengan por objeto el debate sobre temas relacionados con la extracción de agua subterránea y la preservación de recursos hídricos.
- o Fomentar la formación de recursos humanos idóneos en la construcción de perforaciones para agua subterránea.

Aporte para un aprovechamiento adecuado del recurso hídrico subterráneo.

CAPAS compromete sus esfuerzos de colaboración con organismos públicos, realizando propuestas relacionadas con

las actividades de sus asociados para la elaboración de procedimientos, normas, reglamentos y legislación, así como para el establecimiento de criterios de matriculación.

Recuerde: para que una perforación de agua subterránea sea eficaz, eficiente, ambiental y sanitariamente compatible debe cumplir estrictas condiciones.

CAPAS, entidad sin fines de lucro, promueve el análisis, el intercambio y la discusión con los distintos sectores responsables, acerca de:

- perforaciones de explotación
- Estudios previos
- Metodología para la construcción de perforaciones no destinadas al abastecimiento de agua potable
 - o Riego
 - o Depresión de capa freática
 - o Perforaciones piezométricas – Instalaciones para limnigrafos
 - o Perforaciones para protección catódica
- Diámetros de perforación en función del caudal de extracción
- Equipamiento necesario para realizar perforaciones
- Cegado reglamentario de pozos fuera de servicio

El **AGUA** es un recurso de **TODOS**, de UD. y de Nosotros depende su correcta explotación.

Contáctese con CAPAS:

Cosquín 10 - 6º Piso Oficina G

C1408GIB

Capital Federal – Buenos Aires – Argentina.

TE: 4642-2211

E-mail capas@sion.com

GRAVAFILT SA

NAHUELCO SA / SCREEN COMPANY -
MARCO AURELIO SOSA SACIF

Adhieren a la Iniciativa de CAPAS

C.A.P.A.S.



Guía para diseño de pozos de agua (Parte 1)

Definición de pozo de agua

Un pozo de agua es una estructura hidráulica que, cuando está BIEN DISEÑADA y BIEN CONSTRUIDA, permite la extracción ECONÓMICA del agua de un acuífero.

Esta definición pone énfasis en el aspecto económico de la obra, pues un pozo es una inversión cualquiera sea el uso que se dé al agua (servicio público, industrial, riego, etc.). Para lograr esa premisa es fundamental que el pozo sea EFICIENTE. Y para ello, resulta imperativo que el pozo esté bien diseñado, además por supuesto, que esté bien construido.

En esta síntesis no pretenderemos incursionar en los aspectos constructivos, privativos de cada empresa en particular, sino más bien detenernos a considerar las pautas generales que rigen el diseño del pozo.

Definición de diseño

El diseño de un pozo de agua implica el cálculo de las dimensiones adecuadas de todos los componentes del pozo y la selección de los materiales que han de ser usados en su construcción.

Objetivos del diseño

El buen diseño busca asegurar la óptima combinación de los siguientes factores:

- Buen funcionamiento.
- Mejor aprovechamiento del acuífero
- Máxima eficiencia en términos de
- Capacidad Específica (Q/s).
- Larga vida de servicio.
- Costo razonable de la instalación.
- Bajos costos de operación.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Servicio sin interrupciones.

La suma ideal de todos esos factores da como resultado el propósito final del objetivo: CONFIABILIDAD.

La buena práctica de la ingeniería requiere que estos factores sean considerados en forma simultánea.

Diseño del Pozo

Un pozo consta, fundamentalmente, de dos partes o secciones para considerar:

- A) Entubamiento (tubería de revestimiento).
- B) Captación (rejilla).

A) Entubamiento

Es el tramo del pozo que sirve de alojamiento al equipo de impulsión (bomba), y se constituye en el conducto vertical a través del cual el agua fluye desde el acuífero, hacia arriba, hasta el nivel en que ingresa a la bomba. Tiene, además, otros propósitos como de servir de sostén estructural a las paredes del pozo y para excluir el agua indeseable que se encuentra en algunas formaciones acuíferas.

El material empleado en la fabricación de tuberías de revestimiento debe llenar las condiciones exigidas para cumplir con las funciones descritas, pero además las de resistencia mecánica a la tracción, resistencia al aplastamiento radial (colapso) y al impacto, derivada de la necesidad de instalación en el pozo. Se las fabrica frecuentemente de acero, producidas según diferentes sistemas, factores que hacen que cada fabricante diseñe su propia línea de producción, lo que ha dado origen a numerosos tipos de tuberías. De todos modos, es recomendable referirse siempre a tuberías normalizadas, protegidas por una norma que las identifique, como pueden ser las normas ASTM (American

Society for Testing and Materials), DIN (Norma Alemana), BS (British Standard), API (American Petroleum Institute) u otras instituidas por diversos países que fabrican tuberías, pero todas ellas, aunque difieran entre sí, tendrán un respaldo en cuanto a su composición, espesores, límite de fluencia del acero y las tolerancias correspondientes, que son indicadas por el proveedor. También existen en el mercado tuberías fabricadas con material plástico, que asimismo deberán ser analizadas de acuerdo con los valores de resistencia que ofrezcan en sus especificaciones.

- Longitud

La longitud del tramo de entubamiento está condicionada por el perfil del terreno en el lugar del pozo y las aislaciones que se deban efectuar, datos que se obtienen de sondeos de exploración previos o de pozos anteriormente perforados en la zona.

- Diámetro

El diámetro del entubamiento estará condicionado por la medida de la bomba que se instale en el pozo. Dicho diámetro será dos medidas nominales más que el de la bomba. Es evidente, entonces, que deberá conocerse cuál será el diámetro externo de los tazones de la bomba. Así, si se pretende instalar una bomba de diámetro 8", la tubería de revestimiento deberá ser de 12" en ese tramo.

- Aislaciones de protección

Son aislaciones que se realizan para evitar mezclas de aguas de los distintos niveles acuíferos que atraviese la perforación y que puedan contaminar biológica o químicamente el agua que se desea explotar por bombeo del pozo. El propósito

es evitar que el agua que escurre por la superficie del terreno o la proveniente de acuíferos superiores y cuya calidad no sea apropiada para el consumo, pueda penetrar en la formación motivo de nuestro interés.

La aislación deberá hacerse hasta la formación impermeable que sirva de lecho al acuífero que se deba aislar. O bien a unos 2-3 metros por debajo del nivel dinámico previsto en el pozo, cuando se trata de pozos someros que captan agua del acuífero freático. Siempre se verificará que ese nivel elegido sea suficientemente estanco pues, de lo contrario, se procederá, a aislar más abajo donde se encuentre una capa realmente impermeable. En muchos casos sucede que el buen nivel impermeable es precisamente el techo de capas acuíferas inferiores, a menudo el techo del acuífero que se piensa explotar. Esto que se menciona es corriente en Buenos Aires y alrededores, caso en que las aislaciones se prolongan hasta el techo del acuífero explotable, porque allí es el lugar donde se encuentra el mejor terreno impermeable del perfil del terreno.

Cuando se perfora a percusión, la tubería de revestimiento del pozo generalmente va acompañando al tramo a medida que se perfora y se la hinca paulatinamente. Esa tubería va forzada en el terreno contra las paredes del hoyo perforado, es decir que queda muy poco espacio anular entre el hoyo y la tubería; pero como la tubería lleva una zapata en el extremo inferior, que es de mayor diámetro que el diámetro externo de la propia tubería, es factible que el hoyo sea un poco más grande que el entubamiento. En tal caso, lo que hace la aislación efectiva es la zapata del entubamiento. Por ello, es necesario asegurarse muy bien sobre la impermeabilidad del terreno donde se la clavará en forma definitiva, porque la verdadera y confiable aislación se producirá

en el lugar de contacto de la zapata con el terreno elegido, lo que equivale a decir: adonde se la hinca.

Cuando se perfora a rotación, la perforación se efectúa a "pozo abierto"; es decir sin tubería acompañante. Luego se bajará la tubería de revestimiento. Como el espacio anular entre la tubería y la pared del hoyo suele ser amplio, se hace necesario proceder a un sistema de aislación que nos asegure de que no existirá mezcla de aguas en el pozo. Para lograr ese fin, por lo general, se procede a cementar el espacio anular entre el entubamiento y la pared de la perforación.

En virtud de lo expuesto anteriormente, es necesario contemplar en el diseño del pozo el diámetro que deberá tener el hoyo perforado, para dar cabida a la lechada de cemento que servirá de aislación. El diámetro del hoyo perforado deberá ser 120-140mm mayor que el diámetro exterior de la tubería que se cimente, cuando la lechada se agregue por una tubería adicional provisoria emplazada en el espacio anular. Cuando la lechada se agregue por dentro de la tubería de revestimiento, desde el fondo de ella irá ascendiendo por el espacio anular; en ese caso el hoyo podrá ser sólo unos 70-80mm mayor que el entubamiento.

En los casos en que las formaciones sean desmoronables, o en muchos casos de pozos perforados a percusión, se utilizará una tubería provisoria "de maniobra" de mayor diámetro que la del entubamiento y el cemento se volcará por gravedad entre ambas tuberías mientras se va retirando la "de maniobra", hasta sacarla del hoyo.

Una vez finalizada la cementación, es conveniente realizar una prueba de estanqueidad para verificar que la aislación es efectiva. Se perfora el tapón de fondo y se llena el entubamiento con agua; si a

las 24 horas el nivel del agua en la tubería no ha bajado indica que la aislación no tiene fugas y por lo tanto resulta eficaz. Otra manera de verificar es la inversa de la anterior; se vacía el entubamiento y luego se comprueba que no haya ascendido el nivel del agua en la tubería.

Nota: la segunda parte de este artículo será publicada en la edición de Julio



Estimado lector,

Esperamos sus opiniones, comentarios o notas que pudieran surgir a partir de estas lecturas y temáticas aquí publicadas.

Direcciones de contacto:

patricior@nahuelco.com

rbarbieri@marcoaureliososa.com.ar

GRAVAFILT S.A.

Líder en Arenas y Gravas Tratadas

Plantas Potabilizadoras

Filtros de Piscinas

Perforaciones

Arenados Especiales

Pegamentos

Tratamientos Efluentes

Fundición

www.gravafilt.com.ar

Casa Central: Camino de Santiago esq. Gordillo - Paraná - E.R.
Tel: 0343-431 0190 - Fax: 0343-423 0162

Oficina Bs.As.: Paseo Colón 713, Piso 9º - Tel/Fax: 011-4343 4848
ventas@gravafilt.com.ar / info@gravafilt.com.ar

Filtros Nahuelco

Filtros Nahuelco

Los filtros de ranura continua Nahuelco se fabrican soldando eléctricamente (sin aporte) un perfil continuo de sección triangular alrededor de una estructura de varillas longitudinales, formando una abertura de ranura continua.

Filtros Nahuelco

Materiales

ACP (acero crudo pintado)

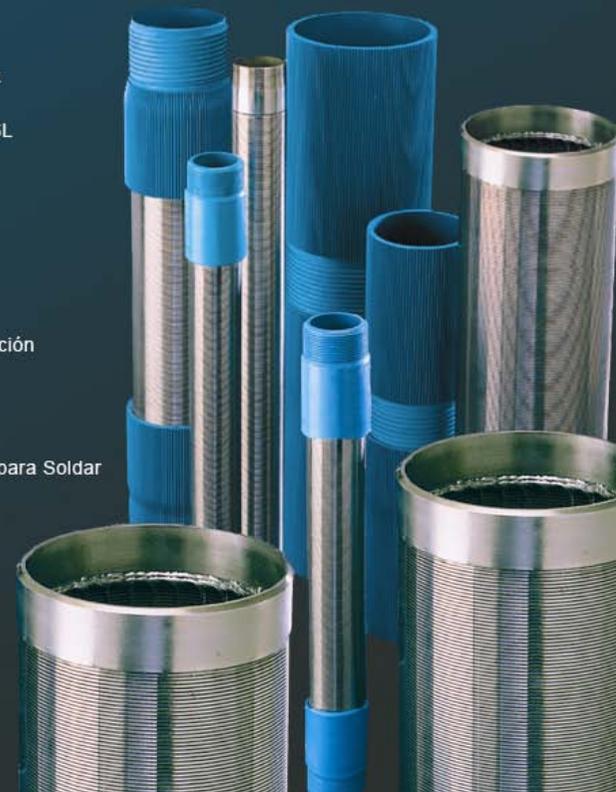
Acero Galvanizado

Acero Inoxidable AISI 304

Acero Inoxidable AISI 316L

Otros materiales

- Diámetros de 2" a 26"
- Aberturas de ranura a elección desde 0,10 mm
- Largos hasta 6 metros
- Terminaciones en Anillos para Soldar o Extremos Roscados
- Diseños estándar para profundidades de instalación a 100; 200; 350 y 600 metros
- Se diseñan y fabrican para otras profundidades



NAHUELCO

NAHUELCO S.A.

Perdriel 3810 (B1646GMB) San Fernando
Buenos Aires - Argentina
Tel.: (54-11) 4714-6699 Fax: (54-11) 4714-2175