

INSTRUMENTACIÓN DE CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DESTINADAS AL ABASTECIMIENTO PÚBLICO

Eduardo Lupiani Moreno*

Alfredo Martínez Arias*

José Manuel Soto Venegas*

RESUMEN

En el artículo se fijan los objetivos de la instrumentación de captaciones: garantizar el suministro, con la calidad de agua apropiada y con el menor coste posible. Se repasan las principales variables que se controlan en las captaciones, instalaciones de impulsión, del agua y del acuífero, y se describen los equipos disponibles en el mercado. Finalmente se comenta la experiencia en el uso de sistemas de medición del nivel piezométrico.

Palabras clave

Instrumentación; captaciones; agua subterránea; agua potable; abastecimiento público; nivel piezométrico;

ABSTRACT

In the present article the objectives of the instrumentation of groundwater exploitations are summed up: to guarantee the supply, with the quality of appropriate water and the smallest possible cost. The main variables that are controlled in the groundwater exploitations, water and aquifer pumping installations and the available instrumentation in the market are reviewed. Finally the experience in the use of water table measure systems is commented.

Key words

Instrumentation; groundwater exploitations; groundwater; drinkable water; public water supply; water table.

INTRODUCCIÓN

En los abastecimientos públicos que utilizan aguas subterráneas, las captaciones o tomas (pozos, sondeos y manantiales), son puntos fundamentales del sistema y de ellos, o más concretamente de su óptimo funcionamiento, depende el cumplimiento de las tres máximas que imperan en la gestión de los servicios de agua potable:

- Garantizar el suministro
- Garantizar la calidad del agua suministrada
- Producir el recurso al menor coste posible

Para conseguir estos tres objetivos y gestionar adecuadamente el Servicio Público, las captaciones se instrumentan y se mantienen permanente controladas mediante sistemas de telecontrol, lo cual permite la captura de información de las variables de funcionamiento en tiempo real y posibilita la implantación de sistemas de telealerta y

telemando, desde una central de operaciones alejada de la captación. Ello implica el control permanente de la captación y una rápida respuesta frente a cualquier anomalía de su funcionamiento, independientemente de su situación (Figura 1).

La instrumentación parte de la instalación de unos sensores en aquellos puntos a controlar, los cuales emiten señales físicas en función de su estado hacia transductores, encargados de recogerlas y transformarlas en señales útiles, eléctricas o mecánicas, que se emite finalmente hacia el exterior mediante un transmisor.

El conjunto de señales se procesan en una estación remota y se transmiten hacia el centro de control, mediante un sistema de comunicaciones; para el caso de las captaciones de agua, que normalmente se encuentran alejadas de los puntos de control y consumo, tales sistemas suelen ser vía radio.

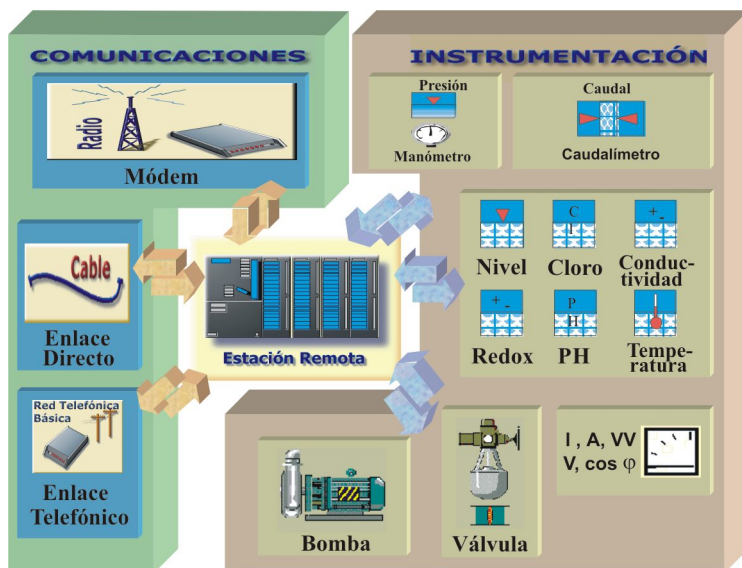


Figura 1. Esquema del sistema de monitorización y comunicaciones

ELEMENTOS OBJETO DE CONTROL

A efectos de gestión, se considera captación de aguas subterráneas al conjunto formado por la obra civil (normalmente sondeo vertical), equipamiento de bombeo y acuífero, y como tal se debe considerar a la hora de definir sus variables de control.

En el contexto general de los objetivos antes comentados, la instrumentación de las captaciones de agua subterránea destinadas al abastecimiento público, tienen como finalidad la prevención y minimización de averías de la electrobomba, para así garantizar la producción de agua, y el control permanente de la calidad del agua suministrada. Adicionalmente permite obtener información de variables hidrogeológicas (niveles estáticos y dinámicos, caudales, volúmenes de extracción, variables físicoquímicas del agua, etc.), que ayudan al conocimiento del sistema general del abastecimiento y aportan, por consiguiente, criterios para la toma de decisiones y operación del mismo.

En esta línea, la instrumentación de las captaciones se extiende a los siguientes puntos:

I. Instalaciones de elevación:

- ▶ Alimentación eléctrica
- ▶ Consumos eléctricos
- ▶ Protecciones instaladas en cuadro eléctrico
- ▶ Sonda térmica de bomba
- ▶ Funcionamiento / Pare de bomba

2. Agua producida

- ▶ Caudal
- ▶ Parámetros de calidad (conductividad, pH, turbidez, etc)
- ▶ Cloro libre (eficiencia de la cloración)

3. Acuífero:

- ▶ Profundidad del nivel de agua

Desde el punto de vista hidrogeológico los datos de mayor interés son la profundidad del nivel de agua, caudal y parámetros de calidad del agua bombeada.

ALCANCE DE LA INSTRUMENTACIÓN

El número de elementos de la captación a que se instrumenta, e incluso el propio objetivo de los sistemas de telecontrol y telemando, básicamente depende de cuatro factores, como son el nivel y requerimientos técnicos que se auto-imponga el Servicio de aguas o el usuario, del nivel del proyectista de la instalación, de la importancia de la captación en el sistema de abastecimiento y, sobre todo, de la capacidad y solvencia económica de la propiedad de la captación.

Así, en los núcleos de población de entidad, como son grandes ciudades y capitales de provincia, donde los Servicios de Aguas están tecnificados y cuentan con recursos económicos suficientes, las captaciones están perfectamente instrumentadas, telecontroladas y telemandadas y sólo las de menor importancia están exentas de estos equipos. Por el contrario, en poblaciones medianas y/o pequeñas, que porcentualmente son las que dependen en mayor grado del agua subterránea, hay una gran variedad de situaciones, en principio más relacionadas con su ubicación geográfica que con el resto de factores, lo que se interpreta asociado a la experiencia y tradición en la explotación de aguas subterráneas y al valor económico del recurso.

De este modo, se puede comprobar como en Levante, amplias zonas de Cataluña y algunas comarcas de Castilla La Mancha y

Andalucía, es habitual encontrar captaciones instrumentadas y telecontroladas, en mayor o menor grado, mientras que en el resto de España la tónica general es la sola disposición de los instrumentos de medida que marca la Reglamentación de instalaciones eléctricas (voltímetro, amperímetro y piloto de marcha/pare), careciendo de otros elementos básicos para garantizar el correcto funcionamiento de la captación como son el contador de agua y el tubo para sonda piezométrica.

Es importante indicar que en las zonas antes referidas esta carencia de instrumentación se debe, en gran parte, a la ausencia de tales equipos y correspondientes partidas presupuestarias en los Proyectos de instalación de captaciones, incluso en las financiadas por Organismos Públicos, lo cual no deja de ser una grave omisión de los proyectistas y/o promotores de la obra, posiblemente por desconocimiento de su necesidad.

Otro aspecto a comentar es el exiguo dimensionamiento de algunas captaciones, que dificultan e incluso impiden la correcta instalación de instrumentos de control dentro de la perforación.

TIPOS Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Los equipos que se emplean en la monitorización de estas variables hidrogeológicas tienen las características que se comentan a continuación.

Medida de niveles de agua

Se emplean tres tipos de equipos: electrónicos, neumáticos y mecánicos.

Los equipos **electrónicos** requieren la instalación de un sensor piezométrico bajo el agua, dentro de la captación, alojado en una

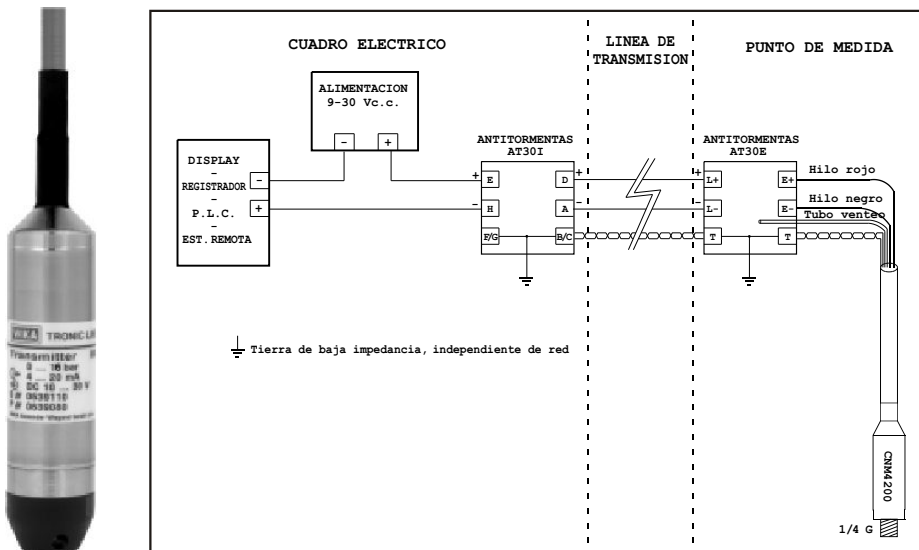


Figura 2. Esquema de sonda piezométrica

tubería porta-sondas de 1" como mínimo. El sensor pende de un cable apantallado de transmisión de señales, que incluye tubo de compensación de presión atmosférica y la señal se recoge en un equipo de superficie con display de visualización (Figura 2).

El sistema **neumático** mide la presión que se requiere para mantener el agua en el extremo inferior un tubo sumergido, que equivale a la presión que ejerce la altura de la columna de agua en dicho punto; la profundidad del agua viene de la diferencia entre la profundidad del extremo del tubo y la altura de columna de agua sobre dicho extremo. Este método requiere la instalación de un microtubo que se aloja en el porta sondas de 1/2" como mínimo, un compresor de aire, un transductor de presión, que en esta ocasión se instala en superficie y un display que indique la presión (Figura 3).

El sistema **mecánico** es similar al empleado en los limnógrafos y consta de un carrete que aloja un cable de baja elongación, en cuyo extremo inferior tiene un flotador que "sigue" al nivel de agua y permite su monitorización en continuo.

Medida de volúmenes y caudales

Se utilizan contadores y caudalímetros, que pueden ser mecánicos, electromagnéticos y de ultrasonidos (Figura 4).

Los contadores **mecánicos** (de flujo o volumétricos) son los más comúnmente empleados, sobre todo para caudales medianos y/o pequeños (< 30-50 l/s). Cuando se telecontrolan, se le instalan emisores de impulsos, tipos Reed u Opto, que miden las revoluciones de una placa magnética instalada en el eje del contador.

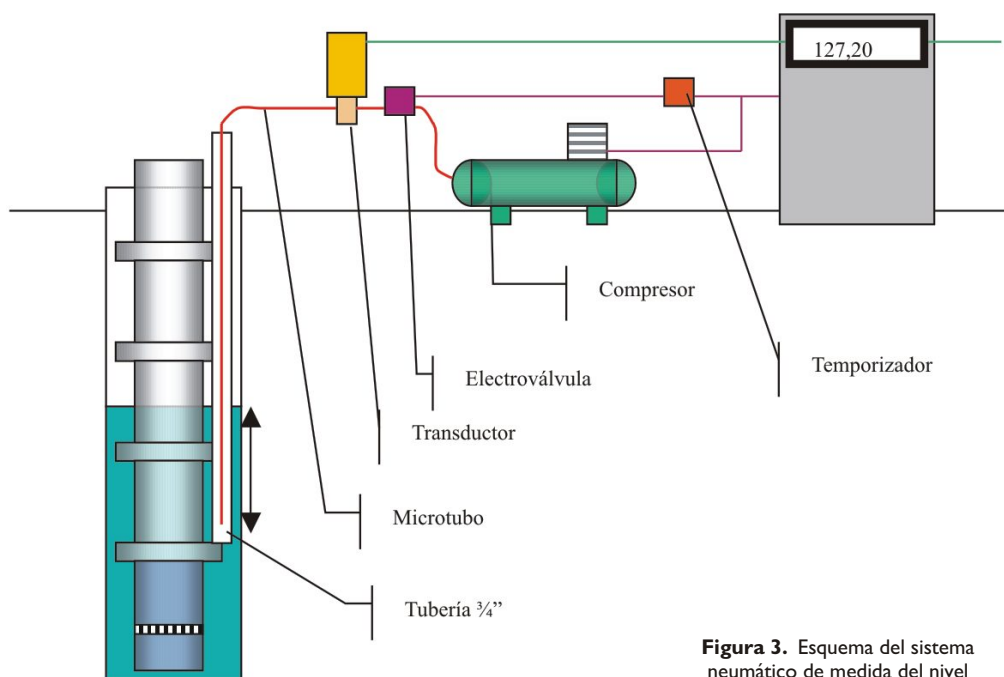


Figura 3. Esquema del sistema neumático de medida del nivel

Los caudalímetros **electromagnéticos** se emplean en captaciones de elevado caudal, cuando se precisan tuberías con diámetros de cierta consideración. El dispositivo se basa en la ley de Faraday y mide la diferencia de potencial que se registra en un campo magnético constante creado en un punto concreto de la tubería, el cual depende del caudal circulante.



Figura 4. Caudalímetros electromagnético y de impulsos

Los caudalímetros de **ultrasonidos** miden la velocidad del agua en una tubería mediante el registro de los tiempos de retardo entre dos transductores que se ubican a una distancia definida y en posición opuesta. Los transductores se pueden ubicar en el exterior de la tubería, lo cual exige correcciones de material, timbraje e incrustación, y por ello es el sistema que se emplea en los caudalímetros móviles.

Medidas de parámetros fisicoquímicos del agua

Su monitorización no es muy frecuente ya que las características fisicoquímicas del agua subterránea suelen ser estables, o con variaciones lentas, de tendencias previsibles y de gran inercia.

Aún así, en ciertas circunstancias se controla la conductividad y pH del agua, como ocurre en captaciones costeras, tanto de agua dulce como de agua salada; en el

primer caso el objeto es verificar el cumplimiento de la reglamentación sanitaria del agua en situación de riesgos de intrusión marina, mientras que en el segundo es preservar la eficiencia de las membranas en las desaladoras que abastecen. El pH es objeto de seguimiento en acuíferos con Mn y Fe, donde el pH actúa como indicador de las variaciones de concentración.

La turbidez es habitual controlarla en las ETAP asociadas a tomas de aguas superficiales, aunque también se registra en algunas captaciones subterráneas situadas en acuíferos kársticos, tanto en manantiales como en sondeos, donde se generan episodios de enturbiamiento súbito del agua asociados a oscilaciones piezométricas, tanto por precipitaciones como por extracciones; en estos casos se instala un turbidímetro conectado a una válvula motorizada, que permite la entrada de agua al sistema de abastecimiento sólo cuando se cumple la reglamentación en la materia (Figura 5).

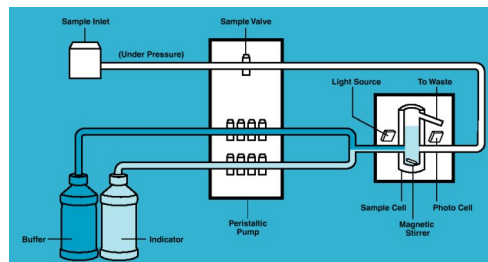
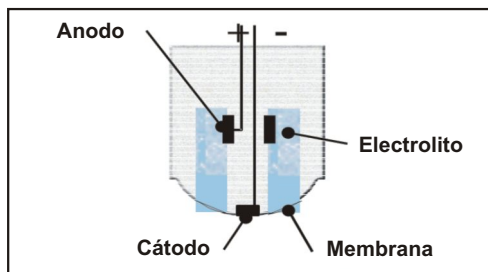


Figura 5. Sensores amperimétrico y colorimétrico de medida del nivel de cloración

EXPERIENCIAS EN LA INSTRUMENTACIÓN DE CAPTACIONES

En el mercado existe una amplia gama de equipos que permiten monitorizar los elementos comentados con total fiabilidad y en circunstancia muy variables, salvo los equipos de medida de niveles piezométricos, que por circunstancias muy variables han tenido resultados dispares.

A continuación se comentan una serie de experiencias sobre estos instrumentos.

Equipos electrónicos

Estos sistemas se instalaron en varios sondeos en Levante a finales de la década de los ochenta, con el denominador común de una importante profundidad y en ocasiones con aguas duras.

Las medidas que se registraron fueron muy precisas, pero paulatinamente quedaron fuera de servicio por diversas circunstancias y ninguno de los equipos se mantuvo más de dos años en correcto funcionamiento.

Las causas de las averías (comunicación de responsables de mantenimiento) fueron las siguientes:

- Fragilidad del sistema electrónico frente a los rayos
- Afecciones por las inductancias generadas en las mangueras de alimentación eléctrica de la bomba
- Incrustaciones en la membrana del sensor piezoresistivo
- Averías causadas en las operaciones de mantenimiento de bombas:
- Rotura de la membrana por extraer el dispositivo con celeridad

- Roce del cable con el tubo portasondas
- Atranques por incrustación del tubo portasondas

Las reparaciones de las averías no siempre fueron posibles por la entidad de los daños y cuando se hicieron su coste fue muy elevado, lo cual propició que se fueran retirando los equipos.

En los últimos dos años han vuelto a instalarse este tipo de sensores, ya con protección contra rayos y con instrucciones precisas sobre el mantenimiento de las membranas y hasta la fecha han dado buenos resultados.

Equipos neumáticos

Este sistema está menos extendido que el anterior, quizás al no ser comercializado por ninguna empresa especializada en instrumentación; ha sido adoptado en áreas de aguas profundas y/o duras, donde los dispositivos electrónicos han dado problemas. Frente a este último sistema, los equipos neumáticos tienen un error de medida superior, que puede llegar a 0,3 - 0,5 m, que para los fines que se persigue en un Servicio de Aguas es asumible y, además, al ser un error de tipo sistemático, se puede corregir mediante una sencilla función.

La robustez del sistema es elevada y en los casos que se han producido averías su reparación ha sido simple y económica, ya que sus componentes son estándar y se encuentran en cualquier suministrador de equipos hidráulicos.

Equipos mecánicos

Se han planteado en lugares donde los sensores electrónicos han causado numerosos problemas y, por otro lado, se requiere un error de medida menor al que ofrecen los sistemas neumáticos.

Su implantación es muy restringida y aún no se dispone de un histórico de incidencias, que nos indique de su idoneidad.

Finalmente, se puede concluir que desde el punto de vista del gestor de captaciones de agua subterránea, en el mercado existe una extensa gama de equipos de instrumentación, que realmente permiten controlar las variables que inciden en su correcto funcionamiento y posibilitan la optimización de su gestión. No obstante se recomienda que antes de abordar tal instrumentación se realice un exhaustivo estudio de equipos y sistemas, con el fin de adoptar el más robusto, el que requiera menor mantenimiento y, en definitiva, el que mejor se ajuste a cada circunstancia y necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Creus Solé, A. 1.997. Instrumentación industrial. Marcombo, Boixareu Editores. Barcelona.
- Hug Jack. 2001. Integration and automation of Manufacturing Systems. editorial Pearson.
- Schneider Electric. 2.001. Telesquemario: Tecnologías de control industrial.
- Ud. Mecánica de Fluidos 1.998. Medición e instrumentación en Sistemas Hidráulicos. Monografías del Instituto Tecnológico del Agua.Valencia.