

ELOT ET 1501-08-09-06-00:2023

**ESPECIFICACIÓN
TÉCNICA GRIEGA**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Ensayos de bombeo de pozos de agua

Water well pumping tests

Clase de tarificación: **6**

Preámbulo

La presente especificación técnica griega revisa y sustituye a la norma ELOT ET 1501-08-09-06-00:2009.

Esta especificación técnica griega fue elaborada por expertos y comprobada y evaluada en su ámbito por un supervisor/especialista experto, que asistió a las obras del Comité técnico ELOT/TE 99 «Especificaciones de obras técnicas», cuya secretaría pertenece a la Dirección de Normalización de la Organización Griega de Normalización (ELOT, por su versión en griego).

El texto de esta especificación técnica griega ELOT ET 1501-08-09-06-00 fue adoptado el 17.3.2023 por ELOT/TE 99 de conformidad con el Reglamento sobre la elaboración y la publicación de normas y especificaciones griegas.

Las normas europeas, internacionales y nacionales mencionadas en las referencias de normalización están disponibles en la ELOT.

Contenido

Introducción.....	4
1 Objeto.....	5
2 Referencias a las normas.....	5
3 Términos y definiciones.....	5
4 Requisitos.....	7
4.1 Requisitos mínimos para la ejecución de ensayos de bombeo. Suposiciones clave.....	8
4.2 Requisitos del equipo de ensayo de bombeo.....	9
5 Metodología para la realización del trabajo.....	10
5.1 Ensayos de bombeo.....	10
6 Criterios de aceptación de los trabajos terminados.....	12
6.1 Control de finalización de la prueba de bombeo.....	12
7 Método de medición de las obras.....	13
Anexo A (Informativo) Condiciones de salud, seguridad y protección del medio ambiente.....	14
Bibliografía.....	16

Introducción

Esta especificación técnica griega (ETG) forma parte de los textos técnicos elaborados originalmente por el Ministerio de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Obras Públicas y el Instituto de Economía de la Construcción (IOK, por su versión en griego) y después fue editada por la ELOT para su aplicación a la construcción de obras técnicas públicas nacionales, con el fin de producir obras robustas y capaces de cumplir y satisfacer las necesidades que han dictado su construcción y de ser beneficiosas para la sociedad en su conjunto.

En virtud de un contrato entre NQIS/ELOT y el Ministerio de Infraestructuras y Transportes (número de publicación en línea 6EOB465XΘΞ-02T), se asignó a la ELOT la edición y actualización como segunda edición de trescientas catorce (314) especificaciones técnicas griegas (ETG), de conformidad con las normas y los reglamentos europeos aplicables y los procedimientos establecidos en el Reglamento sobre la elaboración y la publicación de normas y especificaciones griegas y en el Reglamento sobre el establecimiento y el funcionamiento de los instrumentos técnicos de normalización.

La presente especificación técnica griega fue elaborada por el contratista de la licitación restringida n.º 1/2020 para la adjudicación de la obra «Revisión de la 1.ª edición de 314 ETG» (número de publicación en línea ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ), comprobada y evaluada en su ámbito por un supervisor/especialista experto y sometida a consulta pública. Fue aprobada por el Comité técnico ELOT/TE 99 «Especificaciones de Obras Técnicas», que fue establecido por la Decisión del director general del NQIS, Δν.Σ. 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ).

La presente ETG cubre los requisitos derivados del Derecho de la Unión, las directivas de nuevo enfoque pertinentes actualmente en vigor y la legislación nacional, se refiere a las normas europeas armonizadas y es compatible con ellas.

Ensayos de bombeo de pozos de agua

1 Objeto

El propósito de esta especificación técnica es definir los requisitos para la ejecución de ensayos de bombeo en perforación productiva.

Este trabajo tiene lugar después de la purificación y desarrollo del pozo de agua, que es objeto de la especificación técnica ELOT TS 1501-08-09-05-00.

2 Referencias a las normas

La presente especificación técnica incorpora, mediante referencias, disposiciones de otras publicaciones, estén o no fechadas. Estas referencias se refieren a las partes respectivas del texto y a continuación se presenta una lista de dichas publicaciones. En el caso de referencias a publicaciones fechadas, cualquier modificación o revisión posterior de estas se aplicará al presente documento cuando se incorpore a él mediante modificación o revisión. Por lo que se refiere a las referencias a publicaciones sin fecha, se aplicará su versión más reciente.

ISO 14686	<i>Hydrometric determinations – Pumping tests for water wells – Considerations and guidelines for design, performance, and use</i>
ANSI/AWWA A100-06	<i>"Water Wells" (appendix E) -- «Pozos de agua» (apéndice E)</i>
ASTM D4381-84 (2001)	<i>Standard Test Method for Sand Content by Volume of Bentonitic Slurries.</i>
ASTM D5716-95 (2000)	<i>Standard Test Method for Measuring the Rate of Well Discharge by Circular Orifice Weir</i>
ELOT ET 1501-08-09-04-00	<i>Pumps for water wells - Bombas para pozos de agua</i>
ELOT ET 1501-08-09-05-00	<i>Water wells cleaning and development - Limpieza y desarrollo de pozos de agua</i>

3 Términos y definiciones

A efectos de la presente especificación técnica, se aplicarán las siguientes definiciones:

3.1 Ensayos de bombeo

Se refiere a las bombas realizadas en perforaciones productivas con el fin de determinar su potencial máximo. El ensayo de bombeo puede proporcionar información sobre el rendimiento de perforación de agua, las propiedades hidráulicas del acuífero y el flujo subterráneo. Los ensayos de bombeo toman tiempo y son costosas. Esta es la razón por la que necesitan ser diseñados adecuadamente para obtener datos confiables.

Los ensayos de bombeo se dividen en bombas de nivel y bombas de flujo fijo. La información sobre las propiedades hidráulicas del pozo se obtiene de la primera y de la segunda información sobre las características hidráulicas del acuífero y su comportamiento en una explotación extendida. Se proporciona más información a los chefs. 4 y 5 del presente. Los ensayos de bombeo se realizarán según se define en la norma ISO 14686.

Para el diseño de los ensayos de bombeo se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. La bomba debe poder extraer el caudal máximo de la profundidad específica.
2. La duración del ensayo de bombeo depende del suministro de bombeo, la distancia del piezómetro, la transferibilidad del acuífero y el radio de la zona de prospección. Para los acuíferos de presión, es necesario bombear al menos 24 horas para establecer o tener límites hidrogeológicos.
3. Al realizar el ensayo de bombeo, no se debe operar ninguna perforación adyacente, que pueda afectar a la perforación.
4. Los piezómetros para medir el nivel estarán dentro del radio de efecto de la perforación bombeada.

El nivel de las aguas subterráneas se mide por pesos o instrumentos autógrafa en la perforación bombeada y en la perforación de observación adyacente (piezómetros), a intervalos especificados, y se registra de formas especiales.

Antes de iniciar el ensayo de bombeo, se medirá el nivel inicial de agua subterránea en la perforación y el nivel restaurado se medirá después de la interrupción. Cabe señalar que las mediciones de recuperación de nivel son una parte integral de cualquier ensayo de bombeo.

Para los ensayos de bombeo, se elaborará un registro de ensayos de pozo de agua consistente en:

- a. la ficha técnica de bombeo, que registra los principales elementos de los ensayos de bombeo;
- b. la hoja de abstracción del pozo de ensayo, que registrará los datos y observaciones de los ensayos de bombeo (por etapas o bombeo continuo) y las mediciones de recuperación del nivel después de los ensayos de bombeo.

3.2 Dispositivo Pitot

El tubo Pitot es un dispositivo de medición utilizado para medir la velocidad del fluido y es un tipo de embudo. El tubo Pitot puede medir las propiedades estáticas, así como las propiedades tranquilas de un fluido. El fluido en el tubo medio del dispositivo (Figura 1) se ralentiza para descansar, mientras que las aberturas en el tubo exterior miden la presión estática del fluido. La velocidad de la corriente se calcula a partir de la diferencia entre la presión de ralenti y la presión estática. Cuando se mide el caudal ultrasónico, se forma una onda de choque aguas arriba del tubo Pitot.

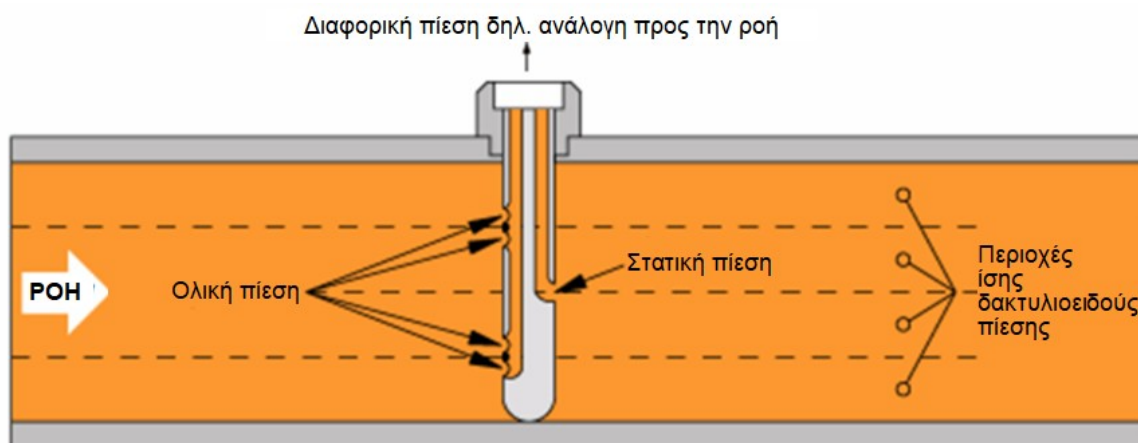


Figura 1: Disposición típica del tubo Pitot

Fuente: Instrumental tube.com

Διαφορική πίεση δηλ. ανάλογη προς την ροή	Presión diferencial, es decir, proporcional al flujo
ΡΟΗ	FLUJO
Ολική πίεση	Presión total
Στατική πίεση	Presión estática

Περιοχές ίσης δακτυλιοειδούς πίεσης

Áreas de presión del anillo igual

3.3 Suministro crítico

Es el valor de flujo más allá del cual la caída del nivel comienza a crecer bruscamente con el aumento de la tasa de flujo. (Figura 2)

3.4 Potencial de perforación (suministro de operaciones)

Como suministro operativo o útil (Q_e) un caudal inferior o igual al suministro crítico ($Q_e \leq Q_K$).

Un ejemplo típico de estimación del flujo crítico y el flujo operativo de un pozo se describe en la disminución del siguiente diagrama (Figura 2), que también es una curva de perforación característica. Un dibujo de curva requiere un ensayo de bombeo por etapas con al menos tres (3) beneficios diferentes.

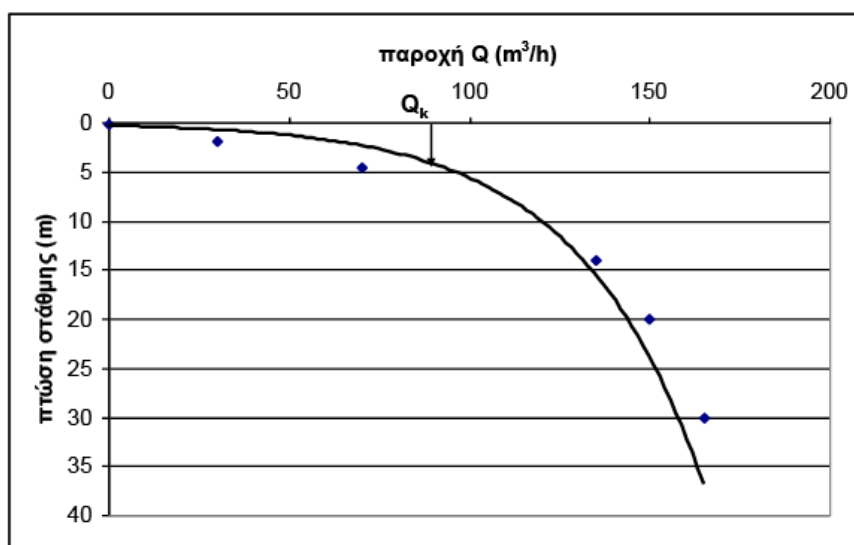


Figura 2: Curva característica de perforación de agua

παροχή Q (m³/h)	flujo Q (m³/h)
πτώση στάθμης (m)	caída de nivel (m)

4 Requisitos

Las pruebas de bombeo tienen como objetivo determinar la capacidad del pozo de agua para suministrar agua (flujo crítico, flujo útil, capacidad específica, etc.) y calcular los parámetros hidráulicos de los acuíferos.

Las mediciones de caudal se realizarán sobre una base volumétrica o utilizando un dispositivo Pitot o un contador de agua de acuerdo con las instrucciones de la autoridad competente, y el nivel de agua se medirá mediante una calculadora eléctrica de precisión en el tubo piezométrico. En el anexo C de la norma ISO 14686 se indican otras formas de medir el nivel y el caudal.

Las características técnicas del conjunto de la bomba (diámetro de la bomba, diámetro de la turbina, profundidad de montaje, kg de potencia) deben ser determinadas por la autoridad competente sobre la base del informe técnico o el estudio y vinculantes para el contratista, independientemente de si los beneficios esperados pueden lograrse mediante otros conjuntos de bombas de diámetro. Las características mencionadas en la especificación técnica ELOT ET 1501-08-09-04-00 se aplicarán también a los conjuntos de bombas.

El conjunto de bombeo debe ser capaz de funcionar continuamente para bombeo de larga duración.

El caudal se ajustará mediante una válvula o un cambio de régimen del motor cuando sea posible.

El agua debe drenarse a una distancia adecuada para que el ensayo de bombeo no se vea afectado.

El contratista deberá estar especializado en tareas similares y experiencia certificada de personal científico y técnico durante la extracción, así como los instrumentos de medida necesarios. Los detalles del bombeo deben mostrarse en fichas especiales. Al final del bombeo, se deben realizar mediciones de restablecimiento del nivel del agua. El tiempo de recuperación del nivel será como mínimo el mismo que el tiempo de bombeo, de conformidad con la norma ISO 14686.

El contratista presentará a la autoridad competente para su aprobación un programa detallado de los ensayos de bombeo, analizando y documentando la metodología de medición y especificando el personal que llevará a cabo el trabajo. El ensayo de bombeo deberá realizarse de acuerdo con el programa escrito elaborado por la autoridad competente.

El agua de perforación al final del ensayo de bombeo debe estar libre de gránulos sólidos de lodo o arena fina y debe ser aproximadamente transparente.

La evacuación cerca del campo de perforación no debe tener lugar, ya que puede conducir a la alteración de los resultados de las mediciones, especialmente en áreas con capas superficiales permeables.

4.1 Requisitos mínimos para la ejecución de ensayos de bombeo. Suposiciones clave

Los principales parámetros hidráulicos son el factor de transferibilidad (T), el factor de almacenamiento (S) y la conductividad hidráulica (k). Prácticamente, se bombea una perforación y la tasa de caída del nivel de agua subterránea en la perforación de bombeo se registra en una o más perforaciones de observación adyacentes.

Para el estudio del flujo en proyectos hidrostemuticos (perforación, pozos, zanjas) y el cálculo de parámetros hidráulicos de acuíferos, se deben hacer algunos supuestos con respecto a las condiciones hidráulicas en acuíferos, así como perforaciones y perforaciones de observación.

Estos supuestos son los siguientes:

1. El acuífero debe ser isotrópico y homogéneo.
2. El acuífero será de extensión infinita con un fondo horizontal impenetrable.
3. El nivel piezométrico inicial deberá estar en reposo antes de iniciar el bombeo.
4. Todos los cambios en la posición de la superficie piezométrica deben ser solo a causa del efecto del bombeo.
5. El flujo debe ser laminado (no turbulento, por lo que la ley de Darcy está en vigor).
6. Las aguas subterráneas deben tener una densidad y viscosidad constantes.
7. El flujo de aguas subterráneas será horizontal (sin componente vertical).
8. Todo flujo de agua subterránea debe ser radial a la perforación y esto significa que los valores de almacenamiento y transición deben ser independientes de la dirección del flujo.
9. La perforación deberá ser completa (sondeo completo o totalmente penetrante), es decir, perforar todo el acuífero hasta el fondo impenetrable y tener filtros en todo su espesor (Figura 3).

10. El diámetro de la perforación debe ser muy pequeño en relación con el espesor del acuífero, lo que significa que el almacenamiento de agua en la perforación debe ser insignificante.

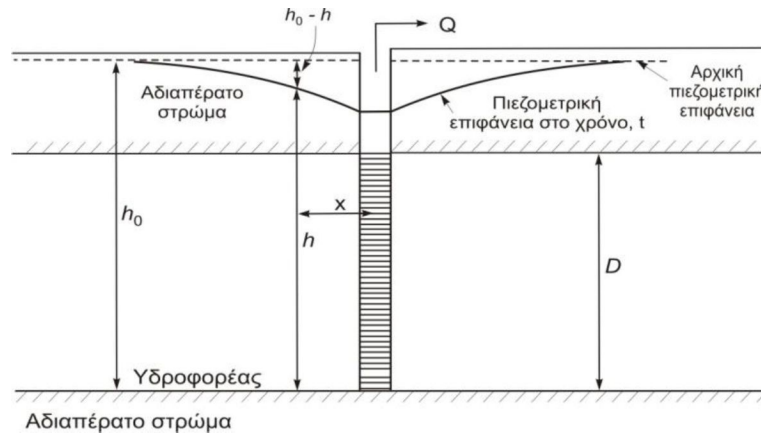


Figura 3: Ejemplo de perforación perfecta que bombea un acuífero a presión

Αδιαπέρατο στρώμα	Colchón impermeable
Υδροφορέας	Αcuífero
Πιεζομετρική επιφάνεια στο χρόνο, t	Superficie piezométrica en el tiempo, t
Αρχική πιεζομετρική επιφάνεια	Superficie piezométrica inicial

Estos supuestos son generales y, en su caso, se aplican supuestos adicionales. Algunos de estos pueden no aplicarse, como la homogeneidad y la isotropía de los acuíferos. En caso de que el acuífero sea altamente anisotrópico y la perforación no esté completa, la desviación puede ser significativa. Otras condiciones, como la horizontalidad, no afectan significativamente la precisión de los resultados.

Para el estudio del flujo en pozos bombeados y el cálculo de parámetros hidráulicos, se distinguen dos tipos de flujo: flujo permanente y no permanente.

Nota: De conformidad con el punto 4.4 de la norma ISO 14686, se considera necesario perforar al menos cuatro pozos de observación alrededor de la perforación productiva para controlar mejor el comportamiento del acuífero durante la realización del ensayo de bombeo. Las ubicaciones y características de estos pozos se determinan en el estudio.

4.2 Requisitos del equipo de ensayo de bombeo

La redacción del ensayo de bombeo es necesario para su ejecución exitosa. Una vez decidido el tipo y la duración del bombeo, deberá garantizarse el equipo adecuado. Se requiere el siguiente equipo para realizar las pruebas de bombeo:

- (1) Dispositivo Pitot o medidor de agua para medir los beneficios
- (2) Indicador de nivel de capacitancia, 0,5-1,0 cm
- (3) Conjunto de bombeo equipado con un regulador de flujo (por ejemplo, control) o capaz de funcionar continuamente durante mucho tiempo.
- (4) Generador (si no es posible suministrar directamente desde la red).

El contratista deberá presentar a la autoridad competente un expediente que contenga los datos técnicos y las características del equipo mencionado y los informes de calibración recientes de los dispositivos de medición (1) y (2). El uso del equipo propuesto anteriormente estará sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

5 Metodología para la realización del trabajo

5.1 Ensayos de bombeo

5.1.1 Generalidades

Después de completar el trabajo de desarrollo, la perforación debe dejarse inactiva durante al menos 24 horas para que el nivel del agua vuelva a quedar en reposo. Durante este período de 24 horas, se deben realizar mediciones de nivel para certificar el restablecimiento del nivel hidrostático.

Posteriormente, los ensayos de bombeo deben llevarse a cabo con el objetivo de:

- a) la determinación de los parámetros hidráulicos y la evaluación de la construcción de la perforación;
- b) la evaluación de las características hidrogeológicas del acuífero o acuíferos; y
- c) la determinación de los mejores tamaños de funcionamiento del pozo.

Sobre la base de las características generales de la perforación, como las registradas durante el seguimiento de las operaciones de desarrollo, debe colocarse una bomba adecuada en el pozo capaz de suministrar un 150 % del suministro de funcionamiento estimado o previsto. La bomba irá acompañada de todas las fuentes de energía necesarias (por ejemplo, generadores), sistemas de control, tuberías y dispositivos de caudal para los ensayos de bombeo.

Los ensayos de bombeo que deban llevarse a cabo deberán incluir lo siguiente:

- a) un ensayo de bombeo por etapas; y
- b) ensayo de bombeo de flujo estable.

Al realizar los ensayos de bomba, se efectuarán las siguientes mediciones:

1. Medición del nivel de agua con calibre eléctrico en la perforación de agua y el satélite piezómetro.
2. Determinación del contenido de arena mediante uno de los métodos siguientes:
 - I. kit de contenido de arena según la norma ASTM D4381-84 (2001)
 - II. cono Imhoff (tiempo de sedimentación al menos 10 min)
 - III. para contenidos de menos de 100 ppm se utilizará un dispositivo Rossum Sand Tester de acuerdo con la especificación ANSI/AWWA A100-06.
3. Medición del caudal de bombeo mediante uno de los métodos siguientes:
 - I. combinación de temporización y titulación con medidor de agua
 - II. método de boquilla, según la norma ASTM D5716-95 (2000)
 - III. combinación de temporización y titulación con un recipiente de volumen conocido (solo para instalaciones inferiores a 10 m³/h)
4. Medición de la temperatura y conductividad eléctrica del agua con un medidor electrónico portátil (conductor).

Se aclara que los equipos de bombeo no deben considerarse en un goteo si se espera que el pozo vuelva al equilibrio hidrostático después del bombeo a cualquier caudal y por cualquier técnica (por ejemplo, bombeo de nivel, bombeo por etapas, etc.).

Los datos de medición del contador de suministro y del ponderómetro se introducirán en formularios preimpresos, en función de la hora de las mediciones.

En los mismos formularios también deben mantenerse los datos sobre el restablecimiento del nivel del acuífero después de detener el bombeo.

5.1.2 Ensayo de bombeo de nivel

El objetivo principal de este ensayo es obtener datos para la extracción de la «curva de perforación típica», que identifica el «caudal crítico», el «suministro operativo» y el «nivel de caída disponible». A partir de los elementos de este ensayo también es posible identificar las «pérdidas típicas de perforación» que son un indicador de la adecuación del diseño y el éxito estructural del pozo.

Durante el ensayo, el bombeo debe realizarse en un mínimo de cuatro etapas de bombeo, con caudales cada vez mayores. La duración de cada etapa será tal que dé lugar a una estabilización del nivel del agua en función del logaritmo del tiempo. Obviamente no es posible predeterminar una duración exacta de cada etapa de bombeo, pero se estima que durará de 100 a 120 minutos. Durante cada fase de bombeo, el caudal se mantendrá en un rango constante del 5 %, ya sea mediante una válvula de control de flujo o ajustando el motor de la bomba.

Después de estabilizar el nivel de agua, el suministro de bombeo debe aumentarse en el siguiente nivel de bombeo, sin interrumpir el bombeo. Una vez finalizada la última etapa de bombeo, se seguirán realizando mediciones de recuperación del nivel. La norma ISO 14686 estipula que la última etapa se llevará a cabo con un caudal aproximadamente igual al caudal máximo estimado de perforación, pero no se observa una caída excesiva del nivel.

Se especifica la frecuencia mínima de medición de nivel en la perforación bombeada durante el bombeo y durante el reinicio.

Los tiempos siguientes al inicio del bombeo o después de un cambio de etapa de bombeo o después del inicio de la restauración del nivel serán los siguientes:

Cuadro 1: Frecuencia de las mediciones de nivel durante el ensayo de bombeo
(Fuente: punto 4.6.2 de la norma ISO 14686:2003)

Tiempo desde el inicio del ensayo de bombeo	Frecuencia de las mediciones del nivel de las aguas
0-10 min	0,5 min
10-20 min	2 min
20-60 min	5 min
60-100 min	10 min
100-300 min	20 min
300-1.000 min	50 min
1.000-3.000 min	100 min
> 3 000 min	200 min

Las mediciones de recuperación del nivel se realizarán para el tiempo total de recuperación, definido como un tiempo igual al tiempo total de bombeo o como el tiempo necesario para restablecer un nivel del 90 % (lo que ocurra primero).

Además de las mediciones del nivel del agua, se realizarán mediciones de los siguientes parámetros durante el ensayo de bombeo de nivel para obtener una imagen completa del comportamiento de perforación a un ritmo de bombeo cada vez mayor:

1. Contenido de agua en la arena
2. Temperatura del agua °C

3. Conductividad eléctrica del agua ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

La primera medición de estos parámetros se realizará durante los primeros cinco minutos (desde el inicio del bombeo o después del cambio de etapa de bombeo) y, a continuación, cada 15 minutos.

5.1.3 Ensayo de bombeo de flujo constante

Sobre la base de los datos del ensayo de bombeo por etapas, primero se determinarán las condiciones del acuífero (acuífero libre o a presión, caudal crítico, nivel crítico de bombeo). Estos elementos constituirán la base para la determinación por la autoridad competente de las características técnicas del ensayo de bombeo constante y de larga duración (período de bombeo, suministro de bombeo, etc.). El objetivo de esta prueba es examinar el comportamiento de la perforación en condiciones de operación prolongada simulada en el suministro de bombeo estimado.

El bombeo de ensayo de flujo constante se iniciará una vez finalizadas las mediciones de reinicio del nivel de ensayo de bombeo por etapas. La duración del ensayo de bombeo de flujo constante será de al menos 24 h en el caso de acuíferos de presión y de 48 h como mínimo en el caso de los acuíferos libres. Durante el bombeo se procurará mantener un caudal constante dentro de un intervalo del 10 %, ya sea mediante una válvula de control de flujo o ajustando el motor de la bomba. Las duraciones recomendadas del ensayo, en función del caudal, se indican en la sección 4.3.4 de la norma ISO 14686.

Las mediciones del nivel de agua (al bombear y restablecer el nivel), la arena, la temperatura del agua y la conductividad eléctrica del agua se llevarán a cabo de una manera y con una frecuencia que determinará la autoridad competente de acuerdo con la evolución de los ensayos de bombeo.

Podrá realizarse un muestreo de agua para análisis químicos durante el ensayo de bombeo de flujo constante. El muestreo y los análisis químicos posteriores deben llevarse a cabo a iniciativa, cuidado y cargo del maestro del proyecto.

El contratista y la autoridad competente tienen la obligación de informar a la Liga a su debido tiempo para planificar la ejecución de las muestras.

5.1.4 Fallos en los ensayos de bombeo

El contratista deberá realizar los ensayos de bombeo mencionados, de conformidad con lo dispuesto en la presente especificación técnica y de acuerdo con las instrucciones de la autoridad competente, sin interrupciones ni fluctuaciones. Los datos: las observaciones de las abstracciones deben registrarse en las fichas de ensayo de bombeo. El agua bombeada se canalizará a un receptor adecuado y a una distancia suficiente de la perforación, de modo que la progresión del ensayo no se vea afectada.

Si, por cualquier motivo, las bombas se interrumpen o perturban por culpa del contratista (por ejemplo, negligencia del personal, falta de combustible, fallo de generadores/bombas, etc.), así como en caso de que se produzca un registro incompleto de los datos de abstracción o un mantenimiento incorrecto de la ficha de ensayo de bombeo, deberá ordenarse la reanudación del ensayo de bombeo interrumpido.

Cabe destacar que la ejecución de los ensayos de bombeo es fundamental para la caracterización cuantitativa y cualitativa del pozo, el control esencial de su calidad de construcción y la determinación de los tamaños hidrogeológicos críticos.

6 Criterios de aceptación de los trabajos terminados

6.1 Control de finalización de la prueba de bombeo

Se considera que el trabajo se ha completado con la preparación, presentación y aprobación del informe técnico sobre los ensayos de bombeo, que debe seguir lo establecido en el capítulo 9 de la norma ISO 14686 y que debe incluir como mínimo:

1. Descripción de las características geológicas del campo del pozo de agua.
2. Descripción del método de ejecución de los ensayos de bombeo y del equipo utilizado.
3. Procesamiento y presentación de los resultados de los ensayos de bombeo, elaboración de diagramas de flujo críticos, diagramas de caída y restablecimiento del tiempo de nivel, para calcular los parámetros hidráulicos.
4. Cuadros con los datos primarios de medición de campo.
5. Diagramas de caída/reajuste de nivel como función de tiempo.
6. Determinación de un suministro crítico y un suministro operativo útil.

7 Método de medición de las obras

Las operaciones medidas de los ensayos de bombeo de pozos de agua son las siguientes:

1. La entrada y la recogida de equipos se medirán a tanto alzado por campo de pozos de agua, independientemente del número de perforaciones en el campo.
2. La transferencia de una posición a otra, instalación/desmontaje del equipo (ensamblaje de bombas, instrumentos, tuberías, cableado) también se calcula a tanto alzado por pozo de agua, independientemente del conjunto que se va a instalar.
3. El funcionamiento de un conjunto de bomba se medirá por hora de ensayo de bombeo, de acuerdo con los datos de medición, independientemente del tamaño del conjunto de la bomba, incluidos todos los equipos auxiliares, instrumentos de medición o registros, así como la preparación del informe técnico.

Anexo A (Informativo)

Condiciones de salud, seguridad y protección del medio ambiente

A.1 Generalidades

Durante la ejecución de las obras, se cumplirán las disposiciones aplicables en materia de medidas de salud y seguridad en el trabajo y los empleados estarán equipados con el equipo de protección individual (EPI) necesario, según proceda, que deberá cumplir lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2016/425.

También se cumplirán estrictamente las disposiciones establecidas en el Plan de Salud y Seguridad aprobado (HSP)/Archivo de Salud y Seguridad (HSF) de la obra, de conformidad con las decisiones ministeriales ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) y ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (Boletín Oficial, Serie II, n.º 266/14-01-2001).

A.2 Medidas de salud y seguridad

Las fuentes de riesgo en la realización de las obras son las siguientes:

1. Cableado de la fuente de alimentación del conjunto de bombeo.
2. Manejo del complejo de bombeo (levantamiento, descenso).
3. Accesorios de tuberías a presión (controles de sujeción suficientes).

Es obligatorio cumplir la Directiva 92/57/UE, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales y móviles (incorporados a la legislación griega por el Decreto Presidencial 305/96) y la legislación griega pertinente (Decreto Presidencial 17/96, Decreto Presidencial 159/99, etc.).

Los trabajadores deberán estar equipados en todos los casos con el equipo de protección individual (EPI) requerido, en función del objeto y la ubicación de la obra que vaya a ejecutarse y del tipo de equipo que vaya a utilizarse. El EPI debe estar en buenas condiciones, estar libre de daños, llevar un marcado CE y una declaración de conformidad de acuerdo con las disposiciones del Reglamento (UE) 2016/425 y está sujeto a las siguientes normas:

Cuadro A.1 – Requisitos para EPI

Tipo de EPI	Norma pertinente
Guantes de protección contra riesgos mecánicos.	ELOT EN 388
Cascos de protección para la industria.	ELOT EN 397
Ropa de protección. Requisitos generales.	ELOT EN ISO 13688
Equipo de protección individual. Calzado de seguridad.	ELOT EN ISO 20345

A.3 Medidas de protección del medio ambiente

Para lograr la protección del medio ambiente, las medidas que pueden adoptarse son las siguientes:

1. Eliminación del agua a receptores adecuados (naturales o artificiales)

2. Garantizar una perforación de pozos de agua libre de cualquier contaminación en la ejecución de operaciones

Las condiciones medioambientales del proyecto se aplicarán en todos los casos.

Bibliografía

- [1] Ley 1568/85 (Boletín Oficial, n.º 177A/18.10.85), «*Sobre la salud y la seguridad de los trabajadores*».
- [2] Directiva 98/83/CE del Consejo de 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano
- [3] Decreto Presidencial 17/96 (Boletín Oficial, n.º 11A/96), «*Aplicación de medidas para promover la mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores*» de conformidad con las directivas 89/391/CEE y 91/383/CEE, modificada por el Decreto Presidencial 159/99
- [4] Decreto Presidencial 105/95 (Boletín Oficial, n.º 67A/95), «Requisitos mínimos para el marcado de seguridad o salud en el trabajo, de conformidad con la Directiva 92/58/CEE».
- [5] Decreto Presidencial 305/96 (Boletín Oficial, n.º 212A/29.8.96), «*Requisitos mínimos de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción temporales o móviles, de conformidad con la Directiva 92/57/CEE*», en conjunto con la Circular n.º 130159/7.5.97 del Ministerio de Trabajo y la Circular n.º 11 (Protocolo N.º Δ16α/165/10/258/AΦ/19.5.97) del Ministerio de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Obras Públicas, sobre el Decreto Presidencial
- [6] Decreto Presidencial 338/2001 (Boletín Oficial, n.º 227/A/2001), *Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores en el trabajo frente a los riesgos derivados de los agentes químicos*.
- [7] Decreto Presidencial 396/94 (Boletín Oficial, n.º 220A/94), «*Requisitos mínimos de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual en el trabajo, de conformidad con la Directiva 89/656/CEE*».
- [8] Decreto Presidencial 397/94 (Boletín Oficial, n.º 221/A/94), «*Requisitos mínimos de seguridad y salud para la manipulación manual de cargas que entrañen un riesgo, en particular para la espalda de los trabajadores, de conformidad con la Directiva 90/269/CEE del Consejo*».
- [9] Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.
- [10] ELOT EN ISO 22282-4 *Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos geohidráulicos. Parte 4. Ensayos de bombeo. Ensayos y estudios geotécnicos. Ensayos de permeabilidad. Parte 4: Ensayos de bombeo*
- [11] ELOT ET 1501-08-09-01-00, *Water wells drilling -- Performación de pozos de agua*.