

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
DEL CONTRATO DE SERVICIOS DE:**

**“MANTENIMIENTO DE LA RED PIEZOMÉTRICA DE CANAL
DE ISABEL II, S.A.”**

Contrato: 56/2020

Área: GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Fecha: marzo de 2020

INDICE

1	OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DEL TRABAJO.....	4
1.1	OBJETO DEL PLIEGO.....	4
1.2	ÁMBITO DE TRABAJO	4
2	TRABAJO A REALIZAR.....	5
2.1	MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS ESTACIONES PIEZOMÉTRICAS	6
2.1.1	Desmontaje y montaje de dispositivos de medida de los piezómetros.....	6
2.2	LIMPIEZA, DESARROLLO Y MUESTREO DE PIEZÓMETROS	7
2.2.1	Desarrollo mediante aire comprimido	8
2.2.2	Desarrollo mediante equipo de bombeo	9
2.2.3	Control analítico de las muestras de agua	9
2.3	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA, DE LAS SONDAS DE NIVEL PIEZOMÉTRICO Y REGISTROS DE VÍDEO.....	10
2.3.1	Mantenimiento del sistema de protección catódica.....	10
2.3.2	Verificación de los sensores de nivel piezométrico.....	11
2.3.3	Registro óptico de vídeo.....	11
2.3.4	Otros trabajos a desarrollar	11
3	OCUPACIÓN DE TERRENOS Y ACCESOS.....	13
4	EQUIPOS A PIE DE OBRA.....	13
5	INFORMES DE LOS TRABAJOS.....	15
6	REQUISITOS DEL CONTRATO	15
7	SEGURIDAD Y SALUD	16
8	PRESUPUESTO	17
9	ANEXOS.....	18

9.1	ANEXO A. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO EN NIDOS DE PIEZÓMETROS DE LA RED DE CANAL DE ISABEL II, S.A.....	19
9.2	ANEXO B. PROTOCOLO DE MEDIDAS PROTECCIÓN CATÓDICA	22
9.3	ANEXO C. ÍNDICE DE INFORME DE MANTENIMIENTO DE LA RED PIEZOMÉTRICA DEL CANAL DE ISABEL II, S.A.	24

1 OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DEL TRABAJO

Canal de Isabel II, S.A. utiliza los recursos hídricos subterráneos de los principales acuíferos de la región para el abastecimiento general de la Comunidad de Madrid en los periodos de sequía o ante contingencias del sistema de abastecimiento.

Para ello se dispone de una red de pozos distribuida por los dos principales acuíferos: el detrítico terciario de Madrid y el carbonatado cretácico de Torrelaguna.

Canal de Isabel II, S.A. realiza el control de la evolución de estos acuíferos en las zonas que explota por medio de una red de piezómetros de control, así como en la red de pozos de captación de aguas subterráneas.

1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es establecer las condiciones que han de regir en el desarrollo de los trabajos de “Mantenimiento de la red piezométrica de Canal de Isabel II, S.A.”.

Canal de Isabel II, S.A. dispone de una red de 68 piezómetros de control de distintas profundidades para controlar tanto la evolución piezométrica como la calidad del agua de los acuíferos explotados, en puntos diferentes de los pozos de explotación.

Estos piezómetros, situados generalmente a corta distancia de algún pozo de explotación, están en emplazamientos con 3-4 unidades. Estos emplazamientos pueden estar en recintos cerrados y aislados, dentro de la propia parcela en la que se encuentra un pozo de explotación o en el interior de otras instalaciones como EDAR.

El mantenimiento de esta red de piezómetros comprende varios tipos genéricos de trabajos:

- Conservación de la obra civil del recinto en el que están los piezómetros, si están aislados o del entorno de los mismos cuando están dentro de otra instalación.
- Limpieza y desarrollo del piezómetro, así como muestreo y análisis químico del agua en cada uno de ellos.
- Verificación de la medida dada por el sensor de nivel y reposición de las sondas piezométricas y comprobación visual del estado de las tuberías de revestimiento.
- Control de los sistemas de protección catódica de las tuberías de revestimiento de los sondeos, en los casos en los que estén instalados.

1.2 ÁMBITO DE TRABAJO

La red de piezómetros de Canal de Isabel II, S.A. está constituida por 27 estaciones, integradas por un total de 68 piezómetros.

En la Tabla 1 se relacionan las estaciones y número de piezómetros que hay en cada una de ellas.

ESTACIÓN PIEZOMÉTRICA	Nº DE PIEZÓMETROS	CAMPO DE POZOS	SITUACIÓN (tt.mm.)
EL CALVERÓN	3	FUENCARRAL	MADRID
FE-1 bis (2)	7		
VENTOSA	3		
LA QUINTA	3		
MONTECARMELO	1	CANAL BAJO	MADRID
EDAR TRES CANTOS	1		TRES CANTOS
ALCOBENDAS	1		ALCOBENDAS
LA CONSTANCIA	4		MADRID
C. VALVERDE (2)	8	CANAL ALTO	MADRID
MAJADAHONDA	3	MAJADAHONDA	MAJADAHONDA
LA CABAÑA 1	3	CANAL OESTE	POZUELO ALARCÓN
LA CABAÑA 2	4		
EDAR PLANTÍO	1	GUADARRAMA	MAJADAHONDA
EDAR V. CAÑADA	4		V. DE LA CAÑADA
EDAR GUADARRAMA MEDIO	3		BRUNETE
BRUNETE	1		
G-9	3		
EDAR NAVALCARNERO	4		NAVALCARNERO
RANNEY BATRES	3	BATRES	BATRES
DEPÓSITO GRIÑÓN	3		GRIÑÓN
STA. LUCIA	1	TORRELAGUNA	TORRELAGUNA
P. CUBO	1		
S. YESOS	1		
ALGETE	1		ALGETE
BOADILLA M.	1		BOADILLA M.

Tabla 1. Relación de estaciones piezométricas de Canal de Isabel II, S.A.
y número de piezómetros.

2 TRABAJOS A REALIZAR

El alcance de los trabajos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es el siguiente:

- Mantenimiento y conservación de cada una de las estaciones piezométricas de Canal de Isabel, S.A.
- Limpieza, desarrollo y muestreo de cada uno de los piezómetros de la red piezométrica de Canal de Isabel II, S.A.
- Verificación de las sondas de medida de nivel piezométrico y temperatura, adquisición de las sondas que sea preciso reponer y verificación del estado de las tuberías de revestimiento en

cada uno de los piezómetros de la red y del sistema de protección catódica en los puntos en los que esté instalado.

- Otros trabajos de obra civil que se puedan realizar en caso de necesidad de Canal de Isabel II, S.A. dentro del ámbito de su red de piezómetros.

2.1 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS ESTACIONES PIEZOMÉTRICAS

Los trabajos de mantenimiento y conservación de las estaciones piezométricas de Canal de Isabel II, S.A. comprenden, al menos, los siguientes elementos:

- Arqueta metálica de cada piezómetro: pintura interior y exterior, engrase de los pernios de la tapa de la arqueta, verificación del estado de la goma en borde tubo interior y sustitución si es preciso.
- Pavimento: desbroce de vegetación, reposición de plaquetas rotas, enlechado.
- Cerramiento perimetral: reposición de tela metálica y postes rotos, pintura y ajustes de puertas e incluso su reposición, reposición y pintura de enlucidos de los muros perimetrales.
- Realización de otros trabajos de obra civil que se consideren necesarios.

2.1.1 Desmontaje y montaje de dispositivos de medida de los piezómetros

En cada uno de los piezómetros de la red hay instalada una sonda piezorresistiva para medida del nivel piezométrico y temperatura del agua y en algunos casos un sistema de protección catódica.

El Adjudicatario deberá disponer del material necesario para el correcto desmontaje y montaje de los equipos de medida instalados en los piezómetros, así como para realizar el correcto embalaje (papel burbuja o similar) y custodia de la sonda de nivel-temperatura durante el periodo en el que el piezómetro se encuentre inactivo por mantenimiento.

No se realizará ninguna actuación sobre el piezómetro hasta la Dirección de los Trabajos confirme al Adjudicatario la parada de la recepción de señales de nivel/temperatura en el Centro de Control (C.C.)

Previamente al desmontaje de cada equipo se deberá medir manualmente la profundidad del nivel piezométrico y realizar una fotografía de la conexión del cableado del sensor en la caja de conexiones.

A la finalización de los trabajos de desarrollo y limpieza o de registro de vídeo, comunicará a la Dirección de los Trabajos que los ha finalizado, para que proceda a activar la recepción de señales en el C.C. El adjudicatario de los trabajos volverá a instalar la sonda piezorresistiva en el interior del piezómetro, transcurridas, al menos, 2-3 horas de la parada del bombeo. Comprobará que el sensor se queda en la misma posición que tenía antes de su retirada. A continuación, medirá la intensidad (los amperios) de la señal que da la sonda de nivel; calculando, en función de los valores máximos y mínimos de nivel piezométrico que correspondan a los límites de intensidad de la señal, cuál es la profundidad del nivel piezométrico en ese momento. Una vez disponga de estos dos datos, deberá de comunicar a la Dirección de los Trabajos la finalización de este montaje y el resultado de las mediciones realizadas, para que contraste el valor manual, el calculado y el recibido en el C.C. (aplicación NOVATA), en las siguientes doce horas a su medición.

Los datos medidos en campo y los registrados en la aplicación NOVATA serán recogidos por el Adjudicatario en una tabla, que se completará con la diferencia entre ambos valores.

Si no se sigue este procedimiento durante la reposición de los sensores y hay diferencias entre el valor de nivel medido manualmente y el registrado en el C.C., requerirá la repetición del procedimiento por parte del adjudicatario, sin que pueda reclamar ningún coste por este trabajo.

Para el desmontaje de cualquier instrumentación o elemento en las proximidades de los piezómetros, se deberá de pedir permiso expreso a la dirección de los trabajos.

Cualquier desperfecto en los equipos de medición o protección imputable a un incorrecto manejo durante el desmontaje, el almacenamiento o el montaje por parte del Adjudicatario, llevará aparejada la reposición por equipos de similares o superiores características, siendo los costes por cuenta del Adjudicatario.

2.2 LIMPIEZA, DESARROLLO Y MUESTREO DE PIEZÓMETROS

Cada uno de los años de duración del contrato se hará una limpieza y desarrollo en cada uno de los piezómetros que componen la red de control (quedan excluidos los piezómetros de 5 m de profundidad), consistente en la extracción de agua durante el tiempo necesario para que se consiga agua exenta de arrastres, provocando la mayor depresión posible del nivel piezométrico.

Al finalizar cada uno de estos bombeos de limpieza, siempre que se haya conseguido que el agua salga suficientemente limpia y que se haya extraído un volumen mínimo del orden de tres veces el volumen de agua contenida en el piezómetro antes de iniciar el bombeo, se tomará una muestra de agua en volumen suficiente, que será enviada a un laboratorio (que será proporcionado por el Adjudicatario), para su análisis, con el alcance que se detalla en el apartado 2.2.3.

Los diámetros interiores de las tuberías de revestimiento de los piezómetros oscilan entre 50 mm y 132 mm; llegando en algún caso a 140 mm; siendo las profundidades de 40 m, 50 m, 150 m o 300 m. La mayor parte de los piezómetros son de carácter puntual; es decir tienen una sola zona filtrante de 6 a 20 m de longitud, situada en la parte inferior del sondeo; existiendo otros que son de tipo multirranurado, en los que el primer filtro se sitúa a una profundidad mínima de 90 m.

En la reunión inicial con el Adjudicatario, la Dirección de los Trabajos le proporcionará una tabla con los diámetros interiores de las tuberías de revestimiento, profundidad de las zonas filtrantes y profundidad de cada uno de los sondeos, así como rangos de salida de intensidad de las sondas piezoresistivas instaladas y valores máximo y mínimo de medida de cada sonda.

Los métodos de limpieza y desarrollo de estos piezómetros serán:

- Desarrollo con aire comprimido.
- Grupo electrobomba sumergible con regulación de velocidad.

Se empleará uno u otro sistema en función de las características de cada piezómetro, a indicación de la Dirección de los Trabajos.

Previamente al comienzo de los trabajos de cada una de las dos campañas anuales que se realizarán durante la vigencia del contrato, se mantendrá una reunión de lanzamiento en la que se definirá en detalle el método de desarrollo a emplear en cada uno de los piezómetros.

Independientemente del método de desarrollo a aplicar, el montaje del equipo de desarrollo permitirá conseguir la mayor depresión posible del nivel piezométrico en el interior del piezómetro.

El Adjudicatario, previamente al inicio de cada una de las campañas de campo que se realicen, presentará a la Dirección de los Trabajos un cuadro con la profundidad de montaje del equipo (colocación del grupo de bombeo o de la salida del aire comprimido (en este último caso también incluirá

una propuesta de presiones a las que va a realizar el trabajo), según el método de desarrollo a aplicar, que deberá ser aprobada por la Dirección de los Trabajos.

Los caudales de bombeo que se pueden obtener de estos piezómetros son bastante reducidos, no fijándose a priori, ningún caudal. Se mantendrá aquél que permita mantener un aporte de agua continuado del piezómetro, sin que se provoque un agotamiento rápido del agua en el mismo, que impidiese realizar la limpieza y desarrollo. En general, el caudal inicial de bombeo será el mínimo posible en función del dispositivo instalado.

La duración de estos bombeos de limpieza será variable, definiéndose en función del grado de limpieza del agua que se extraiga. Se deberá de extraer, al menos, un volumen de agua de cada piezómetro equivalente a 10 veces el volumen total del mismo. Se estima un tiempo máximo de trabajo de 4 días por cada estación piezométrica integrada por 4 piezómetros y de 2 días en las estaciones con un solo piezómetro.

Durante la realización de estos trabajos, el Adjudicatario mantendrá a pie de obra a un equipo de trabajo debidamente capacitado para su realización, así como para realizar la toma de las muestras de agua. Se dispondrá de un equipo de registro de nivel en continuo capaz de soportar columnas de agua iguales o superiores a 100 m.c.a., que se instalará en aquellos sondeos en los que la columna de agua lo permita, realizándose mediciones de caudal cada 5 minutos durante el tiempo que esté variando el nivel piezométrico.

El Adjudicatario instalará un sistema de medida del caudal extraído, que lo controlará en intervalos de 5 minutos durante el tiempo en que se estén produciendo variaciones importantes de nivel piezométrico, así como del volumen total extraído. Los sistemas de medida tanto de caudal como del volumen de agua extraído serán propuestos por el Adjudicatario.

En los casos en los que el piezómetro esté seco o el nivel de agua sobre el fondo del sondeo sea inferior al 20% de la longitud de entubación, se verterá agua al piezómetro hasta que el nivel de agua en su interior llegue a la boca del sondeo. A partir de ese momento se vaciará mediante “air-lift” o bombeo. Para ello, el Adjudicatario dispondrá de una cuba de 5.000 litros de capacidad para acopiar agua, que tendrá una calidad que la haga apta para el consumo humano.

En los casos en los que se llene el sondeo con agua externa al mismo, no se tomará muestra a la finalización del bombeo.

2.2.1 Desarrollo mediante aire comprimido

El desarrollo mediante aire comprimido o “air-lift” se realizará mediante un sistema de tuberías rígidas coaxiales. En la tubería interior se realizará la inyección de aire, produciéndose la recuperación de la emulsión agua-aire por la tubería exterior.

Se dispondrá en la cabeza del piezómetro de un elemento de cierre con una conducción del agua extraída hasta el punto de vertido indicado por la Dirección de los Trabajos.

En los casos en los que el diámetro interior del piezómetro no permita la colocación de las tuberías coaxiales, se colocará una tubería de inyección de aire y un dispositivo de cierre de boca de sondeo que permita el paso de la tubería de inyección y la salida del agua bombeada.

El compresor de inyección deberá de ser capaz de regular tanto la presión de aire como el caudal inyectado. El compresor de accionamiento del dispositivo de aire comprimido proporcionará una presión entre 10 – 40 kg/cm². Los valores de presión y caudal de aire necesarios se definirán en la reunión de lanzamiento. Los valores de caudal y presión de aire aplicados en cada piezómetro quedarán recogidos en una tabla dentro del informe final.

2.2.2 Desarrollo mediante equipo de bombeo

Se dispondrán de equipos de bombeo cuyo diámetro exterior máximo permita que se coloquen dentro de la tubería de revestimiento de 70 mm y con caudales y alturas de elevación de 0,8-3,5 m³/h a 140-10 m.

El accionamiento de la bomba se realizará mediante equipo electrógeno autónomo y se dispondrá de variador de velocidad. La velocidad nominal de la bomba será superior a 10.000 rpm para una frecuencia de alimentación de 50 Hz.

Se dará comienzo el bombeo al menor caudal que proporcione el equipo de bombeo, en las condiciones de trabajo. Se tomará medida de caudal con una frecuencia de 5 minutos durante el tiempo que esté variando el nivel piezométrico.

Las tuberías tanto de aire (si se hace air-lift), como de impulsión (si se hace con bomba), deberán estar limpias, perfectamente desinfectadas y se presentará al Director de los Trabajos un histórico de uso y almacenaje de las mismas previamente al inicio de cada campaña de trabajo. Sin la aprobación previa del Director de los Trabajos no se podrán utilizar en el desarrollo de los trabajos.

2.2.3 Control analítico de las muestras de agua

Antes de la finalización del bombeo de limpieza y desarrollo de cada uno de los piezómetros se tomará una muestra de agua en cantidad suficiente y en envase adecuado, que será estabilizada convenientemente para su envío a un laboratorio para su análisis. El análisis mínimo a realizar en cada una de las muestras comprenderá la determinación de parámetros físico-químicos, elementos mayoritarios y minoritarios, que se relacionan en la tabla 2 (determinaciones en campo y en laboratorio).

El Adjudicatario dispondrá del equipamiento necesario para realizar las medidas de campo, proporcionando el personal experto en su manejo. La Dirección de los Trabajos podrá exigir el Adjudicatario la realización de una prueba de calibración de los equipos de medida en campo que esté utilizando. En la tabla 3 se indica el rango de medición y la precisión mínima que deberán tener los equipos de medida para la determinación de parámetros a medir en campo. Si el error de medida detectado es superior al establecido por el fabricante del equipo (cuyas especificaciones técnicas serán entregadas a la Dirección de los trabajos en la reunión de lanzamiento inicial del proyecto), el Adjudicatario tendrá que realizar nuevamente todas las medidas que haya hecho con ese equipo en el desarrollo de los trabajos.

A continuación, se presenta una relación de los parámetros a determinar tanto en campo como en laboratorio:

EN CAMPO PARÁMETROS	EN LABORATORIO PARÁMETROS				
Temperatura del aire y del agua	Conductividad	Cloruro	Cadmio	Plomo	Nitrato
pH	Calcio	Fosfatos	Cobre	Selenio	Amonio
Conductividad	Magnesio	Alcalinidad	Cromo	Estaño	DQO
Eh	Sodio	Dureza	Mercurio	Estroncio	DBO5
O ₂ disuelto	Potasio	Aluminio	Bismuto	Titanio	Cobalto

CO ₂	Bicarbonato	Arsénico	Manganeso	Vanadio	Flúor
	Carbonato	Boro	Molibdeno	Zinc	Hierro total
	Sulfato	Bario	Níquel	Nitrato	

Tabla 2. Relación de parámetros a controlar en campo y en laboratorio en cada una de las muestras de agua que se tomen en cada piezómetro.

En la siguiente tabla se muestra el mínimo rango de valores y la mínima precisión del equipo de medida en campo para cada parámetro:

PARÁMETROS	TEMPERATURA	pH	CONDUCTIVIDAD	Eh	O ₂ disuelto
RANGO	- 5 a + 50 °C	0 -14	0 a + 100 mS/cm	-1.900 a + 1.900 mV	0 a + 50 mg/L
PRECISIÓN	± 0,3 °C	± 0,1	± 1% de la lectura	± 20 mV	± 0,9 mg/L

Tabla 3. Rangos de medición y de precisión de los equipos de medida a emplear en las determinaciones en campo.

El Adjudicatario propondrá un laboratorio en el que realizará la analítica de las muestras tomadas. En la oferta que presente, el Adjudicatario indicará las metodologías que se aplicarán para la determinación de cada uno de los parámetros, precisión del método aplicado, protocolo de muestreo que aplicará, sistema de gestión de las muestras desde su toma en campo hasta la llegada al laboratorio, gestión en el laboratorio, cadena de custodia y formatos de entrega de los resultados (.pdf y .xls con la estructura que fije la Dirección de los Trabajos); así como una carta de compromiso del laboratorio propuesto.

La toma de muestras de agua, su preparación para enviar al laboratorio y la determinación de los parámetros en campo será realizada por el Delegado de Obra o titulado universitario en quien delegue este cometido, siendo preciso la comunicación por escrito de esta delegación a la dirección de los trabajos.

2.3 VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA, DE LAS SONDAS DE NIVEL PIEZOMÉTRICO Y REGISTROS DE VÍDEO

2.3.1 Mantenimiento del sistema de protección catódica

En algunos piezómetros de la red hay instalado un sistema de protección catódica mediante circuito de corriente impresa.

El Adjudicatario deberá realizar el mantenimiento de dicho sistema realizando una medición anual del potencial en cada uno de ellos.

El mantenimiento del sistema de protección catódica consistirá en la medida de potenciales de la instalación antes de la desconexión del piezómetro del transformador, una vez desconectado y tras la posterior conexión. Los valores obtenidos en las mediciones quedarán registrados en el informe final.

Los requisitos de medida están recogidos en el anexo B del presente pliego.

2.3.2 Verificación de los sensores de nivel piezométrico

Complementariamente a las campañas de desarrollo y limpieza de cada piezómetro, se realizarán tres campañas de verificación de la señal de nivel que se está enviando al C. C. en todos los piezómetros de la red.

El procedimiento será el expuesto en el apartado 2.1.1. para la comprobación de que la señal aportada por la sonda de nivel se corresponde con la profundidad del nivel piezométrico medido manualmente. Este dato se le comunicará a la Dirección de los Trabajos, para que contraste el valor manual, el calculado y el recibido en el C.C. (aplicación NOVATA).

Los datos medidos en campo y los registrados en la aplicación NOVATA se recogerán en una tabla, que se completará con la diferencia entre ambos valores.

La realización de una de las campañas de verificación podrá coincidir en el tiempo con cada una de las dos campañas anuales de limpieza y desarrollo de piezómetros; las dos campañas de verificación de niveles se realizarán preferentemente, en los meses de enero y agosto. En cada uno de los piezómetros que se limpien y desarrollen, se realizará una verificación de nivel tras el montaje de la sonda una vez realizada la limpieza y el desarrollo, como se ha detallado en el apartado 2.1.1.

2.3.3 Registro óptico de vídeo

A la finalización de cada una de las dos campañas anuales de limpieza y desarrollo se realizará, en aquellos piezómetros que indique la Dirección de los Trabajos, el registro de video del interior de la tubería de revestimiento de los piezómetros que se hayan desarrollado en la campaña.

Si el Adjudicatario quisiese realizar todos los registros de vídeo previstos para el año de manera continua, deberá solicitarlos por escrito a la Dirección de los Trabajos. En caso de ser aprobado, se realizarán al finalizar los trabajos de la campaña de otoño.

La cámara TV deberá de ser en color, de alta resolución con cabeza multidireccional, giro respecto al eje vertical de 360º, ángulo y cabeza rotativa orientable. Movimientos de la cabeza: arriba / abajo $\pm 90^\circ$. Dispositivo de iluminación con lámparas halógenas y carrete-cabrestante con capacidad de 300 metros de cable, velocidad de trabajo variable, doble contador de profundidad. El diámetro de la cámara deberá ajustarse a los diámetros de entubación mínimos y máximos de los piezómetros especificados en el apartado 2.2 anterior.

En el informe final se incluirá una copia del informe en papel del registro realizado, que incluya informe fotográfico y copia del registro de vídeo en formato mpg4, junto con curva de calibración del cable de la cámara, realizado en los dos últimos años.

2.3.4 Otros trabajos a desarrollar

- **Obra civil**

Trabajos de realización de acondicionamiento de los terrenos alrededor de las estaciones piezométricas. Pueden comprender la apertura de zanjas en terreno poco consolidado, adecuación de pendientes, realización de taludes y encachado de fuertes pendientes, e incluso el hormigonado de pequeñas superficies. En caso de ocupación temporal de camino, se podrán incluir instalaciones que eviten el corte del camino, ya sea mediante la cobertura de la zanja con palastro de acero o bien el emplazamiento de tuberías.

• Perforación de sondeos

Realización de trabajos de reposición de piezómetros de control o de construcción de sondeos para la instalación de ánodos para realizar la protección catódica de la tubería de revestimiento en pozos de explotación, con profundidad hasta 200 metros y diámetro de perforación máximo de 250 mm. Se empleará como método de perforación la rotación con circulación de lodos.

Las tareas de perforación incluyen la ubicación y desplazamiento de los equipos de perforación y medios auxiliares, la creación de un circuito cerrado para los lodos, formado por el método de recogida de los lodos en superficie, el varillaje y el propio sondeo.

La recogida de lodos en superficie se hará en depósito estanco colocado sobre la superficie del terreno, con sistema que impida que se puedan producir vertidos de lodo al terreno, no permitiéndose la excavación de balsas.

El acondicionamiento del lodo, previo retorno al sondeo por el varillaje, se realizará usando un sistema de cicloneo y cribado que garantice las óptimas propiedades del lodo (densidad $< 1,2 \text{ g/cm}^3$, contenido en arenas $< 2\%$ y viscosidad $< 30^\circ \text{ API}$) y minimice la extensión en planta de los sistemas de recepción de lodos en superficie.

El detritus de perforación deberá ser entregado al gestor autorizado, redactándose para ello un plan de gestión de residuos previo a la ejecución de los trabajos.

Las tuberías de revestimiento de estos sondeos serán de acero al carbono, tipo S235-JR o de PVC con rosca con ensanche, con espesores de hasta 6 mm.

Las características de la entubación de los sondeos se definirán en función de la profundidad y destino del mismo por el Director de los Trabajos.

Una vez finalizada la perforación y retirada las herramientas de ejecución del sondeo, se realizará la limpieza de la zona y la adecuación de la boca del sondeo.

Con anterioridad al comienzo de los trabajos de perforación el Adjudicatario del contrato redactará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud y realizará la apertura del Centro de Trabajo ante la autoridad laboral.

• Adquisición de sensores piezoresistivos

Las sondas de medición de nivel con sensor piezoresistivo deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Sensor cerámico.
- Diámetro máximo del cabezal: 24 mm.
- Cápsula del sensor en acero inoxidable de alta calidad 316L.
- Medición de presión hidrostática entre 0 m.c.a. y 250 m.c.a.
- Alimentación a 2 hilos y tensión entre 10 y 30 Vcc.
- Error de medida máximo: 0,25 %.
- Señal de salida: 4 – 20 mA.
- Grado de protección IP68.

- Cable blindado especial, con tubo interno de compensación de presión atmosférica, con relleno hidrófobo, en longitud de hasta 300 m.
- Posibilidad de incorporar contrapesos para su correcta colocación.
- Sensor de temperatura PT-100 integrado con alimentación a 4 hilos entre 10 y 30 Vcc; rango de medida 0 ° C a 25 ° C

Con la sonda se debe de facilitar certificado de calibración en fábrica en 5 puntos.

3 OCUPACIÓN DE TERRENOS Y ACCESOS

El Adjudicatario realizará a su costa los arreglos necesarios para el paso de personas, maquinaria, equipos y suministros hasta el emplazamiento de los piezómetros a mantener, si fuesen necesarios para realizar las labores objeto del presente PPTP. También se obliga a proteger durante la duración de los trabajos las estructuras, caminos e instalaciones afectadas. Una vez finalizado el trabajo deberá eliminar todos los materiales y residuos, dejando el lugar en un estado lo más similar posible al inicial, reponiendo todo lo que en su caso hubiera sido dañado.

En particular, el agua bombeada de cada piezómetro deberá ser conducida a un lugar donde su vertido no cause daño ni molestias a las propiedades ni a las personas, para lo que recabará los permisos y licencias necesarios.

La zona donde se realizarán los trabajos deberá ser debidamente acotada físicamente y señalizada claramente de manera que se impida el paso a cualquier persona ajena a los trabajos. En las estaciones que estén en el interior de otra instalación del CYII (parcela de pozo, EDAR, ...), los equipos y material a usar en los trabajos de situarán alrededor de los piezómetros, balizando adecuadamente el contorno, de tal manera que se compatibilicen los trabajos de mantenimiento con los de explotación de la instalación.

En caso de incumplimiento de estas normas la Dirección de los Trabajos procederá a la paralización de los mismos hasta que se acondicione adecuadamente a lo expuesto anteriormente; no siendo de abono el tiempo total de parada por esta causa. Serán de responsabilidad del Adjudicatario los accidentes que puedan producirse por esta causa.

Finalizados los trabajos se procederá al acondicionamiento del terreno, de manera que quede en condiciones similares a las que tenía antes de ejecutar los trabajos.

El Adjudicatario solicitará los permisos necesarios para la ocupación de la vía pública o de accesos, en los casos necesarios, estando incluidas presupuesto de licitación las tasas derivadas de estos permisos, así como los trabajos de acondicionamiento y de restitución.

4 EQUIPOS A PIE DE OBRA

Los equipos a utilizar por el Adjudicatario deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y uso.

El equipo de bombeo constará de la maquinaria y equipo auxiliar necesario para poder proporcionar un caudal máximo de 1 l/s con altura manométrica máxima del orden de 270 m.

El compresor de accionamiento del dispositivo de aire comprimido estará entre 10-40 bar.

Las dimensiones de los equipos de limpieza y desarrollo de piezómetros serán tales que puedan entrar holgadamente por el entubado de revestimiento (diámetro mínimo de 40 mm y máximo de 125 mm). El

equipo estará provisto de tubería suficiente para poder extraer agua a una profundidad máxima de 270 m.

La profundidad de montaje se definirá para cada piezómetro por la Dirección de los Trabajos; sin embargo, a modo orientativo esta profundidad será de unos 40 m en los sondeos de 50 m de profundidad, de 140 m en los de 150 m de profundidad y de 270 m en los de 300 m de profundidad.

El Adjudicatario proveerá los equipos autónomos de producción de la energía necesaria para el accionamiento de los equipos de bombeo, iluminación y cualquier otro que lo precise, disponiendo a pie de obra las reservas de combustible necesarias para todo el período de trabajo.

Los costes de estos equipos se consideran incluidos dentro de los precios unitarios ofertados por al Adjudicatario.

Los equipos utilizados tanto para el mantenimiento y conservación de las estaciones como de limpieza y desarrollo de piezómetros cumplirán las disposiciones establecidas en el RD 1.215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo o dispondrán del correspondiente sello CE.

El Adjudicatario será declarado responsable de cualquier daño que pueda producirse tanto en los piezómetros como en los equipos instalados en ellos por negligencias o falsas operaciones.

Canal de Isabel II, S.A. no se responsabiliza de robos, sustracciones o actos de vandalismo que pudieran ocurrir durante la ejecución de los trabajos, corriendo a cargo del Adjudicatario toda la vigilancia que estime necesaria.

Serán de cuenta del Adjudicatario todas las instalaciones auxiliares necesarias para la buena ejecución de los trabajos, tales como cerramiento de los terrenos a ocupar, protección de acopios, equipos de producción de energía, canalización de vertidos, instalaciones de seguridad y salud y cualquier otro de similar naturaleza, cuyos costes se consideran incluidos en los precios unitarios ofertados por el Adjudicatario.

El Adjudicatario tomará cuantas medidas sean necesarias para evitar cualquier vertido de sustancias contaminantes al terreno procedente de los equipos a pie de obra, que vaya a utilizar para el desarrollo de los trabajos objeto del presente PPTP (aceites, gasoil, grasas, ...).

El Adjudicatario dispondrá de una sonda de nivel manual de longitud 300 m para la realización de la medición del nivel piezométrico.

En los emplazamientos en los que los piezómetros estén dentro de la parcela de un pozo u otra instalación de Canal de Isabel II, S.A. (los de las estaciones G-9, EDAR V. de la Cañada, EDAR Guadarrama Medio, EDAR Navalcarnero, EDAR Tres Cantos, Estación de Majadahonda, C. Valverde, Depósito de Griñón, Ranney de Batres, El Calverón, FE-1bis), el Adjudicatario delimitará adecuadamente la zona de la parcela en la que va a realizar los trabajos de desarrollo y limpieza de los piezómetros, a la que sólo tendrá acceso su personal, del resto de instalaciones de la parcela (arqueta de pozo, casetas, ...), para que pueda acceder a ellas el personal de explotación de los pozos. El coste de los medios de señalización y separación de estos dos ámbitos de trabajo queda incluido en el capítulo 6 Seguridad y Salud del presupuesto.

5 INFORMES DE LOS TRABAJOS

a) En la reunión inicial de lanzamiento del contrato, la Dirección de los Trabajos facilitará al Adjudicatario los modelos de fichas en los que se recogerá la información resultante del trabajo realizado en cada uno de los piezómetros.

A la finalización de los trabajos en cada piezómetro o estación piezométrica, el Adjudicatario entregará un fichero en formato .xls, con una hoja por cada ficha y piezómetro que compongan la estación piezométrica, debidamente cumplimentada. Sin la entrega de estas fichas no se abonará la factura correspondiente a los trabajos.

b) A la finalización de los trabajos de cada una de las campañas trimestrales o semestrales en que se dividirá el desarrollo de los trabajos, el Adjudicatario emitirá un informe final, que recogerá como mínimo los apartados recogidos del índice del anexo C del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Al final de cada uno de los años de vigencia del contrato, el Adjudicatario emitirá un informe resumen de todos los trabajos realizados a lo largo del año.

El informe deberá de estar compuesto, al menos, de una memoria de los trabajos realizados, así como las tablas resumen de las actuaciones y medidas ejecutadas.

De cada uno de los bombeos de limpieza y desarrollo realizados el informe recogerá, al menos, los siguientes datos: caudales, tiempos de bombeo con cada caudal, presiones aplicadas, registro de niveles piezométricos, observaciones, resultados analíticos de las muestras de agua, incidencias producidas, profundidad de montaje del grupo de bombeo utilizado, o posición del varillaje (profundidad de inyección del aire y colocación de la tubería).

El informe deberá estar realizado en formato .doc conforme a los requisitos de identidad social corporativa de Canal de Isabel II, S.A., las tablas se realizarán en formato .xls.

La Dirección de los Trabajos proporcionará las plantillas ofimáticas para la redacción del informe final.

El coste de los informes se considera repercutido en cada uno de los precios unitarios que oferte el Adjudicatario. El Adjudicatario entregará el informe final en formato digital (fichero ejecutable y .pdf), y un ejemplar en papel debidamente encuadernado.

La Dirección de los Trabajos compartirá una carpeta con el Adjudicatario (preferentemente en One Drive), en la que el Adjudicatario irá volcando toda la información relacionada anteriormente.

6 REQUISITOS DEL CONTRATO

El Adjudicatario del contrato designará un Representante, titulado de grado medio o superior, con experiencia en la realización de limpieza y desarrollo de redes de control piezométrico.

El Adjudicatario se compromete a iniciar los trabajos que le encomiende Canal de Isabel II, S.A. en el marco de este contrato, en el plazo máximo de dos semanas desde que el Director de los Trabajos se lo comunique. En caso de incumplimiento de este plazo, se aplicará lo establecido en el apartado 9 del anexo I del PCAP.

Los trabajos de mantenimiento, conservación, limpieza y desarrollo de las estaciones piezométricas se aplicarán a las 27 estaciones que integran la red todos los años, relacionadas en la tabla 1 del apartado 1.2 del presente PPTP. La Dirección de los trabajos podrá autorizar la no realización de los trabajos en aquellas estaciones que lo estime necesario. Los trabajos de realizarán en dos campañas anuales: una entre los meses de abril -mayo – junio y otra entre los meses de octubre – noviembre – diciembre. La

Dirección de los Trabajos establecerá las estaciones piezométricas que se incluyen en cada una de las campañas anuales.

7 SEGURIDAD Y SALUD

El adjudicatario redactará una Evaluación de Riesgos de los trabajos a realizar dentro del ámbito del presente Pliego de Prescripciones Técnicas, que deberá ser informado favorablemente por el Técnico en Prevención que designe la Dirección de los Trabajos, realizándose posteriormente la apertura del Centro de Trabajo ante la autoridad Laboral.

8 PRESUPUESTO

Aunque el número de piezómetros en los que está previsto realizar los trabajos está bien definido, el número concreto sobre los que se actúa depende de varios factores, tales como que tengan suficiente columna de agua para poder realizar el bombeo de desarrollo, que se pueda tomar una muestra de agua representativa, desperfectos que se hayan producido que requiera trabajos de obra civil, número de sondas piezorresistivas que se hayan estropeado y sea necesario reponer, ...; por lo que no se puede establecer un escenario hipotético de número de unidades de obra que se van a realizar anualmente, estableciéndose un cuadro de precios, que se acompaña a continuación.

Los precios de los desplazamientos hasta cada una de las estaciones piezométricas incluidas en la tabla 1, así como aquellas otras que se puedan incluir en el período de vigencia del contrato, que se sitúen dentro de un radio de 90 km desde Madrid, se consideran incluidos dentro de los precios unitarios ofertados por el Adjudicatario.

El valor estimado del importe del contrato se ha hecho a partir de los importes facturados en los últimos seis años.

Asciende el presente presupuesto en ejecución por contrata, para los dos años de duración inicial del contrato, a la cantidad de CIENTO NOVENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CUATRO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS (197.504,00 €).

Madrid, 17 de marzo de 2020

José Antonio Iglesias Martín
Coordinador Prospección
Aguas Subterráneas

Diego Pérez-Cecilia Aguilar
Jefe Área Gestión de Recursos Hídricos

Carmen Marta Soriano Roncero
Subdirectora de Planificación
Recursos Hídricos y Abastecimiento

Belén Benito Martínez
Directora de Operaciones

9 ANEXOS

9.1 ANEXO A. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO EN ESTACIONES PIEZOMÉTRICAS DE CANAL DE ISABEL II, S.A.

1.- INICIO DE LOS TRABAJOS.

Se realizará una reunión de lanzamiento de los trabajos, previamente al comienzo de cada una de las campañas de trabajo, en las que se definirán:

- 1 Piezómetros en los que realizar el mantenimiento.
- 2 Métodos de desarrollo a emplear en cada piezómetro.
- 3 Definición de profundidades de aspiración, presión y caudal de aire a inyectar en cada piezómetro.
- 4 Inyección de agua externa, si procede
- 5 Orden de los trabajos.
- 6 Cronograma de los trabajos.
- 7 Coordinación de actividades empresariales.
- 8 Fecha de inicio de los trabajos.
- 9 Autorizaciones de acceso a las instalaciones.

2.- TRABAJOS EN CAMPO POR ESTACIÓN PIEZOMÉTRICA

- 1 Se realizará un reportaje fotográfico de los estados inicial y final de la instalación, que se incluirá en el informe final de la campaña.
- 2 Determinación y notificación al Director de los Trabajos del punto de vertido de las aguas del desarrollo y la hora prevista del inicio de los trabajos en cada piezómetro.
- 3 Medida manual inicial, mediante sonda de contacto de los piezómetros a desmontar.
- 4 Desmontaje de la instalación, extracción sonda piezoresistiva y realización de fotografía del conexionado del cable de la sonda en la caja de conexiones. Previamente al desmontaje se debe confirmar con la Dirección de los Trabajos, que se ha realizado la desconexión de la toma de medida del centro principal de control (C.C.) de Canal de Isabel II, S.A.
- 5 Almacenaje sonda piezoresistiva de forma adecuada para evitar roturas.
- 6 Señalización de la zona de trabajo adecuadamente, según se especifica en el apartado 3 del PPT.
- 7 Montaje de los elementos de extracción de agua, bien mediante equipo de bombeo, bien mediante sistema air-lift de desarrollo del pozo por tuberías concéntricas.
- 8 Toma de datos de caudal y nivel con intervalo de 5 minutos o inferior. En el caso en el que el desarrollo se realice mediante aire, se anotará la medida del manómetro a la entrega del piezómetro
- 9 Toma de muestras a la finalización del desarrollo, incluyendo su correcto almacenaje, embalaje y envío a laboratorio en las 24 horas siguientes a la toma de muestras.

La toma de muestras se realizará conforme a los estándares de referencia normalizados por la USEPA y las directrices que se establecen en las Normas ISO¹:

- Se procederá al enjuague de los recipientes o botellas, al menos durante tres veces consecutivas con el agua a examen, aunque dichos envases estuviesen limpios y estériles.
 - Las botellas se llenarán completamente, haciendo menisco convexo en su boca, para evitar la exposición al aire de la muestra de agua, siempre que se trate de análisis físico-químicos.
 - Las muestras se preservarán en nevera, perfectamente embaladas e identificadas, acompañadas de su cadena de custodia, con acumuladores de frío para mantener las muestras a una temperatura de 4-5 °C hasta su recepción en laboratorio.
- 10 Medida manual de nivel piezométrico, al menos 3 horas después de finalizado el desarrollo, comunicándolo a la Dirección de los Trabajos para su contraste con el calculado y el registrado en el C.C., según se especifica en el apartado 2.1.1. del PPT.
- 11 Notificación al Director de los Trabajos de la instalación de las sondas de nivel para la activación de la medida.
- 12 Realización de las tareas del Anexo B del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para los equipos de protección catódica. El desmontaje y montaje de la línea de ánodos de la protección catódica, deberá de realizarse mediante camión grúa o sistema alternativo de tracción mecánica.
- (1) UNE-EN 25667-2 8iso 5667-2): calidad del agua. Muestreo. Parte 2: guía para las técnicas de muestreo.
- UNE-EN 25667-3 (ISO 5667-3): Guía para la conservación y la manipulación de muestras.
- ISO 5667-11 Water quality – Sampling – Part 11: Guidance on sampling of groundwaters.

9.2 ANEXO B. PROTOCOLO DE MEDIDAS PROTECCIÓN CATÓDICA

La medición de potenciales determinará la diferencia de tensión entre la estructura metálica y el medio que le rodea mediante un electrodo de referencia, el cual permite determinar el estado de la instalación, el mantenimiento y el control a realizar.

Los equipos para la medición deben ser de al menos 9 MΩ. Deberá disponerse del certificado de calibración en el que se indique la empresa certificadora, la fecha de calibración y los valores obtenidos en la calibración. Se recomienda el proceso de calibración del Centro Español de Metrología, Procedimiento EL-020.

No serán válidos aparatos de medida con fecha de calibración superior a un mes al momento en el que se tomen las mediciones.

El Potencial mínimo permisible entre la estructura-electrolito (catódico) será de -0,950 volts, medido respecto de un electrodo de referencia de Cu/CuSO₄. Caso de que no se alcance dicho valor, se deberá de reflejar en el informe y realizar una propuesta de actuación.

Se realizarán mediciones del potencial antes del desmontaje del lecho de ánodos, a la tubería sin el lecho de ánodos, a cada uno de los ánodos y tras el posterior montaje del lecho de ánodos

Se hará una tabla resumen de las mediciones realizadas, en la que se reflejarán, para cada piezómetro las medidas de potencial realizadas.

▪ Referencias:

• National Association of Corrosion Engineers

▪ **NACE Standard SP-0169-2007**

Control of external corrosion on underground or submerged metallic piping systems.

▪ **NACE Standard TM-0497-2002**

Measurement techniques related to criteria for cathodic protection on underground or submerged metallic piping systems.

▪ **UNE-EN 12954.**

Protección catódica de estructuras metálicas enterradas o sumergidas.

▪ **UNE-EN 13509.**

Técnicas de medida en protección catódica.

• Centro Español de Metrología

“PROCEDIMIENTO EL-020 PARA LA CALIBRACIÓN DE MULTÍMETROS DIGITALES CON MÁS DE 5 1/2 DÍGITOS DE RESOLUCIÓN”

▪ **UNE-EN-ISO 9000.**

Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad (Partes individuales publicadas como ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 e ISO 9004). 1994.

▪ **UNE-EN 30012-1.**

Requisitos de aseguramiento de la calidad de los equipos de medida. Parte 1: Sistema de confirmación metrológica de los equipos de medida (ISO 10012-1:1992). 1994.

9.3 ANEXO C. ÍNDICE DE INFORME DE MANTENIMIENTO DE LA RED PIEZOMÉTRICA DEL CANAL DE ISABEL II, S.A.

1 MEMORIA

2 ACTUACIONES REALIZADAS.

2.1 DATOS:

- Tabla resumen con los piezómetros en los que se ha actuado y rango de fechas en las que se ha trabajado.
- Actuaciones realizadas en cada piezómetro.
- Principales incidencias producidas.

3 ESTACIÓN PIEZOMÉTRICA.

3.1 PIEZÓMETRO.

- DATOS:
 - Fecha de actuación.
 - Características del piezómetro:
 - Diámetro interior de entubación (medido en campo, precisión mm).
 - Profundidad de entubación (caso de que se realice vídeo).
 - Método de desarrollo.
 - Profundidad de la aspiración
 - Presión manométrica inicial y final.
 - Caudal máximo obtenido.
 - Nivel mínimo obtenido.
 - Actuaciones de obra civil desarrolladas.
 - Comentarios, propuestas y mejoras de actuación.

4 ANEXOS

- 4.1 Tabla resumen de medidas manuales de piezometría (niveles estáticos).
- 4.2 Tablas resumen de evolución de nivel y caudal durante el bombeo en cada piezómetro (en los casos en los que el desarrollo se realice mediante aire comprimido, se anotará la presión manométrica entregada por el compresor y los tiempos de aplicación).
- 4.3 Archivos Excel con el registro de niveles registrado en el leve-logger, en los casos en los que se hayan instalado, incluyendo la representación gráfica de los datos.
- 4.4 Informe verificación control sistema protección catódica emitido por técnico autorizado.
- 4.5 Tabla resumen de resultado de los análisis químicos de las aguas.
- 4.6 Copia de los Informes de ensayo emitidos por el laboratorio de cada muestra de agua analizada, incluyendo justificación documental de la cadena de custodia seguida en cada entrega de muestras.
- 4.7 Copia de los informes de los registros de vídeo realizados en los piezómetros.
- 4.8 CD que incluya ficheros de: informe (editable y .pdf). Hojas de cálculo generadas, Informes de los registros de vídeo en formato pdf y DVD con los registros de vídeo realizados, Archivo Excel con los datos de calidad determinados, según el formato facilitado por la Dirección de los Trabajos.