

**ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA  
IDENTIFICACIÓN DE USOS FINALES Y  
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTES DEL  
CONSUMO DOMÉSTICO**

**PROCEDIMIENTO ABIERTO CON  
PLURALIDAD DE CRITERIOS**

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS  
CONTRATO Nº: 170/2021**

## Contenido

1. OBJETO.....	3
2. ANTECEDENTES.....	3
3. OBJETIVOS.....	5
4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	6
Mantenimiento y ampliación del panel domiciliario.....	6
• Realización de las instalaciones.....	7
• Calibración de las instalaciones.....	9
• Información y encuestas a los usuarios.....	10
• Mantenimiento de las instalaciones.....	10
• Proceso de la información.....	11
• Monitorización de presiones en acometidas domiciliarias.....	13
• Informe para la elaboración de campañas de ahorro.....	14
Monitorización de vertidos de agua residual.....	14
• Nivel de desagregación y usos objetivo.....	14
• Requisitos de los puntos de control.....	16
• Análisis de la información.....	20
Registro de la información.....	21
5. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	25
6. METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS TRABAJOS.....	27
7. ABONO DE LOS TRABAJOS.....	27
8. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS.....	30
APÉNDICE 1. REQUISITOS Y FUNCIONALIDADES DE LOS NUEVOS EQUIPOS DE MEDIDA DE CAUDAL.	
APÉNDICE 2. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE SEGURIDAD DE LOS SERVICIOS.	

## 1. OBJETO.

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán la ejecución de los servicios de *Identificación de usos finales y caracterización de efluentes del consumo doméstico*. El objeto del servicio a contratar presenta un doble enfoque:

- Plantea por una parte mantener activa una red de monitorización de usos finales domésticos actualmente implementada en una muestra representativa de viviendas localizadas en la Comunidad de Madrid. Mediante este sistema de control, se persigue aumentar el nivel de conocimiento relativo a los patrones y pautas que caracterizan el consumo doméstico así como en relación a las variables explicativas que determinan dichos hábitos. El trabajo a desarrollar se concibe como una herramienta con la que poder acometer un análisis de la demanda (ceñida al ámbito residencial) a la que Canal de Isabel II da servicio, teniendo como premisa que un mayor conocimiento de ésta permitirá su mejor gestión.
- Además, se pretende extender el alcance de la monitorización anterior, hasta ahora limitado al abastecimiento, ampliando la red de muestreo con el objeto de establecer un sistema de control de los vertidos de aguas residuales de algunas de las viviendas que conforman la muestra del panel de usos finales, así como del efluente total procedente de distintas configuraciones de conjuntos residenciales. La monitorización incluirá tanto la medición precisa del caudal vertido, como la caracterización de sus propiedades físico-químicas y la concentración de contaminantes. El objeto de acometer estas tareas de muestreo es poder determinar una serie de factores explicativos que permitan correlacionar los patrones de vertido en base a la tipología de uso residencial que los genera.

## 2. ANTECEDENTES.

La monitorización de usos finales consiste, a grandes rasgos, en la instalación de contadores muy precisos en las acometidas de un conjunto de viviendas y en el posterior procesado de las lecturas obtenidas, con el objetivo de identificar el momento en el que se hace uso de los distintos dispositivos de consumo doméstico instalados en cada domicilio y su consumo asociado. En línea con este objetivo, como parte de los estudios relacionados con la caracterización de la demanda, Canal de Isabel II constituyó en el año 2008 un primer panel, conformado por cerca de 300 viviendas, en las que se implementó este sistema de monitorización. Desde entonces, se han desarrollado sucesivos trabajos de cara a mantener esta muestra activa. De entre todos ellos, como antecedentes más recientes, cabe destacar los dos siguientes:

- *Contrato Nº 249/2014 Asistencia técnica para desarrollo de un sistema de reconocimiento de patrones para identificación de usos finales del agua en consumos domésticos.*
- *Contrato Nº 225/2017 Asistencia técnica para monitorización de los microcomponentes del consumo doméstico en una muestra representativa de usuarios.*

El primero de estos trabajos tuvo como objeto conseguir mejorar la precisión y sistematizar el proceso de identificación de usos finales. Para ello, se llevó a cabo la implementación de un sistema de desarrollo propio basado en redes neuronales que, tras un proceso de aprendizaje previo realizado sobre un periodo de datos procesados por operador, es capaz de establecer de manera automática una clasificación de usos finales del agua, a partir de las características de los eventos registrados por los equipos de lectura de caudal instalados (caudal medio, caudal máximo, duración, etc.). El planteamiento metodológico y las funcionalidades de esta herramienta se encuentran convenientemente descritos en el Cuaderno nº 25 de la serie de Cuadernos de I+D+i de Canal de Isabel II.

Como resultado final, se dispone de una aplicación informática desarrollada en VBA para Access desde donde se realiza la automatización de todo el proceso: generación de la serie continua de caudal a partir de la información bruta registrada por los equipos de medida, depuración y desagregación de esta serie en eventos individuales de consumo, caracterización física de los mismos y, por último, clasificación de estos eventos en función de los microcomponentes o usos finales en cada una de las instalaciones. Cabe indicar que, a lo largo del último contrato de monitorización de usos finales, iniciado en 2018, (contrato nº 225/2017) se ha realizado un uso intensivo de esta herramienta, habiendo quedado contrastado su buen desempeño en términos generales.

La monitorización llevada a cabo consiste en la instalación en las viviendas de contadores volumétricos de precisión equipados con un emisor de pulsos conectado a una estación remota de registro y transmisión de datos, desde donde las lecturas son enviadas a un Centro de Control. La configuración de este Centro de Control se ha realizado estableciendo una APN privada, configurando las tarjetas con IP fija, y estableciendo la comunicación de datos a través de GPRS. Siempre que ha sido posible, los contadores se han instalado en línea con los que Canal de Isabel II utiliza para facturación, con objeto de no alterar estas mediciones.

Como ya se ha indicado, la información de estos pulsos, debidamente tratada y contrastada con una caracterización previa de sus magnitudes y patrones temporales, realizada para cada dispositivo de consumo doméstico instalado en cada domicilio, permite establecer una asignación del uso y destino final del agua en cada instante y vivienda.

El contrato a desarrollar, además de aprovechar la existencia de esta muestra ya constituida con objeto de mantenerla y ampliarla, plantea llevar a cabo una renovación completa de toda la instrumentación instalada, tanto en lo relativo a los equipos de medida como a la arquitectura del sistema de comunicaciones y procesamiento de datos desplegado.

Por otra parte, existe un especial interés en profundizar en la caracterización de caudales de aguas residuales de origen doméstico en función de su uso y, en particular, en base a las distintas configuraciones urbanas que pueden encontrarse en los núcleos de población abastecidos. En este contexto, se contempla ampliar el ámbito de estudio del panel de identificación de usos finales para abarcar la monitorización en continuo de caudales de vertidos residuales con un alto nivel de desagregación. Si bien ciñéndose al ámbito residencial, el trabajo a desarrollar servirá para avanzar en el conocimiento relativo a los patrones de vertido. Mediante el planteamiento de analizar los vertidos atendiendo a su origen, podrán identificarse distintos factores condicionantes para la caracterización y cuantificación de los mismos, lo que contribuirá en el objetivo de lograr una explotación más eficiente de los sistemas de drenaje y depuración.

Esta línea de investigación se enmarca dentro del Plan 5.2 de *Excelencia en el alcantarillado*, integrado en la Línea 5 del Plan Estratégico 2018-2030 de Canal de Isabel II. Cabe destacar así mismo que no hay referencias, al menos a nivel nacional, de la realización de un estudio de estas características. Por su carácter pionero, el trabajo presenta un interés añadido.

### 3. OBJETIVOS.

El presente pliego, en lo que se refiere a los trabajos de estudio del consumo doméstico, presenta como objetivos principales distintos aspectos que, de la experiencia adquirida en los estudios precedentes, se considera que pueden mejorar las prestaciones del servicio actual. Así, se apuesta por llevar a cabo las siguientes actuaciones sobre el panel de monitorización en la actualidad constituido:

- Ampliar la actual muestra hasta al menos 350 viviendas, cubriendo las posibles bajas y mejorando la estratificación y representatividad.
- Sustituir los contadores actualmente ubicados en las viviendas que conforman el Panel de monitorización por equipos de mayor precisión así como acometer la instalación de estos dispositivos en los domicilios seleccionados para la ampliación de la muestra. En el apartado siguiente se detallan las especificaciones que deberán cumplir los nuevos equipos de medida.
- Análogamente, se prevé la sustitución de las remotas actuales, por otras con mayor capacidad de memoria, mayor resolución en la frecuencia de registro de datos y mejores capacidades de conexión. Estos equipos de almacenamiento y transmisión de datos deberán cumplir con las especificaciones que se detallan más adelante. Su instalación será también requerida en las nuevas viviendas que, en el tiempo de duración del contrato, se vayan incorporando al Panel de monitorización.
- Aprovechando la anterior circunstancia, se apuesta también por modificar la arquitectura del sistema de comunicaciones y de la plataforma que albergará el Centro de Control donde se realizará la gestión, análisis y procesado de los datos medidos
- En paralelo a los trabajos de monitorización de usos finales, se prevé instalar en algunas de las acometidas domiciliarias que conforman el panel de monitorización sondas de registro de presión, para la mejora del control de la red piezométrica del sistema de abastecimiento. Las lecturas proporcionadas por estos instrumentos se integrarán en las infraestructuras de adquisición de datos y en los sistemas de comunicaciones instalados para el panel de monitorización.
- Por último, se persigue valorar la efectividad, en términos de ahorro, lograda a través de la concienciación y la formación en técnicas de uso y comportamientos orientados a lograr un consumo responsable. Para el desarrollo de esta tarea, de entre los integrantes del panel, se realizará una selección de un conjunto de hogares cuyos residentes muestren su conformidad para formar parte de un grupo de control para la evaluación del desempeño de estas campañas. Se pretende así explorar el potencial de estas tecnologías a la hora de proporcionar mensajes y consejos personalizados para conseguir una mayor eficiencia en el consumo, de cara a establecer nuevos cauces de comunicación e interacción con los usuarios al objeto de conseguir su implicación en el uso eficiente del agua.

Dejando a un lado el análisis del consumo doméstico, en lo referente al estudio para la identificación de patrones de vertido, se plantea implementar una red de monitorización para el control de los vertidos de agua residual procedentes tanto de domicilios independientes (en el caso de residencias unifamiliares), como de agrupaciones domiciliarias (condominios, urbanizaciones, manzanas de viviendas, viviendas adosadas, etc.). Los puntos de control se establecerán preferentemente en las acometidas particulares que evacúan los efluentes de las fincas a la red de alcantarillado municipal. Para alojar los equipos de medida y facilitar la toma de datos, se prevé ejecutar arquetas sobre estos conductos. En el caso de no poderse obtener permiso de los propietarios para llevar a cabo esta actuación, el punto de control se desplazará hasta el pozo de registro donde se realiza el entronque de la acometida con la red de drenaje urbano.

La toma de datos consistirá en la medida de caudales y en la monitorización continua de determinados parámetros de calidad de las aguas mediante la instalación de sondas de lectura automática. Todas las lecturas proporcionadas por los sensores instalados para la caracterización de los efluentes domésticos quedarán integradas en el sistema de comunicaciones y centro de procesado de datos desplegados para la monitorización de usos finales, de manera que se hará un uso compartido de esta red.

Complementariamente, en los referidos puntos de control se llevarán a cabo toma de muestras que serán enviadas para su análisis al laboratorio de Calidad de las aguas de Canal de Isabel II, o a cualquier otro que la Dirección de los Trabajos designe. La realización de las analíticas de las muestras quedan fuera del alcance del presente contrato, si bien los resultados obtenidos de estas, serán entregados al Consultor para que pueda incorporarlos como información de partida para el estudio de determinación de patrones de vertido.

Una vez descritas, en los siguientes capítulos se recogen los requisitos y especificaciones que definen el alcance de todas las tareas a las que se ha hecho referencia.

## 4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.

### Mantenimiento y ampliación del panel domiciliario y estudio de usos finales

El trabajo consistirá en la monitorización en continuo del consumo de agua sobre una muestra representativa de los hogares de la Comunidad de Madrid, el proceso de los datos recogidos y la elaboración de informes de evaluación de los resultados y conclusiones.

La muestra actual de 296 instalaciones se deberá completar hasta un mínimo de 350 viviendas, que tengan la suficiente representación territorial de la Comunidad de Madrid por zonas estadísticas, y del Municipio de Madrid por distritos y en cuanto a tipología de vivienda, debiendo mantenerse una proporción mínima de un 12% de viviendas unifamiliares.

Se contempla que la monitorización de la muestra actual dé inicio en cuanto se haya formalizado la firma del contrato. Además, se espera haber alcanzado el objetivo de disponer de 350 integrantes en el panel, antes de transcurridos tres meses desde la fecha de inicio de los trabajos, de manera que la monitorización de la muestra ampliada pueda prolongarse por un periodo de, al menos, dos años, que podría ser ampliado a tres en el caso de que el contrato se llegara a prorrogar. En cualquier caso, estas duraciones podrán variar a criterio de la Dirección de los trabajos en función de los condicionantes del proyecto.

Se deberá mantener el objetivo de 350 viviendas monitorizadas como mínimo, cubriendo las posibles bajas que se produzcan por abandono de los usuarios u otras circunstancias, con nuevos candidatos seleccionados. Para todo ello, el adjudicatario, de acuerdo con la dirección del proyecto por Canal de Isabel II, deberá reclutar los nuevos integrantes, obtener su conformidad para participar en el proyecto, así como la autorización del usuario y, en su caso, de las comunidades de vecinos, para llevar a cabo las instalaciones de medición requeridas y la realización de los trabajos de monitorización. De cara a facilitar esta tarea, podrá contar siempre que lo requiera con el apoyo de Canal de Isabel II en la remisión de cartas o correos electrónicos informando de los objetivos y alcance del proyecto.

El consultor verificará la idoneidad de las instalaciones de los usuarios para el emplazamiento de los equipos de medida.

Las tareas a realizar por el adjudicatario en relación al mantenimiento y ampliación del panel domiciliario e identificación de usos finales se describen en los siguientes subapartados:

- **Realización de las instalaciones**

Las tecnologías de las aplicaciones de comunicaciones industriales y de los equipos de metrología se encuentran en continuo desarrollo. La evolución hacia equipos más eficientes hace necesaria la renovación del parque de contadores y de los sistemas de almacenamiento y transmisión de datos que en la actualidad configuran el panel de monitorización. En este contexto de cambio impuesto por el avance tecnológico, resulta igualmente recomendable el introducir una revisión del modo en el que se realiza la comunicación entre las remotas y el Centro de Control así como redefinir la configuración de éste.

Por otra parte, se da la circunstancia de que, en la actualidad, Canal de Isabel II se encuentra inmersa en un proceso de sustitución de sus contadores de facturación por otros dotados de capacidad de telelectura, hecho que, en cierta medida y como más adelante se detallará, condiciona la elección del nuevo dispositivo de medida de caudal a utilizar para la monitorización.

Como ya se ha indicado, los equipos de medida en la actualidad instalados son contadores volumétricos y están equipados con un emisor de pulsos capaz de transmitir señal de los consumos realizados cada segundo. En el momento presente se dispone de 296 instalaciones activas. El total de equipos instalados es el siguiente:

- 65 contadores volumétricos DN 13-15 mm, de Clase C (Sensus 620C), tipo pistón rotativo, equipados con emisor de pulsos que genera un impulso cada vez que pasa un litro de agua.
- 231 contadores volumétricos Clase D<sup>1</sup> (Aquadis+ de Actaris), DN 15 mm, tipo pistón rotativo con un emisor de pulsos que genera un impulso cada vez que pasa un decilitro.
- 207 estaciones remotas de control Sofrel S510 con tarjeta de entrada digital con capacidad para 8 entradas, equipadas con MODEM GPRS integrado, para la transmisión de históricos al Centro de Control.

Se prevé realizar la sustitución completa de estos equipos en los domicilios ya pertenecientes al Panel así como llevar a cabo las instalaciones en las nuevas viviendas que se vayan incorporando a la muestra. Todas estas actuaciones correrán por cuenta del adjudicatario. El adjudicatario se encargará del suministro, tanto de los equipos de medida (contadores de precisión), como de los dispositivos de transmisión de datos (estaciones remotas) y realizará la desinstalación de los equipos existentes y las nuevas instalaciones en todas las viviendas con sus propios medios, aportando tarjetas telefónicas o de comunicaciones, cableado, accesorios, piezas especiales y todos los medios auxiliares que sean necesarios. A la hora de llevar a cabo la sustitución de equipos de medida y de comunicaciones, deberán tomarse las precauciones necesarias para garantizar que no se producen pérdidas de información en la toma y registro de datos.

El consultor detallará en su metodología las características técnicas de la propuesta de equipos de medida de caudal a instalar.

En el Apéndice 1 que acompaña a la presente Memoria se recogen los requisitos que deberán cumplir estos dispositivos, además de los reseñados en este apartado. Se valorará en la puntuación de la oferta que el caudal de arranque sea inferior a 3 litros/hora para los contadores de 13/15 mm y de 5 litros/hora para los de 20 mm. No existen limitaciones en cuanto al principio de funcionamiento (tecnología de medición). El único requerimiento que se establece se basa en que, independientemente de la forma en la que se capte el flujo de agua que atraviese el contador, los equipos integren la electrónica necesaria para registrar dicho flujo como consumo de agua.

---

<sup>1</sup> Norma British Standard 5728/7

En relación al modo de contabilizar el flujo, se admitirán tanto soluciones basadas en el registro de eventos (pulsos) como las consistentes en el monitoreo continuo del caudal instantáneo circulante (muestreo).

En el caso de optar por la primera opción, el equipo de medida deberá contar con un emisor de pulsos con precisión mínima de 0,1 litro por pulso, compatible con las estaciones remotas de transmisión de datos. A su vez, los pulsos medidos deberán poderse registrar en estos equipos de almacenamiento con una cadencia mínima de 0,1 segundos (tiempo transcurrido entre lecturas consecutivas) junto con su correspondiente marca de tiempo (timestamp). Será elemento de valoración en la calificación de la oferta a presentar, el empleo de remotas con frecuencias de registro superiores o equipos de medida con mayor precisión.

Otras combinaciones de resolución de frecuencia de lectura y volumen acumulado del pulso, se aceptarán únicamente en el caso de que en la metodología presentada por el ofertante quede justificado que la precisión obtenida en la generación de la curva de caudal será al menos equivalente a la proporcionada por la configuración anterior.

Si, para el estudio de usos finales, el consultor opta por monitorizar el caudal consumido, no a través de pulsos, sino registrando de manera directa la señal de caudal instantáneo, deberá garantizarse que el caudalímetro permite realizar de manera continuada la toma de lecturas y el envío de registros a la remota con una cadencia (tiempo transcurrido entre lecturas consecutivas) igual o inferior a 5 segundos. En este sentido, en el caso de contemplar el uso de un dispositivo con tecnología de medición estática, de cara a aumentar la frecuencia de lecturas, si se estima conveniente, el fabricante podrá optar por modificar la configuración del equipo de medida para hacerlo funcionar de manera permanente en modo de prueba (test mode).

No obstante, es necesario apuntar que, independientemente de cuál sea el equipo de medida a instalar, deberá garantizarse su capacidad para funcionar de manera desalimentada de la red eléctrica durante al menos 5 años por lo que, si se apuesta por utilizar un equipo de medición estática y configurarlo en modo test, las baterías deberán estar adaptadas para contemplar esta posibilidad.

En relación a la instalación de estos dispositivos cabe destacar que, en la mayor parte de las viviendas que actualmente forman parte del panel de monitorización, el equipo de medida utilizado para el análisis de usos finales coexiste con el contador que se emplea para la facturación del domicilio, encontrándose ambos instalados en serie. Sin embargo, como ya se ha indicado, Canal de Isabel II tiene previsto sustituir su parque de contadores de facturación por otros equipos dotados de capacidad de telelectura. Esta circunstancia favorece contemplar la posibilidad de remplazar, tanto el equipo de lectura destinado a la monitorización, como el contador de facturación actualmente instalado, por un nuevo dispositivo capaz de desempeñar ambas tareas. Por tal motivo, además de los requisitos inherentes al objeto del presente contrato, las especificaciones técnicas que se le deberán exigir a los equipos de medida a proporcionar por el adjudicatario, serán también las que aplican al parque de contadores de facturación de Canal de Isabel II. Estas especificaciones vienen recogidas en el Apéndice 1 que acompaña a esta Memoria.

En los casos en los que la Dirección de los Trabajos determine la conveniencia de utilizar el nuevo contador a instalar para el desempeño de ambas tareas (monitorización de microcomponentes y facturación de consumo), la desinstalación de los equipos existentes y la instalación del nuevo sensor correrá a cuenta del Área de Acometidas de Canal de Isabel II. Por el contrario, en el caso de que se juzgue conveniente mantener el contador de facturación existente, la instalación será competencia del adjudicatario de los trabajos quien elaborará una ficha resumen de la obra realizada, incluyendo fotografías de la configuración de equipos previa y posterior a la instalación de los dispositivos. Todos los equipos de medida retirados serán enviados al Laboratorio de Contadores de Canal de Isabel II.

El despliegue y puesta en servicio de los equipos de registro y transmisión de datos (estaciones remotas) así como las conexiones a realizar entre este dispositivo y el equipo de medida de caudal (incluyendo la instalación y conexión del emisor de pulsos si se contempla su instalación) siempre responsabilidad del consultor. Igualmente, en todos los casos será misión del adjudicatario la implementación del sistema de comunicación entre las remotas y el Centro de Control.

A tal efecto, además del suministro de los equipos de medida y de las remotas de campo, el consultor se encargará de proporcionar todos los equipamientos y licencias de software requeridos para establecer la arquitectura de comunicaciones, así como para implementar la plataforma que albergará el sistema de supervisión de remotas y el Centro de Control de gestión, procesado, archivo y análisis de los datos proporcionados por los sensores de campo. El mantenimiento completo, tanto de las instalaciones como de estos sistemas, correrá también a cargo del adjudicatario. La descripción detallada de estos equipamientos se recoge en el capítulo *REGISTRO DE LA INFORMACIÓN*.

A la finalización de los trabajos, Canal de Isabel II podrá requerir el desmontaje de todos los equipos instalados en las viviendas con el fin de devolver las instalaciones del usuario a su estado original.

- **Calibración de las instalaciones**

Como parte del proceso de calibración, se llevará a cabo la determinación in situ de los caudales de suministro de cada dispositivo de consumo instalado en la vivienda y, cuando sea pertinente, del volumen asociado a cada utilización. A criterio de la Dirección de los Trabajos, se podrá solicitar la realización de esta tarea, tanto para las nuevas viviendas que se incorporen a la muestra como para las que en la actualidad pertenecen al Panel de monitorización, una vez que se haya procedido a la sustitución del equipo de medida. Esta información se utilizará para caracterizar cada elemento de consumo doméstico de cara a la identificación posterior de los usos finales.

Se realizará un inventario de los diferentes dispositivos de utilización de agua en la vivienda (cisternas, grifos, bañeras, duchas, lavabos, fregaderos, tomas de lavadora, lavavajillas, piscinas, riegos, etc.) y se determinará el patrón particular caudal-tiempo de cada uno de ellos. En el caso de las cisternas de descarga interrumpible o doble descarga, se realizarán dos pruebas, una con descarga total y otra con media descarga. Si los grifos son mezcladores, se determinará el patrón de caudal-tiempo tanto en agua fría, como en agua caliente y mezcla. En los aparatos electrodomésticos tales como lavadoras o lavavajillas que presentan estructuras repetitivas en forma de pulsos rectangulares, se determinarán estos patrones para cada programa de lavado, bien por observación directa o con la información de los fabricantes. El adjudicatario emitirá un informe con los datos de calibración de las instalaciones de todas las viviendas.

Por otra parte, como segunda tarea, a medida que se vayan instalando los nuevos equipos de medida, ya sea en las viviendas que en un futuro se prevé incorporar a la muestra o en las existentes cuando se acometa la sustitución del equipo actualmente en funcionamiento, se realizará un procesado manual de todos los distintos episodios de consumo registrados en el domicilio a lo largo de un periodo mínimo de dos meses. Estos datos clasificados por operador se utilizarán para el entrenamiento y verificación del modelo de identificación de usos finales de esa vivienda.

Esta tarea de etiquetado manual de dos meses de eventos de consumo se llevará a cabo también siempre que la Dirección de los trabajos juzgue conveniente realizar un reajuste de los modelos después de haberse evidenciado un mal comportamiento de los mismos.

Los licitadores deberán incluir en sus ofertas una descripción de las técnicas, métodos y herramientas que proponen utilizar para este proceso manual de los datos.

Como último aspecto referente a la calibración, será necesario verificar el buen funcionamiento de los equipos de medida y estaciones remotas asociadas. Dado que se prevé llevar a cabo una actualización de la arquitectura de transmisión y registro de datos, en las viviendas de la muestra actual, y hasta que se acometa la sustitución del equipo de medida, podrá ser necesario efectuar una reprogramación de los equipos actualmente instalados, para configurarlos de acuerdo a los nuevos sistemas de control y proceso de datos.

Como ya se ha indicado, será requisito indispensable y responsabilidad del adjudicatario que, en todo el proceso de sustitución, tanto de los equipos de comunicaciones como de contadores y remotas, se garantice que el cambio de la infraestructura actual a la nueva se realice de manera coordinada a fin de evitar la pérdida de datos.

- **Información y encuestas a los usuarios**

Con periodicidad bimestral se enviará a los usuarios, mediante correo electrónico o postal, un breve informe resumen de su consumo y usos del agua en el periodo anterior, y evolución anual. Para los usuarios actuales, se enviará un primer informe al inicio del proyecto, y posteriormente cada dos meses. Para los usuarios que se incorporen sucesivamente, el primer informe se enviará a los dos meses del inicio de la monitorización. El adjudicatario acordará con la dirección del proyecto el contenido y formato de estos informes.

Por otra parte, se realizarán encuestas a todos los usuarios participantes en el proyecto, tanto los actuales como los que se incorporen posteriormente. Si bien en función del desarrollo de los trabajos esta programación podrá variar, de inicio se prevé llevar a cabo dos encuestas por vivienda, una al inicio del proyecto y otra a la finalización del mismo.

Las encuestas podrán ser presenciales o telefónicas, tras acordar una cita con el usuario. El contenido de las mismas se referirá a las características de la vivienda y sus habitantes, hábitos de consumo y concienciación en el uso del agua y la eficiencia. El diseño se realizará por el adjudicatario, y deberá ser aprobado por la dirección del proyecto de Canal de Isabel II.

Los resultados se registrarán por medios electrónicos de forma anónima, para mantener la confidencialidad.

- **Mantenimiento de las instalaciones**

A partir de la fecha de firma del contrato, el adjudicatario se hará cargo del mantenimiento, tanto de las instalaciones existentes, como del Centro de Control y de los sistemas de comunicaciones actualmente desplegados, de cara a garantizar que el proceso de recogida y registro de datos no se ve afectado y por tanto no se producen lagunas en las series históricas de consumos. A lo largo del desarrollo del contrato, estas tareas de mantenimiento se harán extensivas a todas las nuevas instalaciones que paulatinamente irán incorporándose al panel, a medida que se vaya conformando la ampliación de la muestra.

Como responsable del mantenimiento y conservación de las instalaciones, el adjudicatario deberá correr con todos los gastos asociados y garantizará su buen funcionamiento a lo largo de la ejecución del proyecto. En caso de avería de alguno de los dispositivos de lectura o remotas de comunicación que hagan necesaria su reposición, el adjudicatario suministrará el equipo de sustitución, procediendo a su instalación y puesta en funcionamiento.

Únicamente en el caso de aquellos contadores de nueva instalación que vayan a ser empleados también para facturación, el mantenimiento del equipo de lectura correrá por cuenta del Área correspondiente de Canal de Isabel II. Para facilitar el desarrollo de esta tarea, el adjudicatario informará a la Dirección del Proyecto de cualquier anomalía que observe en el funcionamiento de estos contadores durante la monitorización del consumo.

El consultor atenderá también las incidencias o quejas relacionadas con el proyecto que puedan surgir por parte de los usuarios participantes, actuando con la mayor diligencia para evitar cualquier incomodidad o perturbación, e informando puntualmente a la Dirección del Proyecto.

En caso de que alguno de los participantes en el proyecto decidiera retirarse del mismo, y así lo comunicara a Canal de Isabel II, el adjudicatario procederá a la desinstalación de los equipos del usuario que causa baja y, en el plazo de un mes, localizará un candidato idóneo para la sustitución, con una vivienda de características y situación análogas, de manera que a lo largo del proyecto se mantenga la muestra estable de, al menos, 350 viviendas.

- **Proceso de la información**

Este apartado hace referencia a la identificación automática de usos finales. Para el desempeño de esta tarea, Canal de Isabel II proporcionará el software de monitorización de eventos y usos (SM) desarrollado para la identificación de microcomponentes del consumo de agua, al que se hizo referencia en el apartado de *ANTECEDENTES*. Esta herramienta, sus módulos fuente y la documentación asociada tendrán la consideración de información reservada, al igual que el resto de informes y documentos de consulta a los que el adjudicatario pueda tener acceso durante la ejecución del presente contrato, y sólo podrán ser utilizados para los fines del mismo, de acuerdo a lo establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Mediante este software, se viene llevando a cabo la identificación de los distintos usos del agua en las viviendas monitorizadas, determinándose los volúmenes empleados en:

- . Duchas, baños
- . Cisternas
- . Grifos
- . Lavadoras
- . Lavavajillas
- . Fugas
- . Usos de exterior (riegos y piscinas)

La aplicación está implementada en VBA para ACCESS, gestor de base de datos donde se almacenan tanto los registros brutos de consumo como los resultados de la desagregación, caracterización y clasificación de los usos finales identificados tras el procesado de la serie temporal caudal-tiempo. El reconocimiento de patrones de caudal en el que se basa la asignación de usos finales se realiza mediante una arquitectura de red neuronal implementada sobre código desarrollado en Python 2.7.

La herramienta es capaz de abordar de manera automática el proceso completo de desagregación e identificación de usos finales. Para ello, previo a la asignación de usos, la aplicación efectúa las siguientes acciones:

- Transformación de la serie discreta de pulsos en una equivalente continua de caudal-tiempo.
- Sobre la serie anterior, depuración de los instantes de inicio y finalización de los distintos episodios de consumo que hayan tenido lugar.
- En los casos en los que se hayan producido usos solapados, desagregación de los episodios anteriores en unidades elementales de consumo correspondientes a un único uso doméstico.

- Caracterización de cada uno de los eventos de consumo mediante el cálculo de un total de 37 parámetros físicos que definen los rasgos identificativos del patrón de la curva de consumo y el uso al que corresponde (volumen, caudal medio y máximo, duración y gradiente de la rama ascendente y descendente, volumen y duración de episodios anteriores, etc.).

Como resultado, la aplicación genera de manera automática, para cada evento de consumo, información de la fecha y hora (con precisión mínima de 1 segundo) de inicio de cada uso, así como de los parámetros que caracterizan el patrón de la curva de caudal-tiempo. A partir de esta información, la red neuronal se encarga de su clasificación, asignándoles el uso doméstico final que corresponda. Como ya se ha indicado, para conseguir un correcto desempeño en la labor de reconocimiento de patrones, se utiliza un algoritmo de aprendizaje supervisado, partiendo de un conjunto de datos de entrenamiento previamente clasificados de manera manual.

El comportamiento de esta herramienta observado hasta la fecha ha sido satisfactorio. Sin embargo, el adjudicatario entenderá que el producto se entrega tal como está, sin ninguna garantía. Cualquier defecto, error o necesidad de modificación que se identifique durante su instalación o uso a lo largo de la ejecución del presente contrato deberá ser solucionado por el adjudicatario, si bien podrá contar para ello con la colaboración de los técnicos de Canal de Isabel II. En particular, será misión del adjudicatario realizar la reingeniería del software necesaria para adecuar la entrada y la salida de datos, adaptándolo a la nueva tecnología requerida por Canal de Isabel II para este contrato: lectura de datos brutos desde la plataforma donde se alojará el Centro de Control y registro de los resultados de la clasificación en la base de datos que Canal designe.

Deberá tenerse en cuenta también que la sustitución de los contadores y remotas de campo actualmente instalados por equipos más precisos y con mayor resolución en la frecuencia de registro de datos, previsiblemente alterará la apariencia de las curvas caudal-tiempo que caracterizan el patrón de consumo de los distintos microcomponentes. Si debido a esta circunstancia se evidenciara que la capacidad de la herramienta de reconocimiento de patrones y asignación de usos se ve afectada, o si surgiese la necesidad de realizar alguna modificación en el módulo de la aplicación que realiza la transformación de la información bruta a una serie continua de caudales, el adjudicatario de los trabajos será responsable de acometer los cambios pertinentes en el código de programación de la aplicación para garantizar su correcto funcionamiento.

Por otra parte, más allá de hacerse cargo de garantizar el correcto desempeño de la aplicación en cuanto a identificación de usos finales, se considera conveniente llevar a cabo mejoras en sus funcionalidades. Se contempla acometer tanto actuaciones encaminadas a mejorar la capacidad diagnóstica de la herramienta como relativas a permitir la representación gráfica de resultados y a facilitar un manejo más amigable de la interfaz, por lo que el ofertante deberá incluir en su oferta, el alcance previsto y la metodología para implementarlas.

Complementariamente, ante la posibilidad de que las propuestas de mejora de la aplicación existente no alcancen el grado de satisfacción exigido, el ofertante deberá incluir en su metodología el empleo de otras herramientas comerciales que puedan existir para el reconocimiento de usos finales del agua, o de aplicaciones de desarrollo propio diseñadas de manera específica para este fin. Esta aplicación deberá quedar integrada en la infraestructura de comunicaciones y Centro de Control para el proceso de datos por la que finalmente se opte, siendo responsabilidad del adjudicatario la instalación completa de la herramienta, así como los gastos derivados de su puesta en servicio y licencias de uso y mantenimiento a lo largo de la duración de los trabajos. En este sentido, será necesario facilitar a Canal de Isabel II una licencia con privilegios de administrador para empleo de la aplicación en el tiempo de duración del contrato. El ofertante deberá detallar en su metodología las funcionalidades de la herramienta, tanto a lo referente a la captura de datos, almacenamiento y conexiones, así como en lo relativo a la metodología para el procesado de las curvas de caudal e identificación de usos finales. Al igual que el resto de los servicios ofertados, esta herramienta y su implementación deberá cumplir de manera obligatoria con todos los requisitos mínimos en cuanto a seguridad de la información recogidos en el Apéndice 2 del presente Pliego.

Como resultado del procesado de datos e identificación de usos finales, se elaborarán informes mensuales con el análisis y evaluación de los datos registrados en el periodo. Se detallará el estado de avance del proyecto, trabajos realizados y posibles incidencias.

Además de la identificación de microcomponentes, se elaborarán periódicamente (al menos en tres ocasiones a lo largo del proyecto) histogramas del volumen de agua suministrado a diferentes intervalos de caudal, con especial atención a los caudales bajos (por debajo de los caudales nominales de los contadores convencionales). Estos histogramas se obtendrán para el conjunto de la muestra o por submuestras clasificadas en base al tipo de vivienda, área geográfica o diámetro y tipo de contador.

El adjudicatario deberá establecer los controles de calidad precisos para asegurar la integridad y fiabilidad de la información, tanto en lo que se refiere a los datos brutos como procesados.

- **Monitorización de presiones en acometidas domiciliarias**

De cara a ampliar la auscultación de esta variable hidráulica dentro de la red de distribución de Canal de Isabel II, se prevé instalar sondas de presión en algunas de las acometidas domiciliarias que conformen el panel de monitorización. La señal registrada por estos sensores se integrará en el sistema de comunicaciones desarrollado para el estudio de microcomponentes. La frecuencia de lecturas, se prevé que sea quinceminutal.

En su oferta, el consultor deberá detallar tanto las especificaciones técnicas de su propuesta de sensor como el procedimiento de instalación a la acometida. El suministro, instalación en campo, conexión a la arquitectura de comunicaciones y mantenimiento de estos equipos correrá por cuenta del adjudicatario. Deberá garantizarse así mismo la autonomía de los instrumentos en el caso de no disponerse de acometida eléctrica. La puesta en servicio deberá llevarse a cabo con las precauciones necesarias para garantizar que la precisión de la medida no se verá afectada. Con anterioridad a la instalación, a modo de comprobación, se realizará una lectura de presión mediante manómetro analógico.

Los históricos de lecturas de presión serán incorporados al Centro de Control de manera que la Dirección de los Trabajos pueda acometer su análisis, si bien no será cometido del adjudicatario su interpretación y estudio más allá de la comprobación de la validez de los datos medidos.

- **Informe para la elaboración de campañas de ahorro**

Tal y como se ha indicado en el apartado de *OBJETIVOS*, de entre los miembros del panel, se seleccionará un grupo de control sobre el que poder ensayar y evaluar la efectividad de distintas medidas de ahorro y uso eficiente. Se realizarán charlas formativas individualizadas y personalizadas en función de las características de las instalaciones domésticas de cada usuario, encaminadas a concienciar en la necesidad de adoptar hábitos de consumo responsable.

Además, para hacer en todo momento partícipe a los usuarios de la efectividad de sus acciones y conseguir una mayor implicación, se proporcionará de manera continuada información de la evolución de sus consumos domésticos, desagregada por usos, de cara a que puedan evidenciar de manera tangible la efectividad en términos de ahorro de los cambios introducidos en los hábitos de consumo.

A la finalización del contrato, se elaborará un informe en el que queden plasmados los resultados obtenidos y la efectividad de cada una de las medidas de ahorro planteadas.

### **Monitorización de vertidos de agua residual**

Según lo expuesto en apartados anteriores, se persigue aprovechar las sinergias que ofrece el trabajo realizado en el desarrollo del Panel de monitorización de usos finales para implementar un sistema de control que permita conseguir una caracterización y cuantificación de vertidos procedentes de distintas configuraciones urbanísticas dentro del uso residencial.

Para lograr este cometido, se prevé llevar a cabo instalaciones para el control de caudales y calidad de las aguas en distintos puntos de la red de saneamiento mediante la instalación de dispositivos de medición continua. Asimismo, en estas ubicaciones, periódicamente se llevarán cabo campañas de toma de muestras del efluente. Se prevé mantener activos de manera simultánea un total de 12 puntos de monitorización, si bien esta cifra podrá variar, por exceso o por defecto, en función de las necesidades del proyecto. Las campañas de toma de datos deberán abarcar un año completo. Transcurrido este periodo, los equipos serán retirados para ser instalados en otros puntos de control, sobre los que se efectuará una nueva campaña de monitorización, igualmente de 12 meses de duración. En el caso de que el contrato llegara a ser prorrogado, se llevaría a cabo una tercera campaña de monitorización, para lo que seleccionarían otros 12 nuevos puntos de monitorización.

A partir del análisis de la información obtenida, se pretende desarrollar una metodología de calibración que permita establecer unos parámetros de diseño de los sistemas de depuración en función de la tipología de uso residencial a los que prestan servicio, como primer paso para poder adaptar de forma fiable las infraestructuras existentes y futuras a los mismos.

En los siguientes apartados se detalla el alcance de cada una de las actividades a desarrollar:

- **Nivel de desagregación y usos objetivo**

Dado que el Panel de monitorización de usos finales se circunscribe al ámbito residencial, parece razonable que sea también este el uso sobre el que de manera preferente se centre el estudio de caracterización de efluentes.

A la hora de plantear el muestreo a la escala de mayor desagregación, la situación deseable pasa por poder disponer de elementos de control de los vertidos individuales en una muestra representativa de cada una de las tipologías de vivienda incluidas en el Panel de usos finales. A tal efecto, para el caso de las viviendas unifamiliares, previa aceptación por parte del propietario de la finca, se prevé poder instalar una arqueta para el aforo y monitorización de la acometida de saneamiento que une la red de evacuación domiciliaria con la red municipal de drenaje. Esta arqueta, siempre que sea posible, se ubicará fuera de la línea de fachada del inmueble.

En el caso de las viviendas plurifamiliares, resulta inviable intentar ubicar instrumentación en la derivación domiciliar que enlaza con la bajante general, por lo que deberá renunciarse a monitorizar estos domicilios de manera individualizada. Como alternativa, se prevé realizar la instalación del punto de control en una arqueta situada sobre el albañal de la acometida de saneamiento común que une el pozo de arranque de la finca domiciliar multifamiliar con la red de alcantarillado municipal. Por tanto, la unidad de menor agregación para el caso de este tipo de residencias será el bloque o manzana de viviendas. En el caso de no poderse obtener permiso de la comunidad de propietarios para llevar a cabo esta actuación, el punto de control se desplazará hasta el pozo de registro donde se realiza el entronque de la acometida con la red pública de drenaje urbano.

A la hora de recabar permisos de los titulares de las viviendas para llevar a cabo la instalación, será responsabilidad del adjudicatario realizar la búsqueda, dentro del conjunto de integrantes del Panel de monitorización, de posibles candidatos, si bien contará con el apoyo institucional de Canal de Isabel II en esta tarea. El adjudicatario será también responsable de verificar que la acometida de saneamiento presente unas características que permitan la instalación de la arqueta de toma de muestras a lo largo de su recorrido, así como de verificar que el caudal mínimo de efluente esperable pueda ser medido con la precisión requerida por el sistema de aforo a instalar. En cualquier caso, la aceptación final de los usuarios preseleccionados corresponderá a la Dirección de los trabajos.

Como siguiente nivel de agregación, se prevé llevar a cabo instalaciones para el control de caudales y de calidad de las aguas provenientes de distintas agrupaciones domiciliarias (condominios, urbanizaciones, manzanas de viviendas, viviendas adosadas, etc.). Se pretende establecer una muestra que sea representativa de distintas tipologías de edificación: alta densidad (viviendas multifamiliares en bloques), media densidad (edificación multifamiliar en manzana con jardín compartido y piscina) y baja densidad (urbanizaciones más o menos dispersas de viviendas unifamiliares).

Se persigue así disponer de muestras homogéneas representativas de las distintas tipologías de edificación y niveles de consolidación de suelo existentes. Además, para la selección de la muestra se deberá atender también a la caracterización climática regional de la Comunidad de Madrid así como a los niveles de renta familiar.

Tal y como ya se ha indicado, preferentemente, el punto de control se establecerá en acometidas de saneamiento particulares; en el caso de no ser posible, se desplazará la monitorización al pozo de registro de la red municipal.

Se contempla asimismo la posibilidad de establecer como punto de control pozos de registro pertenecientes a la red general de drenaje que estén situados en cabecera (inicio de ramal) de manera que pueda ser caracterizada la totalidad de su cuenca de aportación sin que existan dudas sobre la procedencia del efluente controlado. En estos casos, será requisito que la cuenca sea de pequeñas dimensiones y se reduzca a una única tipología de edificación.

La selección de estos puntos de aforo corresponderá a Canal de Isabel II, a partir de una propuesta de posibles localizaciones que proporcionará el adjudicatario. Para facilitar el desarrollo de esta tarea, Canal de Isabel II proporcionará capas de información geoespacial pertenecientes a su sistema de información geográfica corporativo.

Al considerar distintos tamaños de cuenca residencial de aportación, se podrá evaluar la incidencia del nivel de agregación en los patrones de vertido identificados, valorando los efectos del tránsito, laminación y reducción del coeficiente de punta. Más allá de este requisito, deberá tenerse en cuenta que la precisión del equipo de aforo instalado deberá guardar relación con el tamaño de la cuenca vertiente, de cara a garantizar que el caudal mínimo circulante pueda ser registrado con suficiente fiabilidad.

En base a estas especificaciones, el adjudicatario elaborará un informe de planificación de los trabajos, en el que se abordarán los siguientes aspectos:

- Identificación de los diferentes usos objetivo del estudio.
- Metodología para la determinación de los puntos de control
- Propuesta de selección de los distintos puntos de estudio y de los domicilios en los que se realizará la monitorización.
- **Requisitos de los puntos de control**

Una vez definidos los puntos a monitorizar, se deberá concretar la metodología para los trabajos de campo y seleccionar los equipos que se emplearán para las mediciones en continuo de caudal y parámetros de calidad, así como para la recogida de muestras.

Para el aforo, tanto de efluentes en acometidas de saneamiento particulares como para vertidos correspondientes a puntos de concentración dispuestos en la red de drenaje urbano, se plantea un procedimiento similar consistente en evaluar los caudales circulantes en función del tiempo de manera indirecta, a partir de la altura de lámina proporcionada por limnímetros de medición continua que habrán de instalarse, y la determinación de la curva de gasto del punto donde se realiza la medición.

En paralelo se intentará estimar la aportación suministrada a la unidad de estudio (cuenca residencial, vivienda, urbanización) con el fin de identificar las relaciones existentes entre el agua abastecida y el agua vertida.

Además del aforo, se deberá realizar un seguimiento de la evolución de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para ello, con cierta periodicidad se realizarán campañas de toma de muestras. Como ya se ha indicado, será responsabilidad del adjudicatario la recogida y conservación de las muestras tomadas, así como su transporte al laboratorio de calidad de las aguas de Canal de Isabel II o a cualquier otro que la Dirección de los trabajos designe. La realización de las analíticas queda excluida del alcance del presente contrato, si bien los resultados de ellas obtenidos serán proporcionados al adjudicatario para que los pueda incorporar a su análisis.

Para el muestreo se utilizarán tomamuestras automáticos que se alojarán en las arquetas o pozos de registro que constituirán los puntos de monitorización. A priori, se prevé realizar campañas de toma de muestras al menos dos días al mes en cada uno de los puntos de control desplegados. Como norma general se seleccionarán un día laborable y otro festivo. El muestreo deberá abarcar las 24 horas, obteniéndose muestras simples cada 1 o 2 horas a lo largo del día completo. En cualquier caso, esta programación y cadencia de muestreo podrá ser modificada si así lo considera oportuno la Dirección de los trabajos.

Además, en la monitorización a efectuar, se plantea utilizar también sondas de lectura continua de parámetros de calidad. Por los requerimientos para su correcta instalación y funcionamiento, preferentemente estos dispositivos se ubicarán en los puntos de control localizados en pozos de registro. Las mediciones proporcionadas por esta instrumentación servirán de contraste y complemento de los resultados obtenidos de las analíticas.

Mediante estas campañas de monitorización se pretenden obtener perfiles a nivel diario e intradiario, tanto de la evolución del caudal como de la variación de la concentración de los contaminantes, detectándose la influencia de la variabilidad horaria así como cambios diarios en la concentración según el día de la semana (laborable o festivo), época del año o condiciones meteorológicas.

### *Lecturas en continuo*

Tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, siempre que sea posible, la monitorización se realizará en la acometida de saneamiento que parte de las fincas para enlazar con la red general de alcantarillado. Como ya se ha indicado, para alojar los sensores y equipos de aforo, se ejecutará una arqueta, preferentemente en el tramo de acometida situado fuera de la línea de fachada de la edificación. En estos casos, la medida de caudales se realizará, siempre que sea posible, mediante canales aforadores que favorezcan la formación de una sección de control en el flujo. Estos elementos se dispondrán en forma de módulos prefabricados que se distribuyen de manera comercial y deberán poderse instalar de manera sencilla. Las dimensiones del canal deberán definirse de acuerdo a la magnitud del caudal circulante y al diámetro de la acometida. Se prevé llevar a cabo su instalación mediante entronque directo con la conducción. A la finalización de la campaña de monitorización, estos canales podrán ser retirados para su instalación en un nuevo punto de control.

La obtención del caudal se realizará de manera indirecta, conocida la curva de gasto del aforador, y a partir de una lectura continua de calado, para lo cual se instalará una sonda de nivel, que se propone que sea de ultrasonidos. Este sistema de aforo, aun no siendo novedoso, se considera que es el que mejor se ajusta al contexto de la lectura de caudales de aguas residuales de pequeña magnitud. En cualquier caso, el ofertante podrá plantear otra alternativa en su metodología, si considera que la solución aquí presentada es mejorable.

En el caso de que se prevea que los efluentes domésticos puedan ser de una magnitud tan pequeña que impida la posibilidad de que sean aforados con la precisión requerida mediante la instalación de un canal aforador, se contemplará la posibilidad de utilizar un vertedero de pared delgada, admitiéndose así mismo, la posibilidad de que el adjudicatario plantee otra solución, que en cualquier caso deberá ser aprobada por parte de Canal de Isabel II. Deberá prestarse atención a que las soluciones a estudiar no entrañen riesgo de acumulación de sólidos en el punto de aforo. El licitador incluirá en su oferta una descripción de la alternativa propuesta.

Para el calibrado de la estación de aforo, deberá poderse llevar a cabo la toma de lecturas de caudal de forma volumétrica en el interior de la arqueta. Adicionalmente, en la monitorización de viviendas individuales, se realizará una calibración adicional mediante el accionamiento de distintos usos domésticos, una vez conocida su curva de vertido.

Cuando por no disponer del permiso de los titulares de las fincas los puntos de control tengan que ubicarse en la red de drenaje urbana, para la medida de caudal se instalará únicamente un sensor de nivel y se prescindirá del canal aforador. En su lugar, si la lectura de nivel se realiza en el entronque de la acometida particular con el pozo, será necesario realizar la actuación pertinente para garantizar la estabilidad del flujo y así favorecer que éste pueda circular en unas condiciones hidráulicas que permitan su correcta medida a partir de la lectura de la sonda continua de nivel y la calibración de la curva de gasto de la sección de control. En estos casos, para poder aforar de manera correcta los efluentes, será preferible escoger acometidas cuya rasante coincida con la cota de los apoyos de la cuna del pozo.

Análogamente, en el caso de seleccionar como punto de control un pozo de registro situado en cabecera para la monitorización de una cuenca de aportación completa, se llevará a cabo una acomodación del fondo, mediante la cual pueda lograrse la estabilización del flujo para facilitar la conversión de lectura de nivel a caudal.

Si bien el planteamiento anterior se considera como una alternativa válida, el ofertante deberá incluir en su metodología su propuesta de sistema de aforo a implementar en las distintas configuraciones de punto de control que se contemplan, debiéndose cumplir que las soluciones planteadas no entrañen riesgo de acumulación de sólidos y que los sensores instalados requieran del menor mantenimiento posible para garantizar su correcto funcionamiento. Por otra parte, debe asumirse que la medición de caudales de agua residual es un proceso complejo y siempre sujeto a errores, por lo que será necesario también determinar la sensibilidad del sistema de aforo instalado.

Dado que en la mayor parte de las instalaciones no se prevé que pueda existir alimentación eléctrica, la frecuencia del registro de caudales deberá consensuarse con la Dirección de los Trabajos, a la vista de los requisitos de consumo de los equipos de medida y de almacenamiento y transmisión de datos, de la capacidad de sus memorias y de los rendimientos de las baterías. En cualquier caso, y salvo excepciones justificadas, se espera disponer, al menos, de registros dosminutales en el caso de aforo de viviendas individuales y quinceminutales en los puntos de control correspondientes a los mayores niveles de agregación domiciliaria contemplados. El envío de los registros almacenados en el data-logger al Centro de Control se efectuará con una periodicidad a establecer, también en función de la autonomía de las baterías, pero garantizando que en ningún caso la capacidad de almacenamiento del equipo pueda llegar a verse comprometida. Siempre que sea posible, se realizarán descargas diarias.

En cuanto a la caracterización de los efluentes, el ofertante recogerá en su metodología su propuesta de equipos a instalar y de procedimiento de muestreo, distinguiendo entre equipamientos necesarios para los puntos de control situados en las acometidas domiciliarias y para los situados en la red pública de alcantarillado. Al menos para estos últimos, se apostará por el empleo de sondas de medida in situ que aporten datos de forma continua. De entre las distintas soluciones comerciales existentes en el mercado, se especificará en la oferta el equipo a utilizar, los parámetros que se espera poder medir con él y las labores de conservación y mantenimiento requeridas. Como mínimo, deberá poderse hacer un seguimiento continuado de los siguientes parámetros: turbidez, temperatura, oxígeno disuelto y pH. Además, se contempla como mejora a valorar en la oferta la posibilidad de incluir también lecturas continuas de DQO y nitrógeno.

Al igual que en el caso de las lecturas de caudales, la periodicidad de la toma de datos en continuo estará condicionada a la autonomía de las baterías que alimenten los equipos de medida. En cualquier caso, deberá poderse garantizar, al menos, una frecuencia de lecturas quinceminutal. También en analogía con las lecturas de caudal, las descargas de los registros medidos en estos puntos de control se efectuarán con una frecuencia a definir, como solución de compromiso entre la capacidad de almacenamiento del data-logger y el consumo de baterías requerido en el envío de datos. Nuevamente, la opción preferente será la de la descarga diaria de los datos acumulados.

De acuerdo con la planificación contemplada, estas sondas permanecerán instaladas en el punto de control durante doce meses, de cara a identificar las variaciones estacionales que se produzcan en el patrón de vertidos. Transcurrido este plazo, será responsabilidad del adjudicatario hacerse cargo de la desinstalación de los equipos, así como de su instalación en un nuevo punto de control si resultase necesario. También correrá por cuenta del adjudicatario llevar a cabo las visitas de mantenimiento que pudieran ser necesarias para la limpieza y calibrado de las sondas así como para el cuidado del limnómetro.

Todas las lecturas recogidas para la caracterización de los efluentes (tanto mediciones de caudal como medidas continuas de parámetros de calidad de las aguas) deberán incorporarse a la arquitectura de comunicación desarrollada para el Panel de monitorización de usos finales de manera que, tras su envío y procesamiento, queden almacenadas en el Centro de Control. Quiere esto decir que todos los protocolos y enlaces de comunicación serán compartidos y por tanto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el apartado *REGISTRO DE LA INFORMACIÓN*, de cara a garantizar una total integración en el sistema desarrollado en el contexto de la monitorización de consumos residenciales. De igual manera, todas las obligaciones del adjudicatario descritas en el apartado dedicado a la monitorización de microcomponentes, referidas al sistema de adquisición, transmisión y registro de datos, al mantenimiento de los equipos, arquitectura de comunicación y resto de instalaciones, así como a la atención de las incidencias de los usuarios, serán también de aplicación a las instalaciones correspondientes a la caracterización de efluentes.

#### *Procedimiento de toma de muestras*

Tanto para servir de contraste y calibración de los registros medidos por las sondas de lectura continua, como para poder disponer de analíticas en aquellos emplazamientos donde no puedan ser instaladas o de aquellos parámetros que no puedan ser medidos por estos sensores, se prevé hacer uso de soluciones comerciales de tomamuestras automáticos que se alojarán en las arquetas y pozos de registro seleccionados como puntos de control.

Con los tomamuestras se podrán almacenar un número de muestras predefinido con una determinada secuenciación. Cada campaña consistirá en la toma de muestras simples consecutivas durante 24 horas en las fechas en las que se lleve a cabo la monitorización, que como se ha indicado, se establece en 2 días por mes y punto de control para los 12 meses de duración de cada temporada de monitorización. De inicio, los intervalos de recogida de muestras pueden establecerse entre 1 hora y 2 horas.

De acuerdo con este esquema, se contempla el desplazamiento de los equipos tomamuestras de manera que un mismo dispositivo pueda utilizarse en varios puntos de muestreo. Dado que, como ya se ha apuntado, en cada punto de control y con frecuencia mensual, se contempla la necesidad de obtener muestras únicamente de un día festivo y otro laborable, se asume que, en un mes, un tomamuestras podrá ser utilizado en 4 puntos de control diferentes. Como se prevé mantener activos 12 puntos de control de manera simultánea en cada campaña de monitorización, será necesario disponer de al menos 3 equipos de esta tipología.

En cualquier caso, el estudio se plantea con un enfoque abierto que permita alterar la propuesta inicial, si el adjudicatario lo estima conveniente y cuenta con el visto bueno de la Dirección de los Trabajos, con el objeto de adaptar los trabajos de campo a los criterios que se consideren más relevantes según el avance del proyecto y el conocimiento adquirido en relación a la caracterización de patrones de vertido. Los licitadores deberán incluir en su oferta el alcance y la metodología a seguir para la toma de muestras, definiéndose de manera detallada en la oferta técnica que se presente.

En base a la cadencia de muestreo establecida, una vez definidos los puntos, el adjudicatario elaborará mensualmente una propuesta con las fechas previstas para la realización de la toma de muestras en los distintos puntos de control establecidos.

Será responsabilidad del adjudicatario realizar cuantas actividades sean necesarias para la obtención de las muestras, así como su conservación y transporte en condiciones adecuadas. Las muestras se recepcionarán en el laboratorio designado por Canal de Isabel II en un plazo máximo de 24 horas, desde su recogida, respetando en todo caso los tiempos de conservación declarados en el ámbito de acreditación del laboratorio o del método.

El adjudicatario mantendrá sus equipos de toma de muestras en perfecto estado de limpieza, poniendo a disposición de Canal de Isabel II los registros de dichas operaciones para verificar los mantenimientos realizados.

Siempre que se vayan a llevar a cabo visitas a las instalaciones de la red de saneamiento, se informará previamente de ello a la Dirección de los Trabajos para su aceptación. No se realizará ninguna actividad sin previo conocimiento y visto bueno por parte del personal de Canal de Isabel II.

Como parte de los trabajos de campo, se recabará toda la información necesaria que permita discernir si se daban condiciones excepcionales en el momento de la recogida de muestras. En particular, cuando el día de muestreo coincida con un episodio de lluvia, Canal de Isabel II proporcionará al adjudicatario la información de que disponga de su red de pluviómetros de cara a caracterizar los eventos que se capturen. No obstante, el adjudicatario deberá tener a disposición de los trabajos un pluviómetro portátil para tomar datos de la precipitación caída si alguno de los emplazamientos escogidos presenta un régimen pluviométrico en la cuenca no asimilable a ninguno de los puntos en los que Canal de Isabel II dispone de información.

Por otra parte, el adjudicatario comunicará a la Dirección de los trabajos cualquier incidencia que se hayan producido durante la toma de muestras (incumplimiento de la programación, muestras con aspecto inusual, etc.).

Las arquetas a localizar sobre las acometidas a monitorizar deberán estar adecuadamente diseñadas para todos los fines antes descritos. Deberán poder alojar tanto los sistemas de comunicaciones como los de aforo, toma de muestras y medida de parámetros de calidad. Correrá a cargo del adjudicatario de los trabajos la ejecución de la infraestructura completa necesaria para la monitorización de vertidos, incluyendo tanto la obra civil para la construcción de la arqueta y para la ubicación del canal de aforo en la acometida, como la instalación y conservación de los equipos de medida y los sistemas de comunicación.

De manera análoga, en el caso de las instalaciones a realizar en pozos de registro, el adjudicatario deberá hacerse cargo de ejecutar la obra civil necesaria para la adecuación del fondo del pozo así como de la instalación y mantenimiento de todos los equipos de lectura, toma de muestras, alimentación de energía y comunicación.

- **Análisis de la información**

Mediante el análisis de la información de campo almacenada, se espera poder establecer una estimación del patrón de vertido y de su caracterización físico-química, clasificado según las categorías de uso residencial contempladas. Para cada una de las tipologías de vivienda incluidas en el estudio, se espera poder establecer una categorización de los efluentes en cuanto a la evolución intradiaria, semanal y estacional de su perfil de variación de la carga contaminante y de su oscilación de caudal. También deberá considerarse como variable explicativa la variabilidad meteorológica.

Como ya se ha comentado, para una correcta definición de los criterios y estándares de servicio de los sistemas de saneamiento y depuración, es importante conocer con la mayor precisión posible las características y el volumen de las aguas residuales que deben ser transportadas y tratadas. La red de control de efluentes que se prevé implementar permitirá disponer de información a una escala notablemente más desagregada que la hasta la fecha disponible. En este contexto, será necesario analizar estas nuevas series de datos, prestando especial atención a determinadas variables del comportamiento que en estudios anteriores de caracterización de efluentes pudieran haber pasado desapercibidas. Mediante análisis estadístico de los registros, se espera obtener una serie de patrones identificables y en buena medida interpretables, en función de la tipología de uso residencial, de los hábitos poblacionales, del nivel de agregación domiciliario considerado o de otra serie de variables que puedan ser, al menos en cierta medida, anticipables. El fin último es, como ya se ha indicado, poder establecer unos parámetros de diseño de la red de saneamiento con mayor precisión en función del uso al que prestan servicio.

Como ya se ha indicado, para su análisis, el adjudicatario, además de disponer de las lecturas de caudal y calidad de las aguas proporcionadas por los sensores de lectura continua instalados, podrá contar con los resultados de las analíticas de laboratorio de las muestras tomadas que Canal de Isabel II llevará a cabo. Estos, serán facilitados con periodicidad mensual. De cara a la preparación de la oferta técnica, deberá asumirse que se recibirá información de los siguientes ensayos y análisis: DBO5, DQO, NTK, fósforo, sólidos en suspensión (totales y volátiles), conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y pH. En cualquier caso, el número de parámetros a analizar podrá variar si así lo considera oportuno la Dirección de los trabajos

El ofertante deberá detallar en su metodología su propuesta de análisis estadístico de toda la información proporcionada para la identificación de los patrones de vertido, de sus variables explicativas y la posterior calibración y verificación de los resultados obtenidos.

Por otra parte, al margen del interés en poder sacar conclusiones en relación a los patrones de vertido y a cómo correlacionan con el tipo de uso generador del efluente, a través de la red de monitorización desplegada se espera poder mejorar en la estimación del cálculo de los caudales residuales urbanos. El alcance de este estudio se centrará en poder establecer un coeficiente de retorno específico para cada tipo de uso residencial contemplado y nivel de agregación.

### **Registro de la información**

El adjudicatario integrará en su totalidad un sistema compuesto por equipos de medida, estaciones remotas y data loggers para la adquisición y transmisión de datos, enlaces de comunicación inalámbrico vía operador y Centro de Control para el registro y gestión de los datos, contemplando la conexión y el protocolo de comunicación entre ellos.

Serán de cuenta del adjudicatario los gastos de comunicación de las estaciones remotas con el Centro de Control, así como las gestiones pertinentes para el mantenimiento de las comunicaciones.

Todos los datos brutos recogidos se registrarán en el referido Centro de Control, bien en tiempo real, o mediante descargas periódicas (preferentemente una vez al día) de las estaciones remotas. Se tomarán las debidas precauciones para evitar la pérdida de información por saturación de memoria de dichas estaciones. Igualmente, el adjudicatario será responsable del mantenimiento de estos equipos durante la duración de los trabajos y deberá establecer los sistemas adecuados para la detección de posibles problemas de comunicación, desconexiones, etc., al objeto de evitar la pérdida de información.

Como ya se ha indicado, previo al despliegue de la nueva implementación para el registro y procesado de datos, el adjudicatario pasará a hacerse cargo, a partir de la fecha de firma de inicio de los trabajos, del mantenimiento de la infraestructura actualmente desplegada para la monitorización de usos finales (instalaciones domiciliarias, equipos de comunicaciones y Centro de Control), de manera que se garantice la continuidad en la serie histórica de consumos registrados.

Así mismo, como parte de la puesta en servicio de la nueva arquitectura de comunicaciones y Centro de Control, será responsabilidad del adjudicatario llevar a cabo la migración de la infraestructura actualmente utilizada en el panel de monitorización de usos finales y que en el momento presente se encuentra activa. Como ya se ha indicado, esta consiste en un servidor externo donde se realiza la centralización de los datos y alarmas a través de una APN privada, estableciendo la comunicación con las estaciones remotas a través de GPRS. Además del volcado de la totalidad del histórico de datos almacenados en este servidor, deberá garantizarse la integración y conexión en el nuevo Centro de Control de todos los puntos de monitorización pertenecientes al panel actual, garantizando que en ningún caso se producirá pérdida de información.

Más allá de estas tareas previas de integración de la solución actualmente implementada, a continuación se recogen las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos que integrarán el sistema de comunicaciones y almacenamiento y gestión de datos:

*Requisitos de las remotas de campo/ data loggers.*

Este apartado hace referencia tanto a las estaciones remotas a instalar en las acometidas domiciliarias para la monitorización de usos finales como a los data loggers que se ubicarán en los puntos de control de vertidos de aguas residuales. Los equipos de transmisión suministrados por el adjudicatario deberán cumplir los siguientes requisitos que se enumeran a continuación y que serán verificados por personal de Canal de Isabel II previo a su recepción, realizando las pruebas que se consideren necesarias.

- Deberán tener funcionalidad de data logger.
- Deberán tener capacidad de recoger y almacenar información de datos con la frecuencia de lectura óptima que tenga el sensor de lectura. En el caso concreto de las estaciones remotas para el registro de lecturas de caudal suministrado en acometida domiciliaria, la frecuencia requerida en el registro de datos, así como otros requisitos que únicamente a ellas aplican, están recogidos en el subapartado *Realización de las instalaciones* de la presente Memoria así como en el Anexo III del Apéndice 1 que la complementa.
- Las remotas de campo a instalar en las acometidas domiciliarias deberán permitir la posibilidad de admitir cambios en su configuración, mediante envío de comandos remotos desde el Centro de Control, en lo referente a frecuencia de muestreo, almacenamiento, envío de datos, configuración, supervisión, diagnóstico, etc.
- En las situaciones en las que se prevea su instalación en ambientes agresivos, como es el caso de los puntos de control de aguas residuales, los dispositivos deberán contar con una estanquidad IP68.
- El mantenimiento requerido será sencillo, garantizando la perfecta preservación de la estanquidad del producto sin necesidad de soporte externo del fabricante.
- La interfaz de comunicación y protocolo de señales de entrada estará acorde a la correspondiente al equipo de medida al que esté conectada (ModBus, UNE, mínimo 4 entradas digitales y 2 analógicas 4-20 mA., etc).

- En aquellas ubicaciones en las que no se pueda disponer de toma de red eléctrica será necesario garantizar la autonomía energética interna de los equipos: 8 años en reposo, 4 años con archivo de datos con la mejor velocidad de muestreo del equipo de medida. A modo de referencia, se establecen los siguientes requisitos de consumo: en reposo < 6 mW, consumo activo < 0.6 W, consumo máximo < 2 W.
- El protocolo y sistema de comunicación de datos con el Centro de Control, será el requerido y soportado por el operador móvil para la prestación del servicio.
- Temperatura de trabajo: -40...+60 °C (-40...+140 °F).

#### Requisitos del sistema de supervisión de las remotas (SSR).

- El sistema deberá ser capaz de soportar todas las remotas instaladas junto con todas sus variables de campo.
- Desde este sistema se debe poder visualizar y configurar el comportamiento de las remotas de campo: estado conexión, nivel de batería/autonomía, diagnóstico, etc. Así mismo, deberá ser posible cambiar la configuración y firmware de cualquiera de las remotas.

#### Requisitos del Centro de Control

Los datos suministrados tanto por los equipos de medida de caudal instalados en las acometidas domiciliarias, como por los limnímetros y sondas para el control del caudal y los parámetros de calidad (mA) dispuestos en la red de alcantarillado, se recogerán en el Centro de Control, de acuerdo con el siguiente esquema:

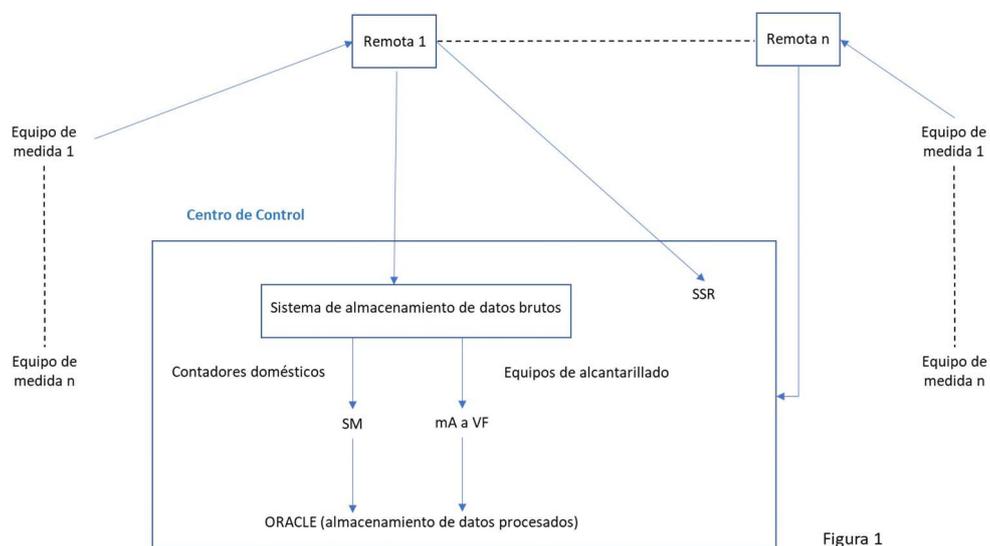


Figura 1

Donde:

- SM: software de monitorización de eventos y usos.
- SSR: software de supervisión de las remotas.

En este Centro de Control, los datos brutos (directamente registrados por las remotas de campo) se almacenarán debidamente identificados y documentados, es decir, dato y timestamp. Los datos procesados, tanto de caudal abastecido como de presión estática y caracterización y cuantificación de vertidos, junto con la clasificación de los consumos en sus componentes individuales, se almacenarán preferentemente en Oracle, en una base de datos facilitada por Canal de Isabel II, si bien la Dirección de los Trabajos podrá optar por otra alternativa si así lo considera oportuno. Mensualmente se actualizará la base de datos de usuarios y puntos de control con las posibles altas o bajas registradas en el periodo.

El sistema deberá ser capaz de detectar errores en la transmisión, almacenamiento y tratamiento de los datos, estableciendo para ello las reglas lógicas que se deban cumplir. Estas reglas habrán de ser aprobadas por los técnicos de Canal de Isabel II previo a su implementación.

Para evitar la pérdida de datos, se establece un Acuerdo de Nivel de Servicio del 99,5 % aplicable con periodicidad mensual. A tal efecto, en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares se determina la penalización a establecer en el caso de que en la entrega de datos mensuales se incumpla este nivel de garantía.

Atendiendo al esquema anterior, desde el Centro de Control, se monitorizará la siguiente información:

- Datos brutos de los equipos de medida con posibilidad de visualización de histogramas, series temporales y opción de exportación de los registros medidos.
- Sistema de supervisión de las remotas (SSR).
- Datos elaborados de limnímetros y sondas de calidad del agua en la red de alcantarillado, con posibilidad de visualización de histogramas, series temporales y opción de exportación de los registros medidos.
- Datos elaborados de caudal y de usos finales en los contadores domésticos, con posibilidad de visualización de histogramas, series temporales y opción de exportación de los registros medidos.

La solución propuesta para definir la comunicación entre las remotas y el Centro de Control, así como la plataforma donde se albergará este, deberá estar descrita por el ofertante en su metodología. En este sentido, Canal de Isabel II contempla tres posibles escenarios de infraestructura para albergar el Centro de Control: en servidores propios de Canal, en servidor externo, u hospedado en la nube. Por ello, en la propuesta del ofertante deberán quedar descritas estas tres posibles alternativas, reservándose la Dirección de los Trabajos la opción a escoger. Una vez seleccionada ésta, previo a su implantación, deberá contar con el visto bueno de los técnicos de Canal de Isabel II.

Sea cual sea la configuración escogida, la solución finalmente implementada deberá cumplir de manera obligatoria con todos los requisitos mínimos en cuanto a seguridad de la información recogidos en el Apéndice 2 del presente Pliego.

En el caso de que la Dirección de los trabajos opte por una solución cliente-servidor con servidores externos ubicados en las instalaciones del adjudicatario, éste deberá facilitar una conexión VPN o similar, a los técnicos de Canal de Isabel II para el acceso a los datos, tanto brutos como elaborados, así como al sistema de supervisión de remotas (SSR). La pasarela de comunicación a establecer deberá cumplir con los requisitos de seguridad informática implantados por Canal de Isabel II.

La opción Cloud, de ser elegida, requerirá que el adjudicatario gestione y administre el espacio en la nube, previa aceptación por parte de Canal de Isabel II de la solución propuesta, de cara a garantizar que cumple con los requisitos de seguridad informática implantados por Canal de Isabel II. En este caso, Canal de Isabel II deberá tener acceso a la infraestructura técnica y a la plataforma software desarrollada e implantada por el adjudicatario, es decir, al sistema de almacenamiento de datos brutos, al software de monitorización y clasificación de eventos (SM), al sistema de supervisión de remotas (SSR), a los datos elaborados, etc., como un cliente más, con permisos de Administración.

En todos los casos, se garantizará la posibilidad de realizar descargas automáticas de los datos registrados a través de API.

El adjudicatario propondrá la tecnología y valorará el software, licencias, mantenimiento, espacio en la nube, etc., necesarios para su correcto funcionamiento a lo largo de toda la duración del contrato. Igualmente, deberá correr con todos los gastos tanto de implementación y desarrollo como de gestión y mantenimiento de la solución desarrollada.

## 5. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS.

En el plazo de tres semanas a partir de la firma del contrato, el adjudicatario deberá presentar la siguiente documentación:

- Plan de trabajo donde se señalen plazos y fechas para la realización de las distintas fases del proyecto indicadas en el apartado anterior.
- Relación de personas implicadas en el trabajo y misión asignada a cada una de ellas.

En el plazo de dos semanas, el director del proyecto aprobará este informe o indicará los cambios necesarios antes de iniciar el trabajo.

Si bien esta programación podrá variar a criterio de la Dirección de los trabajos en función de los condicionantes del proyecto, se plantea inicialmente que, previo a la implementación de los nuevos equipos de monitorización y sistemas de comunicaciones, se presente un informe preliminar donde se detalle la relación de viviendas seleccionadas para la ampliación del panel domiciliario de usos finales, así como aquellas en las que se realizará la monitorización de vertidos. Igualmente, este informe incluirá la relación de puntos de monitoreo seleccionados sobre la red de drenaje urbano, junto con una descripción de su situación, características físicas, cuenca vertiente asociada, reparto de usos del suelo, etc.

Definidos los puntos de estudio, se presentará un segundo informe donde se concrete la metodología para los trabajos de campo y los equipos que se van a emplear para las mediciones de caudal y parámetros de calidad y para la toma de muestras. Igualmente, se detallarán los equipos y funcionalidades que conformarán la arquitectura de comunicaciones y la plataforma donde se establecerá el Centro de Control.

Una vez confeccionada la muestra e implantados los equipos, a medida que se avance con el procesamiento de datos, se procederá a presentar **informes mensuales** de detalle, con el análisis de los datos registrados en el periodo. Este informe incluirá, una evaluación pormenorizada de la información recogida hasta la fecha: datos globales y agregados por grupos homogéneos. Se analizará la evolución temporal, tendencias, estacionalidad, influencia de la variabilidad meteorológica, cambios en los patrones de uso, etc. tanto del consumo en viviendas como de los efluentes monitorizados. En el caso de la monitorización de microcomponentes, los resultados se presentarán desagregados para los distintos tipos de aparatos domésticos. En cuanto al estudio de vertidos, se prestará especial atención a establecer correlaciones en cuanto a su variabilidad en función del tipo de uso residencial considerado.

A la finalización de los trabajos se presentará el informe final de evaluación de resultados, que incluirá un resumen de las actuaciones realizadas, incidencias ocurridas en el desarrollo del trabajo, y principales conclusiones obtenidas. En este informe se analizarán los siguientes aspectos de la información recogida durante el desarrollo del proyecto:

- Monitorización de consumos domésticos:
  - Correlación entre el consumo con las diferentes características de las viviendas (superficie, ocupación, antigüedad, existencia de dispositivos ahorradores, etc.)
  - Variabilidad del consumo a nivel horario, diario, semanal y anual. Cambios de tendencia observados: para ello se considerarán también los datos recogidos en las fases anteriores del proyecto.
  - Consumos punta horarios máximos y mínimos.
  - Consumos mínimos nocturnos: identificación de su origen (fugas, consumos intencionados, consumos no intencionados, etc.)
  - Pérdidas por fugas internas. Relación con la antigüedad de las viviendas e instalaciones de las mismas.
  - Influencia de parámetros climatológicos en el consumo.
  - Evaluación de los usos de exterior. Consumo de agua en riego de jardines, patios o terrazas. Relación con el tipo de riego utilizado. Relación con las necesidades teóricas de riego de las plantas. Horarios de utilización de agua en riegos.
  - Análisis en detalle de los histogramas de consumo, y en particular de los consumos a caudales bajos, comprendidos entre el caudal de arranque y el caudal mínimo de los equipos de medida.
  - Análisis de los posibles cambios en las pautas de consumo inducidas por la instalación de dispositivos de ahorro y la formación en hábitos de consumo responsable.
  - Caracterización del consumo de agua en los distintos usos finales.
  
- Monitorización de patrones de vertido:
  - Caracterización de vertido por categorías de uso residencial y nivel de agregación: definición de patrón de vertido y parametrización físico-química y biológica a escala intradiaria, semanal y estacional.
  - Dependencia del patrón de vertido en función de los usos finales de consumo identificados.
  - Influencia de los hábitos y costumbres, niveles de renta, y ocupación de las viviendas en la caracterización de los patrones de vertido.
  - Determinación de coeficientes de retorno y comparación de patrones de consumo y vertido, por tipo de uso y nivel de agregación de la muestra de estudio.
  - Influencia de la estacionalidad, los efectos de calendario y la variabilidad meteorológica en la caracterización y cuantificación de los vertidos, analizando de manera particular la incidencia de los episodios de lluvia.
  - Incidencia del tamaño de la cuenca en la relación entre caudal punta máximo y mínimo de vertido y coeficiente de punta.
  - Extrapolación de los resultados obtenidos en la muestra monitorizada para la obtención de unos parámetros de caracterización de los efluentes de ámbito general.

Todas las entregas e informes se presentarán en formato editable. Además, será necesario presentar todos los archivos cuyos documentos, cálculos, modelos, gráficos, tablas o resultados formen parte de dicho informe.

Como conclusión del proyecto, se elaborará un documento de síntesis para la difusión de las experiencias adquiridas, metodología, resultados y conclusiones, en la línea de los cuadernos de I+D+i de Canal de Isabel II.

## 6. METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS TRABAJOS

El estudio se plantea con un enfoque abierto que permita, a propuesta del adjudicatario y con el visto bueno de la dirección del proyecto por parte de Canal de Isabel II, incidir en aquellos aspectos que se consideren más relevantes según el progreso de los trabajos y el conocimiento adquirido.

El alcance y la metodología a seguir en los trabajos serán establecidos a juicio del adjudicatario, definiéndose de manera detallada en la oferta técnica que se presente. En este sentido, la metodología a presentar en la oferta técnica deberá cubrir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Metodología propuesta para el análisis y procesado de los datos de consumo doméstico registrados.
- Metodología para la toma de datos de caudal, toma de muestras y parámetros de calidad en efluentes.
- Metodología para implementación de la arquitectura para el registro y envío de datos, así como del Centro de Control donde se realizará el archivo y procesado de la información.
- Metodología para el análisis final de patrones de vertido.

## 7. ABONO DE LOS TRABAJOS.

Se presentarán certificaciones mensuales sobre las unidades ejecutadas y recibidas en el periodo y a los precios unitarios ofertados por el adjudicatario. Las unidades de medición y susceptibles de abono serán las que se recogen a continuación. El número de unidades indicadas corresponde al escenario hipotético de valoración, a efectos de las propuestas económicas que se presentarán. Los trabajos facturables serán los realmente realizados en el desarrollo del contrato.

- Identificación de usos finales:
  1. **Establecimiento de la muestra:** captación de nuevos usuarios para ampliar la muestra hasta 350 viviendas y reposición por posibles bajas. Incluyendo visita a la finca para verificación de viabilidad de la instalación. Por cada nueva vivienda incorporada al proyecto: ..... 254 Uds.
  2. **Suministro de contadores:** suministro de contador electrónico para medida de caudal, incluyendo emisor de pulsos en caso de tratarse de contador volumétrico. Por cada unidad: 504 Uds.
  3. **Suministro de estación remota:** suministro de estación remota para registro y transmisión de datos en instalación de monitorización de usos finales. Por cada unidad: ..... 245 Uds.

4. **Instalación de equipos de monitorización**, compuestos por contador, y equipo de adquisición y transmisión de datos, incluyendo tarjeta telefónica o de comunicaciones, cableado, instalación hidráulica, eléctrica y de control, canalizaciones, transporte, montaje y conexionado, pruebas y puesta en marcha. Por cada unidad (vivienda): ..... 504 Uds.
5. **Desinstalación de los equipos:** restitución de las instalaciones de los usuarios a su estado original. A lo largo del proyecto por bajas y renovación de equipos, y al final del mismo en todas las instalaciones. Por cada unidad (vivienda): ..... 804 Uds.
6. **Suministro de baterías para alimentación autónoma de instalaciones:** Equipo de baterías para la alimentación eléctrica de la instalación de monitorización de usos finales en el caso de no disponer el emplazamiento de toma de corriente. Por cada unidad (vivienda): ..... 4 Uds.
7. **Calibración de las instalaciones de fontanería.** Determinación in situ de los caudales de suministro de cada aparato de consumo en la vivienda, y, en su caso, el volumen asociado a cada utilización. Incluyendo en caso necesario reprogramación de equipos de transmisión de datos. Por cada unidad (vivienda): ..... 602 Uds.
8. **Etiquetado manual de eventos.** Elaboración del conjunto de datos para entrenamiento y verificación de los modelos de identificación de usos finales, mediante asignación manual de usos por operador, de los datos brutos de un periodo mínimo de dos meses, para las nuevas viviendas que se incorporen o para la revisión de modelos anteriores. Por cada mes procesado: ..... 1.204 Uds.
9. **Procesado de datos de monitorización de usos finales.** Proceso y análisis de la información registrada, determinación de histogramas de usos finales y generación de informes mensuales. Por cada vivienda · mes: ..... 8.400 Uds.
10. **Encuestas a los usuarios:** encuestas presenciales mediante cuestionario. Por cada usuario (vivienda) encuestado: ..... 854 Uds.
11. **Registro de datos y mantenimiento de instalaciones y de aplicaciones informáticas.** Incluyendo registro, transmisión y almacenamiento de datos, mantenimiento de los equipos de medida, sistemas de comunicaciones, plataforma que hospeda el Centro de Control, software de comunicación y herramienta de asignación de usos finales. Por cada vivienda · mes: 9.300 Uds.
12. **Suministro e instalación de equipo de medida de presión en acometida domiciliaria.** Incluyendo sensor de medida, equipo para el registro y transmisión de datos, batería de alimentación en el caso de no disponer de conexión a la red eléctrica y conexionado e integración en el sistema de comunicaciones. Por cada unidad (vivienda): ..... 20 Uds.
13. **Implementación de grupo de control para el fomento del ahorro.** Formación y seguimiento para concienciación en el uso eficiente (por vivienda y mes): ..... 480 Uds.
14. **Actualización del software de identificación usos finales.** Puesta al día y mejora de las funcionalidades de la herramienta de generación de eventos de consumo y asignación de usos finales y adquisición e instalación de herramienta alternativa. .... 1 Uds.
15. **Desarrollo de nueva arquitectura de comunicaciones y Centro de Control.** Implementación de un nuevo sistema de comunicaciones, acorde con los equipos de medida y registro y transmisión de datos a instalar y desarrollo e implementación del Centro de Control. .... 1 Uds.

- Estudio de patrones de vertido:
  1. **Definición de la red de puntos de control.** Identificación de posibles puntos de monitorización de efluentes y obtención de permisos de instalación. Incluyendo visita de inspección para verificación de la viabilidad de la instalación. Por cada nuevo punto de control incorporado al estudio. .... 24 Uds.
  2. **Implementación de punto de control para caracterización de vertidos en pozo de registro perteneciente a la red de drenaje urbana municipal.** Adquisición e instalación de equipos de medida continua de caudal y sondas de calidad de las aguas, así como equipos para el registro y transmisión de datos y baterías para la alimentación de las instalaciones. Incluye obra civil para el establecimiento de una sección de control para el aforo de caudales e instalación eléctrica y de conexionado para la integración de las señales en el sistema de comunicaciones. Por unidad ..... 12 Uds.
  3. **Implementación de punto de control para caracterización de vertidos en acometida de saneamiento privada.** Adquisición e instalación de equipos de medida continua de caudal, registro y transmisión de datos y baterías para la alimentación de las instalaciones. Incluye obra civil para ejecución de arqueta e implementación de punto de aforo e instalación eléctrica y de conexionado para la integración de las señales en el sistema de comunicaciones. Por unidad ..... 12 Uds.
  4. **Desinstalación de punto de control en pozo registro perteneciente a la red de drenaje urbana municipal.** Retirada de equipos y desmantelamiento completo de la instalación hasta devolver la infraestructura a su estado original. Por unidad: ..... 12 Uds.
  5. **Desinstalación de punto de control en acometida de saneamiento privada.** Retirada de equipos y desmantelamiento completo de la instalación hasta devolver la infraestructura a su estado original. Incluyendo demolición de la arqueta en el caso de ser requerido por el Titular de la finca. Por unidad: ..... 12 Uds.
  6. **Toma de muestras, recogida y traslado a laboratorio.** Instalación de tomamuestras automático en punto de control, toma y recogida de muestras simples, transporte a laboratorio y posterior retirada del tomamuestras. Por cada día de muestreo · punto de muestreo: ..... 576 Uds.
  7. **Mantenimiento de punto de control para la caracterización de efluentes y procesado de datos.** Mantenimiento de equipos de medida, sistemas de comunicaciones y equipos de registro y transmisión de datos, (incluyendo reparación o sustitución de los dispositivos en caso de avería). Registro, proceso y análisis de la información proporcionada por los sensores instalados y elaboración de informes mensuales. Por cada punto de control · mes: ..... 288 Uds.
- Informe final:
  1. **Elaboración del informe final de evaluación de resultados.** Incluyendo documento de síntesis para la difusión de las experiencias adquiridas, metodología, resultados y conclusiones: ..... 1 Uds.

Las facturas, por el importe del trabajo realmente ejecutado en el mes se presentarán una vez recibido el correspondiente informe mensual, y aprobado por la dirección del proyecto por parte de Canal de Isabel II.

## 8. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS.

El adjudicatario nombrará un representante responsable del proyecto, que deberá contar con la titulación y experiencia en trabajos similares requerida en el Pliego Administrativo que rige el presente concurso de asistencia técnica. Este responsable será el interlocutor único con el Director de los Trabajos que designe Canal de Isabel II.

El adjudicatario dedicará a la realización del proyecto contratado una plantilla de acreditada solvencia técnica, para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido. En sus ofertas, los licitadores presentarán una relación de personal que se asignaría al trabajo encomendado, con indicación de su titulación, experiencia y dedicación al proyecto.

El adjudicatario se comprometerá a aportar los recursos humanos recogidos en su oferta. En el caso de que alguna de las personas propuestas no pudiera incorporarse al proyecto el consultor propondrá a Canal de Isabel II recursos alternativos con categoría profesional y experiencia igual o superior a los propuestos inicialmente, propuesta que deberá ser aceptada por la Dirección del Proyecto.

El adjudicatario velará porque el equipo designado para la ejecución de los trabajos tenga la suficiente estabilidad como para no poner en riesgo la consecución de los mismos en calidad y tiempos. Cualquier cambio que aun así se produjera deberá ser puesto en conocimiento de Canal de Isabel II con la suficiente antelación y se reemplazará el recurso por otro de igual o superior categoría.

Los licitadores deberán incluir en sus ofertas una propuesta metodológica detallada de las técnicas, métodos, fuentes de información y herramientas que vayan a ser utilizadas en la realización del proyecto.

Para un correcto seguimiento de la ejecución del proyecto, resolución de posibles incidencias y aseguramiento del cumplimiento de objetivos y plazos, se programarán reuniones mensuales, con asistencia de miembros de la Dirección de los trabajos por parte de Canal de Isabel II y del responsable del proyecto por parte de la empresa adjudicataria.

Firma:

**FLORES CABEZA**  
**JAIME -**  
**FIRMA**

Firmado digitalmente por  
FLORES CABEZA JAIME -  
[REDACTED] FIRMA  
Fecha: 2022.10.17  
11:21:55 +02'00'

Jaime Flores Cabeza  
Subdirector de Investigación, Desarrollo e Innovación

Firma:

Firmado por:  
JUAN SÁNCHEZ GARCÍA  
/(R: [REDACTED])

Fecha:  
2022.10.17  
13:53:49  
+02'00'

Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería