

## SERVICIO DE DESARROLLO DE DREINCAM: UNA SOLUCIÓN PARA LA AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES Y OPERACIÓN EN TIEMPO REAL DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE LA COMUNIDAD DE MADRID

### PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS CONTRATO Nº 213/2025

Área: Desarrollo de la Innovación

## ÍNDICE

1.	OBJETO .....	3
2.	ANTECEDENTES .....	3
3.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	4
3.1.	TRABAJOS DE BASE.....	6
3.2.	IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO ESCOGIDOS .....	11
3.3.	TRABAJOS DE TOMA DE MUESTRAS Y ANALÍTICAS DE LABORATORIO .....	16
4.	PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	17
5.	METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS TRABAJOS .....	19
6.	ABONO DE LOS TRABAJOS .....	19
7.	MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS .....	22
8.	REQUISITOS DE SEGURIDAD DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO .....	23

APÉNDICE 1: EJEMPLOS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO CLASIFICADOS SEGÚN SU COMPLEJIDAD

APÉNDICE 2: CONDICIONES PARA LA CONEXIÓN A LA RED CORPORATIVA DE DATOS DE CANAL DE ISABEL II, SOCIEDAD ANÓNIMA, M.P.

## 1. OBJETO

El objeto de este contrato es desarrollar e implementar una herramienta de ayuda en la decisión para la operación en tiempo real de un conjunto de sistemas de saneamiento pertenecientes a la red de drenaje urbana gestionada por Canal de Isabel II. La solución estará especialmente enfocada a la gestión de los episodios de lluvia y el objetivo preferente será minimizar la carga contaminante vertida al cauce receptor proveniente de las descargas del sistema de saneamiento. Para lograr este objetivo, la herramienta desarrollada deberá proponer consignas de operación actualizadas a partir de la información obtenida de la monitorización de la red de drenaje, de previsiones a muy corto plazo de precipitación y de simulaciones realizadas sobre modelos matemáticos de la red de drenaje capaces de predecir la evolución del comportamiento del sistema en distintos escenarios de operación.

## 2. ANTECEDENTES

La red de drenaje urbana perteneciente a la Comunidad de Madrid gestionada por Canal de Isabel II tiene una longitud de cerca de 15.000 km y es en su mayoría de tipo unitaria. Se divide en un total de 158 sistemas o cuencas de saneamiento independientes. Cada uno de estos sistemas de saneamiento puede estar conformado por varios de los siguientes elementos: red de drenaje superficial, red de alcantarillado, colectores y emisarios, estaciones de bombeo, laminadores, aliviaderos y tanques de retención. Todos estos elementos tienen el objeto de recoger y transportar las aguas residuales hasta la EDAR situada en el punto de salida de la cuenca receptora. En episodios de lluvia, cuando la capacidad de transporte y almacenamiento del sistema de saneamiento y la capacidad de tratamiento de la estación depuradora se ve superada, es esperable que se produzcan vertidos a cauce de agua sin tratar.

En relación con estas descargas del sistema unitario, Canal de Isabel II, como gestor del ciclo integral del agua de la Comunidad de Madrid, ha de cumplir con las directrices marcadas tanto por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en adelante RDPH) como por las establecidas por el organismo de cuenca (la Confederación Hidrográfica del Tajo, en adelante CHT) y las relativas a la reciente Directiva 2024/3019 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (en adelante TARU).

El marco normativo claramente incide en la necesidad de implementar nuevas medidas de protección de la calidad de las aguas continentales ante los vertidos incontrolados que se producen en tiempo de lluvia. En este sentido, si bien tradicionalmente los condicionantes del vertido han estado basados en criterios de dilución (el Plan Hidrológico del Tajo 2022 – 2027 exige vertidos de agua residual bruta solo si hay dilución 5:1 entre agua pluvial y agua residual), con la reciente aprobación del RD 35/2023 se exige un cambio de criterio, se abandona el concepto de dilución para apostar por criterios basados en la calidad del agua vertida. Así, el Real Decreto exige que los vertidos provenientes de redes separativas tengan una calidad mínima equivalente a un pretratamiento mientras que a los desbordamientos de redes unitarias se les exige que tengan una calidad mínima equivalente a un tratamiento primario. Por otro lado, relacionado con el vertido de las aguas depuradas, la directiva TARU actualiza tanto las necesidades de los procesos como las condiciones de vertido.

A esta mayor exigencia normativa se le añade el previsible aumento de fenómenos meteorológicos extremos que harán que sean cada vez más frecuentes las situaciones en las que, en episodios de lluvia, la capacidad de los sistemas de drenaje urbano y saneamiento se vea superada. Consecuentemente, también se espera que incrementen los vertidos a cauce de agua no depurada.

Po otra parte, durante el proceso de operación de un sistema de saneamiento en tiempo de lluvia, además de la importancia de cumplir con los requisitos de vertido establecidos en la normativa, es necesario también tener en consideración que, cuando una EDAR trabaja por encima de su caudal nominal, la calidad del agua entregada al cauce se puede ver mermada. Especialmente pueden verse afectados el proceso biológico y la decantación secundaria, etapas claves para garantizar una adecuada calidad de vertido de agua depurada. Por lo tanto, la operación del sistema deberá ir enfocada, no sólo a evitar que se produzcan vertidos sin tratar con calidad inadecuada, sino a garantizar también que la EDAR se mantenga en un régimen de caudales estable. Además, se deberá cumplir con la premisa fundamental de garantizar que no se produzcan inundaciones en superficie por falta de capacidad hidráulica de la red de drenaje.

En este sentido, el rendimiento que se puede obtener de un determinado sistema de saneamiento, especialmente en lo que se refiere a las descargas del sistema unitario que durante un episodio de lluvia intensa se pueden llegar a producir, tanto en lo que se refiere a su magnitud como a la concentración de su carga contaminante, pueden variar en gran medida según cual sea la gestión que se realice. Así, los sistemas de saneamiento cuentan con diferentes elementos de transporte, retención y laminación como son: baipases, estaciones de bombeo, tanques de retención o laminadores y aliviaderos. En particular, los sistemas de saneamiento complejos (en general aquellos pertenecientes a grandes núcleos urbanos) suelen presentar un abanico de posibles alternativas de operación es muy amplio. Esta circunstancia hace necesario disponer de unos criterios de operación que faciliten llevar a cabo una gestión alineada con el objetivo de protección del medio receptor y garantizar así que, en caso de desbordamiento de sistema de saneamiento (en adelante DSS) se pueda hacer con las restricciones de calidad mínimas esperadas.

Dado que la capacidad de respuesta de un sistema de saneamiento unitario ante un evento pluviométrico depende en gran medida del volumen de escorrentía superficial generado, de la duración e intensidad de la lluvia y de la carga contaminante arrastrada, la casuística de escenarios de operación puede ser ilimitada. Como ejemplo, un sistema con tanques de tormentas de capacidad de almacenamiento significativa podría operarse permitiendo la derivación y retención de aquellos volúmenes de agua que no pudieran ser asumidos por la red de drenaje y la planta depuradora hasta alcanzar su límite de almacenamiento, situación en la que empezaría a producirse el vertido de agua sin tratar. Alternativamente, la decisión sobre si almacenar o no agua podría estar basada en la calidad del caudal trasegado, de manera que pudiera favorecerse que el vertido se limitara fundamentalmente a aquellos volúmenes con menores niveles de contaminación.

Es por todo ello que se requiere de una solución integral que facilite la toma de decisiones para la operación en tiempo real de las distintas infraestructuras que integran los sistemas de saneamiento de la Comunidad de Madrid gestionados por Canal de Isabel II y que esta operación se establezca en base a la calidad del agua trasegada.

### 3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El trabajo consistirá en el desarrollo de una herramienta de control en tiempo real para la ayuda en la operación de la infraestructura de drenaje urbano, su implementación en un conjunto de sistemas de saneamiento y la posterior evaluación de su desempeño una vez se encuentre operativa. La finalidad principal será la de proporcionar criterios de operación en tiempo real en episodios de lluvia, con el objetivo de reducir la carga contaminante vertida al medio receptor por efecto de las descargas de la red de drenaje. Así, se contempla que, a la finalización de los trabajos, se haya hecho un despliegue de

la aplicación en un total de 7 sistemas de saneamiento y que, en cada uno de estos sistemas, su comportamiento haya quedado validado por un periodo de, al menos, 12 meses, si bien estas cifras podrán variar a criterio de la Dirección de los Trabajos.

Los sistemas de saneamiento sobre los que se implementará y evaluará el funcionamiento de la aplicación serán designados por la Dirección de los Trabajos. Dado que la casuística de sistemas que integran la red de drenaje urbana gestionada por Canal de Isabel II es muy amplia, se apuesta por hacer una selección en base a la complejidad que plantee su explotación, de manera que puedan evaluarse distintos alcances de la implementación de la herramienta de ayuda en la operación.

En general la complejidad de un sistema de saneamiento desde el punto de vista de su operación va ligada al número de compuertas, bombes y demás actuadores sobre los que hay poder de decisión en su maniobra. Estos elementos permiten el llenado y vaciado de tanques de retención, favorecen o impiden vertidos a cauce, limitan el flujo de caudal en colectores, etc. Atendiendo a esta clasificación, se ha establecido una categorización en 3 niveles de complejidad. Por una parte, el sistema Manzanares presenta una envergadura y dificultad en su operación muy superior al resto, de ahí que se contemple como un caso singular. La implementación de la herramienta de operación en tiempo real en esta infraestructura se considera prioritaria e imperativa. Además, se contempla llevar a cabo la implementación y validación de la herramienta en 4 sistemas de complejidad media, así como en otros 2 sistemas de topología más sencilla. En cualquier caso, como ya se ha indicado, esta previsión de alcance podrá variar a criterio de la Dirección de los Trabajos en función de los condicionantes que puedan ir surgiendo en el transcurso del proyecto.

De cara a que el ofertante pueda hacer su valoración económica y de alcance de los trabajos, en el Apéndice que acompaña a la presente Memoria se incluye una descripción de las características principales de un conjunto de sistemas de saneamiento clasificados como de complejidad baja e intermedia, así como del propio sistema Manzanares.

La previsión de avance en el desarrollo e implantación de la solución de control en tiempo real en los distintos sistemas de saneamiento objeto de estudio se presenta a continuación:

- Sistema Manzanares: se prevé que abarque los 3 primeros años de duración del contrato
- Sistemas de complejidad intermedia: se contempla realizar dos implantaciones en el segundo año y otras dos en el tercero
- Sistemas de saneamiento sencillos: la previsión es llevar a cabo una implementación en el primer año y una segunda a lo largo del tercer año de duración del contrato.

Para cada uno de los sistemas de saneamiento seleccionados, se hará una implantación de la herramienta que abarque la totalidad de la infraestructura de drenaje urbano, incluyendo tanto colectores como tanques de retención. El producto del proyecto se integrará en una plataforma única, alojada en la infraestructura on-premise o en la nube de Canal de Isabel II, estado esta decisión sujeta a criterio de la Dirección de los Trabajos. La aplicación funcionará de manera continua y establecerá en todo momento consignas de operación actualizadas para todas las compuertas y actuadores incluidos en la infraestructura de drenaje urbano, distinguiendo entre escenarios de lluvia o tiempo seco. Estas consignas de maniobra, en episodios de lluvia, se actualizarán con una frecuencia ajustada al tiempo de respuesta del sistema y a la intensidad del aguacero, pudiendo llegar a ser hasta cincominutal en los escenarios de operación más complicados.

Para establecer estas recomendaciones de operación, la herramienta se alimentará con información en tiempo real del estado en el que se encuentra el sistema de saneamiento mediante conexión con el sistema SCADA de Canal de Isabel II. La información recibida incluirá tanto posiciones de apertura de compuertas, arranque y parada de bombas, caudales circulantes y niveles en colector y tanques de retención, así como parámetros de calidad en colectores, puntos de alivio y en salida de EDAR. Para aquellos sistemas de saneamiento que no cuenten con instrumentación suficiente como para proporcionar información completa que permita poder caracterizar el estado del sistema, se prevé la instalación por parte del adjudicatario de limnímetros y sondas de calidad, cuyas lecturas deberán ser también incorporadas a la información de base de la herramienta de toma de decisión.

Así mismo, el módulo de control incorporará información espacial distribuida de precipitación caída en la cuenca, y de predicción a corto plazo mediante conexión con sistema de información pluviométrica radar. La actualización de la información también podrá requerirse que sea cincominutal si la Dirección de los Trabajos así lo juzga oportuno.

Toda esta información obtenida de campo se utilizará para actualizar un modelo matemático computacional de la red de drenaje, que permitirá representar el estado actual del sistema y, mediante la simulación de distintos escenarios de operación, estimar también cuál podrá ser su evolución futura. Para mejorar la capacidad de predicción de la herramienta de modelización, ésta deberá utilizar como datos de partida la información proporcionada por el SCADA corporativo de Canal de la situación en la que se encuentra el sistema al inicio de la simulación. De todas las alternativas de operación simuladas, el sistema deberá escoger la más conveniente, en base a unos objetivos establecidos de antemano. Para ello, será necesario desarrollar distintas soluciones de optimización adaptadas a la complejidad del sistema de saneamiento objeto de estudio.

Preferentemente, la operación del sistema deberá ir enfocada a minimizar la carga contaminante de las descargas que se realicen al cauce en el caso de superarse la capacidad de la red de drenaje. Este objetivo deberá implementarse en un algoritmo de optimización capaz de establecer la consigna de operación preferida en base a la evolución prevista del sistema. Una vez determinada la maniobra de actuación más ventajosa el sistema deberá emitir una alerta al operador para que pueda ejecutarla. Este proceso se irá repitiendo con la frecuencia establecida por la Dirección de los Trabajos. Además de la emisión de alertas, la herramienta deberá tener también capacidad para conectar con el sistema de telemando de Canal de Isabel II, de manera que la consigna de operación pueda ser ejecutada directamente sin necesidad de tener que validarse por el operador.

Más allá de esta descripción general, las tareas a realizar por el adjudicatario para alcanzar un completo despliegue de la herramienta en cada uno de los sistemas de saneamiento seleccionados se detallan a continuación:

### 3.1. TRABAJOS DE BASE

Este apartado engloba una serie de tareas de ámbito general y por tanto no específicas a la implementación de la solución en un sistema de saneamiento determinado. Por una parte, contempla el desarrollo del enfoque general de la solución, tanto en lo que se refiere al aplicativo del módulo de control/interfaz como a las funcionalidades que deberá incorporar, destacando especialmente el desarrollo del algoritmo de optimización. Igualmente, como parte de estos trabajos previos se abordará el diseño de la arquitectura de comunicaciones a implementar para la conexión con el SCADA propietario de Canal donde se recogen los datos de campo de la red de sensores desplegada para el control y monitorización de la red

de drenaje urbano, con los sensores desplegados por el contratista en el desarrollo del presente contrato, así como con los actuadores a los que deberá enviar las consignas de operación. Por último, se incluye como trabajo previo la solución escogida para albergar el aplicativo.

## DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL

El ofertante deberá incluir en su metodología la descripción de la solución propuesta para la implementación de la herramienta de ayuda en la decisión. En este sentido, se admite tanto el empleo de herramientas comerciales como el empleo de soluciones de desarrollo propio diseñadas de manera específica para tal fin siempre y cuando cumplan con todos los requisitos establecidos en el presente Pliego. El producto final implementado deberá ser capaz de realizar tanto la monitorización en tiempo real del estado del sistema de saneamiento como el control de este, permitiendo así una operación integrada y centralizada del sistema de saneamiento. En sus funcionalidades como visor, la herramienta deberá presentar de manera amigable a través de sinópticos la información suministrada por el conjunto de sensores desplegados en la red de saneamiento para la monitorización de su evolución. La herramienta deberá permitir realizar un procesamiento de las señales recibidas, de cara a obtener series históricas de variables dependientes obtenidas a partir de los datos brutos registrados. Así mismo, deberá incluir como funcionalidad la generación de gráficos que representen la evolución en el tiempo de las distintas señales telemedidas y la posibilidad de realizar un filtrado de las lecturas entrantes con capacidad para proporcionar una estimación de valores coherentes en el caso de rechazarlas.

Además de señales de sensores, el aplicativo deberá ser capaz de recibir y representar información correspondiente a imágenes radar de lluvia caída y predicción a corto plazo. Como fuentes de información, indistintamente podrá emplearse el sistema de radares desplegados por Canal de Isabel II o, alternativamente, la red de radares perteneciente a la AEMET. En ambos casos deberá garantizarse la posibilidad de conexión en tiempo real para el volcado de la información.

Otra funcionalidad que se le deberá exigir a la herramienta es la posibilidad de compartir información con las distintas soluciones comerciales que existen en el mercado para la modelización hidráulica y de calidad de la red de saneamiento. En este sentido, deberá garantizarse la conexión entre estos dos aplicativos, por una parte, para poder proporcionar información de campo actualizada al modelo hidráulico y de calidad de cara a establecer las condiciones de contorno y facilitar el calibrado del mismo y, por otra, para suministrar al módulo de control información del estado de la red de saneamiento complementaria a la proveniente de los sensores desplegados. Desde el módulo de control también deberá ser posible lanzar simulaciones de la herramienta de modelización considerando distintos escenarios de operación.

Un requisito adicional que se le requiere a esta herramienta es la de ser capaz de establecer y enviar consignas de operación del sistema. Para ello, la solución deberá incorporar un motor de cálculo que le permita determinar la maniobra más conveniente en cada instante. En un apartado posterior de este Pliego se describe el alcance de este algoritmo de optimización de la operación cuyo nivel de desarrollo podrá ser mayor o menor en función de la complejidad del sistema de saneamiento sobre el que se implemente. En cuanto al establecimiento de consignas, deberá garantizarse la posibilidad de conexión entre la herramienta a desarrollar y el sistema de telemando de Canal de Isabel.

Será potestad de Canal decidir acerca de la conveniencia de que estas consignas de operación requieran de la aprobación previa por parte del operador o puedan ejecutarse de manera automática actuando sobre el sistema de telemando sin validación humana. En este último caso, por tratarse de una actividad crítica, deberá cumplir con los estándares de desarrollo seguro fijados por Canal de Isabel II (Área de



Aplicaciones y Ciberseguridad) y, como es pertinente, deberá ser sometida a la correspondiente auditoría de seguridad previa a su puesta en producción.

Será 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 un mínimo de 2 licencias con privilegios de administrador para empleo de la aplicación en el tiempo de duración del contrato.

## DISEÑO DE LA PLATAFORMA DONDE SE ALOJARÁ EL APLICATIVO Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

El consultor se encargará de proporcionar todos los equipamientos y licencias de software requeridos para alojar la herramienta, así como para establecer la arquitectura de comunicaciones y transferencia de información de todas las conexiones que deberán establecerse entre el módulo de control y el resto de aplicaciones periféricas necesarias para el funcionamiento de la herramienta (al menos aplicación radar de información pluviométrica, SCADA y sistema de telecontrol y telemando de Canal, red de sensores desplegada por el contratista y modelos hidráulicos y de calidad de la red de saneamiento). El mantenimiento completo de las utilidades para el envío y recepción de datos y la comunicación con el SCADA corporativo de Canal será responsabilidad del adjudicatario, si bien podrá contar con la colaboración de Canal de Isabel II en las tareas relativas a la conexión con su sistema SCADA y su red de telecontrol y telemando. Se incluyen en el Apéndice 2 los requisitos de obligado cumplimiento establecidos por Canal para la conexión con su red corporativa de datos. Será necesario disponer de conectividad VPN dedicada.

La solución propuesta para definir las conexiones para el intercambio de información con el módulo 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 dos posibles escenarios para albergar el aplicativo de control, bien en infraestructura on-premise con servidores dedicados, o bien en infraestructura corporativa de Canal en la nube de Microsoft Azure. En este último caso, si se decide por una solución en la nube, Canal podrá requerir el empleo de la plataforma analítica de datos corporativa Databricks.

Cualquier implantación que se lleve a cabo deberá contar con el visto bueno de los técnicos de Canal de Isabel II y sea cual sea la configuración escogida, la solución finalmente implementada deberá cumplir de manera obligatoria con todos los requisitos en cuanto a seguridad de la información establecidos por Canal de Isabel II.

El adjudicatario propondrá la tecnología y valorará el software, licencias, mantenimiento, 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.

## DISEÑO DEL ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN

En el apartado DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL, dedicado a describir las funcionalidades del aplicativo, se ha detallado que la herramienta deberá proporcionar en tiempo real consignas de operación para las compuertas, válvulas, bombeos y demás actuadores que incluyan los sistemas de saneamiento sobre los que se implemente la herramienta. El licitador deberá describir detalladamente en su metodología el algoritmo de cálculo que utilizará para establecer estas consignas de operación actualizadas, que deberán ir evolucionando en función de la situación en la que en cada instante se encuentre el sistema de saneamiento.



En este sentido, se contempla la posibilidad de implementar soluciones de diferente alcance, adaptadas a la complejidad del sistema de saneamiento sobre el que se vayan a implementar. De esta manera, para aquellos sistemas cuya topología sea sencilla y por tanto admitan un número reducido de alternativas de maniobra, las reglas de operación podrán no ser dinámicas, sino basadas en unos escenarios tipo establecidos de antemano, en base a unos determinados umbrales, bien de precipitación o de nivel alcanzado en colectores. Estos umbrales podrán definirse a partir de lecturas proporcionadas por la red de monitorización desplegada o a partir de valores estimados proporcionados por un modelo hidráulico y de calidad de la red de saneamiento. La implementación de esta solución podrá realizarse mediante árboles de decisión o cualquier otro método analítico que permita establecer en tiempo real la toma de decisiones sobre la maniobra a efectuar. Como mínimo, el ofertante deberá detallar en su oferta una propuesta de metodología para ser aplicada en sistemas sencillos. Además, se contempla como opción a valorar en la oferta la posibilidad de incluir más de una alternativa de solución.

Para sistemas de mayor complejidad, será necesario recurrir a técnicas avanzadas de control de procesos para el desarrollo e implementación del algoritmo de optimización de la operación. El ofertante deberá desarrollar en su metodología la descripción de la técnica propuesta, detallando los motivos por los que la consideran idónea para su empleo como herramienta de control en tiempo real. En la valoración de la oferta se tendrá en consideración si el algoritmo propuesto ha sido ya implementado con éxito en la operación de sistemas de saneamiento complejos en otros casos de estudio.

Si bien la propuesta del método de cálculo a utilizar es abierta, no se admitirá en ningún caso y para ninguna tipología de sistema de saneamiento la utilización de algoritmos de aprendizaje automático, ni para establecer predicciones sobre la evolución del sistema ni para la toma de decisiones sobre su operación, en consonancia con lo establecido en el Reglamento Europeo de Inteligencia Artificial, donde se prohíbe expresamente la utilización de sistemas IA / LLM para el control directo de infraestructuras críticas sin supervisión humana.

Deberá garantizarse que la herramienta ofertada tenga la capacidad de utilizar toda la información de campo disponible del estado en que se encuentra el sistema de saneamiento (niveles en tanques y colectores, caudales circulantes y aliviados y calidad asociada, posición de compuertas y actuadores, información radar de precipitación y predicción a corto plazo, etc.) de cara a utilizarla como información de partida para la realización de simulaciones de su evolución futura considerando distintas alternativas de operación y conforme a las previsiones de precipitación proporcionadas por el radar meteorológico.

La información del estado del sistema podrá provenir indistintamente tanto de la red de monitorización desplegada en la infraestructura de saneamiento como de lecturas virtuales proporcionadas por el modelo hidráulico y de calidad. Para tal fin, deberá garantizarse que este modelo está correctamente calibrado y sus variables de entrada actualizadas en tiempo real a partir de la información de campo disponible y de la posición real en la que se encuentran compuertas y actuadores.

Dado que el objetivo que se persigue es proporcionar consignas de operación en tiempo real (actualizándose cada cinco minutos en aquellos sistemas que requieran una respuesta más rápida), las simulaciones para poder determinar la maniobra de operación más conveniente han de poderse ejecutar en un lapso muy corto de tiempo. Por tal motivo, en la solución que proponga el ofertante deberá indicar el coste computacional de estos procesos y los tiempos de cálculo necesarios para establecer las consignas de actuación.

De cara a definir la estrategia de control óptima, se establecerá una función objetivo que consistirá en una representación matemática del objetivo operativo a definir: Según este enfoque, el optimizador

proporcionará acciones de control recomendadas para un período de tiempo correspondiente a varios pasos de cálculo. Estas consignas previstas a futuro se irán reajustando en cada nueva iteración de cálculo según la evolución del sistema.

A nivel general, la meta a alcanzar consistirá en minimizar las descargas que en episodios de lluvia puedan realizarse desde el sistema unitario. El objetivo de minimización podrá estar basado tanto en el control de volumen como en la carga de contaminantes y la finalidad será encontrar el procedimiento de operación de la red de drenaje e infraestructura asociada que permita minimizar el efecto negativo de una eventual descarga sobre el cauce receptor.

Sin embargo, este objetivo deberá ser compatible con una operación robusta y parsimoniosa del sistema, para evitar maniobras erráticas como constantes arranques y paradas o aperturas y cierres de válvulas. Así mismo, la reducción del volumen o de la carga contaminante vertida al medio deberá estar condicionada a la premisa fundamental de no producir inundaciones en entorno urbano por una operación incorrecta de la red de drenaje. En su oferta el licitador definirá la manera en la que quedará definida esta función objetivo en el modelo numérico de optimización.

En relación con esta tarea de parametrización de la función objetivo, en sistemas de saneamiento de poca complejidad en los que pueda justificarse que no existirá variación sustancial de la concentración de la carga contaminante en los distintos puntos de vertido, el adjudicatario podrá proponer a la Dirección de los Trabajos el prescindir de emplear la optimización basada en criterios de calidad.

## MODELIZACIÓN HIDRÁULICA Y DE CALIDAD

En el marco de la redacción de Planes Directores y Estudios de Sistemas de Drenaje Urbano, Canal dispone de modelizaciones matemáticas y estudios hidráulicos de gran parte de los sistemas de saneamiento pertenecientes a la red de drenaje que gestiona. La mayoría de estas modelizaciones se han elaborado sobre las herramientas Infoworks ICM o SWMM. De cara a facilitar la realización de los trabajos, en el caso de que los sistemas de saneamiento sobre los que se decida implementar la herramienta de control en tiempo real dispongan de esta modelización hidráulica, Canal la pondrá a disposición del adjudicatario de los trabajos de cara a que pueda incorporarla a su herramienta de ayuda en la decisión. 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 empleo a lo largo de la ejecución del presente contrato deberá ser solucionado por el adjudicatario. En particular, será misión del adjudicatario realizar si es necesario la reingeniería del software para permitir la conexión del modelo con el módulo de control y optimizador. Así mismo, dada la importancia que entraña disponer de un modelo debidamente calibrado, si en el desarrollo de los trabajos se identificaran inexactitudes que impidieran el correcto desempeño de la herramienta, será labor del adjudicatario realizar los pertinentes correcciones y ajustes, si bien para obtener información de campo podrá contar con la realización de informes de inspección por parte de los técnicos de Canal de Isabel II.

En el caso de que alguno de los sistemas de saneamiento escogidos para la implementación de la solución de optimización no disponga de una modelización, será responsabilidad del adjudicatario elaborar un modelo hidrodinámico que incluya a los colectores principales, así como las infraestructuras asociadas y calibrarlo de acuerdo con los niveles de precisión exigidos por Canal. Conviene indicar en este sentido que el licitador deberá asumir la modelización del Sistema Manzanares, ya que es segura su inclusión entre los seleccionados para implementar la herramienta de control en tiempo real y Canal no dispone de la modelización de su red de drenaje. La herramienta utilizada para llevar a cabo la modelización se determinará a criterio de la Dirección de los Trabajos. A la finalización del presente contrato,

tanto el modelo de este sistema como el de cualquier otro que pueda haber sido acometido por el adjudicatario, será entregado a Canal de Isabel II.

Será también tarea del adjudicatario, incorporar una funcionalidad que permita estimar la calidad de los flujos circulantes por la red de saneamiento y caracterizar las descargas al medio receptor que puedan tener lugar en episodios de lluvia. Se ha indicado en el apartado de DISEÑO DEL ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN que, de manera excepcional, en los sistemas de saneamiento de menor tamaño y más sencilla operación, la optimización de la operación del sistema podrá plantearse exclusivamente en términos de reducción de volumen vertido, prescindiendo de la calidad. Sin embargo, en el resto de los casos de estudio, será obligatorio considerar como función objetivo la minimización de la carga contaminante vertida a cauce, para lo cual deberá establecerse un criterio que permita estimar la evolución de la calidad en los caudales trasegados en tiempo de lluvia.

El licitador deberá presentar en su propuesta la metodología a utilizar para la incorporación de la calidad como variable de decisión. La solución preferente será incluirla como parámetro de cálculo dentro de la modelización de la red de drenaje. Para ello, deberá disponerse de información de campo continua y de calidad suficiente como para poder garantizar el calibrado continuo del modelo. De cara a posibilitar esta tarea, la caracterización del efluente mediante monitorización deberá realizarse de manera semejante a como se hará con las variables hidráulicas (nivel y caudal) y de posición de compuertas y actuadores. Dado que las sondas de turbidez y conductividad son las que mejor comportamiento presentan en campo y las de más fácil mantenimiento, se apostará por utilizar estos parámetros como variable dependiente, de cara a estimar el resto de los parámetros contaminantes a partir de ellas. Será tarea del adjudicatario llevar a cabo la adquisición de la instrumentación y su posterior instalación y mantenimiento en todos los puntos requeridos. El fabricante y tipología de sondas, módulos de control y estaciones remotas a instalar deberán ser consensuados con Canal de Isabel de cara a facilitar la incorporación las lecturas registradas dentro de su SCADA corporativo. Mientras no se haya realizado esta integración, será responsabilidad del adjudicatario el establecer la arquitectura de comunicación necesaria para que las lecturas registradas por las sondas desplegadas en campo se incorporen en tiempo real a la herramienta de ayuda en la operación.

Más allá de esta monitorización in situ, continua y en tiempo real de la calidad, ante la posibilidad de que las lecturas obtenidas puedan verse afectadas en determinadas situaciones, y esta circunstancia pueda llegar a afectar al calibrado y desempeño del modelo numérico de simulación de la calidad, como alternativa, el ofertante deberá desarrollar en su oferta otras soluciones simplificadas de estimación de la evolución de la carga contaminante de los flujos trasegados y vertidos en los diferentes elementos que constituyen un sistema de saneamiento. Estas podrán apoyarse tanto en modelos teóricos del transporte de contaminantes en la red de drenaje o procesos de sedimentación en tanques como en campañas de toma de muestras en campo para la caracterización de efluentes. La solución propuesta será objeto de valoración en la presente licitación. A criterio de la Dirección de los Trabajos, podrá ser aplicada en sistemas de saneamiento de complejidad intermedia, así como en los de mayor complejidad, como solución alternativa cuando no se pueda disponer de información en tiempo real de las sondas de calidad desplegadas en campo.

### 3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO ESCOGIDOS

La herramienta de operación se implementará de manera individualizada en un conjunto de sistemas de saneamiento seleccionados por Canal de Isabel II. Cada uno de estos sistemas contará con un desarrollo

propio de la aplicación, adaptado a sus particularidades y necesidades. Como se ha expuesto en los apartados anteriores, en función de la complejidad de la topología del sistema de saneamiento y de las variables de decisión con que cuente, la solución escogida para el optimizador de la operación podrá variar. Más allá de estas diferencias, todas las implementaciones estarán conformada por los mismos elementos:

- Despliegue de sensores de campo para complementar la monitorización de la red con que pueda contar Canal de Isabel.
- Implementación del visor del estado del sistema. Integrará las señales de campo provenientes del SCADA de Canal, y de los puntos de monitorización desplegados si fuese necesario. Estas lecturas aparecerán representadas en sinópticos junto con infografías de la infraestructura de saneamiento.
- Conexión con en el sistema de información radar de precipitación caída y predicción a corto plazo.
- Modelización hidráulica/de calidad del sistema de saneamiento (en el caso de que Canal no disponga de un modelo calibrado) y conexión con el módulo de control.
- Conexión con el sistema de telemando de Canal de Isabel II para la activación de las consignas de operación establecidas. Display con la representación de estas consignas en la interfaz.

Si bien los trabajos se realizarán de manera individualizada, por sistemas, todas las implementaciones se alojarán en una plataforma única, con el fin de que múltiples usuarios puedan acceder a la herramienta a través de una única licencia de uso de la aplicación informática.

A continuación, se incluye una descripción de las tareas mínimas que deberán abordarse para la implementación de la herramienta en un sistema de saneamiento cualquiera:

### **Fase 1. Revisión del comportamiento actual del sistema**

Para evaluar la capacidad hidráulica del sistema, se analizarán los resultados obtenidos del modelo hidrodinámico de la red de saneamiento, caso de existir éste. Se compararán los resultados de estas simulaciones con el análisis de los registros históricos de la monitorización del sistema recogidos por el sistema de telecontrol de Canal de Isabel II. Así mismo, el adjudicatario mantendrá reuniones con el personal de Canal encargado de la explotación de la infraestructura de cara a recibir información de primera mano sobre la estrategia de operación actualmente vigente. A partir de toda la información recopilada, el adjudicatario elaborará un primer informe del estado actual en que se encuentra el sistema. Se detallarán cuáles son los condicionantes que existen en la explotación, así como los criterios y reglas que la definen. Igualmente, se revisará la topología de la red para conocer sus alternativas de operación y sus limitaciones. Se prestará especial atención en conocer los criterios de operación de la EDAR ante la posibilidad de que este elemento pueda ser el que constriña la capacidad hidráulica del sistema. Como resultado de este primer trabajo de enfoque, se definirán los actuadores para los que el aplicativo deberá establecer las consignas de operación en tiempo real y se establecerán los límites en la operación derivados del riesgo de inundaciones por saturación de la red de colectores.

### **Fase 2. Instalación de sensores y sistema de registro y envío de la información para la monitorización en campo**

Se identificarán en primer lugar aquellas variables de campo que se consideren necesarias para caracterizar en tiempo real el estado en el que se encuentra el sistema y también permitir un correcto ajuste del modelo hidráulico y de calidad. En el caso de que los sensores desplegados por Canal en su red de telecontrol no sean suficientes como para garantizar estos requisitos, el adjudicatario llevará a cabo la

instalación de los equipos necesarios para asegurar que el sistema de saneamiento queda correctamente monitorizado.

En los puntos considerados como estratégicos de cada sistema escogido, al menos deberán poderse realizar lecturas continuas de nivel, turbidez y conductividad. El ofertante recogerá en su metodología su propuesta de equipos a instalar. 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 especificarán en la oferta los equipos a utilizar, los parámetros que se espera poder medir con ellos y las labores de conservación y mantenimiento requeridas. Tal y como se ha indicado en el apartado de MODELIZACIÓN HIDRÁULICA Y DE CALIDAD, el adjudicatario será responsable tanto de la adquisición como de la instalación y el mantenimiento de todas las sondas por él desplegadas.

Para la instalación de la instrumentación, así como para la realización de las tareas de limpieza y mantenimiento, Canal de Isabel II facilitará los correspondientes permisos de acceso a su ubicación. En la medida de lo posible, Canal también intentará facilitar la conexión eléctrica para alimentar los equipos de monitorización y comunicación instalados.

Como ya se ha indicado, la opción preferente para la recepción de lecturas medidas por estos sensores pasa porque Canal de Isabel II apueste por integrar dentro de su sistema SCADA las señales de los sensores instalados por el adjudicatario. En esos casos, el contratista únicamente deberá hacerse cargo de las tareas de conexión y comunicación entre el módulo operativo y el SCADA central de Canal donde quedarán recogidos los datos del sensor instalado.

Sin embargo, mientras que Canal no lleve a cabo esta integración, correrán por cuenta del adjudicatario las tareas de conexión y los gastos de comunicación para el envío en tiempo real de las lecturas medidas por los sensores instalados. Esta comunicación deberá cumplir con los requisitos necesarios tanto en cuanto a velocidad de la transmisión para poder ser utilizados por la herramienta de control en tiempo real, como en cuanto a garantías de calidad para evitar la pérdida de información. A tal efecto, el ofertante describirá en su metodología la arquitectura propuesta para el despliegue del sistema compuesto por equipos de medida y estaciones remotas para la adquisición y transmisión de datos y enlaces de comunicación inalámbrico vía operador, contemplando la conexión y el protocolo de comunicación con el módulo de control de la herramienta de ayuda en la decisión.

Toda integración de sensorizaciones que se realice por fuera de la infraestructura de automatización de Canal, deberá de realizarse mediante conectividad de operador de telecomunicaciones a través de APNs privados que dispongan de routers en los Centros de Proceso de Datos de Canal, mediante la tecnología escogida por el adjudicatario (3G/4G/NB-IoT). No se permitirá la integración de datos a aplicativos que residan en infraestructura de Canal mediante conectividad a través de APNs públicos por Internet.

El adjudicatario será responsable del mantenimiento y calibrado de las sondas instaladas durante la duración de los trabajos y deberá establecer los sistemas adecuados para garantizar la limpieza y conservación de los equipos, así como la detección de posibles problemas de comunicación, desconexiones, etc., al objeto de evitar la pérdida de información. Para ello, se contempla realizar visitas semanales a cada instalación.

Además de la monitorización de la red de drenaje, el adjudicatario deberá desplegar en cada sistema de saneamiento estudiado al menos un pluviómetro portátil con capacidad para medir y registrar el histórico de la precipitación caída. El objetivo de esta actuación es el de poder disponer de datos de lluvia



que puedan servir de contraste a la información radar, de cara a evaluar falta de precisión en esta herramienta o identificar desviaciones que pudieran producirse si los emplazamientos escogidos presentaran un régimen pluviométrico en la cuenca no asimilable a la información proporcionada por los radares de Canal de Isabel.

### Fase 3. Desarrollo e implementación del modelo hidráulico y de calidad

Será necesario disponer de un modelo hidrodinámico calibrado capaz de reproducir de manera fidedigna y en tiempo real el comportamiento del sistema de saneamiento. Este modelo estará conectado al aplicativo de control de la operación. Recibirá información proveniente de la red de monitorización desplegada con el fin de ajustar las condiciones de partida de las simulaciones a efectuar. Así mismo, proveerá al optimizador de información completa del estado del sistema y de una previsión de su evolución a corto plazo para distintos escenarios de operación. El alcance de esta tarea de modelización ha quedado definido en el apartado MODELIZACIÓN HIDRÁULICA Y DE CALIDAD. En base a lo establecido en ese apartado, existirán dos escenarios a la hora de acometer la modelización de un sistema de saneamiento:

- Canal dispone de un modelo hidráulico del sistema de saneamiento actualizado: en tal caso el modelo será entregado al contratista quien se encargará de comprobar su correcto funcionamiento comparando datos reales de niveles y caudales registrados en el sistema de saneamiento durante episodios de lluvia con los resultados de simulaciones efectuadas con idénticos escenarios de precipitación y de operación de compuertas y actuadores. En función de los resultados obtenidos se dictaminará si el modelo requiere ser modificado o recalibrado para conseguir un mejor ajuste con los datos observados. En el caso de que haya que realizar alguna corrección, esta correrá por cuenta del adjudicatario.
- Canal no dispone de un modelo hidráulico del sistema de saneamiento o éste no está actualizado a la geometría actual del sistema: en tal caso su desarrollo corresponderá al contratista, quien deberá elaborar una modelización simplificada del sistema que abarque la red de colectores principales y las infraestructuras asociadas. Para realizar este cometido se utilizará el software de modelización por el que Canal decida optar. Como información de partida para su elaboración, Canal suministrará toda la información de que disponga sobre la geometría de la infraestructura. Igualmente, Canal se hará cargo de acometer los informes de inspección necesarios para obtener levantamientos topográficos y replanteos que permitan realizar una correcta geometrización de la infraestructura de saneamiento.

Este modelo deberá mantenerse actualizado a lo largo de todo el periodo en el que se encuentre activa la herramienta de control de la operación, de tal manera que cualquier actuación que se lleve a cabo en la infraestructura en el tiempo de duración de los trabajos deberá ser incorporada a la modelización.

### Fase 4. Desarrollo e implementación del aplicativo

La herramienta descrita en el apartado DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL se utilizará para ser implementada en cada uno de los sistemas de saneamiento objeto de estudio. La solución estará totalmente adaptada a las particularidades de cada infraestructura, así como a sus requisitos de operación. Las funciones que permitirá llevar a cabo esta implementación serán al menos las siguientes:

- Adquisición de datos: la herramienta deberá recoger en tiempo real cuanta información exista de sensores y actuadores desplegados en campo. La adquisición de estos datos deberá poderse

realizar tanto mediante conexión con el SCADA de Canal como con SCADAS locales dedicados a infraestructuras estratégicas como EDAR o tanques de tormenta. Así mismo, deberá poder recibir en tiempo casi real las señales de los puntos de monitorización desplegados por el contratista mientras estos no queden integrados en el sistema de telecontrol de Canal. Al margen de las señales de campo, la herramienta integrará la información radar de precipitaciones existente adaptada al enclave donde se ubique el sistema de saneamiento.

- **Supervisión:** la herramienta recogerá y procesará todas las señales anteriores, de manera que sea posible visualizar en sinópticos de la infraestructura el estado de la red de saneamiento, tanto a nivel de caracterización y cuantificación de caudales trasegados como del estado en el que se encuentren los elementos de maniobra. La plataforma incluirá un selector de la escala temporal y espacial de los resultados y el tipo de análisis a realizar. También se podrá seleccionar la escala espacial de análisis. A partir de las lecturas de campo, la herramienta deberá poder proporcionar otras derivadas, como es el caso de la estimación del caudal vertido a partir del nivel medido en el vertedero o los porcentajes de llenado de tanques a partir de las lecturas de altura de lámina. El diseño y uso definitivo de la herramienta será customizado para las necesidades de Canal.
- **Historización:** todos los datos registrados por el sistema de control deberán quedar almacenados para permitir su posterior análisis, la elaboración de informes y reportes y la realización de simulaciones de operación con datos históricos para la evaluación de las tareas de optimización del proceso. Todos estos procesos se ejecutarán desde el propio módulo de control.
- **Control y alarmas:** será tarea del adjudicatario establecer las conexiones necesarias con el sistema de telemando de Canal de Isabel II de cara a poder enviar órdenes de operación a todos los dispositivos remotos de control de maniobra localizados en el sistema de saneamiento. El protocolo de comunicación industrial a utilizar será el definido por Canal de Isabel II y podrá variar para cada uno de los sistemas de saneamiento seleccionados. A través del sistema de control remoto de Canal, estas consignas de operación deberán poder ser enviadas de manera automática al actuador. Alternativamente, en lugar de su envío al sistema de telemando, la Dirección de los Trabajos podrá optar porque las consignas de operación sean presentadas al personal responsable de explotación como propuesta de actuación para su validación previa. Además de determinar las maniobras a efectuar, el sistema incluirá el establecimiento de alarmas en el caso de detectar el fallo de alguna de las señales de campo o cuando se produzca la superación de un escenario de operación determinado.

## Fase 5. Desarrollo e implementación de la lógica del controlador

La solución escogida para la herramienta de optimización será adaptada a las particularidades del sistema. El alcance de la solución será determinado por la Dirección de los Trabajos en base a las propuestas que presente el adjudicatario. Todas las propuestas de algoritmo de control deberán ser testeadas off-line mediante simulaciones realizadas sobre la herramienta de modelización utilizando siempre que sea posible datos reales de precipitación de cara a evaluar su comportamiento antes de su implementación definitiva en el módulo de control. La Dirección de los trabajos podrá decidir realizar ensayos de distintas soluciones de algoritmo de optimización, con el fin de evaluar el desempeño de cada una de ellas antes de optar por la implementación de la solución definitiva.



## Fase 6. Transferencia del conocimiento

El adjudicatario de los trabajos realizará tareas de formación destinadas a que el personal de Canal pueda aprender el manejo y operación de la herramienta implementada, tanto a nivel de usuario como de administrador. El objetivo que se persigue es el de posibilitar que desde Canal se pueda hacer uso de la herramienta una vez se encuentre en servicio, para la gestión de la operación diaria del sistema de saneamiento. Además de las tareas básicas de operación, la formación como administrador deberá capacitar al personal de Canal para la generación de nuevas infografías y sinópticos del sistema y la incorporación de nuevas señales de puntos de monitorización o actuadores. También deberá ser capaz de controlar el envío de las órdenes de actuación reales, así como las simulaciones de operación que se realicen mediante el modelo numérico desarrollado. A la finalización de los trabajos, toda la plataforma, desde el desarrollo hasta el alojamiento del aplicativo, será transferido a Canal de Isabel II en las condiciones necesarias para que Canal pueda alojar y dar continuidad a los servicios del presente contrato.

### 3.3. TRABAJOS DE TOMA DE MUESTRAS Y ANALÍTICAS DE LABORATORIO

Bien para servir de contraste y calibración de los registros de calidad medidos por las sondas de lectura continua instaladas por el adjudicatario, o para poder disponer de analíticas de aquellos parámetros que no puedan ser medidos por estos sensores o en aquellos emplazamientos donde no se puedan instalar éstos, se prevé realizar campañas de muestreo mediante el uso de tomamuestras automáticos que se alojarán en puntos estratégicos de cada uno de los sistemas de saneamiento escogidos. Una vez seleccionados los sistemas de saneamiento objeto de estudio, el contratista presentará a la Dirección de los Trabajos una propuesta de puntos a muestrear para cada sistema. En cada uno de estos puntos seleccionados se instalará un tomamuestras y se realizarán distintas campañas de muestreo, diferenciando entre tiempo seco y episodios de lluvia con el fin de caracterizar la carga contaminante del flujo trasegado en estos dos escenarios.

Con los tomamuestras se deberán podrán almacenar un número de muestras predefinido con una determinada secuenciación, hasta un máximo de 24 muestras simples. Para la caracterización de episodios de vertido al medio natural, la activación del tomamuestras en tiempo de lluvia deberá poder hacerse a partir de la superación de una cota establecida de antemano en el colector o punto de alivio. Para ello, deberá realizarse una instalación conjunta de tomamuestras y limnómetro asociado. La frecuencia en la toma de muestras deberá poderse configurar para adaptarse a la duración esperada del aguacero. En tiempo seco podrá ser preferible la toma de muestras consecutivas a intervalos horarios para abarcar un día completo.

Los licitadores deberán incluir de manera detallada en su oferta el alcance y la metodología a seguir para la toma de muestras. Para cada punto de muestreo, se prevé realizar un mínimo de 2 campañas en tiempo seco y otras 3 en episodio de lluvia. 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 sobre la caracterización de vertidos en tiempo de lluvia.

Los tomamuestras permanecerán instalados en un punto de control determinado hasta alcanzar el horizonte planteado de campañas a realizar en tiempo seco y de lluvia. Cumplido el objetivo, será responsabilidad del adjudicatario hacerse cargo de la desinstalación del tomamuestras, así como de su instalación en un nuevo punto de control si resultase necesario. Dada la dificultad inherente que plantea el trabajo de programación previa para conseguir la activación del tomamuestras cuando se produzca un

evento de lluvia y considerando también la incertidumbre de cuál será la pluviosidad durante el desarrollo de los trabajos, no es posible anticipar el tiempo que será necesario mantener instalado un equipo en un determinado punto de control. Por tal motivo, será requisito que el adjudicatario pueda disponer de hasta 12 equipos de toma de muestras operativos de manera simultánea.

Será responsabilidad del adjudicatario realizar cuantas actividades sean necesarias para la obtención de las muestras, así como su conservación y transporte en condiciones adecuadas. 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.

Después de cada campaña, 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, el adjudicatario proporcionará a Canal la información de que disponga de su red de pluviómetros portátiles desplegada, de cara a caracterizar los eventos que se capturen. 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 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.

Si bien preferentemente las muestras se analizarán en el laboratorio de Calidad de las Aguas de Canal de Isabel II, ante la posibilidad de que en episodios de lluvias las campañas de muestreo se simultaneen en varios sistemas de saneamiento y el número de analíticas a acometer en un día concreto sea superior al asumible por Canal se ha establecido en el presupuesto una partida de realización de analíticas. Por lo tanto, el adjudicatario deberá contar con un laboratorio acreditado donde poder realizar los ensayos sobre las muestras recogidas. Las analíticas a realizar serán, como mínimo, las siguientes: DBO5, DQO, NTK, fósforo, sólidos en suspensión (totales y volátiles), conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y pH. El ofertante podrá ampliar el número de parámetros a analizar si así lo considera oportuno, debiendo dejar constancia de ello en su metodología

Como resultado de estas tareas, 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 campañas de muestreo realizadas. En el caso de las analíticas llevadas a cabo por Canal, los resultados de estas serán facilitados por la Dirección de los Trabajos con periodicidad mensual.

La información obtenida de estas analíticas deberá utilizarse a la hora de establecer la metodología complementaria a la modelización numérica detallada para la estimación de la calidad del caudal circulante por la red de drenaje urbano. El ofertante deberá detallar en su oferta su propuesta de análisis estadístico de toda la información proporcionada con el objeto de conseguir una caracterización afinada de la calidad del flujo trasogado y vertido al medio receptor en cada punto de monitorización.

#### 4. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los licitadores presentarán sus ofertas de conformidad con lo indicado en las cláusulas 9 y 11 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

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 los apartados anteriores.
- Relación de personas implicadas en el trabajo y misión asignada a cada una de ellas.

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

Antes de dar comienzo a las implementaciones en cada uno de los sistemas escogidos, se presentará un informe preliminar documentando la propuesta de herramienta de control a utilizar junto con las alternativas de algoritmo de optimización contempladas. Igualmente, se detallarán los equipos y funcionalidades que conformarán la arquitectura de comunicaciones y la plataforma donde se implementará la herramienta de control de la operación. Será necesario evaluar las funcionalidades de conexión tanto con los modelos hidrodinámicos como con el sistema radar de información pluviométrica y el SCADA corporativo de Canal de Isabel II. Se prevé que estas tareas preliminares se prolonguen durante los 6 primeros meses de duración del contrato. Una vez evaluadas y validadas las prestaciones de la herramienta por parte de la Dirección de los Trabajos podrá darse comienzo a la fase de implementación de la solución.

La programación del avance en la implementación de la solución en los sistemas de saneamiento escogidos está descrita en el apartado 3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS, si bien, como ya se ha indicado, esta planificación podrá variar a criterio de la Dirección de los trabajos en función de los condicionantes del proyecto. A medida que se vayan definiendo los sistemas de saneamiento sobre los que se implementará la solución, el adjudicatario presentará informes individualizados donde se concretará la metodología de la implementación del módulo de control y tipología de optimizador a emplear en cada caso de estudio. En este informe preliminar se incluirá también un diagnóstico de la validez del modelo hidrodinámico de la red de drenaje facilitado por Canal (en el caso de existir este).

Igualmente, será necesario hacer una valoración del alcance de los trabajos de campo que habrán de acometerse para la monitorización de la red de saneamiento y la caracterización de los vertidos que se puedan producir en los puntos de alivio, tanto de manera continua como mediante la instalación de tomamuestras. El adjudicatario de los trabajos presentará, tras el estudio previo de la topología del sistema de saneamiento, una relación de puntos de monitoreo preseleccionados sobre la red de drenaje urbano, junto con una descripción de su situación y características físicas del emplazamiento. En el caso de que sea necesario llevar a cabo visitas de inspección a la red de drenaje, estas se realizarán tras ser consensuadas con la Dirección de los Trabajos. Como ya se ha indicado, se prevé mantener activos de manera simultánea hasta un máximo de 12 tomamuestras repartidos entre los diferentes sistemas de saneamiento objeto de estudio, si bien esta cifra podrá variar en función de las necesidades del proyecto.

Durante la fase de implementación de la herramienta en cada sistema de saneamiento escogido, se llevarán a cabo testeos offline utilizando datos reales de precipitación medida por la red de pluviómetros de Canal así como por el sistema radar. Mediante estas simulaciones se podrá evaluar la idoneidad de la solución desarrollada, afinar el algoritmo del optimizador y contrastar las desviaciones existentes entre

la operación real llevada a cabo por Canal y la propuesta por la herramienta de ayuda en la decisión. Mediante estos testeos, se evaluará también la bondad del ajuste del modelo hidráulico y de calidad que correrá en continuo. Una vez verificado el buen funcionamiento de la herramienta en el sistema en cuestión, ésta pasará a estar en servicio en la operación en tiempo real. Tal y como se ha indicado, se contempla que todas las implementaciones estén en funcionamiento un mínimo de 12 meses en el periodo de duración del contrato, con el fin de testear su robustez.

Transcurridos estos 12 meses se procederá a presentar un informe de detalle para cada implementación, con el análisis del desempeño de la herramienta en ese periodo. Este informe incluirá, una evaluación pormenorizada del funcionamiento de la aplicación, detallando los volúmenes y cargas contaminantes vertidas en los distintos episodios de lluvia acontecidos, así como las incidencias y anomalías observadas y resueltas y principales conclusiones obtenidas.

Como conclusión del proyecto, se elaborará un documento de síntesis para la difusión de las experiencias adquiridas y transmisión del conocimiento para permitir el manejo de la herramienta por parte de los operadores de Canal de Isabel.

## 5. 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 para el diseño e implementación del módulo de control
- Metodología complementaria a la modelización numérica detallada para la estimación de la calidad del caudal circulante por la red de drenaje urbano
- Metodología para la toma de muestras y lectura continua de parámetros de calidad en la red de drenaje urbana
- Metodología para la implementación de la arquitectura para el registro y envío de datos, así como del hospedaje del módulo de control e interfaz de la herramienta de ayuda en la decisión
- Metodología para el diseño e implementación del algoritmo de optimización

## 6. 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.

Concepto	Unidades (1)
<b>Soporte técnico para el desarrollo y mantenimiento de la solución propuesta como herramienta de ayuda en la decisión.</b> Incluye la mejora y actualización del módulo de control y resto de aplicaciones que integran la herramienta de ayuda en la decisión, así como la resolución de incidencias funcionales a lo largo de todo el periodo de duración del contrato.	1
<b>Licencia de la herramienta de ayuda en la decisión.</b> Alquiler de licencia con permisos de administrador para uso por parte del personal de Canal de Isabel II de la herramienta informática del módulo de control. Por unidad y mes:	84
<b>Desarrollo de la plataforma del aplicativo y arquitectura de comunicaciones.</b> Implementación de la solución para alojamiento de la herramienta de ayuda en la decisión y desarrollo de la arquitectura de comunicaciones y transferencia de la información entre el Módulo de Control, sistema de telecontrol y telemando de Canal y resto de aplicaciones periféricas. Incluye tanto soluciones provisionales de implementación para la fase de desarrollo como implementación definitiva para la fase de producción	1
<b>Mantenimiento del sistema de comunicaciones y envío, registro y procesamiento de datos.</b> Registro, procesado y análisis de la información meteorológica, información proporcionada por los sensores instalados en campo y mantenimiento del sistema de comunicaciones, incluyendo transmisión y conexión con el módulo de control, almacenamiento de datos y mantenimiento de los sistemas de comunicaciones y conexiones con la plataforma que hospeda el Centro de Control y software de comunicación. Por mes:	42
<b>Diseño del algoritmo de optimización y metodología para la estimación de la calidad.</b> Desarrollo de la solución teórica a implementar como optimizador para la propuesta de consignas de operación, incluyendo distintas alternativas para aplicar en sistemas de saneamiento de diferente complejidad y metodología para la estimación de la calidad del flujo circulante en ausencia de información de campo.	1
<b>Desarrollo del módulo de control.</b> Desarrollo de la herramienta informática para la monitorización, control en tiempo real y operación integrada de la red de drenaje urbana, incluyendo todas las funcionalidades y requisitos establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas.	1
<b>Desarrollo, implementación y mantenimiento de la herramienta de control en tiempo real en el Sistema Manzanares.</b> Despliegue de la herramienta de simulación y control en tiempo real basado en simulaciones predictivas y metodologías de control dinámico orientadas a la calidad del vertido y generación de consignas de operación en tiempo real y su envío al sistema de telemando de Canal sin intervención manual del operador. Incluye evaluación del comportamiento de la herramienta tras su implementación y corrección de posibles deficiencias hasta la finalización del contrato. Por unidad implementada:	1
<b>Desarrollo, implementación y mantenimiento de la herramienta de control en tiempo real en sistema de saneamiento de complejidad intermedia.</b> Despliegue de la herramienta de simulación y control en tiempo real basado en simulaciones predictivas y metodologías de control dinámico orientadas a la calidad del vertido y generación de consignas de operación en tiempo real y su envío al sistema de telemando de Canal sin intervención manual del operador. Incluye evaluación del comportamiento de la herramienta tras su implementación y corrección de posibles deficiencias hasta la finalización del contrato. Por unidad implementada:	4

Concepto	Unidades (1)
<b>Desarrollo, implementación y mantenimiento de la herramienta de control en tiempo real en sistema de saneamiento de topología sencilla.</b> Despliegue de la herramienta de simulación y control en tiempo real basado en reglas de operación simplificadas y generación de consignas de operación en tiempo real y su envío al sistema de telemando de Canal sin intervención manual del operador. Incluye evaluación del comportamiento de la herramienta tras su implementación y corrección de posibles deficiencias hasta la finalización del contrato. Por unidad implementada:	2
<b>Desarrollo e implementación de un modelo matemático de la red de drenaje urbano e infraestructuras asociadas pertenecientes al Sistema Manzanares.</b> Modelización matemática simplificada de la hidráulica y calidad del sistema utilizando la herramienta informática que Canal diseñe y posterior implementación para su funcionamiento en la operación en tiempo real. Incluye las calibraciones del modelo necesarias posteriores a su implementación.	1
<b>Desarrollo e implementación de un modelo matemático de la red de drenaje urbano e infraestructuras asociadas pertenecientes a un sistema de saneamiento de complejidad intermedia.</b> Modelización matemática simplificada de la hidráulica y calidad del sistema utilizando la herramienta informática que Canal diseñe y posterior implementación para su funcionamiento en la operación en tiempo real. Incluye las calibraciones del modelo necesarias posteriores a su implementación.	2
<b>Actualización y calibrado de un modelo matemático existente perteneciente a un sistema de saneamiento de complejidad intermedia.</b> Actualización de un modelo existente utilizando la herramienta informática que Canal diseñe y posterior implementación para su funcionamiento en la operación en tiempo real. Incluye las calibraciones del modelo necesarias posteriores a su implementación.	2
<b>Implementación de punto de control para caracterización de la calidad del flujo trasegado en instalación perteneciente a la red de drenaje urbana.</b> Adquisición e instalación de sondas de medida continua de calidad de las aguas, así como equipos para el registro y transmisión de datos. Incluye instalación eléctrica y/o baterías para la alimentación de las instalaciones y conexionado para la integración de las señales en el sistema de comunicaciones. Por unidad:	5
<b>Implementación de punto de control para la medida de nivel del flujo trasegado en instalación perteneciente a la red de drenaje urbana.</b> Adquisición e instalación de equipos de medida continua de nivel del flujo circulante, así como equipos para el registro y transmisión de datos. Incluye instalación eléctrica y/o baterías para la alimentación de las instalaciones y conexionado para la integración de las señales en el sistema de comunicaciones. Por unidad:	4
<b>Implementación de punto de control para caracterización de nivel y calidad del flujo trasegado en instalación perteneciente a la red de drenaje urbana.</b> Adquisición e instalación de equipos de medida continua de nivel y sondas de calidad de las aguas, así como equipos para el registro y transmisión de datos. Incluye instalación eléctrica y/o baterías para la alimentación de las instalaciones y conexionado para la integración de las señales en el sistema de comunicaciones. Por unidad:	10
<b>Toma de muestras, recogida y traslado a laboratorio.</b> Programación de la campaña, toma y recogida de muestras simples y transporte a laboratorio. Incluyendo instalación y posterior retirada del tomamuestras si fuese necesario. Por cada campaña de muestreo · punto de muestreo:	75



Concepto	Unidades (1)
<b>Analítica de laboratorio para el control y seguimiento de la calidad de las aguas residuales, conforme a la normativa vigente.</b> Incluyendo analíticas de, al menos, DQO, DBO <sub>5</sub> , nitrógeno total, fósforo total, amonio, nitratos sólidos en suspensión (totales y volátiles), conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y pH y emisión y entrega de informe analítico con interpretación básica de resultados. Por unidad:	60
<b>Mantenimiento de punto de control para la caracterización de efluentes y procesamiento de datos.</b> Mantenimiento de sondas y 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). Por cada punto de control · mes:	450
<b>Suministro, instalación y mantenimiento de pluviómetro portátil.</b> Adquisición, instalación y mantenimiento de pluviómetro portátil con resolución de 0,1 mm para la obtención de hietogramas de precipitación. Por unidad:	10

## 7. 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 contratista 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 estos 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.

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.



## 8. REQUISITOS DE SEGURIDAD DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- **Principios de Seguridad de obligado cumplimiento para la prestación de los servicios objeto del contrato.**

- **Cumplimiento legal activo.**

El adjudicatario debe ser consciente de las obligaciones legales en materia de Tecnologías de la Información (en adelante TI) que adquirirá en caso de resultar adjudicatario, tales como, y sin limitarse a, el RD 311/2022, de 3 de mayo, por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad (en adelante ENS), la Directiva (UE) 2022/2555 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de diciembre de 2022, relativa a las medidas destinadas a garantizar un elevado nivel común de ciberseguridad en toda la Unión (en adelante, Directiva NIS2), y el Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial.

Estas obligaciones legales se materializan en obligaciones técnicas como podrían ser la gestión de incidentes o las evaluaciones, análisis, gestión y tratamiento de riesgos.

El adjudicatario asegurará que, en caso de resultar adjudicatario, informará a Canal de Isabel II de la ubicación geográfica y de los países desde los que presta el Servicio y en los que puede almacenar y tratar la información de Canal de Isabel II, tanto durante la normal prestación del Servicio, como en caso de contingencia. Por otro lado, el adjudicatario deberá obtener de Canal de Isabel II autorización para cualquier cambio de ubicación geográfica o de los países desde los que presta el Servicio.

- **Políticas de Seguridad.**

El adjudicatario deberá conocer y cumplir las medidas de seguridad recogidas y especificadas y detalladas a continuación. De igual manera, el adjudicatario deberá tener establecidas Políticas de Seguridad de los Sistemas de Información en su empresa.

- **Responsabilidad.**

La realización de funciones TI por parte de un tercero no debe perjudicar la supervisión de Canal de Isabel II y, por ende, del servicio que se realicen.

El adjudicatario por tanto es responsable directo de los riesgos TI que se derivan de las actividades que se le han contratado, en la medida de que de él depende el diseño, transformación, construcción y operación de los sistemas, servicios y actividades realizadas objeto de la presente licitación.

El licitador deberá asegurar que, en caso de resultar adjudicatario, dispondrá de las figuras que se indican en el punto "roles de seguridad" de estos requisitos de seguridad.

- **Clasificación de la información y de activos.**

El adjudicatario garantizará la confidencialidad de la información propiedad de Canal de Isabel II conforme a lo indicado en el PCAP, así como la información reservada de autenticación, desplegando los mecanismos de control que procedan en cada caso.

El adjudicatario deberá realizar un tratamiento de la Información teniendo en cuenta la clasificación de la Información que haya realizado el Responsable de la Información y del Servicio de Canal de Isabel II. El adjudicatario debe disponer de un inventario de dicha información (activos, clasificación, valoración y riesgos), siendo su responsabilidad mantenerla al día con rigurosidad, exactitud, completitud y calidad. Así mismo, esa información debe ponerse de forma accesible, práctica y segura a Canal de Isabel II, en particular, al Área de Ciberseguridad de Canal de Isabel II.

Los activos de información, en lo referente a elementos de software (sistemas operativos, software base, complementos, aplicaciones y servicios), hardware (sistemas informáticos de red y seguridad), así como cualquier otro elemento que tenga valor para el servicio debe estar adecuadamente documentado. Para esto, se deberá incluir fabricante, marca, modelo, versión, parches, configuraciones, usuarios con derechos de acceso, el detalle de los derechos para los mismos, así como cualquier otra información que se requiera necesaria para su operación, administración y gestión de incidentes, supervisión y auditoría.

- **Control de la cadena de suministro de la tercera parte.**

El adjudicatario podrá realizar la subcontratación en los términos y condiciones recogidos en el PCAP y en el PPT. El subcontratista cumplirá totalmente con las obligaciones existentes entre Canal de Isabel II y el adjudicatario, incluidas las obligaciones contraídas frente a las diferentes autoridades de control.

El adjudicatario deberá informar a Canal de Isabel II de la subcontratación de parte del Servicio, debiendo cumplir los requisitos correspondientes de seguridad en relación con parte del contrato en que intervenga.

- **Garantías de supervisión.**

- **Supervisión.**

El adjudicatario deberá habilitar los mecanismos para garantizar la supervisión del nivel de seguridad por parte de Canal de Isabel II. Esta supervisión incluye, aunque no se limita, a la visión y acceso en modo sólo lectura a las consolas de los diferentes sistemas de seguridad que soporten el Servicio, los usuarios que tienen acceso, los permisos de éstos, los eventos, configuraciones, reglas, etc.; en suma, a cuantos elementos recojan, traten, transmitan, procesen y almacenen información relativa a los sistemas de Canal de Isabel II.

- Trazabilidad.

El adjudicatario deberá habilitar suficientes mecanismos para garantizar el registro, auditoría y trazabilidad de los eventos, operaciones, acciones y actividades llevados a cabo y/o materializados en las aplicaciones, microservicios, sistemas e infraestructura involucrados en el Servicio. Los registros deberán estar accesibles y disponibles para el Canal de Isabel II en caso de ser requeridos, así como debidamente protegidos.

- Auditorías.

El adjudicatario deberá permitir y colaborar, en el caso que sea necesario, en las diversas auditorías a las que se encuentra sujeta Canal de Isabel II. Asimismo, el licitador se compromete a facilitar en todo lo posible a la Oficina Técnica de Seguridad (OTS) de Canal de Isabel II la realización de una prueba de penetración del conjunto de la solución ofertada, en caso de resultar adjudicatario.

- Documentación.

El adjudicatario pondrá a disposición de Canal de Isabel II la definición, el diseño y esquemas de los elementos, mecanismos y arquitecturas de seguridad y continuidad de negocio desplegadas sobre la infraestructura tecnológica y los procedimientos y procesos que soportan el Servicio, incluyendo:

- Activos de información, incluyendo el mapa y dependencias.
- Configuraciones.
- Procesos (conforme al proceso de documentación de procesos).
- Procedimientos técnicos.

- Disponibilidad, Recuperación, contingencia, crisis, continuidad de negocio y planes de salida.

De entre los diversos escenarios en los que sea necesario aplicar un plan de contingencia o incluso el de salida, por parte de Canal de Isabel II es de particular importancia la necesidad de identificar y retener, a alto nivel, las competencias básicas adecuadas a un nivel operativo dentro de Canal de Isabel II para que, in extremis, pueda tener la capacidad de reanudar el control directo de las actividades objeto del contrato. El adjudicatario debe por tanto hacer una propuesta de identificación de dichas competencias y capacidades. Además, el adjudicatario deberá facilitar el proceso de devolución de la información propiedad de Canal de Isabel II inherente a un cese o rescisión del contrato. Adicionalmente, se deberán aportar los certificados de destrucción segura emitidos por un prestador de servicios que acrediten la eliminación completa, irreversible y confidencial de datos o documentos, ya sean físicos o digitales que contengan información propiedad de Canal de Isabel II.

- **Concienciación.**

El adjudicatario deberá garantizar la adecuada formación, concienciación y capacitación del personal involucrado en la prestación del Servicio a Canal de Isabel II. Dicho personal deberá contar con formación y conocimientos específicos de las tecnologías involucradas en la prestación del Servicio, Seguridad de la Información y la legislación aplicable en el contexto del Servicio.

- **Cumplimiento normativo.**

- El adjudicatario, de conformidad con la Ley 12/2018, de 7 de septiembre, de seguridad de las redes y sistemas de información, se asegurará de que se satisfarán las obligaciones en relación con los incidentes de seguridad.
- Tal como se recoge en el PCAP, el adjudicatario debe contemplar el compromiso de devolución y/o destrucción (a elección de Canal de Isabel II) de toda la información propiedad de Canal de Isabel II recabada durante la ejecución de los Servicios.
- Si por la naturaleza del proyecto, Canal de Isabel II requiere del borrado y destrucción de cualquier soporte de información englobado dentro del alcance de los Servicios prestados; el adjudicatario deberá aplicar un procedimiento seguro de borrado y destrucción conforme a lo indicado en el Esquema Nacional de Seguridad en lo referente al borrado y destrucción de soportes de información.
- Asimismo, para cada borrado y destrucción realizada, el adjudicatario deberá entregar a Canal de Isabel II un certificado emitido por un prestador de servicios que acredite la eliminación completa, irreversible y confidencial de datos o documentos, ya sean físicos o digitales, que recogerá, al menos, los siguientes campos:
  - Fecha de recogida del material.
  - Personal proveedor encargado de la recogida y transporte.
  - Procedimiento detallado empleado en el borrado y destrucción realizada.
  - Fecha de la destrucción de la información.

- **Roles de seguridad.**

- **Responsable de Seguridad.**

El adjudicatario debe disponer de un Responsable de Seguridad para el proyecto con la adecuada formación y experiencia en gestionar el servicio tal y como establece el artículo 13 en su apartado 5 del ENS.

- **Responsable del Proyecto.**

El adjudicatario debe disponer de un Responsable del Proyecto.

- **Equipo de seguridad.**

El adjudicatario debe disponer de un completo equipo de seguridad que garantice el diseño, la construcción, configuración, monitorización, operación y administración de los controles de seguridad y privacidad para el correcto mantenimiento del nivel de riesgo aprobado por Canal de Isabel II.

- El adjudicatario debe entender y asumir que la responsabilidad fina de la Seguridad de los datos, recae en el Canal de Isabel II y, por designación de funciones dentro de ésta, en el Responsable de la Seguridad de Canal de Isabel II, motivo por el que deberá disponer de los procesos, normas, procedimientos, recursos, actividades, informaciones, registros, facilidades, herramientas y disposición de colaboración que faciliten al Responsable de la Seguridad de Canal de Isabel II, las tareas de supervisión, auditoría, gestión y notificación de incidentes de seguridad que se pudieran producir en relación con el Servicio.

- **En relación con las auditorías.**

- Canal de Isabel II podrá solicitar informes técnicos de auditorías, o cualquier otro documento relevante para evidenciar que se mantienen en todo momento los niveles de seguridad de los servicios que presta el adjudicatario durante toda la ejecución del contrato (por ejemplo: SSAE16, IASE 3402 SOC 2 Tipo II, etc.)
- Canal de Isabel II podrá realizar revisiones de seguridad y de continuidad de negocio, así como auditar los sistemas de información y procesos que traten, almacenen o gestionen información de su propiedad.
- El adjudicatario deberá proporcionar a Canal de Isabel II o a cualquier tercero designado a tal efecto por Canal de Isabel II y/o Autoridad de Control, acceso completo de la institución a las ubicaciones y centros de trabajo desde los que se presten los Servicios, incluyendo cualquier dispositivo, sistema, red y datos utilizados para la prestación de los Servicios contratados (derecho de acceso).
- La empresa adjudicataria deberá colaborar con Canal de Isabel II para dar cumplimiento a las obligaciones internas y externas de auditoría.
  - Canal de Isabel II se encuentra sujeta a diversas auditorías externas, ya sea por requerimientos regulatorios, legales, normativos, sectoriales, contractuales, etc. Es por ello por lo que Canal de Isabel II podrá solicitar al adjudicatario, sólo si es estrictamente necesario, su colaboración diligente con el fin de entregar las evidencias y participar en las entrevistas de auditoría.
  - Estas auditorías pueden responder a las siguientes necesidades:
    - Auditoría bianual (autoimpuesta).
    - Auditorías de terceros, entre otras, y no excluyentes:
      - IGAE.
      - Tribunal de cuentas.
      - Económico – Financiera.

- UIC.
- CNPIC.
- Auditorías extraordinarias.

- **Gestión de identidades y accesos.**

- El adjudicatario deberá establecer y desplegar mecanismos de control que garanticen el acceso restringido y adecuado (tanto lógico como físico) a la información propiedad de Canal de Isabel II. Cualquier acceso no explícitamente autorizado será prohibido.
- El adjudicatario deberá entregar a Canal de Isabel II un informe ejecutivo que describa las medidas de seguridad física implementadas para garantizar el control de acceso a las instalaciones (incluyendo CPDs u otras dependencias) desde las cuales se preste el servicio objeto del contrato.
- El adjudicatario deberá garantizar que el servicio cuenta con mecanismos de control en la autenticación.
- Los usuarios del adjudicatario que vayan a hacer uso de redes o sistemas de información propiedad de Canal de Isabel II, y/o vayan a acceder a información propiedad de Canal de Isabel II, deben estar dados de alta en los sistemas de Gestión de Identidad de Canal de Isabel II. Para ello, deberán proporcionar al responsable del proyecto de Canal de Isabel II los siguientes datos:
  - Nombre y dos apellidos.
  - Cuatro últimos dígitos del DNI/NIE.
  - Correo electrónico profesional.
- Los usuarios del adjudicatario dados de alta en los sistemas de Gestión de Identidad de Canal de Isabel II seguirán en todo momento todas las indicaciones de seguridad que se les transmitan desde Canal de Isabel II junto con sus credenciales de acceso.
- El adjudicatario deberá identificar los diferentes colectivos que harán uso de los activos de la información objeto del alcance del contrato que en principio son:
  - Personal del adjudicatario.
  - Personal subcontratado (o de la cadena de suministro de las IaaS, PaaS o SaaS).
  - Personal de Canal de Isabel II.
  - Clientes finales.
  - Dentro de estos colectivos se identificarán los usuarios privilegiados (administradores, auditores, seguridad, etc.) y los no privilegiados.
- El adjudicatario notificará con la mayor diligencia, y siempre por conducto del Responsable del Proyecto designado por la empresa, la desvinculación del personal propio previamente asignado a la prestación de los servicios, tan pronto dicho personal deje de formar parte del equipo de trabajo.
- Se prohíbe el uso de cuentas genéricas o compartidas. El adjudicatario deberá implementar controles técnicos y procedimientos de monitorización que permitan la detección, registro

y notificación de la creación y utilización de credenciales no asociadas de manera individualizada a un único usuario, para garantizar los principios básicos de acceso, la confidencialidad, la integridad y la trazabilidad establecidos en el Esquema Nacional de Seguridad y en otras normativas internacionales de seguridad de referencia (ISO/IEC 27001, etc.).

- **Cumplimiento del Reglamento Europeo de Inteligencia Artificial.**

- Si el producto o servicio contratado implica la utilización de sistemas o modelos de Inteligencia Artificial, el adjudicatario deberá cumplir con lo dispuesto en el Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial, y normativa de desarrollo, tanto la vigente en el momento del contrato como la que pudiera ser de aplicación durante la duración del mismo y, en todo caso, deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - Asignará e indicará a Canal de Isabel II quien tiene las funciones y responsabilidades técnicas y operativas y proporcionará la dirección y apoyo claros sobre el uso de los sistemas de IA y la aplicación de la ley de protección de datos.
  - En el caso de que se traten datos de categoría especial, en aplicación del art. 10.5 letra f) del RIA, "los registros de las actividades de tratamiento de conformidad con los Reglamentos (UE) 2016/679 y (UE) 2018/1725 y la Directiva (UE) 2016/680, deben incluir las razones por las que el tratamiento de categorías especiales de datos personales es estrictamente necesario para detectar y corregir sesgos, y por las que ese objetivo no puede alcanzarse mediante el tratamiento de otros datos". Se solicitará al proveedor explicación de tales razones.
  - Documentará las finalidades para el uso de datos personales en cada etapa del ciclo de vida de la IA, y en caso de que se utilizaran para otras finalidades distintas a las originalmente definidas, aportará evaluación analizando si son compatibles con la finalidad originalmente perseguida. Cada una de dichas etapas, en su consideración individualizada, deberá cumplir con los requisitos del RGPD en materia de privacidad. A modo de ejemplo, para facilitar esta información, el adjudicatario puede utilizar la tabla del ciclo de vida del dato de la ISO 29134:2017.



■

	<b>Fase del ciclo de IA:</b> [CONCEPCIÓN/ DISEÑO Y DESARROLLO/ VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN/ DESPLIEGUE/ OPERACIÓN Y MONITORIZACIÓN/ REEVALUACIÓN/ RETIRADA]			
	<b>Interesado</b>	<b>Responsable</b>	<b>Encargado</b>	<b>Tercero</b>
<b>Recogida</b>				
<b>Almacenamiento</b>				
<b>Uso</b>				
<b>Transferencia</b>				
<b>Eliminación</b>				

- El adjudicatario garantizará que cuenta con una base de legitimación válida para tratar datos personales en cada una de las fases.
- El adjudicatario garantizará que se han aplicado técnicas de desidentificación a los datos de entrenamiento antes de extraerlos de su fuente y compartirlos con Canal de Isabel II. En caso de no aplicar tales técnicas, el adjudicatario garantiza que dichos datos han sido obtenidos lícitamente.
- El adjudicatario entregará, mediante una evaluación de impacto (EIPD), las diferentes formas en que el sistema de IA podría generar resultados discriminatorios, erróneos o injustificado, incluyendo en ese caso medidas técnicas y organizativas adecuadas para mitigar o gestionar esos riesgos de manera continua.
- El adjudicatario documentará y evaluará los requisitos de explicabilidad y transparencia, considerando el sector o caso de uso en el que vaya a desplegarse el sistema de IA.
- El adjudicatario documentará y evaluará qué datos se consideran necesarios para asegurar un conjunto de datos de entrenamiento representativo, confiable y relevante. El proveedor se compromete a informar a Canal de Isabel II, y en su caso, corregir, cualquier característica del conjunto de datos del entrenamiento que requiera ajustar el sistema con suficientes casos de uso.
- El adjudicatario deberá entregar descripción de cómo pueden facilitarse las solicitudes de derechos de los interesados en materia de protección de datos a lo largo del ciclo de vida del sistema de IA donde se traten datos personales.

- El adjudicatario documentará y evaluará cuándo ha previsto una revisión humana significativa en la cadena de decisiones, quién realizará dicha revisión y qué información adicional tendrá en cuenta a la hora de tomar la decisión final.
- El adjudicatario asegura haber establecido un entorno de experimentación y prueba controlado en la fase de desarrollo y previa a la comercialización del sistema.

Firma:

Firma:

Firmado electronicamente por: Antonio  
Lastra de la Rubia  
En la fecha y hora 13.03.2026 13:20:38 CET

Firmado electronicamente por: Jaime Flores  
Cabeza  
En la fecha y hora 13.03.2026 13:42:12 CET

Antonio Lastra de la Rubia  
Jefe de Área Desarrollo de la Innovación

Jaime Flores Cabeza  
Subdirector de I+D+i

VºBº

Firmado electronicamente por: JUAN  
SÁNCHEZ GARCÍA  
En la fecha y hora 16.03.2026 10:25:27 CET

Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería

## **APÉNDICE 1. EJEMPLOS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO CLASIFICADOS SEGÚN SU COMPLEJIDAD.**

## CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO ATENDIENDO A SU COMPLEJIDAD.

El trabajo a desarrollar contempla implementar la herramienta de control en tiempo real en diferentes sistemas de saneamiento. Según las características propias de cada uno de estos sistemas, la complejidad que comportará el desarrollo de esta solución y su puesta en servicio podrá ser diferente. Para tener en cuenta esta circunstancia, en el cuadro de precios de la presente licitación se han establecido tres unidades presupuestarias diferentes. Por una parte, se establece una partida para la implementación de la solución en el sistema Manzanares. Por presentar una envergadura y dificultad en su operación muy superior al resto, se contempla como un caso singular. Además, como escenario hipotético de valoración, se contempla llevar a cabo la implementación y validación de la herramienta en 4 sistemas de complejidad intermedia, así como en otros 2 sistemas de topología más sencilla.

En general la complejidad de un sistema de saneamiento, desde el punto de vista de su operación, va ligada al número de compuertas, bombeos y demás actuadores sobre los que hay poder de decisión en su maniobra. Sin embargo, también pueden influir otras variables como pueden ser la superficie de cuenca o la longitud de colectores, el número de tanques de retención y su capacidad de almacenamiento, la magnitud del caudal circulante, el tiempo de respuesta ante un evento de precipitación, etc. De cara a que el ofertante pueda hacer su valoración económica y de alcance de los trabajos, se incluye a continuación una descripción de las características principales de un conjunto de sistemas de saneamiento, escogidos a modo de ejemplo, y clasificados como de complejidad baja e intermedia, así como del propio sistema Manzanares.

### **1. Sistemas de saneamiento clasificados como de complejidad baja**

Como ejemplos representativos de esta categoría se presentan los sistemas de saneamiento de Endrinal y Galapagar-Torrelodones. Se trata de sistemas que dan servicio a municipios localizados en zonas eminentemente rurales, alejados entre sí y con densidades de población reducidas. A continuación, se presentan sus características principales:

	SUPERFICIE (KM2)	Nº EBAR	Nº ALIVIADEROS	Nº POZOS	Nº TANQUESº	Nº EDAR	LONG. COLECTORES
<b>Sistema Galapagar- Torrelodones</b>	76	9	20	3928	1	1	137
<b>Sistema Endrinal</b>	167	13	39	1443	2	1	522

### **2. Sistemas de saneamiento clasificados como de complejidad intermedia**

Se corresponde con sistemas localizados en la periferia de la ciudad de Madrid. Dan servicio a municipios densamente poblados y de tamaño considerable. Como ejemplos representativos de esta categoría se presentan los sistemas de saneamiento de Casaquemada, Navalcarnero y Soto Gutiérrez. Cuentan con un mayor número de

tanques de retención que los sistemas de complejidad sencilla. A continuación, se presentan sus características principales:

	SUPERFICIE (KM2)	Nº EBAR	Nº ALIVIADEROS	Nº POZOS	Nº TANQUESº	Nº EDAR	LONG. COLECTORES
<b>Sistema Casaquemada</b>	118	3	27	8226	3	1	331
<b>Sistema Navalcarnero</b>	180	11	55	15205	12	1	628
<b>Sistema Soto Gutiérrez</b>	218	4	14	11938	12	1	479

### **3. Sistema Manzanares**

Se trata del sistema de saneamiento que recoge la mayor parte de los caudales transportados por la red de drenaje urbana de Madrid (así como de algunos municipios limítrofes). Cuenta con un total de cinco EDAR dispuestas en cascada, de manera que los excedentes no tratados por las plantas situadas en cabecera pueden enviarse a las situadas aguas abajo. El sistema dispone también de numerosos tanques de tormenta, cuya capacidad de almacenamiento total es de 1,2 hm<sup>3</sup>, así como de varios baipases que permiten conectar las cuencas vertientes de las dos márgenes del río Manzanares, cauce receptor de las descargas del sistema de saneamiento producidas en episodios de lluvia. A continuación, se resumen sus características principales:

	SUPERFICIE (KM2)	Nº EBAR	Nº ALIVIADEROS	Nº POZOS	Nº TANQUESº	Nº EDAR	LONG. COLECTORES
<b>Sistema Manzanares</b>	504	19	283	173009	47	6	6146

**APÉNDICE 2. CONDICIONES PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED CORPORATIVA DE  
DATOS DE CANAL DE ISABEL II, SOCIEDAD  
ANÓNIMA, M.P.**

## **CONDICIONES PARA LA CONEXIÓN A LA RED CORPORATIVA DE DATOS DE CANAL DE ISABEL II, S.A. POR PARTE DE CONTRATISTAS.**

El adjudicatario queda obligado a realizar una conexión privada a la Red Corporativa de Datos (en adelante, RCD) de Canal de Isabel II, Sociedad Anónima, M.P. (en adelante, Canal de Isabel II) para la realización de aquellos trabajos contemplados dentro del alcance del presente contrato que lo requieran. El adjudicatario, por tanto, deberá asignar un recurso técnico especializado en redes de datos y comunicaciones, que se responsabilice, en el ámbito de la prestación de los servicios asociados al contrato de prestación de servicios, de la configuración y mantenimiento de la parte de la infraestructura de comunicaciones entre el adjudicatario y Canal de Isabel II que sea responsabilidad del adjudicatario, al objeto de garantizar el cumplimiento de estas condiciones de conexión, la cual se realizará bajo los siguientes condicionantes obligatorios:

### **1. Conexión única del operador de comunicaciones con la RCD de Canal de Isabel II.**

El operador de comunicaciones elegido por el adjudicatario para la puesta en marcha de la conexión de la misma con Canal de Isabel II entregará en un único punto tanto la totalidad del tráfico gestionado del propio adjudicatario como el de las otras empresas colaboradoras que conecten a través de dicho único punto con Canal de Isabel II. Esto es, si el operador de comunicaciones elegido por el adjudicatario ya presta servicio a alguna otra empresa colaboradora de Canal de Isabel II, la nueva conexión deberá utilizar la infraestructura física existente en Canal de Isabel II para generar la nueva conexión, sin que sea necesaria la instalación de nuevo equipamiento físico ni la realización de ninguna actividad en las dependencias de Canal de Isabel II. La utilización de infraestructura común por parte de las distintas empresas colaboradoras no supone la disponibilidad de conexión entre las mismas, siendo el objeto la conexión privada uno a uno de cada una de las empresas colaboradoras con Canal de Isabel II. En caso de que el operador no preste en la actualidad este servicio a ninguna empresa colaboradora, podrá realizar la conexión a la RCD de Canal de Isabel II, teniendo en cuenta la casuística expuesta para futuras conexiones de otras posibles empresas colaboradoras. El operador de comunicaciones preservará la privacidad de las comunicaciones con la RCD de Canal de Isabel II y, en especial, entre las diferentes empresas colaboradoras a las que pudiera dar servicio con la misma infraestructura.

En caso de que el contrato sea adjudicado a una Unión Temporal de Empresas (UTE), se presentará igualmente una única conexión a Canal de Isabel II, y serán las empresas que forman la UTE las que deberán coordinarse entre ellas y realizar las acciones que sean necesarias para garantizar que la prestación de los servicios contratados por parte de Canal de Isabel II se realice exclusivamente a través de dicha conexión única.

Cada conexión única a Canal de Isabel II va ligada a un único contrato. No se permitirá que un contratista con más de un contrato con Canal de Isabel II comparta una misma conexión para contratos distintos, salvo autorización expresa de los responsables en Canal de Isabel II de cada uno de los contratos y la presentación de un informe que garantice que las características de la línea (ancho de banda, latencias etc.) y que las características de conexión de las operativas de los distintos contratos hacen que no haya afección posible entre los mismos.



La conexión única principal con Canal de Isabel II deberá entregar el tráfico a la RCD de Canal de Isabel II en la siguiente dirección:

Oficinas Centrales Canal de Isabel II, Sociedad Anónima, M.P.  
C/ Santa Engracia 125  
Edificio 4

## **2. Conexión de *backup*, contingencia o respaldo con la RCD de Canal de Isabel II.**

Si por parte del servicio de Canal de Isabel II responsable del adjudicatario se identificara que el servicio contratado es crítico, o tuviera unos requisitos de disponibilidad altos (por ejemplo, 24x7), el adjudicatario quedará obligado a provisionar una segunda línea de comunicación con Canal de Isabel II a través de otro operador de comunicaciones distinto del seleccionado para la línea de comunicación principal, y en los mismos términos identificados en el punto 1. "Conexión única del operador de comunicaciones con la RCD de Canal de Isabel II", con el objeto de disponer de una línea adicional de *backup*, contingencia o respaldo, y poder así garantizar la disponibilidad de las comunicaciones.

La conexión de *backup* con Canal de Isabel II deberá entregar el tráfico a la RCD de Canal de Isabel II en la siguiente dirección:

Polígono Industrial El Carralero (Majadahonda)  
ETAP Majadahonda  
Edificio Espejo

## **3. Direccionamiento IP.**

El adjudicatario se adecuará a los rangos de direccionamiento IP privados establecidos por Canal de Isabel II. Se establecerá por parte de Canal de Isabel II un rango IP compatible, en el que el adjudicatario se integrará en la RCD de Canal de Isabel II. Si fuera necesaria la aplicación de traducción de direcciones (NAT) ésta será responsabilidad exclusiva del adjudicatario, bien con medios propios o bien a través de la capacidad de la línea contratada con el operador de comunicaciones elegido por el adjudicatario.

## **4. Monitorización de la conexión.**

La línea de comunicaciones deberá estar dimensionada conforme a los trabajos y servicios que se prestan en el alcance del contrato, permitiendo una prestación eficiente de los mismos. El adjudicatario deberá facilitar la información básica del dimensionamiento y de los requisitos de las conexiones: N.º de conexiones, ancho de banda, latencia, errores físicos de red, etc.

El cumplimiento de estos parámetros de dimensionamiento deberá ser monitorizado por el adjudicatario y, como parte de los informes de servicio mensuales, el adjudicatario deberá facilitar un informe de uso de las conexiones que incluya, al menos, las siguientes gráficas de uso de la red a lo largo del mes:

- N.º de conexiones establecidas (entrante/saliente)
- Ancho de banda consumido (entrante/saliente)
- Latencias
- Errores de red (físicos)

Adicionalmente se deberá hacer una auditoría de forma periódica (al menos, 2 veces al año) donde se compruebe el cumplimiento efectivo de los requisitos de conectividad en base al dimensionamiento realizado en el proyecto, tanto en la línea principal como en las de backup, en caso de existir. El adjudicatario deberá facilitar un informe con los resultados de la auditoría en el que se compruebe el cumplimiento de los parámetros del dimensionamiento y de los requisitos de las conexiones.

El adjudicatario tiene la obligación de asegurar el correcto estado de la conexión por parte del operador de telecomunicaciones en todas sus líneas de comunicación (principal y de backup, en caso de existir). El adjudicatario está obligado a realizar las comprobaciones oportunas con el operador ante cualquier posible problema de acceso a los sistemas de Canal de Isabel II, proporcionando las evidencias de que el tráfico se entrega en el extremo de Canal de Isabel II y que parte de la interfaz del *router* de operador que conecta con el extremo de Canal de Isabel II. Solo si tras las pruebas realizadas hay evidencia de que no es un problema del operador, se trasladará la incidencia a los técnicos de Servicios de Red y Accesos de Canal de Isabel II, y siempre a través del responsable de contrato en Canal de Isabel II.

Canal de Isabel II se reserva el derecho de monitorizar la línea de comunicaciones solicitada por el adjudicatario. Para ello se debe garantizar el acceso de consulta SNMP a los *routers* en extremos (no a los *routers* que pudieran componer la propia red del operador de telecomunicaciones) dedicados a la conexión con Canal de Isabel II.

## **5. Contacto.**

En caso de duda sobre alguna de las condiciones reflejadas en este documento, el adjudicatario puede dirigir sus consultas o dudas, haciendo referencia a los apartados de este documento, exclusivamente a su responsable o interlocutor en Canal de Isabel II, quien se encargará de tramitarlas de forma interna.

Una vez finalizada las prestaciones del contrato, el adjudicatario estará obligado a solicitar la baja del servicio con el operador de telecomunicaciones, y ha de informar al responsable o interlocutor del contrato en Canal de Isabel II una vez se haya producido la baja efectiva del servicio, quien a su vez informará internamente a las áreas de Canal de Isabel II involucradas en la prestación del servicio.