

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR
EN LA CONTRATACIÓN DE SUMINISTROS PARA EL
PROYECTO NITRA SOBRE EL ESTUDIO DE LOS FACTORES
QUE CONDICIONAN LA PRESENCIA DE NITRITOS EN LA RED
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE CANAL DE ISABEL
II, S.A. M.P.**

**PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE
CRITERIOS**

CONTRATO Nº 102/2025

LICITACIÓN ELECTRÓNICA

MESA PERMANENTE DE CONTRATACIÓN

Área: Área de Fomento de la Innovación. Subdirección de I+D+i

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL CONTRATO	4
2.	ANTECEDENTES.	4
3.	INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE.....	5
3.1.	Sistema de Información geográfica	5
3.2.	Modelo matemático hidráulico.....	6
3.3.	Sistema de telecontrol	6
3.4.	Datos de consumo.....	6
3.5.	Registro de avisos, incidencias y trabajos	6
3.6.	Datos de calidad	6
4.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	7
4.1.	Fases del trabajo	7
4.1.1.	Trabajo previo.....	7
4.1.2.	Planificación de los trabajos.	7
4.1.3.	Trabajo de campo.....	8
4.1.4.	Modelos predictivos de aparición de nitritos	9
4.1.5.	Análisis de la información e identificación de factores relevantes	10
4.1.6.	Informes de actuaciones mitigadoras.....	10
4.1.7.	Informe final	10
4.2.	Resumen de tareas principales	11
4.3.	Entregables finales	12
5.	REQUISITOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN EN CONTINUO	12
6.	CONTENIDO DE LA OFERTA TÉCNICA	13
7.	INFORMES PARCIALES Y FINALES.....	14
8.	MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.	14
9.	ESCENARIO HIPOTÉTICO.	14

10.	MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS	15
11.	SEGURIDAD INFORMÁTICA	15
12.	MEDIDAS AMBIENTALES	24

1. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato es tanto el suministro e instalación de equipos como el posterior estudio que permita identificar cuáles son los factores más relevantes en la degradación de la calidad del agua potable y a partir de ello definir las posibles medidas mitigadoras, recomendaciones y metodología para prevenir la aparición de nitritos en la red. Para ello en este proyecto se analizarán en detalle los factores en dos zonas específicas de la red de abastecimiento, y a partir de su estudio individual y en conjunto, se extraerán conclusiones que permitan mejorar la calidad del agua de consumo.

El estudio estará basado en un análisis multifactorial a partir de toda la información que se recopile en campo para cada zona y a partir de la elaboración de modelos predictivos de la calidad del agua utilizando técnicas de *Machine Learning* e inteligencia artificial. En campo se identificarán y se recopilarán datos de todas las variables físicas, operacionales y otros factores que se estimen con posibilidad de interferir en la formación de nitritos en redes de abastecimiento, y se analizarán en comparación con los datos de calidad realmente medidos y calculados en distintos puntos internos de la zona. Se requerirá, por tanto, tratar estadísticamente un volumen importante de información en tiempo real sobre la red y series históricas de datos de calidad. Finalmente se efectuará un análisis comparativo de los resultados obtenidos en ambas zonas para poder generalizar las conclusiones y proponer las recomendaciones.

Los datos de calidad se obtendrán a partir de los distintos puntos de control existentes en Canal de Isabel II, S.A. M.P. (en adelante, “Canal”) como estaciones de vigilancia automática y muestreos fijos disponibles en cada zona, pero además se emplearán sensores capaces de medir en continuo diferentes parámetros de calidad del agua y sensores que detecten la formación de biofilm.

El desarrollo tecnológico ha permitido la actual introducción en el mercado de sensores específicos que permiten detectar con precisión la presencia de nitritos y nitratos, que serán a su vez instalados en las zonas de estudio para su análisis en continuo.

Una vez seleccionados todos los sensores necesarios para la medición en tiempo real y determinada la ubicación más adecuada para su implantación, se instalarán en la red objeto del estudio y se recopilará información durante al menos dos años para tener un registro histórico suficiente.

El contrato incluirá la identificación de variables de interés, la selección e instalación de los sensores y su puesta en marcha, la toma de datos en continuo durante al menos dos años, el desarrollo de modelos predictivos de calidad de agua potable en red con técnicas de *Machine Learning* e Inteligencia Artificial, el análisis de resultados posterior y la elaboración de recomendaciones para Canal.

A través de este proyecto se podrán identificar las variables más significativas que condicionan la presencia de nitritos en la red de abastecimiento para minimizar su impacto y dar un paso adelante en la búsqueda de soluciones que aseguren la calidad del agua en el punto de consumo, la protección de la salud pública y el cumplimiento de la normativa vigente.

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán la ejecución de los trabajos para el proyecto.

2. ANTECEDENTES.

Uno de los grandes retos para Canal es garantizar la calidad del agua potable en todos los puntos de consumo. En la actualidad la empresa gestiona una red de abastecimiento de 18.000 km en 178 municipios de la Comunidad de Madrid con características muy diversas en cuanto a diámetros, materiales, estado de conservación, etc., que pueden influir sobre la calidad que llega al usuario final. Pero además las características del agua a la salida de la planta pueden ser distintas dependiendo del origen del agua bruta, de la zona de estudio y del tipo de tratamiento.

El método de desinfección empleado en la empresa se basa en el cloro combinado, la monoclорamina, siendo uno de los pocos sistemas que utilizan este método de desinfección, mientras que la mayoría emplean el cloro libre.

Las monoclорaminas son un sistema de desinfección eficaz y estable. Ofrece un nivel de desinfección inferior al cloro libre, pero más estable en el tiempo, factor clave para una red tan larga y compleja como la de Canal.

La monoclорamina destaca por la menor formación de subproductos de la desinfección; sin embargo, presenta ciertos inconvenientes frente al cloro residual libre como el menor poder oxidante y bactericida y la posible aparición de procesos de nitrificación.

El desarrollo de bacterias nitrificantes puede verse afectado por diferentes factores como el exceso de amoníaco libre, un bajo nivel de cloro residual, el aumento en el tiempo de retención y la temperatura, entre otros. Sin embargo, los factores a analizar son muy diversos, y pueden estar correlacionados (Amado et al., 2019) (Ramírez, 2005) (Vikesland et al., 2001) (Li et al., 2021).

Realizar una gestión adecuada del sistema para evitar la presencia de nitritos en zonas de la red y en distintas épocas del año, principalmente cuando las temperaturas son más elevadas, es importante para Canal, siendo necesaria la puesta en servicio de recloradoras o la instalación de nuevas en zonas en las que no las hay.

Canal realiza un seguimiento de la calidad del agua potable tomando multitud de datos de calidad en diferentes puntos de control y dispone de un registro amplio de datos en el tiempo. Sin embargo, en la actualidad la información relativa a los nitritos y nitratos generalmente se obtiene a partir de la toma de muestras de agua mediante un técnico de campo que se desplaza a cada punto para que posteriormente se analicen en laboratorio. Esta forma de obtener datos del proceso de nitrificación en red tiene un coste muy elevado y sólo aporta un valor puntual de los nitritos en red, que en el mejor de los casos sería diario, lo que resulta algo escaso para poder realizar un estudio estadístico de la información.

Dado que en la actualidad el desarrollo tecnológico ha permitido la aparición en el mercado de equipos automatizados para la detección in situ, en tiempo real y simultánea de nitritos y nitratos, con los que se pueden tener datos en continuo con gran precisión, y haciendo uso de la IA en la generación de modelos a través de *Machine Learning* se abre la posibilidad de avanzar en el conocimiento sobre la formación de nitritos en la red de abastecimiento a partir de datos reales y posibilitar un control más exhaustivo de la calidad del agua potable.

En este contexto, de cara a garantizar la calidad del agua potable a todos sus clientes, Canal quiere llevar a cabo un proyecto que permita estudiar y analizar con mayor detalle los factores que influyen en la formación de nitritos en la red de abastecimiento mediante un sistema de sensores en continuo y establecer modelos predictivos de aparición de nitritos que permitan adoptar las medidas necesarias.

3. INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE

A continuación, se detalla la información de Canal que se considera de utilidad para la realización del trabajo. Todos los datos disponibles serán aportados por el director del proyecto de Canal al adjudicatario, que se compromete a cumplir con la Cláusula 10.4. "Confidencialidad, información no publicable y protección de datos", establecida en el Anexo I al PCAP de la presente licitación.

3.1. Sistema de Información geográfica

Canal dispone de un Sistema de Información Geográfica (SIG) corporativo GAMBA, de la totalidad de su red de distribución y transporte y los elementos que la integran en formato ArcGis® 10.8.1 de ESRI o posterior. En él se encuentran reflejados los elementos que componen el sistema de abastecimiento, con representación de su ubicación geográfica, topología y principales características físicas: longitud, diámetro, material, año de instalación, fabricante, rugosidad hidráulica, etc., si bien no todos los datos están completos al 100%.

3.2. Modelo matemático hidráulico

Canal cuenta con modelos hidráulicos detallados de toda la red de aducción, transporte y distribución en formato InfoWorks Pro 2023.0 (o posterior), enlazado con el SIG corporativo GAMBA (ArcGIS® 10.8.1 de ESRI o posterior), en los que figuran las características hidráulicas, físicas y topológicas de todos los elementos que la componen.

3.3. Sistema de telecontrol

Las Bases de Datos de telecontrol proporcionan información sobre caudales reales registrados, en los equipos de medida de presión y caudales en los orígenes de los sectores, o en otros puntos relevantes de red, alturas de lámina en depósitos, estado de válvulas estratégicas, datos de pluviometría, temperaturas, etc.

3.4. Datos de consumo

La información de los datos de consumo de los clientes individuales proviene del sistema GRECO. La geolocalización de estos datos se realiza vinculando cada contrato con el punto de acometida que está en el SIG.

Se disponen de datos de lecturas bimestrales de cada contrato. Actualmente se está llevando a cabo el despliegue de un sistema de telelectura de contadores. Esto permitirá tener una vez al día los datos horarios de los consumos.

3.5. Registro de avisos, incidencias y trabajos

La herramienta corporativa GAYTA contiene el registro histórico de avisos e incidencias por averías o problemas de calidad ocurridas en la red.

También contiene la información referente a trabajos programados, como por ejemplo la programación de maniobra de válvulas de corte y desagües, y trabajos en ejecución, así como las maniobras en curso de todo tipo y origen.

3.6. Datos de calidad

Para la supervisión y optimización de la calidad del agua de consumo humano que circula por el interior de esta red de abastecimiento se dispone de:

- Estaciones de Vigilancia Automática (EVAs) que miden en continuo los parámetros de calidad en puntos estratégicos de la red de abastecimiento.
- Puntos de muestreo fijos georreferenciados distribuidos por toda la red.
- Estaciones Recloradoras/Recloraminadoras, en puntos internos de la red.

La información de los parámetros de calidad se encuentra registrada en la fuente de datos LIMS y parte de la información llega al sistema de Telecontrol de la empresa.

En el caso de información en forma de series temporales e históricas, se facilitarán los datos y el rango de fechas que se estimen necesarios para el alcance de los trabajos objeto de este contrato, previa justificación por parte del contratista.

Las ofertas indicarán toda la información adicional, apoyo y colaboración que se precisen por parte de Canal para la realización de los trabajos objeto de este pliego, entendiendo que todo lo que no se indique expresamente en la oferta, correrá a cargo de la empresa adjudicataria.

4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.

En este apartado se describen los trabajos objeto del contrato, detallándose las características funcionales a tener en cuenta para este proyecto y los requerimientos técnicos que deben cumplir los equipos para adaptarse a las circunstancias específicas de Canal. Las referidas tareas deben entenderse como requisitos mínimos pudiendo los licitadores mejorarlos en sus ofertas. Las propuestas que ofrezcan características inferiores no serán tomadas en consideración en el presente procedimiento de adjudicación.

El adjudicatario deberá desarrollar y aportar los conocimientos, metodologías y herramientas necesarias para asegurar el resultado óptimo del proyecto.

En este contrato, y en colaboración con los técnicos de Canal, se seleccionarán dos zonas diferenciadas de la red dentro del ámbito de la Comunidad de Madrid en las que se haya detectado presencia de nitritos. Estas zonas deberán ser preferiblemente sectores aislados, en los que se pueda conocer el origen del agua y trazar su recorrido por la red de abastecimiento de agua potable.

Para cada una de las zonas seleccionadas se realizará un estudio completo en el que se identificarán las características del agua en el origen, a la salida de la planta y en determinados puntos intermedios de la red de abastecimiento de estudio (en la que se haya detectado un fallo de calidad) para estudiar cómo han evolucionado los parámetros de calidad medidos y en qué medida los distintos factores químicos, físicos y operacionales de la red han podido influir.

El estudio pormenorizado de cada una de estas zonas y el estudio comparativo entre ambas permitirá evidenciar qué parámetros pueden tener una incidencia más o menos directa sobre la aparición de nitritos en la red de abastecimiento. Y a partir de esta información se podrán desarrollar estudios estadísticos, modelos predictivos de aparición de nitritos en red basados en Inteligencia Artificial y otros estudios con recomendaciones y medidas de mitigación aplicables a la red de abastecimiento de Canal para mejorar la gestión el proceso de desinfección y con ello la calidad del agua potable.

4.1. Fases del trabajo

El proyecto comprende las siguientes fases de trabajo:

4.1.1. Trabajo previo

En primer lugar, es preciso llevar a cabo una tarea de identificación de las dos zonas de la red de abastecimiento con problemas de calidad del agua potable. Para ello el adjudicatario deberá desarrollar con detalle un listado de los factores que podrían influir a priori y estudiar la información de partida proporcionada por Canal, para proponer las zonas de la red de abastecimiento con presencia de nitritos que puedan ser más representativas o interesantes. Estas zonas deberán ser aprobadas por la Dirección del proyecto de Canal.

4.1.2. Planificación de los trabajos.

Una vez seleccionadas las zonas de estudio, el adjudicatario deberá proponer un Programa de muestreo y sensorización en cada zona para el correcto análisis de la calidad del agua potable y de su evolución en su recorrido por la red de abastecimiento de cada caso particular.

En el Programa de muestreo y sensorización se deberán definir de forma justificada:

- Variables a medir: se deberán tener en cuenta datos físicos como tipología de la red (si es mallada o ramificada), longitud de tubería, edad y material, parámetros químicos asociados al origen del agua y tipo de tratamiento como pH, concentración de nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, cloro residual, dureza, o temperatura, entre otros, y operacionales como incidencias y trabajos en red, gestión de la altura de lámina de agua y limpieza de depósitos, distancia al punto de cloración/tiempo de estancia, variación de consumos estacional y semanal, presencia de biofilm, etc.
- Equipos de medición en continuo a emplear: identificando las características y el número de equipos necesarios en cada zona, y su localización exacta en la red mediante mapas de la zona indicando en ellos el código de identificación GIS cuando sea posible y el nombre de las calles aledañas, o algún otro elemento que sirva de referencia para la localización en campo.
- Programa de monitoreo de la calidad del agua potable, incluyendo la frecuencia de muestreo de los equipos para garantizar la representatividad temporal que facilite el análisis de tendencias.
- Programa de verificación de las medidas registradas: indicando la frecuencia y metodología para la comprobación de que los equipos están midiendo correctamente y mantienen una precisión adecuada, ya sea mediante el control remoto de los mismos, mediante el empleo de patrones de verificación in situ o mediante la toma de muestras de control para analizar en laboratorio.
- Planificación del estudio: definiendo el cronograma para la instalación de los sensores y el plazo de registro de información necesario para obtener resultados concluyentes, fijándose un plazo mínimo de registro de parámetros de calidad de dos años para cada zona.
- Calidad de datos: Validar y depurar los datos obtenidos para evitar errores de medición y garantizar consistencia en las observaciones.

El Programa de muestreo y sensorización será presentado a Canal que en el plazo tres semanas desde la selección de la zona de estudio, debiendo ser revisado y aprobado por la Dirección del proyecto de Canal.

4.1.3. Trabajo de campo.

Una vez aprobado este Programa de muestreo y sensorización por parte del Canal, confirmando las ubicaciones precisas para la instalación de los equipos de medida de forma previa a la visita de campo por parte del adjudicatario de los trabajos, se procederá a la instalación de los equipos y al registro y toma de muestras en los plazos y condiciones fijadas.

El adjudicatario se encargará del suministro, instalación y mantenimiento de los equipos de medición en continuo durante el tiempo de muestreo del contrato, incluyendo la caja de conectividad, tarjeta SIM, cableado, acceso a la plataforma en la nube para recopilación de datos, procesamiento, alarmas y visualización de la información. Asimismo, deberá ejecutar cuantas obras auxiliares sean necesarias para su montaje.

De forma complementaria a lo anterior, el adjudicatario también será responsable de programar y efectuar las actuaciones periódicas necesarias para la verificación de la precisión de los equipos.

Teniendo en cuenta al Alcance del contrato, el adjudicatario deberá suministrar, en su caso, 10 equipos de medición en continuo de parámetros de calidad con al menos 6 analizadores cada uno, 10 equipos de detección de nitritos que registren la información con una frecuencia mínima de 24 medidas por día y transmisión GPRS con seguimiento de tipo “online”, y 10 equipos de detección de biofilm en continuo con conectividad NB-IoT, adecuada para zonas de cobertura limitada, y seguimiento de tipo “online”.

Con estos equipos se deberá abarcar cada zona de estudio identificada, que será analizada con un mínimo de 15 equipos. No obstante, estas reglas de cantidad se verán modificadas, por exceso o por defecto, en función del tamaño de la zona de estudio, información adicional disponible y grado de complejidad de la misma, todo ello dentro del alcance máximo del contrato.

Si por algún motivo, no resultara posible la instalación de los equipos de medición en continuo en la ubicación acordada con el Canal, el adjudicatario deberá proponer una alternativa justificando los motivos del cambio.

Una vez instalados y calibrados los equipos en cada zona, se deberá aportar a Canal un primer informe con los datos recopilados durante el primer mes de registro para verificar que los equipos están funcionando adecuadamente.

Para el seguimiento de su funcionamiento, el adjudicatario deberá elaborar Informes parciales de campo trimestrales en el que se recojan los primeros resultados acumulados y se haga un análisis preliminar de la información recopilada.

Cuando concluya el periodo de estudio se deberá efectuar para cada zona:

- Estudio de calidad de datos: el objetivo es validar y depurar los datos obtenidos para evitar errores de medición y garantizar consistencia en las observaciones.
- Informe final de campo: con los resultados y principales conclusiones tras el análisis de la totalidad de la información recopilada.

Por último, una vez finalizado el periodo de estudio objeto de este Pliego, el adjudicatario dejará en buen estado operativo y de calibración todos los equipos instalados, y serán integrados en el sistema de monitorización de la empresa.

4.1.4. Modelos predictivos de aparición de nitritos

En paralelo a los trabajos de campo de cada zona de estudio, el adjudicatario deberá proceder al desarrollo de modelos predictivos de aparición de nitritos para las dos zonas identificadas de la red mediante un software de cálculo adecuado, aplicando metodología de *Machine Learning* e Inteligencia Artificial. Los modelos deberán ser calibrados con los datos obtenidos en campo, y para ello, Canal suministrará los modelos matemáticos hidráulicos de la zona según el apartado 3.2.

El licitador deberá presentar una metodología en la que se describan los modelos predictivos de aparición de nitritos a realizar y los escenarios contemplados, así como el software comercial en el que se desarrollarán. Los escenarios planteados deberán referirse a condiciones normales de operación en los distintos periodos anuales, y deberán ser aprobados y validados por parte del Canal.

Tras el desarrollo de los modelos de predicción, el adjudicatario deberá presentar un Informe de modelización para cada zona estudiada con los resultados obtenidos. Este informe se podrá presentar de manera conjunta con el informe final de campo y los modelos de cálculo en formato digital se adjuntarán a los informes correspondientes para su verificación.

4.1.5. Análisis de la información e identificación de factores relevantes

Una vez recopilada toda la información indicada en el Programa de muestreo y sensorización de cada zona y desarrollados los modelos predictivos de aparición de nitritos, el adjudicatario procederá al procesamiento y análisis estadístico de los datos físicos, químicos y parámetros operacionales.

Deberá efectuar una caracterización completa de la calidad del agua y de cómo es su evolución con la distancia y tiempo de permanencia en la red, un análisis temporal de la presencia de nitritos en cada zona con el propósito de identificar posibles tendencias y patrones temporales sobre el comportamiento de nitritos en el agua, y finalmente desarrollar el estudio de correlaciones con los posibles factores condicionantes de cada zona a través de herramientas de estadística avanzada e inteligencia artificial.

Asimismo, para cada zona de estudio y a partir de los modelos predictivos desarrollados para los diferentes escenarios posibles, se deberá realizar un análisis técnico en el que se valore el riesgo o probabilidad de presencia de nitritos ante los escenarios planteados.

Dado que el objetivo final es evidenciar y cuantificar la importancia de los distintos factores que afectan a la calidad del agua potable, en esta fase también deberá realizarse la comparativa de resultados entre ambas zonas para generalizar los resultados. Esto permitirá extrapolar los hallazgos individuales de cada zona, generar conclusiones más amplias y caracterizar el comportamiento general del fenómeno.

Todos los estudios incluidos en esta fase se concretarán en un Informe de factores relevantes en la degradación del agua potable en la red de abastecimiento.

El licitador deberá incorporar en su oferta la Metodología propuesta para este trabajo de análisis de la información e identificación de factores relevantes.

4.1.6. Informes de actuaciones mitigadoras.

El primer resultado del proyecto será mejorar el conocimiento sobre los factores más relevantes en la aparición de nitritos en la red de agua potable basados en la evidencia científica, pero de forma complementaria, se busca establecer una base para la toma de decisiones más informada en la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Por ello, a partir de los resultados recogidos en el Informe de factores relevantes, el adjudicatario deberá desarrollar los siguientes estudios complementarios:

- Estudio de las posibles medidas mitigadoras y/o precauciones que se pueden adoptar, incluyendo una evaluación técnico-económica de las mismas.
- Recomendaciones para adaptar las políticas de operación, mantenimiento y renovación, e incluso para adecuar los criterios de diseño en el caso de ampliaciones de la red, orientadas a detectar, prevenir y minimizar la presencia de nitritos en la red de abastecimiento de agua potable.
- Metodología de prevención de aparición de nitritos, que se fundamentará en una serie de criterios a extraer a partir de los estudios anteriormente descritos, y deberá servir para identificar a priori zonas sensibles de la red de abastecimiento de agua potable, para optimizar el proceso de desinfección, definir pautas de operación, e implantar y posicionar equipos de control.

4.1.7. Informe final

El adjudicatario presentará las conclusiones del proyecto en un documento final que contendrá las tareas realizadas, la metodología empleada, el resumen de la información recopilada, los cálculos y la interpretación de los resultados de los modelos, las conclusiones y resultados del proyecto. Asimismo, deberán figurar en este documento las actuaciones de mitigación propuestas, las recomendaciones sobre la adaptación de las políticas de gestión y la metodología de prevención de aparición de nitritos.

Junto a este informe el contratista propondrá un artículo científico que permita la difusión de los trabajos por parte de Canal.

4.2. Resumen de tareas principales

Como conclusión, sin excluir ninguna de las tareas indicadas en el apartado de fases de trabajo, el esquema de los principales trabajos a desarrollar se resume a continuación:

Trabajo previo:

- Elaboración y entrega del Plan de Trabajo y cronograma.
- Identificación de los factores que pueden influir a priori sobre la aparición de nitritos en la red de abastecimiento de agua potable.
- Análisis de la red de abastecimiento de agua potable de Canal e identificación de posibles zonas de estudio.
- Propuesta de las dos zonas más representativas a estudiar en la red de abastecimiento de agua potable.

Planificación de los trabajos:

- Definición del Programa de muestreo y sensorización para cada zona identificada.

Trabajo de campo:

- Instalación de los equipos necesarios en cada zona incluyendo todas las obras auxiliares necesarias.
- Registro, toma de muestras y recopilación de información en cada zona de acuerdo con el Programa de muestreo y sensorización.
- Informe de resultados tras el primer mes de registro de equipos en cada zona.
- Informes parciales trimestrales de campo.
- Estudio de calidad de datos.
- Informe final de campo cada zona con resultados y principales conclusiones.

Modelos predictivos de calidad:

- Definir metodología para el desarrollo de modelos de predicción de nitritos, escenarios y software a emplear.
- Modelizar, simular y obtener resultados para cada escenario y cada zona de la red de abastecimiento de estudio.
- Informe final de zona con resultados, conclusiones de cada zona de estudio y modelos desarrollados.

Análisis de la información e identificación de factores relevantes:

- Procesamiento y análisis estadístico de los datos.
- Caracterización de la calidad del agua potable en la red de abastecimiento en cada zona.
- Identificación del riesgo o probabilidad de presencia de nitritos ante los escenarios planteados.
- Identificación de los factores más condicionantes de cada zona.
- Extrapolación del análisis y generalización de conclusiones.
- Informe de factores relevantes en la degradación de la calidad del agua potable en la red de abastecimiento.

Informe de actuaciones mitigadoras:

- Estudio de posibles medidas mitigadoras para la aparición de nitritos.
- Recomendaciones para adaptar las políticas de operación incluyendo la desinfección, mantenimiento y renovación.
- Metodología de prevención de aparición de nitritos.

Informe final

- Documento final con tareas realizadas, información recopilada, conclusiones y resultados del proyecto.
- Propuesta de artículo científico.

4.3. Entregables finales

El contratista está obligado a entregar los siguientes informes parciales e informe final de acuerdo con lo siguiente:

- Informe de resultados tras el primer mes de registro de equipos en cada zona.
- Informes parciales trimestrales de campo.
- Informe final de campo de cada zona. Informe final de modelos de predicción de aparición de nitritos en cada zona, incluyendo metodología, escenarios, software, modelos desarrollados y las conclusiones de la modelización.
- Informe de factores relevantes en la degradación de la calidad del agua potable en la red de abastecimiento de agua potable.
- Estudio e informe de posibles medidas mitigadoras para la aparición de nitritos.
- Recomendaciones para adaptar las políticas de operación, mantenimiento y renovación.
- Metodología de prevención de aparición de nitritos.
- Documento final del proyecto.
- Propuesta de artículo científico.

5. REQUISITOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN EN CONTINUO

Los equipos sensores de muestreo de la calidad del agua potable que proponga el licitador deben cumplir con ciertos requisitos técnicos y normativas para garantizar que los datos obtenidos sean precisos, fiables y relevantes para el monitoreo de los parámetros críticos.

Deberán ser equipos autónomos de medición en continuo que registren las variables con una frecuencia mínima de 24 medidas por día y los envíen con transmisión automática a un servidor para seguimiento de tipo “online” a través de una herramienta web para la explotación de la información. Los equipos deben contar con capacidad de almacenamiento suficiente para guardar datos en caso de que se pierda la conexión de red y deben tener contar con batería de respaldo y/o posibilidad de alimentación eléctrica mediante placas solares.

Además, estos equipos deben minimizar el consumo de agua, limitándolo al ciclo de medida.

Se requieren los siguientes equipos de medida en continuo según las variables a medir:

- Equipo para detección de nitritos y nitratos basado en el principio de medida combinada por cromatografía iónica y detección óptica, con un rango de detección de:
 - Nitratos: 0,6 - 500 mg/L NO_3 (0,14 - 113 mg/L N)
 - Nitritos: 0,05 - 100 mg/L NO_2^- (0,01 - 23 mg/L N)

Estos equipos deben permitir la medición en tiempo real con la precisión de un método de laboratorio, con transmisión automática de datos al servidor web, y con capacidad de generación de alarmas.

En cuanto a su instalación, se precisa que el adjudicatario aporte:

- Equipos analizadores en versión fija: con un soporte tipo panel, con posibilidad de depósito externo de eluyente, con compartimentos estancos independientes para electrónica y analítica, y dotado de un sistema HMI con pantalla integrada y soporte Bluetooth para facilitar la configuración y mantenimiento.
- Equipos analizadores en versión portátil: que sean compactos y estén alojados en una maleta

robusta y portátil con protección IP65. Deben poder ser instalados en arquetas y por se requieren dimensiones inferiores a 25 cm x 40 cm x 60 cm.

- Sistema autónomo con al menos 6 analizadores mediante nodos de bajo consumo, con capacidad para medir los siguientes parámetros de calidad en un rango de medición específico y adecuado para el agua potable:
 - Cloro libre y Temperatura: con rango de operación 0-5 ppm y compensación de temperatura mediante sensor integrado.
 - pH y temperatura: con rango de operación 0-14 pH y compensación de temperatura mediante sensor integrado.
 - Conductividad: con rango de operación 0-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y
 - Turbidez: con rango de operación 0-40,00 NTU
 - Cloro total y temperatura: con rango de operación 0-5 ppm y compensación de temperatura mediante sensor integrado.
 - ORP (potencial de reducción de la oxidación): con rango de operación 0-1000 mV.

Este sistema debe ser modular de fácil ampliación a nuevos nodos, y debe contar con una plataforma con envío y registro de datos con conectividad NB-IoT y data logger integrado, con almacenamiento local para asegurar la continuidad del registro en caso de pérdida de red.

Debe permitir una instalación sencilla en línea y con mínimos requerimientos de mantenimiento, y protección IP68. Asimismo, el adjudicatario deberá suministrar una estación de muestreo de tipo armario azul, con panel solar y grifo para toma-muestra, en la que irá instalado el sistema de analizadores.

- Equipos para detección de biofilm que permita una monitorización directa mediante tecnología electroquímica, con un rango de detección de actividad bacteriana desde un umbral mínimo del 1% de cobertura interna de tubería.

Estos equipos deben ser compactos, de poder ser instalados mediante sistema de toma en carga, sin necesidad de obra civil ni corte de suministro, incluyendo cabezal, espátula de inserción y abrazadera. Además el mantenimiento ordinario no debe requerir interrupción del servicio, garantizando así la operatividad continua de la red.

Deben contar con conectividad NB-IOT, configuración remota completa y data logger integrado, con almacenamiento local para asegurar la continuidad del registro en caso de pérdida de red, y con protección IP67 frente a agua y polvo.

La información recopilada, debe ser accesible en tiempo real por Canal sin necesidad de software adicional en una plataforma en la nube, y debe permitir la visualización y análisis de datos históricos y actuales, generación de alertas configurables y exportación de registros.

6. CONTENIDO DE LA OFERTA TÉCNICA

Los licitadores deberán presentar en sus ofertas técnicas detalle de la metodología propuesta para cada una de las fases de los trabajos, software de cálculo y de proceso de la información o cualquier herramienta que propongan utilizar. Además, deberá especificar cómo se ajustan los equipos propuestos a los requisitos técnicos, la propuesta de tareas y la dinámica que será necesaria para el estudio de la casuística planteada en Canal.

Los licitadores redactarán y entregarán en su oferta los siguientes documentos:

- Plan de trabajo y cronograma donde se señalen plazos, hitos y fechas para la realización de las distintas fases del servicio.
- Propuesta metodológica para el desarrollo de los trabajos:
 - Metodología para la identificación de posibles zonas de estudio.
 - Metodología para la generación de modelos de calidad.
 - Metodología para el procesamiento, análisis de la información e identificación de factores relevantes
- Medios técnicos que se pondrán a disposición del proyecto:
 - Equipos sensores para muestreos.
 - Software propuesto para los modelos de predicción de la calidad del agua potable.
 - Software propuesto para el procesamiento y análisis de la información.

7. INFORMES PARCIALES Y FINALES.

Durante el proyecto se presentarán informes parciales de las tareas realizadas tal y como se ha indicado en el apartado de alcance de los trabajos y a la finalización del proyecto un informe final con el resumen ejecutivo y conclusiones, todos ellos cumpliendo los plazos y fechas acordadas en el Plan de Trabajo.

Los informes se presentarán en formato Word y PDF. Las tablas y gráficos que se presenten en formato Excel o Access, y los mapas y resultados georreferenciados, se presentarán en formato Geodatabase ESRI, compatible con el GIS de Canal (ArcGis 10.8.1). En cuanto a la entrega de los modelos de calidad se acordará el formato con Canal, no obstante como mínimo se entregarán mapas y resultados georreferenciados en formato Geodatabase ESRI, compatible con el GIS de Canal (ArcGis 10.8.1) y resultados en formato Excel.

8. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.

El abono de los trabajos se realizará para cada una de las fases del proyecto descontando el coste de los equipos sensores y su instalación con los porcentajes que se indican a continuación, emitiéndose una factura para cada una de estas fases una vez hayan sido completadas las tareas, y hayan sido aprobados los informes correspondientes a cada etapa por la dirección del proyecto por parte de Canal.

1. Trabajo previo.....	3%
2. Planificación de los trabajos.....	2%
3. Trabajos de campo (sin equipos ni su instalación).....	20%
4. Modelos predictivos de aparición de nitritos.....	15%
5. Análisis de la información e identificación de factores relevantes.....	25%
6. Informe de actuaciones mitigadoras.....	20%
7. Informe final.....	15%

En cuanto a los equipos sensores para muestreos que se adquieran, éstos serán abonados en dos fases; un primer abono del setenta y cinco por ciento (75%) de los equipos tras su adquisición previamente aprobada por la dirección del proyecto de Canal al inicio de los trabajos de campo, y un segundo abono del veinticinco por ciento (25%) tras la finalización del Informe Final del contrato. El coste de instalación de los equipos será abonado, una vez que hayan sido completadas las tareas de instalación y Canal verifique su correcta puesta en marcha y funcionamiento.

9. ESCENARIO HIPOTÉTICO.

Para la obtención del importe de licitación de la propuesta económica deberá cumplimentarse el ANEXO II del PCAP.

10. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

El Adjudicatario nombrará a un Director de proyecto, que deberá contar con experiencia en trabajos similares. Los requisitos de dicho perfil son los que figuran en el apartado 5.2.1 del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El formato de propuesta de juicio de valor (SOBRE 2) viene indicado en el apartado 6 del Anexo I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

En cuanto a los medios humanos requeridos en el apartado 5.2 del Anexo I **NO** se deberá indicar ningún dato sobre su experiencia en el Sobre 2, ya que ésta es objeto de valoración mediante criterios cuantificables mediante la mera aplicación de fórmulas.

En este sentido, de conformidad con lo indicado en la cláusula 11 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, los licitadores sólo deberán incluir la documentación relativa a los criterios cuantificables mediante la mera aplicación de fórmulas en el Sobre 3. En caso de incluir dicha documentación en cualquiera de los restantes sobres de la oferta, la oferta del licitador no será tenida en cuenta en el presente procedimiento de licitación.

Las ofertas indicarán toda la información, documentación y colaboración que precisen por parte de Canal para la realización de los trabajos objeto de este pliego, entendiendo que todo lo que no se indique expresamente en la oferta, o no se considere necesario para alcanzar el resultado corre a cargo de la empresa adjudicataria.

Para un correcto seguimiento de la ejecución del proyecto, resolución de posibles incidencias y aseguramiento del cumplimiento de objetivos y plazos, se programarán reuniones quincenales, con asistencia del Coordinador General de los trabajos por parte de la empresa adjudicataria y del director del proyecto por parte de Canal.

11. SEGURIDAD INFORMÁTICA

La adquisición de software deberá atender a lo que indique el servicio de sistemas informáticos de Canal. Las eventuales auditorías de seguridad informática y de protección de datos que se generen, no comprometerán los plazos de ejecución del trabajo contratado. En cualquier caso, al final del contrato toda la información generada quedará a disposición de Canal en un formato accesible a las herramientas de Canal en tal fecha (que hoy se basan en el paquete Office 365).

Además se indican los siguientes requisitos:

1. El adjudicatario dispondrá de las siguientes figuras, estando debidamente recogidas y documentadas, y siendo personas distintas; tal y como establece el artículo 13.5 en su apartado 5 del RD 311/2022, de 3 de mayo, por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad (en adelante ENS) conforme a lo indicado en el punto RS de la PARTE II.
 - Responsable de Seguridad.
 - Responsable del Proyecto.
2. El adjudicatario garantizará, en ejecución el proyecto, que los Servicios objeto de contratación por parte de Canal (en adelante, los Servicios) tendrá implementados los siguientes requisitos de seguridad:
 - Toda conectividad hacia cualquier plataforma en nube se realizará a través de APNs privados de Canal cuyo direccionamiento esté configurado en los sistemas corporativos de control de acceso a Internet.
 - Al tratarse de una prueba de validación avanzada, no tendrá conectividad ninguna con sistemas OT de Canal.

- El acceso a los Servicios se producirá exclusivamente bajo protocolos seguros que cifren de forma robusta todos los datos transmitidos entre el cliente y el servidor, con el objeto de garantizar su confidencialidad, integridad y disponibilidad (por ejemplo, uso exclusivo de TLS 1.2 o superior, y utilizando sólo suites de cifrado robustas (ni débiles ni vulnerables).
- Los datos propiedad de Canal almacenados en los sistemas de información que soporten la prestación de los Servicios, deberán estar segregados de forma física y/o lógica de los de cualquier otro cliente que haga uso de los Servicios, no siendo accesibles más que por los usuarios expresamente autorizados por Canal.
- Todos los datos propiedad de Canal gestionados en los sistemas de información que soporte la prestación de los Servicios estarán cifrados (cifrado completo o cifrado del dato), utilizando para ello un cifrado robusto, es decir, altamente resistente a ataques de criptoanálisis.
- Todos los datos de autenticación en los Servicios de todos los usuarios se almacenarán mediante el uso de funciones criptográficas seguras, conjuntamente con la obligación de utilizar contraseñas complejas (longitud mínima de 10 caracteres, con obligatoriedad de utilizar caracteres alfanuméricos (mezcla de mayúsculas, minúsculas y números) y no alfanuméricos (por ejemplo, signos de puntuación y ortográficos), de establecer un periodo máximo de vigencia y validez de las contraseñas (por ejemplo, un máximo de 60 días) y de implementar un histórico de contraseñas (por ejemplo, un mínimo de 6).
- En caso de que los Servicios haga uso de Web Services que puedan ser consumidos desde Canal, estos deben estar securizados a nivel de mensaje, especificando la forma de firmar y cifrar los mensajes de tipo SOAP, a través de la especificación WS-Security. Por tanto:
 - Los servicios deben estar autenticados, preferentemente con WS-Security Tokens
 - Los usuarios deben ser autenticados vía SAML 2.0.
 - La integridad de la información ha de estar garantizada a través del uso de protocolos seguros (HTTPS 1.2 o superior) o vía WS-Signature.
 - El no repudio debe estar garantizado a través del uso de WS-Signature o WS-Addressing.
 - La confidencialidad de la información ha de estar garantizada a través del uso de protocolos seguros (HTTPS 1.2 o superior) o vía WS-Encryption.
 - Debe hacerse uso de una política de seguridad (WS-Policy).
- En caso de que los Servicios haga uso de APIs REST, se seguirán todas las buenas prácticas definidas en REST Security de OWASP.
- Los Servicios deberán contemplar la posibilidad de habilitar al menos un segundo factor de autenticación (2FA) resistente a ataques de phishing, con el objeto de garantizar la identidad de los usuarios. Como medida compensatoria a este requisito, los Servicios tendrán obligatoriamente la posibilidad de restringir el acceso exclusivamente a los rangos y/o direcciones IP indicadas por Canal.
- Todos los formularios de los Servicios, incluidos los de inicio de sesión, tienen que estar protegidos contra ataques de fuerza bruta.
- Todas las funciones de los Servicios relacionadas con la autenticación, la gestión de las sesiones y la autorización (control del acceso) tienen que haber sido auditadas contra estándares de seguridad

internacionalmente reconocidos (por ejemplo, OWASP, WASC) para comprobar que existen y que han sido implementadas correctamente.

- Los Servicios almacenarán de forma segura (garantía de acceso, recuperación y no modificación) y se revisará de forma regular el registro de eventos de las actividades de los usuarios (errores y eventos de seguridad). Estos registros deberán mantenerse al menos durante un (1) año. El adjudicatario debe evitar por tanto la destrucción de los eventos, tanto como consecuencia de acciones internas o externas, intencionadas o no.
- En el caso de que los Servicios impliquen la utilización de sistemas o modelos de Inteligencia Artificial, el adjudicatario deberá cumplir con lo dispuesto en el RIA o 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:
 - a) Asignará e indicará a Canal 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.
 - b) 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 solicita al proveedor explicación de tales razones.
 - c) Documentará las finalidades para el uso de datos personales, si los hubiera, 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.

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

- d) El adjudicatario garantizará que cuenta con una base de legitimación válida para tratar datos personales, si los hubiera, en cada una de las fases.
- e) 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. En caso de no aplicar tales técnicas, el adjudicatario garantiza que dichos datos han sido obtenidos lícitamente.
- f) 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.
- g) El adjudicatario documentará y evaluará los requisitos de aplicabilidad y transparencia, considerando el sector o caso de uso en el que vaya a desplegarse el sistema de IA.
- h) 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, y en su caso, corregir, cualquier característica del conjunto de datos del entrenamiento que requiera ajustar el sistema con suficientes casos de uso.
- i) 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, si los hubiera.
- j) 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.
- k) El adjudicatario asegura haber establecido un entorno de experimentación y prueba controlado en la fase de desarrollo y previa a la comercialización del sistema.
- En relación con la seguridad de los equipos de usuario propiedad del adjudicatario que vayan a conectarse a las redes o sistemas de información de Canal, o a tratar información de Canal:
 - a) El adjudicatario deberá contar con un plan de acciones correctivas dentro del proceso de mantenimiento para hacer frente a cualquier incidencia software y/o hardware que se produzca en los equipos o cualquiera de sus componentes.
 - b) El adjudicatario deberá mantener los equipos actualizados a la última versión de Software disponible por el o los fabricantes, según un proceso o política de actualización que deberá ser elaborado por el adjudicatario. Además, no debe estar próxima la fecha de finalización del soporte el software instalado en dichos equipos.
 - c) El adjudicatario realizará la remediación de infecciones que se produzcan en los equipos y se responsabilizará de la efectividad de dicha remediación. Asimismo, y para minimizar el número de estas posibles acciones, el adjudicatario deberá realizar la instalación y el mantenimiento de

actualizaciones de una solución de seguridad con capacidad extendida de detección y respuesta (XDR).

- d) El Adjudicatario deberá mantener y poner a disposición de Canal de un inventario actualizado de la totalidad de equipos. Este inventario deberá contener al menos los siguientes campos:
 - Dirección IP del equipo.
 - Nombre del equipo (hostname).
 - Dirección MAC del equipo
 - Inventario actualizado del Software instalado en cada equipo.
 - Modelo del equipo.
 - Versión del sistema operativo instalado.
 - Marca, modelo y versión de la solución de seguridad XDR instalada.
- e) En el caso de que los equipos utilicen tecnologías de comunicación inalámbrica, el adjudicatario deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - El adjudicatario debe minimizar, en lo posible, el uso de redes inalámbricas frente a redes cableadas, dado que, por el diseño de especificaciones, son más inseguras.
 - El adjudicatario deberá proporcionar la documentación detallada sobre los protocolos, alcance, requisitos de alimentación, frecuencias y pruebas de funcionamiento de la red inalámbrica.
 - La red inalámbrica proporcionará exclusivamente comunicaciones cifradas con WPA2-EAP o superior. El adjudicatario deberá identificar claramente los métodos de seguridad y capacidades de seguridad, para que las configuraciones por defecto sean modificadas.
 - La red inalámbrica deberá estar provista de métodos de autenticación como contraseñas, u otros mecanismos seguros de autenticación (firmas digitales, entre otros), para estar protegida de accesos, modificaciones y usos no autorizados.
 - El adjudicatario debe incluir este equipamiento inalámbrico dentro de los procesos de gestión del riesgo y gestión de las vulnerabilidades.
- En relación con los dispositivos móviles del adjudicatario que vayan a conectarse a las redes o sistemas de información de Canal, o a tratar información de Canal:
 - a) El adjudicatario deberá considerar en obsolescencia tecnológica un dispositivo móvil cuando no puedan instalarse nuevos parches de seguridad o no estén disponibles a pesar de existir vulnerabilidades que le afecten, ya sea por causa del fabricante, sistema operativo u otra causa relacionada con el terminal. En estos casos el adjudicatario deberá sustituir el terminal por otro que no esté obsoleto tecnológicamente. La instalación de parches virtuales en el dispositivo por parte del adjudicatario sería equivalente, si técnicamente es así, a la instalación del parche del fabricante.
 - b) El adjudicatario deberá mantener los terminales actualizados a la última versión de Software disponible por el fabricante según un proceso o política de actualización que deberá ser elaborado por el adjudicatario.

- c) El adjudicatario debido a su condición de encargado de la administración de los dispositivos móviles deberá elaborar una política de bastionado de los dispositivos móviles una vez sea el adjudicatario del proyecto y aplicar dicha política una vez cuente con el visto bueno correspondiente de Canal.
 - d) Los dispositivos móviles deben verificar en tiempo de arranque que su Sistema Operativo (OS) no ha sido modificado.
 - e) Los dispositivos móviles deberán disponer de la separación eficaz de entornos entre parte profesional y parte personal. Estos terminales deben permitir el cifrado robusto (es decir, altamente resistente a ataques de criptoanálisis) de la parte profesional por hardware, mediante el suministro de licencias por parte del adjudicatario de soluciones destinadas a este fin.
 - f) Los dispositivos deben estar gestionados por parte del adjudicatario en una solución MDM. La versión del MDM debe estar actualizada de tal forma que contenga las últimas funcionalidades en materia de seguridad.
 - g) El adjudicatario debe facilitar a Canal los usuarios de auditoría que le sean requeridos para la solución MDM en la que se administren los dispositivos móviles del adjudicatario que se utilicen para la prestación de los Servicios objeto de contratación en la presente licitación.
 - h) La solución MDM desde la que el adjudicatario administrará los dispositivos móviles de su propiedad y que se utilicen para la prestación de los Servicios objeto de contratación en la presente licitación, debe garantizar el cumplimiento de la Política de Seguridad corporativa del adjudicatario, mediante políticas que puedan forzarse de manera automática y centralizada para todos los terminales.
 - i) El adjudicatario deberá proporcionar los oportunos mecanismos de cifrado de información en tránsito desde los dispositivos móviles a la plataforma y los sistemas y servicios que la soportan.
- En relación con la Seguridad de la Infraestructura:
 - a) El adjudicatario debe configurar la plataforma y los sistemas y servicios que la soportan siguiendo estrictos estándares de seguridad para una estrategia de defensa en profundidad y mínima superficie expuesta.
 - b) Cuando existan para el entorno, deben seguirse las guías de configuración del CCN que sean de aplicación. En caso de existir la guía y que el adjudicatario entienda que no puede o no debe seguir la correspondiente guía, deberá justificarlo técnicamente y pedir autorización expresa a Canal.
 - c) El adjudicatario no debe mantener configuraciones por defecto.
 - d) Nunca pueden existir usuarios por defecto.
 - e) Siempre que se puedan modificar, los path se deben modificar y no deben estar las configuraciones que vienen por defecto.

- f) El adjudicatario deberá exponer su metodología, activos y enfoque para abordar este proceso y cómo se adapta a los diferentes casos de uso de los Servicios ofertados. Si la solución propuesta se basa en el uso de uno o varios proveedores de Cloud Pública, se requiere el cumplimiento de estándares /normativas de seguridad (como mínimo, lo indicado en las medidas de seguridad del ENS).
- g) La plataforma y los sistemas y servicios que la soportan deben contar con la capacidad para controlar que los diferentes elementos que los componen cumplen en todo momento con las políticas de configuración segura y que se detectan cambios en las configuraciones que puedan afectar a la seguridad, de manera que se pueda evaluar su impacto cuando se produzcan.
- h) Se deben guardar de forma trazable las configuraciones de seguridad para detectar modificaciones en las mismas.
- i) Se debe describir las metodologías y herramientas / soluciones que se plantea utilizar, con qué frecuencia, en qué momentos y por qué se consideran idóneas estas opciones para una plataforma, y para los sistemas y servicios que la soportan, de este tipo.
- j) El adjudicatario debe incluir en la plataforma y en los sistemas y servicios que la soportan, mecanismos para la detección de comportamientos sospechosos en la infraestructura, que pudieran ser indicativos de una brecha de seguridad. Se incluirán productos comerciales del tipo UEBA, UBA o SUBA.
- k) Las soluciones que se pretendan utilizar para la detección de comportamientos sospechosos se deben describir y por qué se consideran adecuadas estas opciones para la plataforma y para los sistemas y servicios que la soportan en sus diferentes escenarios.
- l) El adjudicatario debe describir la estrategia propuesta para la seguridad de las comunicaciones, incluyendo la segregación de redes por zonas de confianza, el filtrado de tráfico de red y el manejo del cifrado en los segmentos en que se requiera. Debe describirse las soluciones que se plantea utilizar y por qué se consideran adecuadas estas opciones para la plataforma y para los sistemas y servicios que la soportan en sus diferentes escenarios.
- m) De no especificarse lo contrario por parte de Canal, el adjudicatario deberá garantizar la segregación para el tenant que utilizará Canal en el ámbito del presente contrato, donde se van a alojar los elementos e infraestructura y la aplicación que soportan la prestación de los Servicios.
- n) Los datos propiedad de Canal almacenados en los sistemas del adjudicatario deberán estar segregados de forma física y/o lógica de los de cualquier otro cliente, no siendo accesibles más que por el personal autorizado expresamente por Canal.
- o) La administración de los servicios prestados a Canal en el ámbito de este contrato y alojados en la infraestructura del adjudicatario deberá realizarse a través de equipos dedicados exclusivamente a la administración de los servicios de Canal.

- p) El adjudicatario deberá dotar a los servicios de DNS específicos para la plataforma y para los sistemas y servicios que la soportan de, al menos, los siguientes mecanismos:
 - Protección por reputación.
 - Creación de Sinkhole.
 - Protección de exfiltración mediante paquetes DNS.
- q) El adjudicatario debe proveer de la infraestructura necesaria para la provisión, operación y administración de DNS seguros, con las funcionalidades descritas.
- r) Debe describirse el enfoque, la metodología para su gestión y su integración en la estrategia propuesta de monitorización de seguridad de los Servicios ofertados.
- s) Todos los sistemas y micro-servicios de los Servicios ofertados deberán tener la misma referencia horaria, que se tomará como estrato principal la del servidor de tiempo del Real Observatorio de la Armada (ROA).
- t) Para los posibles accesos del personal y terceros de Canal, así como para el personal del adjudicatario que trabaje en los servicios de Canal, el adjudicatario deberá dotar de herramientas específicas a Canal y a los terceros citados, de tal manera que se garantice la confidencialidad del tráfico generado en dichos procesos a través de protocolos considerados como seguros o soluciones específicas destinadas a tal efecto. De la misma forma, la gestión y administración interna de los elementos involucrados en la provisión de los Servicios deberán contar con dichas garantías.
- u) El adjudicatario debe indicar, para todos los servicios en la nube objeto de la presente licitación, los siguientes datos:
 - Empresa proveedora encargada de alojar el servicio en la nube.
 - Direccionamiento IP.
 - Puertos requeridos para la provisión de los Servicios.
 - Geolocalización de cada uno de los servicios prestados.

3. El adjudicatario:

- a) El adjudicatario deberá habilitar los mecanismos para garantizar, en caso de que sea necesario, la supervisión del nivel de seguridad por parte del Área de Ciberseguridad de Canal. Esta supervisión incluye, aunque no se limita, a la visión no sólo de los registros de auditoría de aplicaciones, servidores y bases de datos, sino al acceso en modo lectura a las consolas de los diferentes sistemas de seguridad, a los usuarios que tienen permisos en los mismos, a los permisos de éstos, a los eventos, configuraciones, reglas, etc.; en suma, a cuantos elementos permitan a los activos de información que recogen, tratan, transmiten, procesan y almacenan la información propiedad de Canal.
- b) 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 los Servicios. Los registros deberán estar accesibles y disponibles para el Canal en caso de que sean requeridos, así como debidamente protegidos contra modificaciones intencionadas o accidentales.

- c) El adjudicatario deberá permitir y colaborar, en caso de que sea necesario, en las diversas auditorías a las que se encuentra sujeta Canal. Asimismo, el licitador se compromete a facilitar en todo lo posible a la Oficina Técnica de Seguridad (OTS) de Canal la realización de una prueba de penetración del conjunto de la solución ofertada en caso de que sea necesario.
- d) Contemplará un procedimiento de devolución/destrucción segura (a elección de Canal) de toda la información propiedad de Canal recabada durante la ejecución de los Servicios.
- a.1) Si por la naturaleza u objeto de los Servicios, Canal requiere del borrado y destrucción de cualquier soporte de información englobado en el alcance del servicio prestado; el adjudicatario deberá aplicar un procedimiento seguro de borrado y destrucción conforme a lo indicado en el Esquema Nacional de Seguridad.
- a.2) Asimismo, para cada borrado/destrucción segura realizada, el adjudicatario deberá entregar a Canal un certificado recogiendo, al menos, la siguiente información:
- a) Fecha de recogida del material.
 - b) Personal proveedor encargado de la recogida y transporte.
 - c) Procedimiento detallado empleado en el borrado/destrucción realizada.
- e) Comunicará inmediatamente a Canal acerca de todas aquellas vulnerabilidades reportadas de forma privada o hechas públicas que afecten a sus sistemas, así de las acciones que están siendo llevadas a cabo para eliminar o mitigar dichas vulnerabilidades y los plazos temporales para ello.
- f) Garantizará la no obsolescencia de la tecnología, de los controles o de los procesos involucrados en la prestación de los Servicios objeto de contratación por parte de Canal, llevando a cabo, procesos de renovación y actualización de los sistemas y procesos que afecten a dicho servicio.
- g) En caso de producirse un incidente de seguridad que afecte al adjudicatario, a los sistemas de información que soporten la prestación de los Servicios o a los propios Servicios, queda obligado, sin demora justificable, a presentar en el menor tiempo posible, un informe pormenorizado y exhaustivo del incidente de seguridad, en el que hará constar, como mínimo, la siguiente información:
- Descripción del incidente.
 - Origen del incidente.
 - Descripción cronológica de los hechos del incidente.
 - Descripción de las acciones preventivas/correctivas llevadas a cabo por el proveedor del servicio Cloud.
 - Evaluación de los recursos humanos pertenecientes al equipo de trabajo asignado a la prestación de los servicios contratado por Canal. y que han sido necesarios para el análisis y resolución del incidente.

Dicho informe, una vez finalizado, se remitirá al responsable del proveedor en Canal quien a su vez lo remitirá al Responsable de la Seguridad.

12. MEDIDAS AMBIENTALES

De acuerdo con el artículo 12 de la ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid (LECir), el adjudicatario deberá seguir un comportamiento ambiental específico en la ejecución del Contrato con el objetivo de reducir el consumo, sin que afecte a la calidad de la misma.

Se utilizará agua regenerada siempre que sea posible y se procurará la eficiencia energética y la utilización de energía procedente de fuentes renovables.

Además en cualquier obra civil para la instalación de los equipos de muestreo, el adjudicatario deberá utilizar material árido u otros productos procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición o de la valorización de otros residuos inertes, cuando el material obtenido alcance las condiciones técnicas adecuadas de conformidad con la normativa específica aplicable, dando preferencia si es posible a los generados dentro de la propia obra, exigiéndose el empleo de un porcentaje mínimo del 10% sobre el total de áridos usados en el proyecto.

Firma:

Firmado electronicamente por: Lydia Sáez
García
En la fecha y hora 19.03.2026 11:00:17 CET

Lydia Sáez García
Jefa de Área Fomento de la Innovación

Firma:

Firmado electronicamente por: Jaime Flores
Cabeza
En la fecha y hora 19.03.2026 13:01:26 CET

Jaime Flores Cabeza
Subdirector de I+D+i

Firma:

Firmado electronicamente por: JUAN
SANCHEZ GARCÍA
En la fecha y hora 19.03.2026 14:12:28 CET

Juan Sánchez García
Director de Innovación e Ingeniería