

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES QUE HABRÁ DE REGIR LA LICITACIÓN,
MEDIANTE PROCEDIMIENTO ABIERTO, PARA LA CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS DE
DESARROLLO DE MODELOS NUMÉRICOS Y SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN PARA EMERGENCIAS,
EXPLOTACIÓN Y ESTADO EN LAS PRESAS DE BARRENDIOLA, ARRIARAN Y LAREO.”**

A01. MODELOS HIDROLÓGICOS PARA EMERGENCIAS

A02. MODELOS HIDROLÓGICOS DE LAS PRESAS Y CÁLCULO DE ÍNDICES DE ESTADO

**FINANCIADO CON FONDOS PROCEDENTES DEL MECANISMO PARA LA RECUPERACIÓN Y
RESILENCIA – NEXT GENERATION EU EN EL MARCO DEL COMPONENTE 5 “PRESERVACIÓN DEL
LITORAL Y RECURSOS HÍDRICOS” INVERSIÓN 3 (C5.I3) DENOMINADA «TRANSICIÓN DIGITAL EN EL
SECTOR DEL AGUA»**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO	2
3. OBJETIVO DE LOS TRABAJOS	2
4. TRABAJOS A REALIZAR Y ESPECIFICACIONES.....	3
5. ESPECIFICACIONES GENERALES	7

1. INTRODUCCIÓN

Una parte esencial en el proceso de digitalización del ciclo del agua consiste en dotar a los gestores de los sistemas de abastecimiento de la capacidad de simulación y de emitir pronósticos sobre la evolución de los recursos del sistema, en este caso de las aportaciones a los embalses reguladores de los sistemas de abastecimiento gestionados por Gipuzkoako Urak.

En el ámbito de la simulación y predicción hidrológica cabe y conviene distinguir entre el corto plazo y el medio o largo plazo. En el corto plazo, entre 2 y 10 días de alcance del pronóstico, el mayor interés para el gestor hidrológico del sistema de abastecimiento se sitúa en la previsión, actuaciones y avisos ante avenidas. En este caso juegan un papel crucial el estado hidrológico presente y reciente en la cuenca de aportación al embalse, así como las previsiones meteorológicas, que disponen de un grado de incertidumbre asumible hasta un alcance en el entorno de 7-10 días, y son ciertamente bastante fiables, en general, con alcances de hasta 48-72 horas.

Por otro lado, en el medio y largo plazo, entre 1 y 6 meses de alcance de la previsión, pierden importancia los posibles eventos puntuales de avenidas, en favor del pronóstico de la tendencia aproximada de las aportaciones al embalse, expresadas generalmente en términos de desviaciones o anomalías sobre el promedio estadístico histórico de éstas. En este caso, el objetivo del gestor hidrológico de los sistemas de abastecimiento se centra en anticipar posibles situaciones de sequía o escasez de recursos hidráulicos a medio o largo plazo, de forma que se puedan ir adoptando las medidas oportunas para paliar los efectos negativos de tales situaciones de sequía o escasez de recursos.

En ambos casos, pero especialmente para la simulación y previsión de avenidas, es decir, para la gestión en el corto plazo, son de gran ayuda los sistemas de monitorización hidrometeorológica de las cuencas de aportación a los embalses.

Los Sistemas de Información Hidrológica se basan en la monitorización del medio mediante la utilización de redes de medición en tiempo real, compuestas por estaciones de medida de precipitación, niveles o caudales de ríos, con sus respectivos sistemas de comunicaciones (GPRS, satélite, radio, etc.), con los que se vigila la cantidad de lluvia, los niveles de los ríos, etc., para finalmente pronosticar avenidas de forma precisa. Además de estos datos hidrometeorológicos, el sistema se alimenta de:

- Previsiones meteorológicas generadas por las Agencias o Institutos Nacionales de Meteorología
- Maniobras de explotación de embalses
- Información de radares meteorológicos

Este sistema se basa en la modelización de la respuesta hidrológica del embalse con la ayuda del modelo hidrológico el cual simula la generación de escurrimientos en cada cuenca a partir de las precipitaciones (lluvia o nieve) observadas o previstas; incorporando también los efectos derivados de la capacidad laminadora del embalse y la operación de los órganos de desagüe.

El sistema permitirá predecir los efectos de las previsiones de avenida sobre el embalse, incluyendo los efectos derivados de la acción laminadora del embalse y de la operación de los órganos de desagüe.

El modelo permitirá simular diferentes escenarios y situaciones con el objetivo de anticiparse a los eventos que puedan producirse.

En relación con el medio y largo plazo, la correcta gestión del sistema presa-embalse requiere de herramientas que permitan el conocimiento y la simulación del sistema ante varios escenarios. Por una parte, la modelización frente a emergencias permite mejorar la respuesta del sistema frente a eventos extremos de avenidas; sin embargo, este modelo no permite realizar una correcta gestión del recurso a largo plazo, ya que

su objetivo es el de minimizar los efectos sobre la presa y las poblaciones aguas abajo ante hidrogramas rápidos.

Es por ello por lo que se hace necesario disponer de una herramienta que modelice el comportamiento de la presa así como simular las aportaciones bajo diferentes escenarios hidrológicos, y así coadyuvar a una gestión encaminada a mejorar la eficiencia en la gestión del recurso. Esto implica una correcta modelización de los aportes y de los consumos de agua; en este trabajo se evaluarán también las curvas de consumo de cada uno de los sistemas.

Como apoyo a la gestión, se dispondrá de una serie de indicadores calculados en base a los criterios establecidos en el Plan Hidrológico Nacional y los Planes Especiales de Sequías, que permitirán establecer umbrales de actuación e informar de la situación a los Organismos de Cuenca y a la población en general.

Como resultado del modelo generado también se dispondrá de un balance hídrico del embalse, bien calibrado, que nos informará sobre las aportaciones recibidas así como del aprovechamiento del recurso.

La creación de este modelo busca integrar en un único sistema todos los elementos que aportan información sobre el régimen hidrológico de la presa, como son los aportes, filtraciones, evaporaciones y consumos. Esta integración mejorará en la correcta gestión y uso de los caudales detraídos, así como el conocimiento hídrico de la presa y su embalse.

Para todo ello se requieren una serie de actuaciones de estudios y modelización hidrológica, así como de desarrollo de código de programación, que permitan el funcionamiento automático y/o a demanda del usuario de los modelos hidrológicos de las cuencas de los embalses de Gipuzkoako Urak, ya sea para la previsión de avenidas a corto plazo o para la gestión hidrológica y estado de los embalses a largo plazo, así como su plena integración e interoperabilidad con los datos e información automáticos disponibles en Gipuzkoako Urak y con datos externos, muy especialmente los correspondientes a la información y pronósticos meteorológicos que pudieran ser proporcionados por EUSKALMET y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), así como datos hidrológicos y meteorológicos que pudieran ser proporcionados por la Diputación Foral de Gipuzkoa y por la Agencia Vasca del Agua (URA).

Estos trabajos requieren una alta especialización y experiencia en actuaciones similares, por lo que resulta conveniente su contratación con una empresa especializada.

2. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto la definición de las especificaciones técnicas y objetivos a alcanzar en la realización de los trabajos de modelización hidrológica a corto plazo para emergencias por previsión de avenidas, y de modelización hidrológica a medio o largo plazo para seguimiento y pronóstico del estado de los embalses en lo referente al riesgo de sequía o escasez de recursos, que pudiera comprometer la disponibilidad de éstos para el abastecimiento de la población, en el ámbito de los embalses vinculados a los sistemas de abastecimiento gestionados por Gipuzkoako Urak.

3. OBJETIVO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos contemplados en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares tienen como objetivo dotar a Gipuzkoako Urak de un **Sistema de Modelización Hidrológica (SMH)**, que contribuya a la mejora y optimización de la gestión de las infraestructuras hidráulicas y de los recursos hidráulicos regulados por los embalses, mediante la simulación hidrológica y la emisión de previsiones a corto y a medio o largo plazo, con los siguientes fines:

- Previsión a corto plazo (≤ 5 días) de avenidas en los embalses, así como de los efectos que estos eventos podrían tener sobre el embalse y las sueltas de caudal hacia aguas abajo, teniendo en cuenta el efecto laminador del propio embalse y la operación de los órganos de desagüe.

El modelo permitirá simular diferentes escenarios y situaciones con el objetivo de anticiparse a los eventos que puedan producirse.

- Previsión a medio o largo plazo (≥ 3 meses) de la situación del embalse en función de las aportaciones previstas y regulación de recursos, mantenimiento del caudal ecológico y suministro de la demanda, obteniendo un pronóstico del índice de estado del embalse, referido al riesgo de entrar en situación de sequía o escasez, de acuerdo con el Plan de Emergencia ante Situaciones de Sequía o Escasez de Recursos correspondiente a cada embalse, o, en su defecto, con el Plan Especial de Sequía de la Administración Hidráulica correspondiente (URA, o Confederación Hidrográfica del Cantábrico).

4. TRABAJOS A REALIZAR Y ESPECIFICACIONES

Los trabajos a realizar por el Consultor son los siguientes:

- **Análisis funcional del sistema de modelización hidrológica, definición de requisitos y necesidades y definición de etapas de desarrollo e implantación.**

El Consultor deberá realizar el estudio y análisis inicial de las necesidades y objetivos a alcanzar mediante la modelización hidrológica de las cuencas de los embalses de Gipuzkoako Urak, en contacto directo y teniendo en cuenta las necesidades de los responsables de explotación de los embalses. En base a la información recabada, elaborará el análisis funcional del sistema de modelización hidrológica (SMH) y definirá las etapas de desarrollo e implantación de los modelos hidrológicos y de explotación que formarán parte del sistema.

Este análisis funcional abarcará las necesidades de ambos modelos hidrológicos a contemplar en el SMH: el modelo de emergencias (previsión de avenidas a corto plazo) y el modelo de explotación y estado del embalse (a medio-largo plazo).

Todo ello se plasmará por el Consultor en un documento de Análisis Funcional que deberá ser aprobado por el Director de los trabajos.

- **Definición y desarrollo de la interoperabilidad con los datos de Gipuzkoako Urak, en tiempo real e históricos, así como con otras fuentes de datos.**

El Consultor, en base al análisis funcional realizado, definirá también las necesidades del SMH para la gestión de los datos que se requieran por los modelos hidrológicos. Gipuzkoako Urak dispondrá de una **Base de Datos centralizada**, en SQL Server, en la que se almacenarán todos los datos relacionados con la explotación y monitorización de los embalses, la mayoría de ellos adquiridos automáticamente y en tiempo real (nivel de embalse, caudales en desagües de fondo y tomas de explotación, caudal en la estación de aforo de entrada al embalse, precipitación, etc.). El SMH accederá a los datos que precise para su procesamiento y uso en los modelos hidrológicos, por medio de la Base de Datos centralizada **generando las vistas necesarias a partir de las tablas existentes**.

El Consultor definirá las variables a procesar por el SMH, tanto internas (generadas o adquiridas directamente por Gipuzkoako Urak) como externas (procedentes de otras fuentes de información: Diputación Foral de Gipuzkoa, EUSKALMET, AEMET, Confederación Hidrográfica del Cantábrico,

etc.). Todas las variables empleadas o generadas por el SMH, que requieran su almacenamiento permanente, deberán almacenarse en tablas y campos de la **Base de Datos centralizada**. Gipuzkoako Urak habilitará este repositorio para incluir las variables necesarias que actualmente no lo estuvieran. En el caso de variables externas, el Consultor deberá desarrollar las aplicaciones o módulos necesarios para su adquisición e incorporación a la Base de Datos centralizada, una vez creadas las tablas necesarias para ello.

En el desarrollo del SMH se tendrá en cuenta las necesidades de gestión de datos de entrada a los modelos, resultados obtenidos por los modelos, versiones de los modelos, información sobre calibración, etc. Todo ello debe quedar almacenado en la Base de Datos centralizada, salvo, en su caso, la información o datos temporales de los que no se requiera su conservación.

El sistema de modelos hidrológicos de emergencias (previsión de avenidas a corto plazo) y de explotación y estado (a medio-largo plazo), se alimentará de los datos automáticos de monitorización de la cuenca captados por Gipuzkoako Urak y, en su caso, por datos externos procedentes, por ejemplo, de la Diputación Foral de Gipuzkoa, URA, EUSKALMET, AEMET, Confederación Hidrográfica del Cantábrico, u otras fuentes externas.

El Consultor definirá qué datos son necesarios para el funcionamiento de los modelos y el origen o fuentes de los datos. En el caso de que deban emplearse datos externos, el Consultor definirá y desarrollará el procedimiento más apropiado para la adquisición de esos datos, preferentemente mediante APIs que ofrezcan las fuentes de datos externas. En todo caso, el procedimiento desarrollado por el Consultor deberá garantizar la disponibilidad de los datos, salvo, lógicamente, que la no-disponibilidad sea debida a incidencias en el origen o fuente de los datos.

- **Desarrollo de la integración de la información de los radares meteorológicos.**

La precipitación es el dato de entrada principal de los modelos hidrológicos, sin embargo, debido a su gran variabilidad espacial y temporal, es una de las variables más difíciles de estimar en las amplias zonas del territorio donde no se dispone de estaciones de medición in situ. La información del radar meteorológico que puede proporcionar EUSKALMET y AEMET es de vital importancia para una mejor estimación del campo real de precipitaciones en las cuencas. El Consultor definirá la metodología más apropiada para disponer de los datos de radares meteorológicos en tiempo cuasi real, así como para la mejora de la estimación cuantitativa de la precipitación real en las cuencas hidrológicas de los embalses de Gipuzkoako Urak, haciendo uso combinado de datos in situ, medidos en estaciones pluviométricas o meteorológicas, con datos del radar meteorológico de EUSKALMET y/o AEMET.

El Consultor desarrollará las aplicaciones y módulos necesarios para la incorporación de la información del radar meteorológico a la entrada de datos de los modelos hidrológicos de previsión de avenidas de las cuencas.

- **Desarrollo de la integración de previsiones meteorológicas.**

Los modelos de previsión de avenidas (modelos de emergencia a corto plazo), tienen como propósito ofrecer pronósticos hidrológicos sobre la evolución previsible a corto plazo de caudales de entrada a los embalses, y la laminación o tránsito de estos caudales en el embalse, teniendo en cuenta la operación de los desagües de fondo u otros elementos de desagüe, según esté previsto en las Normas de Explotación de las presas y embalses correspondientes, o ante determinadas consignas de operación que pudieran establecerse en cada caso.

Para ello es necesario alimentar los modelos hidrológicos con información de pronósticos meteorológicos. El Consultor deberá definir los modelos meteorológicos a emplear, contando al menos con los que se puedan aportar por EUSKALMET y por AEMET, y desarrollará las aplicaciones necesarias para que los modelos meteorológicos a utilizar estén disponibles, así como para el empleo de sus datos en la modelización hidrológica y emisión de pronósticos hidrológicos, desarrollando los módulos correspondientes para la incorporación automática de estos pronósticos meteorológicos a la entrada de datos de los modelos hidrológicos y de explotación de la cuenca.

En el caso de los modelos hidrológicos de explotación o de estado a medio-largo plazo de los embalses frente a un posible escenario de riesgo por sequía o escasez de recursos, se recurrirá a previsiones meteorológicas de carácter estacional, preferentemente también procedentes de las agencias meteorológicas antes citadas, sin descartar otras posibles fuentes que pudiera proponer el Consultor.

En general, las previsiones meteorológicas estacionales suelen establecer pronósticos, normalmente de carácter cualitativo, aunque también a veces cuantitativo, sobre precipitaciones y temperaturas en comparación con valores estadísticos de la zona (media, cuartiles, percentiles, etc.). El Consultor propondrá al Director de los trabajos la metodología que considere más adecuada para trasladar el pronóstico meteorológico estacional a un pronóstico hidrológico cuantitativo, que permita establecer previsiones de la evolución del embalse y del índice de estado con respecto al riesgo de sequía o escasez de recursos.

El SMH permitirá, además, definir a voluntad escenarios de evolución posible de las aportaciones al embalse, en base a los registros históricos, obteniendo las previsiones de estado del embalse en caso de cumplirse tal escenario.

- **Desarrollo de los modelos de previsión de avenidas (modelos de emergencia a corto plazo).**

En este punto el Consultor deberá realizar todos los desarrollos y trabajos necesarios para la implantación y plena operatividad de los modelos hidrológicos y su integración y alimentación automática de los datos de entrada con los datos de monitorización de la cuenca, radar meteorológico y pronósticos meteorológicos a corto plazo, de forma que su funcionamiento esté totalmente automatizado, sin que ello impida la ejecución de modelos a demanda, por parte de usuarios autorizados de Gipuzkoako Urak.

Se realizará también la integración de los resultados de los modelos en la Base de Datos centralizada de Gipuzkoako Urak, así como el desarrollo e implementación de las aplicaciones de representación y visualización de los resultados.

Los modelos hidrológicos deberán poder ser ejecutados de forma automática, mediante el lanzamiento de tareas programadas, sin intervención de ninguna persona, tanto en lo referente a la alimentación de datos, como al lanzamiento o ejecución del modelo y a la recopilación de los resultados.

También se posibilitará la ejecución de los modelos hidrológicos de forma manual, a demanda de usuario autorizado.

Como resultado de los modelos se dispondrá del hidrograma previsto o pronosticado de caudales de entrada a los embalses, desde el instante actual hasta el tiempo de alcance del pronóstico del modelo (dependiendo del modelo meteorológico a utilizar, deberá tener un alcance de al menos 48 horas). Se ofrecerá también como resultado la laminación del hidrograma de entrada en el embalse, con los

caudales o hidrograma previsto de salidas del embalse, en función de la operación de los órganos de desagüe, desde el instante actual hasta el instante de alcance del modelo.

El modelo permitirá simular diferentes escenarios y situaciones con el objetivo de anticiparse a los eventos que puedan producirse. Estos escenarios y situaciones podrán referirse a las precipitaciones previstas, a la situación de inicio del embalse, a limitaciones de operatividad en los órganos de desagüe, o a limitaciones de caudales a verter.

Los modelos de previsión de avenidas se calibrarán con los datos históricos disponibles en Gipuzkoako Urak.

Los modelos hidrológicos a emplear deberán ser de libre uso (no sometidos al pago de licencias por uso, mantenimiento o actualización).

- **Desarrollo de los modelos de explotación y estado de embalses a medio-largo plazo.**

El Consultor programará la simulación del funcionamiento del embalse. Se dispondrá de diferentes opciones de simulación, pronóstico o reglas de operación al menos para los siguientes componentes del sistema:

- Caudales de aportación al embalse, a partir de las previsiones meteorológicas estacionales.
- Caudal ecológico.
- Demanda de agua a suministrar a la ETAP.
- Restricciones en el llenado del embalse.

Con las opciones o reglas de operación seleccionadas, se realizará la simulación del funcionamiento del embalse, obteniéndose en cada paso temporal el pronóstico de su estado, así como de los índices de sequía establecidos.

Todo ello se representará en forma tabular y gráfica.

Se deberá posibilitar la simulación de escenarios, mediante la cual se podrán realizar diferentes previsiones hidrológicas correspondientes a diferentes escenarios de aportaciones al embalse, así como el análisis comparativo entre los distintos escenarios considerados.

Los diferentes escenarios hidrológicos se basarán en la mayoración o minoración de las aportaciones al embalse, de forma configurable por el usuario. Se podrá actuar también sobre los componentes del sistema mencionados anteriormente, para la generación de escenarios.

Los modelos hidrológicos a emplear deberán ser de libre uso (no sometidos al pago de licencias por uso, mantenimiento o actualización).

- **Pruebas y puesta a punto del sistema de modelización hidrológica, formación de personal y documentación.**

El Consultor se hará cargo de los trabajos de pruebas y puesta en marcha del sistema de modelización hidrológica, que deberá quedar debidamente documentado para posibilitar su mantenimiento y mejoras futuras.

Se realizará también por parte del Consultor la formación del personal que designe al efecto el Director del contrato.

5. ESPECIFICACIONES GENERALES

El software de las aplicaciones y módulos desarrollados por el Consultor deberá estar libre del pago de licencias de uso. Los desarrollos se realizarán con lenguajes de programación de código abierto, como Python o R, pudiendo también hacer uso de herramientas como Power BI. El código de las aplicaciones deberá estar documentado, y se almacenará en un repositorio de control de versiones. El código fuente de las aplicaciones desarrolladas será propiedad de Gipuzkoako Urak.

El Consultor adjudicatario deberá presentar, en el plazo de un mes desde el inicio del contrato, el análisis funcional del sistema o conjunto de herramientas comprendidas en el alcance de los trabajos. Este análisis funcional deberá ser aprobado por el Director de los trabajos antes de comenzar con el desarrollo propiamente dicho de las aplicaciones correspondientes.

Los trabajos se desarrollarán de acuerdo con los requisitos y condiciones técnicas para el desarrollo de programas informáticos relacionados con la gestión del ciclo del agua en la empresa Gipuzkoako Urak, que se resumen a continuación:

- Para garantizar la seguridad y la confidencialidad de la información, Gipuzkoako Urak proporcionará a la empresa adjudicataria una cuenta VPN que le permitirá acceder a la infraestructura de Gipuzkoako Urak cuando sea necesario.
- La empresa adjudicataria, cuando sea necesario, deberá crear de su propia base de datos dentro de la infraestructura de Gipuzkoako Urak.
- Cuando la BDD sea necesaria, la empresa adjudicataria elaborará un diccionario de datos de la BDD, donde se especifiquen las tablas y sus relaciones, claves primarias y el contenido de las tablas, tipo de dato y significado.
- El acceso a los datos ya existentes de Gipuzkoako Urak, se realizará mediante vistas creadas a tal fin por el Departamento de Informática y Telecomunicación (IT) de Gipuzkoako Urak, que garantizarán la integridad y la consistencia de los datos.
- La aplicación se desarrollará siguiendo la metodología AGILE, que se basa en la entrega continua de valor al cliente mediante la realización de iteraciones o *sprints*.
- Los requerimientos de la aplicación, así como el alcance del proyecto, se dividirán en “historias de usuario” que representen las funcionalidades que se desean obtener y que se valorarán en horas de trabajo.
- En cada *sprint* se acordarán con el Departamento de IT de Gipuzkoako Urak las “historias de usuario” que se programarán hasta el siguiente *sprint*, estableciendo así las prioridades y los plazos de entrega.
- Cada entrega quedará documentada y el código se documentará según los estándares fijados por las normas ISO, que aseguran la calidad y la fiabilidad de los programas informáticos.
- La empresa adjudicataria deberá trabajar con control de código fuente (GIT), que es una herramienta que permite gestionar las versiones y los cambios del código, y al que Gipuzkoako Urak tendrá acceso en todo momento para supervisar el desarrollo del proyecto.