



**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE
SERVICIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA
LA ADECUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE UN
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE
EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS SEVEROS.**

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

CONTRATO N°: 232/2022

Área: Subdirección I+D+I

Contenido

1. ANTECEDENTES
2. INTRODUCCIÓN
3. OBJETO
4. ÁMBITO DEL ESTUDIO
5. TRABAJOS A DESARROLLAR
6. METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS TRABAJOS
7. SEGUIMIENTO Y DURACIÓN DE LOS TRABAJOS
8. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
9. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS
10. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

1. ANTECEDENTES

Debido al cambio climático, cada vez se están generando niveles más altos de contaminación de las aguas pluviales, así como el aumento de las zonas sometidas a estrés hídrico, lo cual hace imprescindible el desarrollo de estrategias que nos permitan estar preparados ante eventos pluviométricos severos.

La predicción de estos fenómenos resulta un importante recurso al que acudir para seguir garantizando la sostenibilidad a través del drenaje urbano mediante la anticipación de escenarios y la correcta operación en cuanto a la gestión de agua pluviales en la red de drenaje urbano de la Comunidad de Madrid.

En el contrato de *“Asistencia técnica para la elaboración de un sistema de alerta ante eventos pluviométricos severos basado en los radares meteorológicos del Canal de Isabel II Gestión S.A.”* se desarrolló e implementó un sistema informático de corrección de los datos de los radares de banda X del Canal de Isabel II, S.A. M.P., generación de productos derivados y cálculo de alertas sobre puntos y regiones, lo que llegó a permitir la predicción de la lluvia por zonas de la Comunidad de Madrid con una antelación entre 2 y 4 horas. Esta predicción a corto plazo estaba basada en varios algoritmos desarrollados por el CRAHI-UP (Centre de Recerca Aplicada en Hidro-meteorología – Universidad Politécnica de Cataluña).

En consecuencia, para potenciar dicho uso y conseguir una implantación satisfactoria, se pretende continuar con el mantenimiento y mejora del sistema de alerta ante eventos pluviométricos severos con algoritmos de similares funcionalidades, así como la creación e implementación de procesos y necesidades de mejora requeridos por el mismo a través de la creación una plataforma web con visualizador específico para Canal de Isabel II, S.A. M.P., con ello se pretende adecuar y actualizar el sistema actual disponible a los regímenes pluviométricos actuales y futuros en la Comunidad de Madrid. Finalmente, para cubrir toda la superficie de la Comunidad de Madrid por el sistema de radares propios de Canal de Isabel II, S.A. M.P., es necesario adquirir en el presente procedimiento de contratación dos radares más para implementarlos en ubicaciones de la zona norte de la Comunidad a las que los actuales radares no llegan a cubrir.

En la actualidad, estas tareas se están realizando bajo un menor (nº 2020_EXP_000014098), trabajo el cuál desea realizarse de manera íntegra a través del presente contrato, ya que el producto final que se desea obtener deberá ser un sistema completo y robusto que sirva para la predicción de precipitación (y otros eventos meteorológicos asociados) a corto plazo (2-4 horas), así como un módulo de cálculo de alerta temprana sobre puntos o regiones debido a los diferentes fenómenos meteorológicos en la Comunidad de Madrid.

Esta predicción a corto plazo estaba basada en un algoritmo de previsión a corto plazo (*Nowcasting*) propietario, y uno de corrección de ecos, ambos desarrollados por una empresa española.

2. INTRODUCCIÓN

Canal de Isabel II, S.A. M.P. dispone de una red de radares (tres unidades) de Banda X para la estimación de precipitación. Los radares son del fabricante ELDES, modelo WR10X. Estos radares tienen capacidad volumétrica, es decir, pueden variar la altura de volumen de escaneo y no solo a una elevación fija. Los radares no disponen de capacidad polarimétricas (medir la reflectividad en distintas orientaciones polarimétricas), ni capacidad Doppler (medir, además de la precipitación, la velocidad radial respecto al radar). Actualmente se operan realizando un muestreo de la atmósfera cada 15 minutos con un protocolo de antena de 4 elevaciones (entre 0.5 y 5°).

Las localizaciones de los radares se encuentran en el término municipal de las poblaciones de Colmenar Viejo, Loeches y Valdemorillo (Pino Alto). La cobertura de los radares tiene un alcance definido de 72 Km de radio. Los datos registrados por cada radar son procesados localmente mediante el software proporcionado por el fabricante (WR-10X Server-Suite). Aquí se generan productos para la

visualización en local y ficheros RAW tratados que son enviados vía FTP. En el servidor, y mediante el software también proporcionado por el fabricante (WR-10X Client-Suite) se generan de nuevo software para los radares individuales y software involucrando toda la red (composición, previsión meteorológica, etc.).

El radar no mide directamente la lluvia, sino que registra un volumen situado a una cierta altura del suelo y a una distancia longitudinal del radar a través de la reflectividad. En la adquisición de los datos, existe una serie de errores relacionados con la instrumentación y su forma de medir, con las condiciones atmosféricas existentes en el momento de medida y con el emplazamiento del radar y características del terreno.

Entre estos errores que afectan a las medidas del radar se pueden destacar los siguientes:

1. Errores ligados a la intersección del haz con el relieve: La intersección del haz con el relieve u obstáculos. Estos hechos producen reflectividad que no está relacionada con la lluvia (ecos de suelo y subdetección). Actualmente el software utilizado hace una corrección estadística de los ecos de suelo y no realiza ninguna sustitución en la zona de ecos eliminados, dejando agujeros en el campo de precipitación.
2. Errores ligados a la atenuación de la señal: Los radares de banda X se ven bastante afectados por la dispersión y absorción del haz de radar.
3. Errores con la distancia al radar: Debido a la variación de tamaño y el posicionamiento a mayor altura del haz de radar se degrada la resolución media. Además, al interceptar los hidrometeoros a gran distancia y altura, puede que éstos estén en fase no líquida, y provoque una reflectividad de alta intensidad que contamine la señal de las elevaciones más bajas.
4. Variaciones en la relación reflectividad – Intensidad de lluvia (Z-R): debido a la dependencia de esta relación Z – R al diámetro de las gotas de lluvia (variable) puede inducir a un error que en general puede ser del orden de un factor de 2.
5. Errores ligados a la calibración electrónica: El radar necesita una calibración de parámetros constantes. Esta calibración se realizará periódicamente y debe de hacerse de dos maneras diferentes:
 - a. Usando targets de reflectividad conocida (esferas pasivas, transponders, retorno de montañas, etc.).
 - b. Mediante medidas externas con otros instrumentos que cuantifiquen la precipitación.

Como se ha mencionado con anterioridad, en el contrato 278/2014: “*Contrato de Asistencia técnica para la elaboración de un sistema de alerta ante eventos pluviométricos severos basado en los radares meteorológicos del Canal de Isabel II*”, se desarrolló e implementó un sistema informático de corrección de los datos de los radares de banda X del Canal de Isabel II, S.A, M.P. (teniendo en cuenta los errores descritos con anterioridad), generación de productos derivados (composición con el radar de la AEMET de Madrid, acumulaciones sobre distintos soportes temporales y previsión a corto plazo) y cálculo de alertas sobre puntos y zonas geográficas diferentes.

La continuidad en el tratamiento de los datos para la eliminación de errores, depuración y complementación, y el envío de los datos de evolución de la precipitación para el instante actual, así como una predicción a corto plazo (2-4 horas) se llevó a cabo con un análisis de dichos datos y todos aquellos necesarios para complementarlos (pluviómetros tradicionales de Canal de Isabel II, S.A, M.P., datos de la AEMET, etc.

3. OBJETO

En el presente Pliego de Prescripciones Técnicas se describen las condiciones técnicas que regirán los trabajos de servicio para la continuidad en la elaboración de un sistema robusto de predicción de la distribución geográfica de los valores de precipitación a corto plazo y el desarrollo de un sistema de

alertas ante eventos pluviométricos extremos basado en los radares meteorológicos del Canal de Isabel II, S.A, M.P., así como su mantenimiento, mejora, adecuación y actualización.

El objeto del trabajo consiste en el mantenimiento de la red de radares, el tratamiento, depuración, complementación (incluyendo otras fuentes tales como la AEMET), y análisis de los datos de pluviometría obtenidos por los radares meteorológicos que tiene el Canal de Isabel II, S.A, M.P. También deberá incluir la elaboración de un sistema de predicción de la distribución geográfica de los valores de precipitación a corto plazo, y el desarrollo de un sistema de alertas ante eventos pluviométricos extremos con atención a la distribución geográfica de la predicción pluviométrica e implementación de esta herramienta en Canal de Isabel II, S.A, M.P. a través de la creación de una plataforma, con una interfaz adecuada a las necesidades que se establecen en el presente documento. Además, se adquirirán dos radares de la misma tipología o similar a los que actualmente dispone Canal para integrarlos completamente al sistema y así poder cubrir toda la superficie de la Comunidad de Madrid. Es por ello, que la adjudicataria deberá proponer las mejores ubicaciones para estos radares teniendo en cuenta el criterio que establezca Canal de Isabel II, S.A, M.P.

Será objeto de este trabajo realizar las acciones complementarias que sean necesarias para llevar a cabo el servicio tales como:

1. **Mejora de la red de radares actual**, a través de la asesoría para la adquisición e instalación de dos radares nuevos con características técnicas similares a los anteriores, así como la asesoría respecto a la posible modificación de la ubicación y traslado de al menos dos de los radares actuales, con el objetivo de tener una mejor cobertura gracias a la optimización del alcance de los mismos.
2. **Mantenimiento del conjunto de sensores** y la verificación de su correcto funcionamiento, así como de toda su infraestructura a lo largo del proyecto, dejando tras ello pautas para la correcta conservación y explotación de los mismos por parte de Canal de Isabel II, S.A, M.P.
3. **Tratamiento de datos**, los que engloba todos los trabajos que sean necesarias para llevar a cabo el servicio de la correcta recepción, calibración, depuración, criba, complementación con datos de los radares de Canal de Isabel II, S.A, M.P., y de otras fuentes (datos de los pluviómetros de Canal, datos de AEMET...), y en general cualquier acción que englobe el procesado de datos de la red de radares del de banda X del Canal de Isabel II, S.A, M.P., para su correcto procesamiento y previsión, a través de algoritmos avanzados de corrección que permitirán obtener estimaciones de precipitación de mejor calidad que las actualmente disponibles. Estos trabajos deberán incluir las labores de mantenimiento y actualización, creando unas bases de datos fiables para su utilización.
4. **Presentar un servicio de información y alerta hidrometeorológico** que incluya los datos de la red de radares del Canal de Isabel II, S.A, M.P., complementados con otras fuentes de datos, tanto de observación (sensores, radares, datos AEMET, etc.) como de productos de previsión (nuevos productos basados en información radar, modelos numéricos de previsión meteorológica, etc.).

Este servicio tiene como concepto la dotación de un sistema completo y robusto que sirva para la predicción de a corto plazo (2-4 horas), y un módulo interno de cálculo de alerta temprana sobre puntos o regiones debido a los diferentes fenómenos meteorológicos en la Comunidad de Madrid. Por ende, dicho sistema de información deberá tener capacidades de incorporación de información de vulnerabilidad para generar avisos sobre elementos críticos o de actuación prioritaria.

Este sistema deberá incluir mejoras constantes a través de las labores de mantenimiento y actualización, creando un servicio de pronóstico y alerta fiable. Será por tanto también objeto de este trabajo continuar con la realización de las acciones complementarias que sean necesarias para llevar a cabo el servicio de la correcta recepción, calibración, depuración y complementación de los datos de la red de radares, así como su procesamiento y previsión, tanto de los actuales como de los datos de la previsión meteorológica.

También será tarea indispensable realizar y desarrollar las tareas de calibración anual del sistema y el mantenimiento del sistema de hosting necesario para el desarrollo de los trabajos.

5. Implementar procesos de la interfaz del sistema y servicio de soporte, desarrollado en los siguientes términos:

- Diseño de la interfaz hasta adecuarlo a las necesidades de Canal de Isabel II, S.A, M.P.
- Adaptación del visor a la identidad corporativa.
- Organizar la información en capas, gráficas, alertas, etc.
- Preparación del sistema de alerta ante eventos pluviométricos severos.
- Preparación de visores adecuados a cada uno de los diferentes Sistemas de Gestión de Canal de Isabel II, con diferentes perfiles de usuario y accesos, para su propia red de alarmas y avisos según zonas.
- Inclusión de datos de diferentes fuentes, como:
 - Datos de la red de radares del Canal de Isabel II, S.A, M.P., y complementar con los datos del radar de la AEMET para poder generar productos de observación y predicción de lluvia como producto final para toda la Comunidad de Madrid.
 - Datos de los pluviómetros propios del Canal de Isabel II, S.A, M.P., así como los pluviómetros de la AEMET o cualquier otro sensor que se considere de interés.
 - Datos de modelos numéricos de previsión meteorológica a medio plazo (previsión para los próximos 5-6 días) como los del Centro Europeo de Previsión a Medio Plazo (ECMWF: European Center for Medium Weather range Forecast).
 - Avisos oficiales de la AEMET y EFAS.
- Incorporación al sistema de Información de Vulnerabilidad y Riesgo (zonas inundables, elementos críticos o de actuación prioritaria, etc.) y la activación en tiempo real según reglas lógicas predefinidas en base a los productos de observación o previsión.
- Visor web accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet (ordenador, Tablet, móvil, etc.) que permite visualizar toda la información, alertas y configurar el sistema.
- Envío de alertas sobre productos personalizadas por SMS, email i “push” (nativas del móvil o ordenador).
- Incluir la posibilidad de exportación de datos actuales e históricos de intensidad de lluvia por municipio de la Comunidad de Madrid para su posterior análisis y procesado, en un formato tabular simple para su posterior aplicación (.txt, .csv, .xlsx, ...)
- Etc.

6. Servicio y soporte.

El servicio deberá estar diseñado para ser alojado en un proveedor de hosting de alta disponibilidad. Por otro lado, las tareas de mantenimiento tendrán como objetivo realizar el mantenimiento de la infraestructura (hosting, licencias, etc.) y ejecutar los trabajos de consultoría necesarios para la monitorización del sistema y la resolución de las posibles incidencias que puedan generarse, así como de asegurar la calidad de los datos, y la generación de informes de eventos y finales.

Todos estos trabajos por desarrollar vendrán extensamente detallados en el Apartado 6 del presente documento.

El producto final será un sistema completo y robusto que sirva para la predicción de precipitación (y otros eventos meteorológicos asociados) a corto plazo (2-4 horas), así como un módulo de cálculo de alerta temprana sobre puntos o regiones debido a los diferentes fenómenos meteorológicos.

4. ÁMBITO DEL ESTUDIO

Los trabajos por desarrollar se realizarán en el ámbito de la Comunidad de Madrid. No obstante, y de cara al modelo de predicción, deberá tenerse en cuenta el desarrollo y movilidad de las masas de agua atmosférica en las zonas limítrofes a la Comunidad de Madrid, de cara a estudiar su evolución e implicación con las precipitaciones futuras en dicha Comunidad.

5. TRABAJOS A DESARROLLAR

Los trabajos, cuyas tareas se pormenorizan a continuación, consistirán en la recepción por parte del adjudicatario de los datos proporcionados por la red de radares del Canal de Isabel II, S.A, M.P., así como el tratamiento de los datos para la eliminación de errores, depuración y complementación.

También será objeto de este contrato la predicción a través de una herramienta específica para Canal de Isabel II, S.A, M.P. con el envío de los datos de evolución de la precipitación para el instante actual, así como una predicción a corto plazo (2-4 horas) a través de dichos datos y todos aquellos necesarios para complementarlos (pluviómetros tradicionales, datos de la AEMET), e implementación de mejoras en la herramienta en cuestión.

En la actualidad; y tal como se ha descrito con anterioridad; esta predicción a corto plazo está basada en un algoritmo de nowcasting propietario desarrollado por el CRAHI-UPC (Centre de Recerca Aplicada en Hidro-meteorología – Universidad Politécnica de Cataluña) y uno de corrección de ecos desarrollado por el mismo centro de la UPC. Por ende, la empresa adjudicataria de este contrato deberá proveer de algoritmos de similares funcionalidades.

La forma de explotación debe ser en forma de servicio. De esta forma no sería necesario ningún software en los servidores del Canal de Isabel II, S.A, M.P., si no que éste mandaría los datos brutos en tiempo real y recibiría toda la información a través de un visor web y con alertas personalizadas. Este sistema simplificaría las tareas de mantenimiento, siendo más flexible en lo que respecta a la adquisición de datos y no requiriendo de ninguna estructura de hardware o software nuevo por parte del Canal de Isabel II, S.A, M.P., frente a sistemas tradicionales de software instalado (“node-locked”).

Con este contrato se pretende así, continuar con el mantenimiento y mejora del sistema de alerta ante eventos pluviométricos severos, analizando los procesos y necesidades de mejora para poder implementarlos y subsanarlos, creando a su vez una herramienta robusta y fiable de detección.

Así mismo se actualizará esta herramienta a través de diferentes implementaciones, para un sistema de alertas robusto de predicción a corto plazo. La visualización de los datos se realizará a través de una plataforma web de forma que se pueda acceder desde cualquier dispositivo conectado (móvil, tablets, u ordenadores), y como mínimo, deberá cubrir los requerimientos descritos en el presente contrato.

Al finalizar los trabajos, deberán estar disponibles para el Canal de Isabel II, S.A, M.P. todas las metodologías empleadas para la elaboración de los mismos.

Por tanto, de manera esquemática, las tareas a realizar se definen en seis módulos principales:

1. Fase inicial y mejora de la red de sensores actual.
2. Mantenimiento del conjunto de sensores, en la que se deberá incluir la propuesta de mejora respecto a la calibración de los radares y mantenimiento de los mismos.
3. Tratamiento de datos de los radares y del resto de equipos de Canal y AEMET.
4. Presentar un servicio de información y alerta hidrometeorológico, creación de la plataforma, implementación y tareas de mantenimiento derivadas.
5. Implementar procesos de la interfaz.

6. Servicio y soporte.

1. Fase inicial, mejora de la red de radares actual.

Con carácter previo al inicio de los trabajos, Canal de Isabel II, S.A, M.P. proporcionará al adjudicatario el histórico de datos recogidos por los radares y por los pluviómetros propios, y acceso a los programas que permitan el manejo del radar y su recepción de datos.

El adjudicatario estudiará los datos proporcionados y realizará una propuesta de corrección de los mismos, así como de la conversión de los datos de reflectividad en intensidad de lluvia, siempre que esta propuesta mejore la actual trasposición de datos de reflectividad en intensidad de lluvia que lleva a cabo Canal de Isabel II, S.A, M.P.

Asimismo, y con carácter previo al inicio de los trabajos, realizará una propuesta para la calibración de dichos datos, así como una recopilación de aquellos que sean convenientes para la elaboración de la previsión a corto plazo (datos de AEMET, por ejemplo). También instalará pluviómetros portátiles en caso de necesidad de los mismos para la correcta calibración de los datos proporcionados por los radares. La adquisición de datos de los radares de AEMET se considera imprescindible para la predicción de precipitación, puesto que proporcionará información sobre la evolución de la nubosidad en los alrededores de la Comunidad de Madrid.

En base a ello, la empresa adjudicataria deberá, por un lado, hacer una propuesta detallada de ubicación de los dos radares nuevos a adquirir en el contrato, según las necesidades de Canal de Isabel II, S.A, M.P. para la ejecución del contrato, así como la asesoría en la modificación de la ubicación y traslado de al menos dos de los radares actuales, con el objetivo de tener una mayor cobertura gracias a la optimización del alcance de los mismos.

2. Mantenimiento del conjunto de sensores.

Se deberá realizar una propuesta de mejora para el mantenimiento del conjunto de sensores (radares y pluviómetros de Canal de Isabel II, S.A, M.P.), y la verificación de su correcto funcionamiento, así como de toda su infraestructura a lo largo del proyecto, incluyendo un análisis por parte del adjudicatario y propuestas y pautas de mejora de los procesos de Mantenimiento y explotación de los radares de Canal de Isabel II, S.A, M.P. dejando tras ello pautas para una correcta conservación y explotación de los mismos por parte de Canal de Isabel II, S.A, M.P.

En caso de fallo, se deberán realizar desplazamientos a las ubicaciones correspondientes con el equipo necesario, para proceder a la reparación de los radares o pluviómetros perjudicados.

3. Tratamiento de datos de los radares.

La empresa adjudicataria deberá desarrollar las tareas de depuración y calibración de los datos emitidos por los radares. En este punto se abordarán las tareas relacionadas con la calibración electrónica de los mismos y los errores ligados a la intersección del haz. A su vez, se redactará y utilizará un protocolo de antena y una calibración de la orientación mediante los estudios de simulación, que optimice los resultados obtenidos en las tareas de corrección de datos.

Este bloque estará definido según las siguientes actividades:

3.1 Preparación del hosting encargado del procesado de datos:

Las labores de intercambio de datos entre el Canal y el adjudicatario se realizarán a través de servidores virtuales (Hosting) para que la transmisión de los mismos se pueda realizar de manera suficientemente flexible. En este punto se configurarán las máquinas virtuales, una máquina para el

procesamiento de cada radar, y otra máquina que contemple la red de radares en conjunto. Se instalará el software necesario (paquete de cálculo matemático IDL Run Time, librerías adicionales, etc.).

3.2 Construcción de sistemas de adquisición y conversión de datos en diferentes formatos:

Esta segunda tarea consiste en desarrollar el sistema de adquisición y envío de datos, capaz de conectarse a las distintas fuentes (datos brutos de radar: raw y binarios) para recibir en tiempo real los datos, y conectarse al destino donde dejará los datos corregidos y los distintos productos generados.

En este apartado también se englobará la conversión de los datos en los distintos formatos. Inicialmente se desarrollará un lector de datos específicos para los datos brutos del radar que se reciban (raw y binarios), que serán convertidos en un formato estándar usado en todo el proceso de corrección. Una vez procesados serán convertidos a los formatos especificados por Canal de Isabel II, S.A, M.P.

También será tarea del sistema el almacenaje de datos a través de una copia de seguridad para el estudio de ecos no meteorológicos y otros estudios de calibración.

3.3 Sistema de sincronización de procesos

Esta tarea consiste en el desarrollo de un sistema que sincronice todos los datos recibidos por los radares y los procedentes de fuentes externas. El sistema será el encargado de hacer las correcciones oportunas cuando se reciban nuevos datos. (p.ej. En la composición de los datos de los distintos radares, productos de acumulación, etc.).

3.4 Eliminación de ecos no meteorológicos

Actualmente el software utilizado en los radares de Canal de Isabel II, S.A, M.P no realiza sustitución alguna de las zonas afectadas por ecos de suelo, tampoco compensación en las apantalladas, sino que se limita a una eliminación simple mediante filtros (estadístico o por espectro Doppler si este está disponible), hecho que hay que corregir para realizar una correcta estimación de la precipitación.

Por lo tanto, será preciso generar un mapa (o máscara) en condiciones de cielo despejado donde los volúmenes representativos de los ecos de suelos estén presentes de manera continuada debido a las diferentes variaciones que puede tener la trayectoria del haz trabajando bajo las mismas condiciones.

Por ello, este mapa deberá representar una situación media medida durante un periodo lo suficientemente largo. Será precisa la simulación de los ecos de suelo y de las zonas apantalladas representadas mediante un modelo digital del terreno (MDT).

La metodología de simulación deberá partir del modelo digital del terreno (MDT), donde se deben simular las áreas del terreno que cubre el radar. Los resultados prácticos de esta técnica permitirán determinar las áreas apantalladas, el grado de apantallamiento y los factores de corrección a aplicar a las medidas radar en dichas áreas en función de la energía retenida por los obstáculos que las causan.

En situación de lluvia estas máscaras calculadas permitirán eliminar por sustracción aquellas zonas susceptibles de estar contaminadas por ecos de suelo.

3.5 Sustitución de las zonas de ecos eliminadas

Para la sustitución de dichos puntos y zonas contaminadas, será preciso determinar un algoritmo de corrección implementando el método de reemplazo de los datos en las zonas eliminadas, haciendo una adaptación del método de sustitución según las características de las zonas en estudio.

Este algoritmo de corrección deberá combinar al menos los tipos de sustitución (horizontal y vertical), y según se considere más adecuado, también otras tales como gradientes, desarrollo vertical, valores,

textura... para la mejora de las estimaciones de lluvia en las zonas afectadas por ecos no meteorológicos.

De esta forma se podrá estimar la precipitación en las áreas afectadas por ecos meteorológicos, permitiendo obtener campos de precipitación mucho más continuos, para lo que, además, deberá tenerse en cuenta la extensión del área implicada.

Los filtros incorporados para eliminar los datos de terreno se deberán poder comprobar en la zona común de los tres radares por la información obtenida por cada uno de manera individual.

3.6 Actuaciones sobre las zonas apantalladas.

Se deberá implementar un algoritmo que corrija los errores que se producen más allá de la intersección del haz, debido a que una parte de la energía de éste ha sido retenida en el obstáculo. Si la intersección es total (más allá del obstáculo), existirá un área ciega y en la que no es posible conocer la reflectividad. Si por el contrario la intersección es parcial, parte del haz superará el obstáculo topográfico, y la reflectividad medida más allá de este estará infravalorada.

El algoritmo deberá determinar la fracción de energía del haz retenida, simulando su intersección con el terreno a partir de los datos proporcionados por Modelos Digitales del Terreno y a través de la simulación del proceso de medida del radar (explicado anteriormente). A través de la matriz de apantallamientos calculada con este sistema para cada radar, se deberán corregir las estimaciones de precipitación compensado por la proporción de energía perdida en las zonas apantalladas donde la extinción no es total.

3.7 Calibración de los radares con pluviómetros

El proceso de calibración consiste en estimar una función de transformación de las observaciones de cada uno de los radares para que una vez aplicada a las medidas, el resultado sea lo más parecido a la realidad posible y tengan utilidad hidrológica.

Para obtener una buena calibración de los mismos, será necesario trabajar sobre un periodo de datos suficientemente largo para garantizar la robustez de la estimación de los parámetros de calibración. Para esta calibración se utilizarán todos los datos de pluviómetros a los que se tenga acceso tanto de la red de pluviómetros de Canal Isabel II, S.A. M.P. como de AEMET. Además, en el caso que no existan datos de alguna de las zonas de estudio, será precisa la instalación por parte de la empresa adjudicataria de la instalación de pluviómetros portátiles en dichas zonas.

De todos los datos recogidos por los pluviómetros se deberá realizar un filtrado de datos para evitar los errores, y así garantizar una buena calibración, ya que, por ejemplo, un uso de datos afectados por problemas intrínsecos de alguno de los radares podría dar lugar a calibraciones erróneas. Del mismo modo para los pluviómetros, el uso de datos con la presencia de errores podría distorsionar las calibraciones, por lo que se deberá realizar un filtrado para evitar estos valores erróneos.

Debido a esta serie de errores, los datos de los dos instrumentos deberán ser tratados de forma adecuada para corregir errores, y así determinar los periodos y zonas útiles para la comparación. Concretamente, para los datos de pluviómetros, los periodos con valores erróneos no deberán tenerse en cuenta para la comparación.

Por otro lado, deberá realizarse un filtrado manual por parte de un experto de los pares radar-pluviómetro para tener en problemas intrínsecos asociados a las medidas del radar meteorológico. Para ello, deberá tenerse en cuenta los siguiente:

- La distancia al radar de los pluviómetros, ya que a partir de cierta distancia no deberán ser usados.

- Para las regresiones se deberán usar sólo los pares pluviómetro-celda radar que acumulen un mínimo de precipitación en los dos instrumentos en el periodo usado, con el objetivo de evitar distorsiones debidas a valores pequeños de precipitación.
- Los pluviómetros situados en las zonas apantalladas del radar (zonas de “sombra” producidas por las montañas y calculadas en las tareas anteriores) no deberán tenerse en cuenta, ya que el radar subestima en esas zonas por el bloqueo de la orografía, y usarlos podría comportar sobreestimaciones severas en las zonas de buena cobertura. Usar estos pares llevaría a sobrecalibrar el radar para compensar el bloqueo orográfico, cosa que comportaría sobreestimaciones severas en las zonas de buena cobertura.
- Otros errores, tales como las zonas con ecos mal corregidos, u otros problemas relacionados con las medidas del radar.

Después de tener periodos en los que la medida de los pluviómetros sea segura y de características comparables con las del radar, se recogerá una única acumulación de los periodos, y se procederá a la comparación entre los dos instrumentos.

La comparación se deberá realizar mediante gráficos de dispersión que permitan realizarla punto a punto. En el caso de que haya mucha diferencia entre los puntos se valorará hacer el promedio de los datos. Cuando se tenga los pares de valores de los dos instrumentos sobre el gráfico de dispersión, se calculará el factor de calibración lineal como la pendiente de la recta de regresión forzada a pasar por el origen de coordenadas.

Cada radar tiene un campo de trabajo distinto por lo que se precisará su calibración individual. Como los parámetros de calibración oscilan con el tiempo y varían con las intervenciones en la instrumentación, serán realizadas de manera periódica.

El resultado final de estos trabajos consistirá en una metodología y un sistema diseñado para la realización de esta calibración de forma automática.

3.8 Protocolo de antena

Como se ha explicado, varios elementos de la cadena de corrección de los datos de radar dependen del protocolo de antena y otros parámetros del mismo radar. Se realizará un estudio y una propuesta para adecuar estos al uso cuantitativo para la gestión de eventos de lluvia y sacar el máximo provecho a los ecos.

4. Presentar un servicio de información y alerta hidrometeorológico, implementación y tareas de mantenimiento derivadas.

El bloque anterior corresponde a correcciones básicas en las estimaciones de precipitación a través de radar, necesarias para obtener campos de precipitación para usos cuantitativos. En este apartado, se deberán utilizar los datos ya corregidos de cada radar para generar productos que involucren toda la red (incluidos datos externos).

Por ende, este bloque está destinado a la composición de los datos de los distintos radares, a calcular los productos finales de predicción y observación de intensidad de lluvia y acumulaciones en diferentes periodos, además de productos de alerta. La finalidad será la dotación de un sistema completo y robusto que sirva para la predicción a corto plazo (2-4 horas), y un módulo interno de cálculo de alerta temprana sobre puntos o regiones debido a los diferentes fenómenos meteorológicos en la Comunidad de Madrid. Por ende, dicho sistema de información deberá tener capacidades de incorporación de información de vulnerabilidad para generar avisos sobre elementos críticos o de actuación prioritaria.

El mismo deberá constar de las siguientes tareas:

4.1 Composición radares propios y complementado con radares AEMET.

En este bloque se deberán recoger los datos de los radares y procesar en conjunto para la creación de diferentes productos de acumulación y de productos de previsión meteorológica. Se dispondrá no solo de los datos de los radares corregidos sino también de productos listos para ser utilizados cuantitativamente. Por lo tanto, se precisará de todos los datos que haya disponibles, tanto de los radares de Canal de Isabel II, S.A. M.P. como de fuentes externas (AEMET).

Será necesario, por tanto, complementar los datos de los tres radares obtenidos con los de la AEMET de manera continua y con los 2 que se adquieran durante el contrato, para poder así:

- Obtener estimaciones de precipitación en caso de caída de alguno (o todos) los radares de la red.
- Obtener un producto de composición de alta resolución en la zona de cobertura de los radares de Banda-X complementado con los datos de la red de radares de Banda- C de AEMET de cara a ampliar la red de cobertura del área de estudio, incluso fuera de la Comunidad de Madrid, para así poder realizar las labores de previsión meteorológica con mayor precisión al permitir una mejor estimación del campo de desplazamientos y una mayor anticipación.
- Ampliar el área de cobertura de los productos radar (hecho importante para los algoritmos de previsión Nowcasting, ya que permite una mejor estimación del campo de desplazamientos y una anticipación mayor).

Para la composición de datos, se llevarán las distintas fuentes a una resolución común (la más alta, correspondiente a la de los datos de los radares de Banda-X). Seguidamente se deberán componer los datos de los distintos radares usando el algoritmo conocido como “composición por máximo”, para que, de esta forma, la corrección de ecos de suelo y apantallamientos, y también los problemas relacionados con la atenuación de la señal (que pueden llegar a ser severos en los radares de Banda-X) se representen en la calidad adecuada.

4.2 Cálculo de Nowcasting.

El servicio deberá contener un algoritmo de previsión a corto plazo (Nowcasting) sobre el campo de composición de radares. Esto permitirá tener una mayor anticipación que con la composición de los radares de Banda-X solamente, ya que la cobertura incluyendo los radares de la AEMET es más amplia.

El Nowcasting para radares debe estar basado en la estimación del campo de desplazamiento de la precipitación a partir de las observaciones. Mediante técnicas de correlación cruzada, se podrá estimar el desplazamiento entre observaciones de la precipitación a distintas escalas para obtener un campo de desplazamientos multivector que represente el desplazamiento de la precipitación. Este campo será usado posteriormente para proyectar hacia el futuro las últimas observaciones, de manera que se obtendría una previsión de precipitaciones para próximas horas.

La calidad de las previsiones a corto plazo decae con el tiempo, pero la rápida actualización de la información permitiría obtener una nueva previsión cada vez que se dispusieran de nuevos datos.

4.3 Productos de acumulaciones observadas y previstas.

Los radares proporcionan capturas instantáneas del campo de precipitación. Para calcular acumulaciones será necesario un proceso en el que se determine el campo de movimiento de la precipitación, para tener en cuenta en la acumulación las zonas afectadas por la precipitación entre los instantes de tiempo medidos por el radar.

Así pues, el primer paso deberá ser el cálculo de la precipitación entre dos imágenes consecutivas de los radares, como base para acumulaciones superiores, a través de la generación por interpolación espaciotemporal las imágenes de lluvia minutas entre las imágenes instantáneas.

Para ello se deberá aplicar un algoritmo de seguimiento que deberá conseguir que el campo de precipitación se mueva con velocidad constante de una imagen a otra, ya que así podrían calcularse campos de vectores de desplazamiento mediante la correlación de imágenes consecutivas que se utilicen para desplazar un campo de lluvia respecto al anterior y así, de forma simultánea, se interpolen linealmente los valores de la misma.

La importancia de realizar dicha acumulación será muy considerable en episodios tormentosos donde de otra forma el movimiento de los núcleos no quedaría reflejado de forma adecuada si la lluvia acumulada se generara por la suma directa de las imágenes consecutivas. Además, este efecto se vería incrementado según se incrementa el intervalo entre imágenes del radar.

El servicio deberá generar diversos de productos de acumulación, que al menos deberán ser los siguientes:

- Acumulaciones semi-horarias (30 min).
- Acumulaciones de 1h, 3h, 6h, 12h, etc.

4.4 Combinación radar-pluviómetros.

Como se ha explicado anteriormente, los datos de radar sufren de una serie de errores. Estos se minimizarían con un proceso de corrección, pero aun así siempre suelen quedar errores residuales.

Por otro lado, los pluviómetros aportan valores reales de lluvia medidos en un punto, pero su representatividad espacial es limitada (la lluvia tiene una gran variabilidad espacial).

Las técnicas de combinación radar-pluviómetros pretenderán la generación de campos de precipitación usando las dos fuentes de información y aprovechando las bonanzas de cada una de ellas (valores reales puntuales de los pluviómetros y cobertura y estructura espacial de la lluvia del radar).

El servicio deberá proporcionar campos de lluvia combinados para acumulaciones superiores a 1h, usando técnicas de interpolación geoestadísticas (Conditional merging, Kriging, etc.), ya que en acumulaciones inferiores la mayoría de las técnicas de combinación no son estables.

4.5 Productos de alertas de lluvia y de río.

Los campos calculados de lluvia (observados combinados y previstos) se usarán para calcular alertas de lluvia y de río. El servicio, por tanto, deberá ofertar los dos productos de alerta:

- En relación con las alertas de lluvia, se deberán cruzar las cantidades acumuladas con tablas IDF (Intensidad, Duración, Frecuencia) para, con el objetivo de ofrecer precisiones en términos de periodo de retorno de la lluvia prevista en cada punto. Estas alertas serán útiles para generar alertas sobre elementos vulnerables que se vean afectados por problemas de superación de capacidad de drenaje.
- Para las alertas de río, a cada píxel del territorio (con una resolución mínima superior a 500 m) se deberá agregar la lluvia de la cuenca contributiva, y se acumulará durante el tiempo de concentración de la cuenca. Los valores obtenidos se compararán de nuevo con las tablas IDF para asignar valores de periodos de retorno. Estas alertas serán útiles para anticipar crecidas en cauces pequeños y medianos (hasta 100-200 de km²), y generar alertas tempranas sobre elementos vulnerables ubicados cerca de los cauces.

4.6 Continuación en las actuaciones individuales sobre radares y tareas de mantenimiento de la cadena de corrección de errores

Este sistema deberá incluir mejoras constantes a través de las labores de mantenimiento y actualización, creando un servicio de pronóstico y alerta fiable. Será por tanto también objeto de este trabajo continuar con la realización de las acciones complementarias que sean necesarias para llevar a cabo el servicio de la correcta recepción, calibración, depuración y complementación de los datos de la red de radares, así como su procesamiento y previsión, tanto de los actuales como de los datos de la previsión meteorológica.

Por ello, también será tarea indispensable realizar y desarrollar las tareas de calibración anual del sistema en base a los algoritmos mencionados con anterioridad (nowcasting y corrección de ecos), el mantenimiento del sistema de hosting necesario para el desarrollo de los trabajos, y así, continuar con las labores de mantenimiento y actualización del sistema, y el mantenimiento y operación del servicio de pronóstico y alerta.

Durante la duración del contrato entre Canal de Isabel II, S.A, M.P. y la empresa adjudicataria, como se ha explicado anteriormente, algunas tareas deberán realizarse de forma periódica para mantener las estimaciones en su punto óptimo, tales como:

- Eliminación de ecos no meteorológicos.
- Substitución en las zonas de ecos eliminados.
- Actuaciones y tratamientos sobre las zonas apantalladas.
- Calibración de los radares con pluviómetros. La calibración de los radares deriva según la operación y degradación del propio instrumento. Además, se ve afectada en las tareas de mantenimiento del instrumento. En este sentido, para mantener una estimación de la precipitación cuantitativa fiable se recomienda realizar dicha tarea periódicamente (una vez al año, por ejemplo) o después de grandes intervenciones en el instrumento.
- Mantenimiento y verificación del cálculo de las matrices de apantallamientos y ecos, que dependen de la localización de los radares y del protocolo de antena utilizado. Estas pues, deben ser recalculadas ante cambios en estos parámetros.

5. Implementar procesos de la interfaz

Implementar procesos de la interfaz de aplicación actual en los siguientes términos:

- **Inclusión de datos de sensores propios:**
El servicio deberá integrar los datos de pluviómetros de la AEMET y del Canal de Isabel II, S.A, M.P., así como otras redes de sensores que se consideren de interés.
- **Visualización de los datos de sensores:**
Los datos de los sensores se deberán poder visualizar en tiempo real en la plataforma (valores y gráficos), y se usarán para el cálculo de determinados productos (como la combinación radar-pluviómetros, donde se podrán generar alertas sobre ellos o usarlos para generar alertas sobre elementos vulnerables.
- **Exportación de datos:**
Deberá incluir la posibilidad de exportación de datos actuales e históricos, gráficos, capas en formato shape, y la generación de informes según áreas de posible riesgo, así como otras actividades de generación de datos. Además, el sistema deberá incluir en la aplicación la posibilidad de exportar datos actuales e históricos de intensidad de lluvia por municipio de la Comunidad de Madrid para su posterior análisis y procesado, en un formato simple para su posterior aplicación (.txt, .csv, .xlsx, ...).

- Canal de Isabel II, Sociedad Anónima, M.P. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1.ª. Denominación en inscripción 126, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

- Y otras capas similares.

Los formatos deberán ser gráficos, capas shape, y también en formato simple para su posterior procesado (.txt, .csv, .xlsx...).

- **Alertas:**

El sistema de información y alerta deberá calcular diferentes alertas en base a los distintos productos del sistema sobre los elementos, como son:

- Alertas sobre los sensores (aforos, pluviómetros, etc.)
- Alertas sobre productos en base a radar (lluvia instantánea, acumulaciones de distinta duración -observadas o previstas-, etc.).
- Alertas sobre productos de alerta, como alertas de lluvia o alertas de río.
- Alertas sobre modelos numéricos de previsión meteorológica.

Las mismas, además, se deberán calcular sobre puntos críticos o sobre regiones (cuencas, subcuencas, administrativas, etc.).

- **Envío de alertas:**

La gestión de los perfiles y los usuarios receptores de las alertas, así como los niveles de las mismas sobre cada elemento y cada producto, se podrá realizar desde el mismo servicio ofrecido. Estas alertas deberán ser enviadas a través de diversos canales, tales como las nativas del sistema operativo (tipo "push") para Tablet, móvil u ordenador; como por SMS o correo electrónico.

6. Servicio y soporte

El servicio deberá estar diseñado para ser alojado en un proveedor de hosting de alta disponibilidad. Para ello se deberán usar como mínimo, proveedores certificados con el nivel Tier IV (>99.995% de disponibilidad), garantizando así un alto nivel de servicio difícil de igualar con centros de Canal de Isabel II, S.A, M.P.

Las tareas de mantenimiento tendrán como objetivo realizar el mantenimiento de la infraestructura (hosting, licencias, etc.) y ejecutar los trabajos de consultoría necesarios para la monitorización del sistema y la resolución de las posibles incidencias que puedan generarse.

6.1 Licencias

Las licencias que deben mantenerse a lo largo de todo el contrato son, como mínimo, las correspondientes de los algoritmos de cálculo incluidos en el software de corrección y procesado de datos necesarias para éste:

- **Una (1) licencia IDL (Interactive Data Language)** a utilizar, por su capacidad de tratar matemáticamente grandes volúmenes de datos.
- **Una (1) licencia del algoritmo de corrección de ecos no meteorológicos a utilizar.**
- **Una (1) licencia del algoritmo en base a radar y cálculo de alertas de lluvia a utilizar.**
- **Servicio de servidor virtual (hosting) necesario** para alojar todo el sistema de corrección de procesado de datos para Canal de Isabel II, S.A, M.P. y generación de productos derivados y cálculo y envío de alertas sobre elementos críticos.

6.2 Monitorización, mantenimiento y soporte del servicio

- Se deberá **monitorizar el servicio** para la realización de las acciones necesarias para comprobar su correcto funcionamiento:

- Periódicamente (al menos dos veces por semana de forma protocolaria), se deberá acceder al sistema para **revisar que su funcionamiento es correcto** y que el estado general del mismo es el adecuado. Se deberán generar hojas de revisión especificando los puntos del servicio a revisar, así como de las acciones a realizar. Así, se registrarán los resultados de dichos trabajos en las hojas de las revisiones periódicas, que se deberán incluir en un informe trimestral.
- **Mantenimiento del servicio.** Se deberán realizar periódicamente las tareas necesarias de mantenimiento del servicio (infraestructura de servidores virtuales y sistemas asociados).
- **Resolución y mantenimiento de un registro de incidencias.** Durante la vigencia del servicio, se resolverán los problemas que puedan ocasionarse, asegurando que el sistema funcione debidamente. Dichas incidencias serán analizadas y resueltas en horario de oficina en España. Además, se generará un registro, que consistirá en un listado de las incidencias acaecidas, una breve descripción de la causa de esta y el detalle de cómo se resolvió. El registro de incidencias se incluirá en el informe trimestral.
- **Soporte y asistencia técnica a disposición para Canal de Isabel II, S.A, M.P.** en horario de oficina, con el objeto de poder resolver las dudas y consultas que se puedan generar sobre el funcionamiento del servicio y configuración de este.
- **Se realizará un informe resumen del funcionamiento del servicio.** Dicho documento deberá ser entregado al finalizar cada trimestre de manera que el Canal de Isabel II, S.A, M.P. tenga constancia de cómo ha funcionado el sistema durante este período (rendimiento del sistema e incidencias acaecidas).

6.3 Mantenimiento para la calidad de los datos:

Además de las tareas de mantenimiento puramente informático descritas, se realizarán una serie de estudios de mantenimiento destinados a garantizar la calidad de los datos y alertas emitidas:

- **Calibración de los radares del Canal de Isabel II, S.A, M.P.** La calibración de los radares deriva según la operación y degradación del propio instrumento. Además, se ve afectada en las tareas de mantenimiento físico del instrumento. En este sentido, para mantener una estimación de la precipitación cuantitativa fiable se recomienda realizar dicha tarea periódicamente (mínimo una vez al año), o después de grandes intervenciones en el instrumento.
- **Recalcular de las matrices de apantallamientos y ecos de los radares del Canal de Isabel II, S.A, M.P.** Las matrices de apantallamientos y ecos dependen de la localización de los radares y del protocolo de antena utilizado. Estas pues, deben ser recalculadas ante cambios en estos parámetros.
- **Revisión y funcionamiento de algoritmos y del sistema de alerta** y revisión periódica de los productos de alerta. Después de eventos de cierta magnitud, se deberá realizar un análisis de las alertas emitidas, su acierto y su utilidad en la gestión de las incidencias relacionadas con los eventos de lluvia. Esta revisión deberá estar enfocada a mejorar los productos de alerta, así como afinar las alertas y la información enviada a los usuarios de manera iterativa.

6.4 Informes de eventos y finales

Además de los informes periódicos sobre el funcionamiento del servicio, después de los eventos más significativos, se deberá preparar un **informe sobre el funcionamiento del sistema de información y alerta** durante este. Este deberá contener un resumen final de los datos (radar, sensores y otros) del evento, así como una descripción de las alertas generadas y del funcionamiento del sistema.

6. METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS TRABAJOS

Para el desarrollo de las tareas mencionadas anteriormente, se realizarán reuniones de seguimiento con carácter quincenal sin perjuicio de otras reuniones que Canal considere importantes para el correcto desarrollo de los trabajos, así como en fases de prueba y validación.

Con carácter previo al desarrollo definitivo de cualquiera de las tareas objeto del presente contrato, el adjudicatario deberá hacer una propuesta metodológica por escrito al director de los trabajos por parte del Canal de Isabel II, S.A, M.P.

El desarrollo de las tareas se realizará, con la aprobación de Canal de Isabel II, S.A, M.P., con la utilización de las herramientas informáticas propias, y que utiliza la empresa contratante.

7. SEGUIMIENTO Y DURACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para llevar a cabo estos trabajos, y tal y como se ha definido en el apartado anterior, se deberá realizar un control y seguimiento en fases de prueba y validación, que compruebe el correcto funcionamiento de todas las acciones requeridas en el presente concurso.

Para ello se llevarán a cabo diferentes análisis y evaluaciones con carácter quincenal sin perjuicio de otras reuniones que el Canal considerara importantes, a lo largo del desarrollo del contrato y a la finalización del mismo, para verificar que se cumplen todos los requisitos exigidos por la parte contratante, y realizar las acciones pertinentes recogidas en el documento PCAP en concepto de bonificaciones y penalizaciones.

Las conclusiones de este trabajo serán la base precisa para que Canal Isabel II, S.A, M.P., pueda llevar las acciones que crea necesarias en cuanto a la gestión de eventos pluviométricos extremos en sus diferentes estados (agua, granizo y nieve) en lo concerniente al drenaje urbano.

Los trabajos tendrán una duración estimada de dos años, en el que las tareas de los primeros meses del primero de ellos consistirán en la implementación del sistema y puesta en marcha del mismo, y a partir del cuarto mes desde el inicio, en el desarrollo del sistema otorgando servicio y soporte, así como las diferentes predicciones y alertas, y finalmente, la entrega de una herramienta robusta con sus diferentes implementaciones a lo largo del proyecto.

8. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características del servidor donde está actualmente alojado el sistema requieren de:

- Servicio y resolución de incidencias es de 24h/365 días
- CPU mínimo de 12 cores y 2.4 GHz
- Memoria RAM mínima de 32 GB DDR4-2133MHz
- Disco duro mínimo de 256 GB en disco de estado sólido (SSD)

9. MEDICIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Se presentarán certificaciones mensuales sobre las unidades ejecutadas y recibidas en el periodo. Las unidades de medición y susceptibles de abono serán las correspondientes al presupuesto que figura en el anexo del PCAP. El número de unidades indicadas corresponde al escenario hipotético de

valoración, a efectos de las propuestas económicas que se presentarán. En caso de que se realicen trabajos no contemplados específicamente en el cuadro de precios, se presentará de manera previa a la realización de los mismos, una propuesta en base a los precios por administración que figuran en dicho anexo y que deberán ser aprobados por el director de los trabajos del Canal de Isabel II, S.A, M.P. con anterioridad al inicio de dicho trabajo singular.

10. MEDIOS TÉCNICOS Y HUMANOS

El adjudicatario nombrará un representante responsable de los trabajos, que deberá contar con experiencia en trabajos similares de al menos cinco años según se detalla en el PCAP de este mismo concurso. Este responsable será el interlocutor único con el director de los trabajos que designe el Canal de Isabel II, S.A, M.P., y deberá tener la titulación que se marca en el PCAP que rige el presente concurso de asistencia técnica.

Así mismo deberá contar con Ingeniero superior con al menos cinco años de experiencia con dicha titulación en trabajos de asistencia técnica para la estimación de lluvia con datos de radar meteorológico, previsión a corto plazo y análisis en tiempo real de los datos del radar meteorológico.

En sus ofertas, los licitadores presentarán una relación del personal que se asignaría al trabajo encomendado, con indicación de su titulación, experiencia (currículum vitae) y dedicación al proyecto. Las personas que vayan a desarrollar este proyecto deben contar con una solvencia técnica acreditada, para que la labor comprometida pueda ser realizada de modo satisfactorio y en el plazo establecido.

El adjudicatario se comprometerá a aportar los recursos humanos recogidos en su oferta. En el caso de que alguna de las personas propuestas no estuviera activa en la empresa adjudicataria en el momento de la adjudicación, el adjudicatario propondrá a Canal de Isabel II, S.A, M.P. recursos alternativos con categoría profesional y experiencia igual o superior a los propuestos inicialmente, propuesta que deberá ser aceptada por la dirección del proyecto por parte de Canal de Isabel II, S.A, M.P.

El adjudicatario velará porque el equipo designado para la ejecución de los trabajos tenga la suficiente estabilidad que no ponga en riesgo la consecución de los mismos en calidad y plazos. Cualquier cambio que aun así se produjera deberá ser puesto en conocimiento de Canal de Isabel II, S.A, M.P., con la suficiente antelación, y se reemplazará el recurso por otro de igual o superior cualificación.

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

Firma:

LAстра DE LA
RUBIA ANTONIO -
UTH

Firmado digitalmente por
LASTRA DE LA RUBIA
ANTONIO - AUTH
Fecha: 2023.04.28 09:25:54
+02'00'

Antonio Lastra de la Rubia
Jefe de Área de Desarrollo de la Innova-
ción

Firma:

FLORES CABEZA
JAIME -
FIRMA

Firmado digitalmente por
FLORES CABEZA JAIME -
FIRMA
Fecha: 2023.04.28 14:06:46
+02'00'

Jaime Flores Cabeza
Subdirector de I+D+i