

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER AL DESENVOLUPAMENT DE MILLORES I EVOLUCIÓ DEL PROGRAMARI - EINA DE PREVISIÓ HIDROMETEOROLÒGICA INTEGRADA (EHIMI) - OPERATIU A LA XARXA DE RADARS METEOROLÒGICS (XRAD) DEL SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA PER L'ANY 2025

1. OBJECTE I ABAST

Aquest plec té per objecte establir les prescripcions tècniques que regeixen la contractació, mitjançant **procediment negociat sense publicitat**, per al servei de desenvolupament de millores i evolució de l'Eina de previsió Hidro Meteorològica Integrada (EHIMI), dissenyada en el seu origen pel Centre de Recerca Aplicada en Hidrometeorologia (CRAHI) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). El programari EHIMI està format per un conjunt d'aplicacions destinades al tractament i la visualització de dades radar i hidrològiques, a partir de la informació generada per la Xarxa de Radars Meteorològics de l'SMC (d'ara endavant XRAD). Cal tenir present que aquesta eina forma part de la cadena operativa de la XRAD.

2. CONDICIONS GENERALS

2.1. DESCRIPCIÓ DE LES ACTIVITATS QUE S'HAN DE DUR A TERME

Aquest plec inclou les següents tasques:

2.1.1. Actualització de paràmetres de la XRAD en l'EHIMI

La plataforma EHIMI requereix un suport continuat per part de personal tècnic qualificat en temes d'interpretació de les observacions de radar meteorològic, i que, a més, conegui en detall l'EHIMI. L'objectiu d'aquesta tasca és fer el seguiment del funcionament dels radars de la XRAD per a l'estimació quantitativa de la precipitació i inclou les següents actuacions:

- Càlcul dels factors de calibratge dels radars de l'XRAD: es requereix el càlcul i, en cas que es valori necessari per part de l'SMC, l'actualització dels factors de calibratge quatre cops durant l'any 2025, preferentment estacionalment. Aquest càlcul es fa d'acord amb la comparació de les estimacions de pluja observada pel radar amb les observacions de la xarxa de pluviòmetres de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) de l'SMC, per tal de reduir els errors sistemàtics de la mesura, que es tradueixen en biaixos en els valors de la pluja estimada.
- Estudi de l'orientació (azimut i elevació) dels radars de l'XRAD: es requereix l'estimació dels errors d'orientació per comparació entre les observacions del radar i la simulació de la intercepció del feix radar amb el terreny en dies d'aire clar del 2025. Així mateix, es requereix un seguiment

regular del seu efecte en les correccions de l'EHIMI (per exemple, per garantir la correcta eliminació dels ecos fixos per als diferents radars de l'XRAD i la correcció dels apantallaments a causa del terreny).

- Anàlisi dels sectors amb bloquejos per factors externs: es requereix actualitzar la matriu d'ecos fixos i àrees bloquejades per adaptar les correccions als canvis d'entorn dels radars, ja que l'aparició de nous obstacles, com ara antenes, xarxes WIFI o parcs eòlics, poden pertorbar les mesures dels radars.

2.1.2. Adaptació del programari per a la ingestió de dades en format Rainbow

Dins el marc del projecte de renovació de la xarxa XRAD, a finals de 2025 està previst iniciar la substitució dels actuals radars per radars tecnologia de polarització dual. Els nous radars proporcionaran dades brutes amb estructura i format diferent de l'actual (LEONARDO - Rainbow). Es preveu que l'SMC disposi de les primeres dades operatives en el nou format a principis de 2026.

Per tant, es requereix l'adaptació del programari EHIMI per assimilar i tractar dades amb el nou format, tenint en compte que ha de generar els mateixos productes que actualment.

Durant el 2025, es portarà a terme la fase d'adaptació; la cadena operativa Rainbow ja estarà configurada i treballant en paral·lel a la cadena operativa amb les dades actuals dels radars, prèviament transformades del format IRIS al nou format. En aquesta fase és quan s'ha d'adaptar el programari EHIMI al nou format per operar en la nova cadena Rainbow.

A tal efecte, l'SMC proporcionarà, a l'inici del contracte, una descripció detallada de l'estructura i format de les noves dades, així com fitxers de dades de mostra.

2.1.3. Índex de qualitat dels productes de precipitació acumulada

Durant el contracte anterior amb el CRAHI (anualitat 2024) es va desenvolupar un índex de qualitat (IQ) discret del producte EHIMI de precipitació acumulada 24 h, orientat a la validació de models per part de l'Àrea de Recerca Aplicada i Modelització (RAM). Aquest índex considera, com a factors de qualitat discrets, la màscara de problemes del producte, una distància menor de 60 km al radar i l'abast de la tasca de la qual es deriva la dada.

Al llarg de l'execució del nou contracte es requereix:

- El refinament i millora de la precisió de l'índex de qualitat, donant-li un valor continu i normalitzat, de forma que pugui combinar i comparar factors de qualitat que es poden estimar quantitativament, com ara el factor de bloqueig orogràfic, la probabilitat d'ecos de terra o mar, l'altura del feix i la distància al radar.
- La posada en operativa de la generació del producte IQ en paral·lel a la generació del producte de precipitació acumulada 24 h.

2.1.4. Refinament dels productes combinats radar-pluviòmetres

Durant el contracte anterior amb el CRAHI (anualitat 2024) es va desenvolupar i posar en operatiu una nova versió del mòdul GENKRIG en què sempre es tenen en compte les dades dels pluviòmetres i la combinació radar-pluviòmetres es fa només mitjançant una tècnica que s'anomena "Kriging amb deriva externa". A més, també es va treballar per incorporar les dades dels pluviòmetres de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) als productes combinats. Ara bé, s'han detectat alguns aspectes que cal treballar per tal de millorar-los:

- Correcció d'artefactes. S'ha detectat que, en alguns casos, el producte d'estimació de l'acumulació de precipitació amb les correccions de l'EHIMI i incorporant les dades dels pluviòmetres mitjançant un Kriging amb deriva externa (24KG) genera buits de precipitació que no existeixen en el producte AC24. En una primera anàlisi, s'ha vist que es produeixen quan hi ha una sobreestimació de la precipitació amb dades de radar respecte de les observacions dels pluviòmetres, en cas que el registre mesurat sigui minso. Aleshores, en zones properes a l'estació meteorològica on l'estimació amb dades de radar proporciona valors encara més baixos, el producte 24KG directament dona valors de 0 mm (vegeu com a exemples el dia 12/02/2025). S'ha pogut comprovar que aquests buits no són realistes, ja que han coincidit en episodis en els quals hi havia dades de pluviòmetres de la Xarxa d'Observadors Meteorològics (XOM) que havien mesurat precipitació.
- Explorar una correcció que tingui en compte l'altitud. S'ha detectat que en zones de muntanya el producte d'estimació de l'acumulació de precipitació amb les correccions de l'EHIMI (AC24) subestima la precipitació respecte de les observacions dels pluviòmetres a causa del bloqueig orogràfic i del fet que durant l'època freda de l'any bona part de la precipitació és en forma de neu. Aquest comportament és més marcat a l'Alt Pirineu. En casos en què la diferència entre AC24 i els pluviòmetres és marcada, a l'hora de generar el producte 24KG predomina la dada observada. Actualment, això genera una distribució de la precipitació sovint amb una morfologia poc realista

(regions ovalades al voltant de les estacions de mesura, independentment de l'orografia; veure com a exemples els dies 12/01/2025 o 30/01/2025). Es proposa explorar la possibilitat d'una correcció que tingui en compte l'altitud per tal de modular aquests casos.

2.1.5. Noves funcionalitats de l'eina web per visualitzar els productes de radar

La tasca consistirà proporcionar noves prestacions i en l'adaptació del visor dels productes de l'EHIMI. En particular, implementar funcionalitats per facilitar les tasques de l'equip de Predicció i Vigilància i de l'equip de Control de Qualitat de Dades, com ara:

- Incorporar una capa amb les dades semihoràries de la XEMA, com ja es fa amb les dades diàries (producte 24PL), i que aquestes es puguin representar en una gràfica en fer clic en el punt de l'estació, juntament amb el producte d'estimació de l'acumulació de precipitació en una finestra mòbil de 30 minuts amb les correccions de l'EHIMI (AC30) i la reflectivitat.
- Incorporar una capa amb les dades semihoràries i una altra amb les diàries dels pluviòmetres de l'ACA (semblant a 24PL), i que les primeres es puguin representar en una gràfica en fer clic en el punt de l'estació, juntament amb el producte AC30 i la reflectivitat.
- Incorporar un menú desplegable on es llistin les alarmes més recents (hora, comarca i valor màxim de precipitació) per a cadascun dels llistats.
- Possibilitar el còmput personalitzat d'acumulacions de precipitació a partir dels histogrames d'acumulació de precipitació 30-minutals.
- Modificar la capa dels límits comarcals per tal que no desaparegui en fer *zoom in* i que les capes estàtiques (comarques i raigs dels radars) estiguin fora dels apartats dels diversos tipus de productes.
- Completar la descripció dels diversos productes al visor.

2.2. CONDICIONS TÈCNIQUES

Per a dur a terme les tasques esmentades anteriorment, es defineixen les següents condicions.

Per part de l'SMC:

- Disposarà dels recursos necessaris (maquinari, llicències de programari) per a disposar dels entorns de treball que es requereixen per a la integració de l'EHIMI a la cadena operativa: un entorn per a desenvolupament i proves (DEV) i un entorn de producció on córrer l'eina operativa (PRO) (vegeu Secció 2.3).
- Dotarà a l'adjudicatari dels permisos necessaris per poder accedir, a través de VPN, a l'entorn a l'entorn virtual VMWare de l'SMC i així poder accedir a les màquines DEV i PRO.
- Posarà a disposició de l'adjudicatari les dades de radar de la XRAD necessàries per al desenvolupament de les tasques anteriorment llistades.

Per part de l'adjudicatari:

- Desenvoluparà els algorismes i mòduls operatius com a noves versions de l'EHIMI.
- Els mòduls que es desenvolupin durant el contracte, o aquells que s'hagin modificat per un mal funcionament, s'integraran a la versió operativa de l'EHIMI. Aquesta s'instal·larà als sistemes de l'SMC en dues fases, una primera en l'entorn DEV i, després de la validació del seu correcte funcionament, en una segona fase s'instal·larà en l'entorn PRO.
- Donarà suport tècnic durant la implementació de les noves versions de l'EHIMI, així com la formació necessària per al seu ús, al personal designat per l'SMC.
- Es comunicarà amb l'SMC segons es descriu a la secció de Comunicació.
- Es compromet a fer un ús responsable de les dades radar de la XRAD i a destinar-les únicament a l'àmbit d'aquest plec.
- Respectarà escrupolosament les normes de seguretat informàtica establertes per l'SMC a l'hora d'accedir a l'entorn virtual VMWare de l'SMC.
- Els treballs s'executaran d'acord amb el que estableix la Llei 9/2017, de 8 de novembre de Contractes del Sector Públic (LCSP) i amb estricta subjecció a les presents clàusules que serveixin de base al contracte, sotmetent-se a les facultats d'interpretació, modificació i resolució del contracte que la legislació vigent confereix a l'Administració contractant.
- El contractista ha d'executar el contracte al seu risc i ventura i estarà obligat a indemnitzar els danys i perjudicis que es causin a terceres persones a conseqüència de les operacions que requereixi l'execució del contracte.

- L'adjudicatari és responsable de la qualitat tècnica dels treballs efectuats i de les prestacions i serveis realitzats, així com de les conseqüències que se'n deriven per les Administracions Públiques o terceres persones de les omissions i errors en l'execució del contracte.

2.2.1. Comunicació

Al llarg de la durada del contracte i el període de garantia tècnica, la comunicació entre les parts es farà, prioritàriament, a través d'una adreça de correu electrònic única (ehimi@crahi.upc.edu)

Amb l'objectiu de fer un seguiment eficaç del projecte i facilitar la comunicació entre les parts, es requereix a l'adjudicatari:

- Proposar i dur a terme reunions de seguiment periòdiques amb la comissió tècnica de l'SMC, amb una freqüència mensual. Si l'SMC no requereix el contrari, es realitzaran per videoconferència.
- L'enviament d'un correu electrònic a l'SMC cada divendres, des de l'adreça ehimi@crahi.upc.edu, amb un breu resum setmanal en què es faci constar l'estat de les tasques. A l'inici del contracte s'establiran els destinataris d'aquests correus.
- Quan els tècnics de l'SMC facin una consulta o informin d'un incident tècnic a través d'aquesta adreça de correu, el CRAHI deixarà constància de la recepció del correu, responent al correu amb una estimació del temps necessari per resoldre la incidència o respondre la consulta tècnica.

2.3. EMPLAÇAMENT

L'adjudicatari haurà d'implementar els canvis i millores del programari a l'entorn virtual VMWare de l'SMC.

A l'inici del contracte, l'SMC dotarà al CRAHI d'un accés VPN a l'entorn virtual VMWare de l'SMC.

Tant l'accés a través de la VPN com les actuacions al servidor, d'actualització del programari EHIMI amb nous algorismes o funcionalitats s'hauran d'adaptar a les normes de seguretat informàtica establertes per l'SMC, amb les implicacions que això suposi en el seu desenvolupament i implementació operativa.

En concret, l'entorn destinat a l'EHIMI es basa en un model d'arquitectura client-servidor i amb dos entorns de treball diferenciats:

- a) Entorn de desenvolupament (DEV): per tal de garantir que les modificacions de programari i els algorismes o funcionalitats de nou desenvolupament s'integren correctament en l'entorn, així com que els productes resultants són coherents i acompleixen el factor de qualitat requerit, els nous codis s'hauran de desenvolupar, executar i testejar en l'entorn de Desenvolupament (DEV) durant un temps definit prèviament amb els tècnics de l'SMC, verificant que els nous codis i algorismes implementats tenen els resultats esperats.
- b) Entorn Operatiu (PRO): després de la fase de verificació dels nous algorismes o funcionalitats a l'entorn DEV, aquests s'integraran finalment a l'entorn Operatiu (PRO), on es generen les dades i imatges de radar que són visibles en les màquines o plataformes designades per l'SMC.

En cas que l'adjudicatari hagi d'accedir i operar en qualsevol dels entorns de treball, **es requereix sempre l'aprovació i supervisió de l'Àrea de TIC de l'SMC**, com, per exemple, quan calgui solucionar incidències, incorporar noves funcionalitats a l'Entorn DEV o evolucionar-les dins l'entorn PRO de treball.

2.4. PLA DE TREBALL

A l'inici del contracte, el licitador haurà de presentar i acordar amb l'SMC un pla de treball per a la realització de les tasques descrites en aquest Plec. El pla de treball ha d'incloure, per cadascuna de les tasques establertes en el present plec, el calendari d'execució previst, els recursos materials i personals requerits i la descripció i metodologia tècnica detallada dels algorismes i funcionalitats a implementar.

El licitador designarà un responsable per al seguiment de l'execució del contracte i de la interlocució. Per part de l'SMC, també es designarà una comissió tècnica que s'ocuparà del seguiment de l'execució del contracte.

Qualsevol modificació sobre el pla de treball acordat s'haurà de comunicar en reunió amb la comissió tècnica de l'SMC i, en tot cas, requerirà l'aprovació per part d'aquesta.

2.5. AUTORIA, RESPONSABILITAT I PROPIETAT INTEL·LECTUAL

L'adjudicatari tindrà la propietat intel·lectual dels desenvolupaments que realitzi en el marc del contracte i podrà inscriure en el registre de la Propietat Intel·lectual de Catalunya els resultats que siguin susceptibles de protecció segons estableixi la legislació sobre propietat intel·lectual vigent.

Els informes previstos seran finalistes i d'ús exclusiu de l'SMC, a menys que les parts acordin el contrari. En tot document que no sigui d'ús intern es respectarà sempre la menció dels autors del treball.

Les dades cedides per l'SMC per a la realització del projecte romandran propietat d'aquest organisme i el seu ús estarà restringit al mateix projecte o la seva difusió, no podent-se utilitzar per a altres finalitats sense permís previ de l'SMC. Se citarà l'origen de les dades sempre que sigui necessari i es respectarà la política de dades de l'SMC.

Cap de l'Àrea de Sistemes
d'Observació Meteorològica