

# PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER AL DESENVOLUPAMENT DE MILLORES I EVOLUCIÓ DEL PROGRAMARI EHIMI (EINA DE PREVISIÓ HIDROMETEOROLÒGICA INTEGRADA), OPERATIU A LA XARXA DE RADARS METEOROLÒGICS (XRAD) DEL SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA, PER L'ANY 2026

## 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 Hidrometeorològica 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 a 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 l'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 2026, preferentment seguint les estacions de l'any. 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 de l'antena radar 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 2026. 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 (fase 2)*

Dins el marc del projecte de renovació de la xarxa XRAD, l'SMC es troba en procés substitució dels radars actuals per radars amb tecnologia de polarització dual. La renovació, que es farà durant el 2026 i principis de 2027, implica anar canviant els radars de manera progressiva, aturant el següent radar un cop l'anterior ja estigui en funcionament. 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 durant el segon trimestre de 2026.

En l'exercici 2025 es va dur a terme l'adaptació del programari EHIMI replicant la cadena operativa actual amb variables de polarització simple per assimilar i tractar dades amb el nou format Rainbow, tenint en compte que ha de generar els mateixos productes que actualment.

Durant l'exercici 2026, es requereix la posada en operativa de la ingestió en l'EHIMI de dades en format Rainbow, un cop aquestes dades estiguin disponibles en temps real. Aquesta tasca consisteix a reproduir la cadena operativa en paral·lel a l'actual i es desenvoluparà de forma seqüencial a mesura que es completi la instal·lació i posada en operativa dels nous radars:

- Amb la recepció de dades en temps real del primer radar actualitzat, es posarà en operativa la lectura, correcció, extrapolaració a superfície i projecció cartesiana de les dades del radar individual i la generació de productes acumulats de primer nivell (sense correcció amb pluviòmetres).
- Amb la recepció de dades en temps real del segon radar, es posarà en operativa la composició de radars i la generació de productes acumulats de primer nivell (sense correcció amb pluviòmetres).

- Amb la recepció de dades en temps real del tercer radar, s'actualitzarà la composició de radars i la generació de productes acumulats de primer nivell (sense correcció amb pluviòmetres) amb les dades addicionals.

El flux de dades s'acordarà en les reunions de planificació i seguiment.

La instal·lació i posada en operativa del quart radar i la finalització del procés de renovació de la xarxa estan previstos per a l'exercici 2027.

### *2.1.3. Generació de l'acumulació de precipitació per a períodes ad hoc*

Des de l'SMC sovint s'utilitzen productes d'acumulació de precipitació generats per l'EHIMI per a fer balanços d'episodis de precipitació. De vegades, es tracta d'episodis que afecten un període subdiari o bé un de comprès entre dos dies naturals, i sovint el material que es prepara per a fer difusió es genera durant el matí, després d'haver validat les dades dels pluviòmetres.

Es requereix poder generar l'acumulació de precipitació d'un període a partir de l'acumulació horària combinada. Es tractaria de crear una plataforma o aplicatiu web en el qual poder seleccionar el període d'interès i que el fitxer resultant sigui un GeoTIFF descarregable. Cal, però, que per a generar aquesta acumulació es recalculi el producte d'acumulació horària combinat tenint en compte només aquells pluviòmetres que disposin de totes les dades semihoràries del període determinat.

### *2.1.4. Millora de l'estimació de precipitació amb dades de polarització dual*

L'actualització dels radars de la XRAD permetrà disposar, a més de les dades dels moments radar habituals (Z, V, W), de dades de doble polarimetria, en particular de la reflectivitat diferencial (ZDR), del coeficient de correlació (RHO), de la fase diferencial (PHI) i de la fase diferencial específica (KDP).

En aquest context, durant l'exercici 2026, es requereix la proposta i desenvolupament, dins el programari EHIMI, d'un algorisme millorat per a l'estimació quantitativa de la precipitació (QPE) a partir de dades polarimètriques:

- En una primera tasca, l'adjudicatari haurà d'elaborar un informe tècnic referenciat, avaluant mètodes possibles per a la millora de la QPE, aprofitant la informació addicional proporcionada per les noves variables de doble polarimetria, incloent-hi una proposta final, ben argumentada, del mètode a implementar operativament.

- A partir d'aquest informe, es desenvoluparà el nou mètode, acordat prèviament amb els tècnics de l'SMC, per tal de generar productes d'estimació de l'acumulació de precipitació (30-minutal, horari i diari) i generar els productes combinats amb pluviòmetres.

### *2.1.5. Manteniment i actualització de l'eina web per visualitzar els productes de radar*

El visor de dades de l'EHIMI és una eina que s'utilitza en l'operativa de l'SMC, sobretot per part de l'Equip de Predicció i Vigilància, però també per altres equips de l'organització. Així doncs, cal garantir-ne un correcte funcionament, de manera que es farà el manteniment necessari i es resoldran les incidències que hi pugui haver.

A banda, des de l'SMC s'ha identificat la necessitat de migrar aquest visor, que actualment es troba en un servidor extern, a un d'intern. Aquesta migració es farà en coordinació amb l'Àrea de TIC de l'SMC i l'equip de TDT.

S'afegiran al visor els productes relacionats amb l'índex de qualitat.

En últim lloc, la Comissió Permanent de Protecció Civil va aprovar aquest mes de desembre els nous llistats dels avisos de precipitació. Són els que es mostren a continuació:

Període	30 minuts	3 hores	24 hores
N1	20 mm	60 mm	100 mm
N2	40 mm	90 mm	200 mm

S'hauran d'incorporar al visor els nous llistats, els quals, finalment, difereixen parcialment dels que hi ha operatius a l'eina. N'hi haurà per a finestres mòbils de 30 minuts, 3 hores i 24 hores. Així, doncs, caldrà generar les acumulacions en una finestra mòbil de 24 hores, les quals es proposa que es facin a partir de l'acumulació 30-minutal combinada (A30C).

### *2.1.6. Actualització de la documentació de la Wiki de l'EHIMI*

En exercicis anteriors es va crear una Wiki de l'EHIMI dins la plataforma Confluence on hi ha descrits els diversos mòduls del programari, el manteniment, l'arquitectura, els algorismes i els enviaments. Des de llavors s'han fet alguns canvis en el funcionament de l'EHIMI i s'han generat nous productes, de manera que és necessària una actualització general de la documentació.

En primer lloc, es requereix la revisió i el manteniment d'aquesta Wiki, comprovant que tots els enllaços existents estiguin operatius i documentats, completant aquells que estiguin buits.

En segon lloc, en concret, es requereix actualitzar:

- Mòduls > GENRAD (productes d'acumulació 3-horària, 12-horària, 24-horària).
- Mòduls > GENKRIG (canvis en l'algoritme de Kriging, incorporació dels pluviòmetres de l'ACA).
- Enviaments

Finalment, cal afegir:

- Documentació sobre les alertes comarcals de superació de llindars (programari, generació).
- Documentació sobre l'Índex de Qualitat (programari, generació, mètode i referències).

## 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.
- Haurà d'informar sempre els tècnics informàtics (TIC) de l'SMC abans d'accedir i realitzar modificacions 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](mailto: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](mailto: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:

- *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.
- *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