ICGC
Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER AL CONTRACTE DE SUBMINISTRAMENT D'UNA CÀMERA FOTOGRAMÈTRICA AÈRIA DIGITAL NADIRAL.

Expedient ICGC-2026-58 (S-1126/26)

Generalitat
de Catalunya

1. OBJECTE DEL CONTRACTE

Aquest contracte té per objecte l'adquisició d'una càmera fotogramètrica aèria digital nadiral, en els termes previstos en aquest plec de prescripcions tècniques.

2. REQUERIMENTS TÈCNICS MÍNIMS DE COMPLIMENT OBLIGAT

L'equip objecte del present plec, en endavant denominat "Sistema", està format per una càmera fotogramètrica aèria digital de captura nadiral, de nova fabricació, amb capacitats mètriques i cartogràfiques, concebuda com un conjunt integrat de maquinari i programari.

El Sistema inclou, com a mínim, els mòduls d'adquisició d'imatge, orientació i posicionament, control i gestió de l'operació, i emmagatzematge de dades, així com el programari necessari per a la seva configuració, operació i explotació, la documentació tècnica, els manuals d'ús, la formació associada i qualsevol material addicional necessari per garantir la seva correcta instal·lació, funcionament i manteniment.

El Sistema ha de ser de nova construcció i s'han de complir, en la seva totalitat, els següents requisits:

2.1. Mòdul d'adquisició

2.1.1 El Sistema ha de permetre la captura nadiral d'imatges d'alta resolució en format matricial en quatre bandes espectrals: vermell (R), verd (G), blau (B) i infraroig proper (NIR).

2.1.2 El Sistema ha de disposar d'un o més mòduls d'adquisició d'imatges pancromàtiques d'alta resolució i un o més mòduls d'adquisició en quatre bandes espectrals (R, G, B i NIR) físicament diferenciats. No es permet que la generació de les imatges d'alta resolució es basin en l'ús de capçals amb filtres de color de tipus Bayer.

2.1.3 Cada mòdul d'adquisició d'imatge ha d'estar format, com a mínim, per un sistema òptic propi i un sensor d'imatge de tipus matricial. Es permet la utilització de diverses òptiques per a poder donar resposta a les capacitats de captura requerides en punts 2.1.10 i 2.1.11. En aquest cas es lliuraran totes les òptiques requerides pel seu compliment.

2.1.4 La relació de resolució espacial entre la imatge pancromàtica i cadascuna de les bandes espectrals de color (infraroig, R, G, B, NIR) ha de ser inferior a 4.

2.1.5 El Sistema ha de minimitzar els píxels nuls o defectuosos i disposar d'un procediment de correcció d'aquests píxels en les imatges postprocessades.

2.1.6 El Sistema ha d'incorporar solucions tècniques que permetin minimitzar l'aparició d'artefactes de color, especialment aquells deguts a efectes d'aliasing en la composició de les imatges procedents dels diferents elements fotosensibles corresponents a cada banda espectral.

2.1.7 El Sistema ha d'incorporar mecanismes específics de control radiomètric que permetin minimitzar de manera efectiva els efectes de saturació i blooming en qualsevol de les bandes espectrals capturades. Aquests mecanismes han de garantir una resposta estable del sensor davant escenes d'alt contrast radiomètric, assegurant la qualitat i la integritat de la informació enregistrada en totes les condicions d'operació.

2.1.8 La resolució radiomètrica mínima ha de ser de 14 bits per canal espectral, maximitzant el rang dinàmic de resposta del sensor

2.1.9 El sensor corresponent al capçal pancromàtic ha de superior als 450 MegaPíxels.

2.1.10 El Sistema ha de ser capaç de compensar o corregir els efectes del moviment de la imatge en el pla focal durant el temps de captura de la mateixa. Aquesta capacitat ha de permetre mantenir la nitidesa i la fidelitat geomètrica de les imatges capturades, fins i tot en condicions de velocitat elevada o variacions dinàmiques pròpies de l'operació aèria.

2.1.11 El Sistema ha de permetre la captura d'imatges amb una mida de píxel de 5 cm volant per sobre de 6000 peus d'alçada sobre el terreny, AGL.

2.1.12 El Sistema ha de permetre la captura d'imatges amb una mida de píxel de 22 cm volant per sota de 20.000 peus d'alçada sobre el terreny, AGL, per poder realitzar projectes de gran cobertura de forma ràpida.

2.1.13 El Sistema ha de permetre la captura d'imatges amb un 80% o més de recobriment *alongtrack* per a vols amb 5 cm de GSD a una velocitat superior a 190 nusos.

2.1.14 En el cas de la restitució estereoscòpica, la configuració del vol amb un mínim del 60% de recobriment longitudinal ha de donar lloc a una relació base/alçada (b/h) de com a mínim 0,16.

2.1.15 Pel que fa a la generació d'ortofotografia d'alta nadiralitat, una configuració amb un 80% de solapament longitudinal i un 60% de solapament transversal ha de permetre obtenir abatiments màxims nominals, a la zona útil del fotograma, inferiors al 15%.

2.1.16 El Sistema ha d'oferir una mida mínima de petjada transversal (*footprint acrosstrack*) de 25000 píxels.

2.1.17 El mòdul d'adquisició ha d'estar geomètricament calibrat. El calibratge ha de ser suficientment estable per tal que no variï entre dues instal·lacions del Sistema quan es mantingui la mateixa configuració. El Sistema es lliurarà amb el calibratge de tots els capçals i òptiques que el componen. El calibratge geomètric haurà d'incloure l'informe dels calibratges òptic i mètric, així com el pla de manteniment necessari per garantir la validesa del calibratge.

2.1.18 Les imatges proveïdes pel Sistema han d'utilitzar el rang dinàmic nominal del sensor, presentar una resolució coherent amb la mida de píxel i estar lliures de saturacions (bloomings) i de píxels nuls.

2.2. Mòdul d'orientació

2.2.1 L'IMU ha de registrar les observacions amb freqüència mínima de 200Hz. El receptor GNSS ha de ser capaç de registrar de forma simultània com a mínim tres de les constel·lacions GPS, GALILEO GLONASS i BEIDOU de doble freqüència amb cadència mínima de 10Hz .

2.2.2 El mòdul d'orientació ha de recollir les dades per poder obtenir una Orientació Directa basada en GNSS/INS que permeti assolir precisions de l'ordre de 2–4 cm en planimetria, 5–8 cm en altimetria i precisió en actitud de 0,005° (roll/pitch) i 0,008º (yaw)° amb errors típics de velocitat de l'ordre de 0,005 m/s.

2.2.3 El mòdul d'orientació com a conjunt GNSS/IMU o els seus components han de trobar-se lliures de permisos d'exportació de la ITAR o de la reglamentació europea de control d'exportació, certificat per l'agència de comerç exterior competent Espanyola.

2.2.4 S'ha d'incloure una plataforma giroestabilitzada amb les característiques tècniques més avançades disponibles pel proveïdor; compatible en forma i mides amb les dimensions mecàniques de les plataformes disponibles a l'ICGC (Els adaptadors de que disposa l'ICGC són compatibles amb les plataformes, PAV-100 i TAS), Alternativament haurà de proveir d'una adaptador per a aquest sistema d'ancoratge. S'adjunta informació sobre els forats al annex "Forats aeronaus". El licitador podrà sol·licitar informació addicional sobre la mida dels forats dels avions de l'ICGC de cara a determinar la necessitat de proveir d'adaptadors/elevadors per evitar els elements estructurals dels avions.

2.2.5 Els rangs dinàmics exigits a la plataforma han de ser superiors a ±8°. El mòdul de navegació ha de ser capaç de corregir l'angle de deriva de l'avió (*yaw*) de manera automàtica superiors a +/-25º. Aquesta plataforma giroestabilitzada ha de recollir contínuament els angles aplicats per la plataforma estabilitzada per mantenir la verticalitat de la càmera.

2.2.6 El mòdul integrat GNSS/IMU ha de ser capaç de capturar les correccions que aplica la plataforma giroestabilitzada i aplicar-les en càlcul de postprocés.

2.3. Mòdul de Control

2.3.1 S'ha de proveir d'un sistema de control de la càmera. El Sistema constarà del maquinari i programari necessari per a controlar el mòdul d'adquisició d'imatges, transferir les dades cap el mòdul d'emmagatzematge, i operar conjuntament amb el mòdul de navegació, control i planificació de vols fotogramètrics. El sistema de control ha de disposar d'una pantalla a utilitzar per l'operador del sensor i d'una altra a ser utilitzada pel pilot.

2.3.2 La càmera ha de poder operar amb control d'exposició automàtic.

2.4. Mòdul d'emmagatzematge

2.4.1 El Sistema inclourà el maquinari (unitat) i programari necessari per a emmagatzemar les imatges capturades pel mòdul d'adquisició. Cada unitat d'emmagatzematge ha de ser extraïble i amb una capacitat per enregistrar almenys 7.500 imatges. Es proveirà de un total de 4 unitats d'emmagatzematge que han de ser intercanviables en vol.

2.4.2 El Sistema ha d'incloure dues estacions de descàrrega per tal de permetre la descàrrega de la informació després de la missió. Les estacions de descàrrega han de permetre connectivitat a 1/10 Gbps Ethernet o USB 3.0. Caldrà incorporar informació tècnica sobre els sistema de descàrrega així com els requeriments tècnics del tipus de disc i maquinari a utilitzar per tal de garantir aquest temps de descàrrega.

2.5. Mides i instal·lació del sistema

2.5.1 El Sistema s'ha de poder operar en ambients no pressuritzats a alçades de fins a 6000 metres durant un vol de fins a 6 hores.

2.5.2 La instal·lació i desinstal·lació de la càmera ha de poder dur-se a terme entre dues persones, com a màxim. Si calen eines especials de muntatge es proveiran a l'ICGC, estaran incloses en el preu i passaran a ser propietat de l'ICGC. El Sistema ha de ser compatible amb les mides de les portes dels avions que actualment té l'ICGC. Les mides dels objectes no han d'excedir les dimensions següents.

a. Ample: 60 cm.

b. Alt: 104 cm.

2.5.3 El Sistema ha de poder ser operat amb l'alimentació que proporcionen els avions de l'ICGC:

a. 23.5V a 29.5 DV.

b. 1400W / (50A).

2.5.4 El Sistema es proporcionarà amb el tipus de connectors compatible amb els dels avions de l'ICGC:

a. Sèrie MS3459.

2.5.5 El Sistema ha de funcionar en les condicions següents:

a. Temperatura entre –20ºC i 45ºC.

b. Humitat fins el 95%.

c. Nivells de vibració nominals de l'avió.

2.5.6 El Sistema ha de tenir una protecció contra inversió de polaritat i ha de ser protegida per interruptors.

2.5.7 El Sistema ha de ser lliurat en caixes robustes de transport i emmagatzematge amb les mesures de control necessàries que garanteixin i verifiquin la correcta recepció de tots els elements del Sistema.

2.5.8 El proveïdor subministrarà els adaptadors necessaris que permetin fer la fixació del sistema proveït als adaptadors existents del ICGC pels forats fotogramètrics de les dues aeronaus, garantint la seguretat del sistema. En l'apartat 2.2.4 s'indica la informació sobre els ancoratges disponibles. El proveïdor podrà sol·licitar informació addicional sobre la mida dels forats dels avions de l'ICGC de cara a determinar la necessitat de proveir d'adaptadors/elevadors per evitar els elements estructurals dels avions.

2.5.9 El Sistema ha de comptar amb tots els accessoris necessaris per a l'operació, incloent:

a. Font d'alimentació a terra (per provar la càmera a terra).

b. Cables.

2.6. Programari

2.6.1 El llicenciament del programari associat al sistema haurà de ser de caràcter permanent.

2.6.2 S'han d'incloure com a mínim 3 llicències del programari de planificació de projectes de vol. El programari haurà de permetre l'ús de DTM a les zones de treball, la visualització, i control i assegurament de qualitat. El resultat de la planificació ha de poder-se exportar en format vectorial estàndard shapefile amb atributs del projecte.

2.6.3 En cas de sigui necessari utilitzar un programari de procés de dades GNSS/IMU diferent a l'existent a l'ICGC (Inertial Explorer de Novatel i sistema Applanix POSPac de Trimble), s'hauran d'incloure 2 llicències del programari necessari per al procés de dades GNSS/IMU proporcionat pel proveïdor. Aquest programari haurà de permetre assolir les precisions assenyalades en la descripció del mòdul d'orientació.

2.6.4 S'han d'incloure les llicències del programari per al processament de les dades brutes del sensor i la generació d'imatges en format estàndard per a ús fotogramètric. Aquest programari ha de ser capaç de generar imatges en quatre canals (R,G,B,NIR), i aplicar calibratges geomètrics i radiomètrics absoluts de la càmera. Així mateix, ha d'incorporar eines per al balanceig de color i els ajustos radiomètrics necessaris per obtenir imatges de color natural i consistent dins d'una mateixa sessió. El nombre de llicències haurà de ser suficient per garantir una capacitat mínima de processament de 1300 imatges per dia. Aquesta capacitat haurà d'estar suportada per una infraestructura de maquinari basada en diversos servidors de processament, amb arquitectura multinucli. La solució haurà de permetre el processament simultani de més d'un projecte mitjançant la distribució de càrrega entre equips, així com disposar d'una configuració que afavoreixi la disponibilitat i continuïtat operativa en cas d'incidències.

2.6.5 El Sistema ha d'incloure programari per a la gestió del procés de dades, que permeti l'organització i coordinació centralitzada de les fases de producció, la distribució dels processos i la seva escalabilitat per adaptar la capacitat productiva. Aquest programari haurà de permetre el seguiment de l'estat dels processos, i el control de qualitat durant les diferents etapes del procés.

2.6.6 Mitjançant la identificació de punts de control ben distribuïts i dades de GNSS i IMU d'alta qualitat, les imatges capturades han de poder ser aerotriangulades amb el

programari d'ús a l'ICGC (MatchAT d'INPHO), assolint una precisió inferior a 1.2 GSD en planimetria i 1.5 GSD en alçada calculat com el RMSE en X, Y i H d'un nombre representatiu (min. 10) de punts de check independents.

2.6.7 El lliurament haurà d'incloure, el llicenciament dels mòduls necessaris per a la generació de productes derivats de les imatges, com l'ortofoto, ortofoto veritable, DSM, DTM i models 3D.

2.7. Desplegament i Formació

2.7.1 El pla de formació per a la correcta manipulació, operació i comprensió del Sistema ha de contemplar les següents línies:

a. Formació de planificació de vol i operació del Sistema en vol. (Objectiu: formar adequadament al personal de la Unitat de Vols en la planificació i operació del Sistema en les activitats pròpies de la Unitat emprant el propi equip i programari subministrat).

b. Formació d'operació del segment de terra. (Objectiu: formar adequadament al personal de l'ICGC emprant el propi equip i programari subministrat que realitzi les tasques d'arxivat i generació de les imatges de treball). El curs ha d'incloure tècniques avançades de gestió i processament de fitxers RAW, així com procediments per a la producció d'imatges finals destinades a la generació d'ortofotos, restitució i models digitals del terreny (MDS).La formació ha de combinar coneixements teòrics i pràctics, garantint l'adquisició d'habilitats per operar el programari de manera segura i eficient. A més, ha de proporcionar coneixements per identificar, monitoritzar i resoldre possibles incidències que puguin sorgir en les diferents fases de la producció de dades.

c. Formació tècnica del Sistema. (Objectiu: formar adequadament i profundament al personal de la Unitat de Vols i Unitats de Desenvolupament involucrades en els detalls tècnics del Sistema: Geometria del sensor, tractaments i calibratges radiomètrics, significat complet dels paràmetres de calibratge geomètric i radiomètric, descripció del procés de calibratge a que es sotmet el Sistema i tots aquells punts del disseny del Sistema necessaris per a la comprensió de les imatges que el Sistema proporciona).

2.7.2 Tots els cursos anteriors han de consistir en cursos pràctics (*hands-on*).

2.7.3 El proveïdor aportarà calendari i temari detallats de cada curs de manera prèvia a la realització de la formació.

2.7.4 L'idioma dels cursos núm. 2.7.1.a i 2.7.1.b i la documentació relacionada ha d'estar en un idioma oficial a Catalunya. El curs c pot realitzar-se en anglès.

2.7.5 El material usat en el pla de formació haurà de ser lliurat a l'ICGC - manuals, presentacions i bibliografia citada - en format digital.

2.7.6 El proveïdor instal·larà el Sistema als avions de l'ICGC i assistirà en la realització dels vols de proves i calibratge que siguin necessaris de manera prèvia a la realització de la formació dels segments Operació Terra i formació Tècnica.

2.7.7 El proveïdor del Sistema indicarà els requeriments de maquinari de cadascun dels components que s'incorporen en l'oferta i realitzarà la instal·lació de tot el programari de manera prèvia a la realització de la formació.

2.8. Garanties i serveis addicionals

2.8.1 El licitador farà constar per escrit el compromís de mantenir actualitzat el Sistema durant un any (primer any de vida útil de la càmera). Això inclou totes les millores, versions, calibratges, etc... que apareguin durant un any a partir de la data d'acceptació (explicat en l'apartat "**PROCÉS DE VERIFICACIÓ I RECEPCIÓ**") i d'un pla de formació per l'operació i comprensió del Sistema.

2.8.2 El licitador ha d'incloure un any de garantia de tot el Sistema, a excepte de la formació (primer any de vida útil de la càmera). La garantia ha d'incloure el manteniment del programari així com la mà d'obra, les peces necessàries i despeses de viatges per a la reparació de la càmera a la seu de l'ICGC o hangar de l'ICGC a Sabadell.

2.8.3 El licitador ha d'incloure el manteniment de tot el Sistema (excepte la formació) durant un període de 2 anys addicionals a l'any de garantia (segon i tercer any de vida útil de la càmera). El manteniment ha d'incloure el manteniment del programari així com la mà d'obra, les peces necessàries i les despeses d'enviament/retorn a fàbrica per a la reparació de les avaries.

2.8.4 El licitador ha d'identificar les peces que tinguin una vida limitada (per exemple els obturadors) i farà constar un pla de substitució d'aquestes peces dins el pla de manteniment i vàlid per 4 anys.

La càmera ofertada haurà de complir necessàriament amb tots els requisits descrits en el capítol "**REQUERIMENTS TÈCNICS MÍNIMS DE COMPLIMENT OBLIGAT**". En conseqüència, quedaran excloses aquelles propostes tècniques que no compleixin aquests requeriments d'acord amb el previst a l'Annex 8 del PCA.

3. TERMINI DE LLIURAMENT

El termini de lliurament del Sistema serà de 90 dies naturals, a comptar des de l'endemà de la signatura del contracte. En cas d'incompliment del termini de lliurament, seran d'aplicació les previsions del PCA.

Tant el lliurament del material, com la prestació del serveis descrits, s'efectuaran a la Seu de l'ICGC, Parc de Montjuïc, s/n, Barcelona.

4. PROCÉS DE VERIFICACIÓ I RECEPCIÓ

Un cop lliurada a l'ICGC la càmera fotogramètrica aèria digital nadiral i realitzats els cursos de formació, l'ICGC verificarà el compliment de tots el requisits descrits en aquest document i abans de procedir a l'acceptació el Sistema, es procedirà a realitzar vols d'acceptació a diverses alçades.

La verificació dels requisits es durà a terme a les instal·lacions de l'ICGC. El procés de verificació i acceptació del Sistema tindrà una duració màxima de 6 setmanes des de la recepció del Sistema i la realització dels cursos de formació. Si aquestes últimes dates no coincideixen en el temps, es tindrà en compte la que sigui posterior.

Si per causes alienes a les parts del contracte (com per exemple, inclemències meteorològiques que impedeixin els vols), no es pugui concloure el procés de verificació en el termini fixat, es pactarà un nou termini entre ambdues parts atenent a la naturalesa dels motius del retard.

Si la manca de conclusió del procés de verificació de requisits es produeix com a conseqüència de la necessitat de realitzar ajustos en el sistema fins al seu complet funcionament el termini es pot allargar fins a la resolució dels problemes, prèvia petició del contractista i amb la conformitat de l'ICGC. En el cas que l'ICGC no consideri raonable aquest allargament de termini, l'ICGC tindrà la potestat de resoldre el contracte d'acord amb la clàusula quaranta-tresena del PCA.

L'incompliment d'alguna de les especificacions tècniques que impossibiliti el funcionament del sistema en els termes pactats serà causa de resolució del contracte, d'acord amb allò previst a la clàusula quaranta-tresena del PCA.

El fabricant del Sistema tindrà accés als resultats de les proves. En cas de que l'ICGC ho estimi necessari, es requerirà al licitador a assistir tècnicament a l'ICGC.

5. VALORACIÓ ECONÒMICA I FACTURACIÓ

El pressupost base de licitació del present contracte és de un milió nou-cents noranta set mil euros set-cents deu euros (1.997.710,00 €) i es desglossa de la manera següent:

Pressupost:	1.651.000,00 €
Import total de l'IVA (21%)	346.710,00 €
Pressupost base de licitació (IVA inclòs)	1.997.710,00 €

La quantitat anterior serà abonada per l'ICGC dins els terminis legals corresponents, una vegada realitzat el lliurament del material i comprovada la seva idoneïtat tècnica per part dels responsables de l'ICGC. La factura haurà de tenir un únic concepte:

"Subministrament d'una càmera fotogramètrica aèria digital nadiral" i per l'import total d'adjudicació.

Les entitats recollides a l'article 4 de la Llei 25/2013, de 27 de desembre, d'impuls de la factura electrònica i creació del registre comptable de factures del Sector Públic, tindran l'obligació de lliurar la factura que hagin expedit pels treballs realitzats per mitjans electrònics, d'acord amb l'establert a l'apartat trenta-unè del plec de clàusules administratives.

En la facturació electrònica s'ha de fer constar el codi A09024763 als camps òrgan gestor, unitat tramitadora i oficina comptable (Llei 25/2013). Les dades fiscals de l'Institut que han de constar a la factura són les següents:

INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA
Parc de Montjuïc s/n
08038 Barcelona
NIF: Q0801980D

Antonio Magariños Varo
Director
P.D. 23 de gener de 2025 (DOGC núm. 9349, de 12 de febrer de 2025)

GLOSSARI DE TERMES:

ALIASING: procés pel qual un senyal pot tenir una aparença diferent a la real degut al mostrejat de la captura del senyal. Aquest efecte es produeix en envair les altes freqüències del senyal la part corresponent a freqüències més baixes (p.e. en una imatge una figura pot aparèixer deformada trencada a trossos degut a la resolució del dispositiu de captura o reproducció).

BLOMING: efecte que pot produir-se en alguns dispositius foto-sensibles digitals que consisteix en el sobreeiximent de la càrrega d'electrons que acumula un píxel (degut a la saturació) acumulant-se en els píxels contigus en la mateixa columna. Té com a efecte la saturació de columnes de píxels, el número de píxels afectats depèn de l'exposició a la llum del dispositiu.

B/N: blanc i negre (Pancromàtic).

FMC Forward Motion Compensation: compensació del moviment cap endavant; en càmeres analògiques desplaçament de la pel·lícula durant l'exposició a la velocitat adequada per a compensar el desplaçament de l'avió durant el temps d'exposició i no tenir una imatge "moguda", en dispositius digitals aquest desplaçament pot ser mecànic o electrònic per desplaçament de la càrrega d'electrons de cada píxel en temps d'exposició.

GSD Ground Sampling Distance: tamany de píxel al terreny: mida del píxel de la imatge (o fotografia capturada) projectat sobre el terreny.

ICGC Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

IMU Inertial Measurement Unit: dispositiu que consta de tres acceleròmetres i tres giroscopis disposats en un triedre capaç de mesurar les acceleracions i velocitats angulars en les tres direccions del triedre.

MPx: Megapixels

ZONA ÚTIL: es considera zona útil dels fotogrames la part central de cadascuna de les imatges que cal utilitzar per a la realització d'un mosaic d'imatges. Els límits de la zona útil de cada fotograma a considerar per a un projecte sobre terreny pla, vindrien determinats pel diagrama de Voronoi obtingut amb els centres de projecció de les captures.