

# ANEXO

## AO PREGO DE PRESCRICIÓN TÉCNICAS PARA A REDACCIÓN DA REVISIÓN DO PLAN XERAL DE ORDENACIÓN MUNICIPAL E ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DO CONCELLO DE VIGO 2018

## ÍNDICE

1.	CONTROL DE CALIDADE DOS PRODUTOS FINAIS DA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA E XEOGRÁFICA.....	3
2.	CATÁLOGO DE ENTIDADES DA CARTOGRAFÍA VECTORIAL CAD.....	3
3.	<b>NORMAS PARA A ACTUALIZACIÓN DA CARTOGRAFÍA DE REFERENCIA .....</b>	<b>4</b>
3.1.	SISTEMA DE REFERENCIA.....	4
3.2.	NORMAS XERAIS .....	4
3.3.	VOO FOTOGRAMÉTRICO .....	4
3.4.	CONTIDO .....	4
3.5.	DISTRIBUCIÓN DE FOLLAS .....	5
3.6.	REPRESENTACIÓN .....	5
3.7.	PUNTOS DE APOIO .....	5
3.8.	RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA .....	6
3.9.	REVISIÓN DE CAMPO.....	6
3.10.	CARTOGRAFÍA EN FORMATO VECTORIAL CAD .....	7
3.11.	CONTROL DE CALIDADE .....	7
3.12.	DOCUMENTACIÓN E MATERIAL A ENTREGAR POLO ADXUDICATARIO .....	7
4.	<b>CONDICIÓN XERAIS DO VOO FOTOGRAMÉTRICO CON CÁMARA DIXITAL GSD 16 CM, PARA A OBTENCIÓN DE ORTOFOTO .....</b>	<b>9</b>
4.1.	OBXECTO DO VOO FOTOGRAMÉTRICO.....	9
4.2.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS.....	9
4.3.	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DO VOO FOTOGRAMÉTRICO.....	12
4.4.	CONTROL DE CALIDADE DOS TRABALLOS. ....	14
5.	<b>NORMAS PARA A ELABORACIÓN da ORTOFOTO DIXITAL.....</b>	<b>15</b>
5.1.	NORMAS XERAIS .....	15
5.2.	ÁMBITO .....	15
5.3.	REQUISITOS MÉTRICOS .....	15
5.4.	FASES do TRABALLO .....	15
5.5.	CONTROL DE CALIDADE .....	18

## 1. CONTROL DE CALIDADE DOS PRODUTOS FINAIS DA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA E XEOGRÁFICA

Para comprobar que a calidade dos produtos finais de información cartográfica e xeográfica se axusta ao presente prego de prescricións técnicas, se esixe a realización dun control de calidade, que será consensado coa dirección técnica municipal previo ao inicio da execución dos mesmos. Este control de calidade basearase na proposta de control de calidade para os traballos presentada na oferta de licitación.

No caso de acharse deficiencias, o adxudicatario deberá emendalas e realizar de novo os controis de calidade pertinentes para comprobar o traballo realizado.

Os controis para valorar a calidade dos produtos finais e comprobar que cumpran coas prescricións do presente prego serán segundo os parámetros establecidos nas especificacións da BTUG, e coas normas ISO 19113, ISO 19114 e ISO 191378.

## 2. CATÁLOGO DE ENTIDADES DA CARTOGRAFÍA VECTORIAL CAD

Na seguinte táboa, infórmase da relación de entidades que conforman a actual cartografía de referencia municipal 1/1.000 ordenada en niveis:

NIVEL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓNS
1	abcisas e ordenadas UTM	Representa edificacións
2	eixes viais	Non se representa en todo o termo
3	nome viais	Inclúe xeometrías de edificación
10	topografía: cotas e curvas de nivel	
11	textos praias, ribeira mar, rías, ríos ...	
12	viais	
16	cemiterios	
18	piscinas e estanques	
20	peches	Inclúe xeometrías de edificación
21	patios, peches interiores	Inclúe xeometrías de edificación
22	pistas deportivas	noN se representan, son liñas simples
23	medianeiras liñas interiores edificación	
24	textos edificacións	
25	peches, beirarrúas, sinalización horizontal	inclúe tamén vexetación e pintura que define pistas deportiva
26	masas verdes	inclúe bancos
27	postes telefonía y media tensión	
28	farolas alumeadado	Minimo núm. representado
29	arquetas abastecemento	
30	torres tendido alta tensión	
31	arborado illado	as árbores son bloques CAD, Inclúe elementos de peche(portas, muros)
32	textos varios	
33	textos varios	
34	textos varios	
35	textos parroquias y concellos limítrofes	
42	alturas edificacións	
52	porches, terrazas	
53	voos	
54	construción principal	
55	construcións auxiliares	
56	muiños auga	
57	lavadoiros	
58	edificacións ampliacións	
59	hórreos	

60	límite termo municipal	
62	edificaci3ns (en varias follas)	
63	Cartela e formato DIN A1	

### 3. NORMAS PARA A ACTUALIZACIÓN DA CARTOGRAFÍA DE REFERENCIA

Á marxe das especificaci3ns impostas no modelo de datos municipal de Vigo BTUV, fíxanse outras normas xerais para aclarar determinados traballos ou detalles relativos á elaboraci3n da cartografía e que poden non ser tidos en conta na BTUG.

#### 3.1. SISTEMA DE REFERENCIA

**Sistema xeodésico de referencia:** ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989):

Os traballos para a súa elaboraci3n calcularanse e realizaranse sobre o dátum ETRS89 (segundo RD 1071/2007), baseándose en vértices REGENTE da Rede Xeodésica Nacional do IGN.

##### 3.1.1. Orixe de altitudes:

Establécese como orixe de altitudes o nivel medio do mar definido polo mareógrafo de Alicante (NMMA).

Para todos os procesos de cálculo e entrega de produtos finais con altimetría utilizaran serán unicamente cotas ortométricas. Estas obteranse ou ben a partires dos clavos da Rede de Nivelaci3n de Alta Precisi3n (REDNAP-2008) ou mediante a transformaci3n de altitudes elipsoidais (elipsoide GRS80) a ortométricas utilizando o modelo de xeoide EGM2008- REDNAP do IGN.

##### 3.1.2. Sistema cartográfico de representaci3n: UTM-29 (Universal Transversa de Mercator referida ao fuso 29)

Utilizarase como sistema de representaci3n plana a proxecci3n conforme UTM, establecida como regulamentaria polo Decreto 2303/1970, de 16 de xullo, referida ao fuso 29 que é o que corresponde á totalidade do termo municipal.

#### 3.2. NORMAS XERAIS

A actualizaci3n da cartografía levarase a cabo, en xeral, polo procedemento de restituci3n fotogramétrica numérica, con revisi3n de campo. Estas revisi3ns de campo inclúen medic3ns directas croquizadas ou levantamentos topográficos.

Para todas as operaci3ns topográficas realizadas nas diversas fases do traballo terase en conta as especificaci3ns técnicas contidas no PPT para a contrataci3n pola Direcci3n Xeral do Catastro dos traballos de Cartografía Catastral Urbana. Previo á súa execuci3n o adxudicatario presentará en todas elas un estudo ou anteproxecto que se someterá á aprobaci3n da direcci3n técnica municipal dos traballos.

#### 3.3. VOO FOTOGRAMÉTRICO

O adxudicatario deberá realizar ou contratar a unha empresa especializada a execuci3n dun voo fotogramétrico que será a base sobre a que se levarán a cabo o resto das fases para a actualizaci3n da cartografía.

A partires da data da súa execuci3n, o inicio dos traballos para o seu apoio e restituci3n non poderá exceder de trinta días. En calquera caso, non se poderán levar a cabo traballos de restituci3n fotogramétrica en voos cunha antigüidade superior a 6 meses.

As normas e prescripci3ns técnicas que rexerán as condicións de execuci3n do voo fotogramétrico atópanse recollidas no apartado 4 do presente anexo.

#### 3.4. CONTIDO

O ámbito da cartografía de referencia será o delimitado pola propia extensión do termo municipal, incluídas as illas Cíes, máis unha franxa de terreo de polo menos 150 metros de ancho ao longo de todo o seu deslinde cos Concellos limítrofes de Nigrán, Gondomar, O Porriño, Mos e Redondela.

### 3.5. DISTRIBUCIÓN DE FOLLAS

A efectos da súa utilización, entrega e distribución, a cartografía con estrutura SIX seguirá estando dividida por cuadrículas, en follas quilométricas de 700 m. x 500 m., obtidas conforme aos valores enteiros múltiplos de 100 m das coordenadas das esquinas de cada folla. As coordenadas son as da proxección UTM, fuso 29, sobre o dátum ETRS89.

### 3.6. REPRESENTACIÓN

Os elementos a representar serán os recollidos como "fenómenos", e a súa xeometría a que se estableza para cada un deles no modelo de datos BTUV. As tolerancias para a súa representación virán fixadas nas súas fichas correspondentes do dicionario de fenómenos.

De modo xeral, a representación planimétrica da base xeográfica será a adecuada para unha cartografía a escala 1/1.000, reflectindo as entidades polos seus elementos na súa dimensión ata unha magnitude mínima de 1 m., a partires da cal a representación efectúase mediante un punto que fixará o símbolo para a súa representación.

A altimetría realizarase nova na súa totalidade e representarase mediante curvas de nivel con puntos de cota dispersos, cunha separación, uns doutros, de 100 m. aproximadamente.

Naquelas zonas, urbanas fundamentalmente, onde as curvas se interrompan constantemente debido ao desenvolvemento urbanístico, utilizarase como sistema de representación altimétrica o de puntos acoutados, fixando unha gran densidade deles para a correcta interpretación do relevo. Nestes casos daranse puntos de cota en cruces de rúas, viais, pasos superiores (cota arriba e cota abaixo), cambios de rasante, centros de prazas e todos aqueles que se consideren necesarios de forma que así garanten a correcta interpretación das pendentes existentes. Ademais daranse puntos acoutados de recheo cunha separación entre eles de 15 a 25 metros pero nunca superior.

A equidistancia entre curvas de nivel será de 1 metro, establecéndose como curvas mestras as que representen unha altitude múltiplo de 5 metros.

### 3.7. PUNTOS DE APOIO

En relación aos traballos topográficos realizados para a obtención dos puntos de apoio teranse en conta o dito no artigo 3.2 deste anexo.

Os puntos de apoio no campo obteranse mediante técnicas de posicionamento por satélite (GNSS), empregando o método estático rápido en postproceso con corrección diferencial. As observacións deberán cumprir, cando menos, as seguintes condicións:

- Receptores GPS de dobre frecuencia e Código P
- Número de satélites igual ou superior a 5
- PDOP < 6
- Máscara de elevación superior a 15 graos.
- Tempo de observación, condicionado por número e xeometría dos satélites, pero nunca inferior a 10 minutos.

6 ou máis satélites observables → > 10 minutos

5 satélites observables → → > 14 minutos

- Mínimo de 120 épocas rexistradas

Deberá de garantirse para os puntos de apoio en campo a seguinte precisión (en RMSE – Error medio Cuadrático):

- Planimetría: RMSE  $\leq$  0,20 m
- Altimetría: RMSE  $\leq$  0,20 m

### 3.8. RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA

A minuta fotogramétrica obterase a partires da cartografía vectorial CAD existente.

Mediante procedementos fotogramétricos realizarase a súa revisión estereoscópica comparándoa cos modelos formados co novo voo, e detectando os posibles erros, omisións ou variacións con respecto á realidade fotografada.

Tamén recolleranse mediante a súa restitución todas as realidades cuxa captura na cartografía CAD existente non satisface as esixencias para cumprimento do modelo de datos municipal establecido. Engadiranse igualmente como información cartográfica os centroides e etiquetas necesarias para a creación das entidades cartográficas e estruturas complexas que van conformar e manter a cartografía para o seu manexo nun SIX.

O modo de captura para cada fenómeno especificase no dicionario de fenómenos da BTUV.

A representación da altimetría farase por medio de curvas de nivel con puntos acoutados. Para dar continuidade ao curvado, en zonas de ocultación por vexetación reflectirase igualmente as curvas de nivel, aínda que sexa cunha certa incertidume, diferenciándoas das restituíbles con precisión mediante o atributo de ocultación.

Será de vital importancia aproveitar certas características circunstanciais do novo voo a efectos de rexistrar realidades difíciles de detectar noutras ocasións. Sería o caso de:

- Zonas de monte ou bosque recentemente queimadas ou desbrozadas, nas que se poden detectar e capturar realidades como tapias, muros de pedra ou camiños que en circunstancias habituais non serían facilmente rexistrables debido á densa vexetación. Tamén aproveitarase para obter unha altimetría máis precisa da zona (curvas de nivel e puntos acoutados).
- Zonas de costa, ría ou praia, nas que dependendo do estado da marea no momento do voo, puideran capturarse detalles non detectados noutras voos.

### 3.9. REVISIÓN DE CAMPO

O produto obtido da restitución fotogramétrica adoece de deficiencias e omisións importantes, o que obrigará a realizar unha meticulosa revisión de campo ata lograr dar por completada a recollida de información. Ademais non sempre a interpretación do elemento rexistrado é exacta. No se aceptará polo tanto, deducións erróneas froito da etapa de restitución.

Aínda que non sexa posible a súa restitución fotogramétrica, representaranse as realidades ocultas dos fenómenos en cuxa definición houbera sido engadido un atributo que reflicte a ocultación. A súa detección e captura realizarase na fase de revisión de campo. Recorrerase, se fose necesario, á realización de levantamentos topográficos perfectamente xeorreferenciados que permitan a súa inclusión na cartografía como parte dela.

Cando un obxecto xa recollido na cartografía vectorial CAD que se quere actualizar non aparece fotografado como consecuencia da súa ocultación por outras realidades, deberá comprobarse a súa existencia a pe de campo, e reflectilo, no seu caso, co atributo correspondente.

Se durante a revisión de campo aparece unha realidade recente, pero non ocasional, como puidese ser unha gabia na vía pública, que non fose capturada na fase de restitución, deberá ser engadida á

cartografía como si dunha actualización máis se tratase, realizando para elo os traballos topográficos necesarios para a súa correcta localización (GPS, levantamento taquimétrico, croquis acoutado,...)

Eliminaranse das minutas aqueles elementos capturados durante a fase de restitución do voo pero que, unha vez revisados, se confirme que desapareceran ou foran retirados. No seu lugar reflectiranse os existentes no momento da revisión. As excepcións a esta norma daranse nos seguintes casos:

- Perímetros de canteiras ou vertedoiros nos que non é necesaria a súa revisión de campo por ser constante a súa modificación.
- Zonas con “obra duradeira” (desenvolvementos urbanísticos ou de infraestruturas, urbanizacións, etc.), que no estiveran finalizadas no momento da súa revisión e nas que o avance da obra no compense o esforzo necesario para a súa actualización.
- Zonas de paso prohibido ou pechadas ao público.
- Zonas de difícil acceso cuxa non revisión quede suficientemente xustificada.

Só nestes casos, a información do produto final será a capturada no momento da súa restitución. Será necesario comunicar á dirección técnica estas zonas sen revisión de campo e, en calquera caso, deberán de incluírse como incidencia no informe final dos traballos, xustificando e dando os motivos da súa non revisión.

Durante a fase de revisión tratarase de identificar e codificar como entidade “árbore” aqueles exemplares illados que durante a fase de restitución foron capturados pola delimitación da súa masa foliar, situándoos na súa verdadeira posición conforme ao seu pe ou arranque do solo e representándoos mediante a xeometría punto. Só admitirase a entidade de “masa arbórea” para a súa representación en zonas onde existan grande densidade deles.

Durante a fase de revisión comprobaranse os textos procedentes da restitución e recolleranse igualmente tódolos topónimos, nomes de rúas e vías, números de acceso a portais, nomes de edificios singulares, construcións illadas de importancia, viais, accidentes xeográficos, nº de altura en edificacións, etc.

### 3.10. CARTOGRAFÍA EN FORMATO VECTORIAL CAD

Como subproduto da cartografía con estrutura SIX obterase unha colección de follas en formato CAD cunha simboloxía ou representación visual similar á cartografía existente.

Deberán terse en conta as seguintes puntualizacións:

- O formato de entrega será mediante arquivos en formato .dxf
- En xeral non se conservarán os polígonos ou recintos creados para a estrutura SIX e si as súas liñas e elementos puntuais. Ademais deberá conter a rotulación axeitada para unha boa interpretación do plano.
- Os elementos coincidentes representaranse mediante liña única elixindo como representación do elemento a da entidade coincidente máis importante, segundo criterio da dirección técnica municipal a proposta do adxudicatario.
- Crearase unha biblioteca de células na que se incluírán todos os símbolos para a visualización de aquelas entidades illadas que polo seu tamaño necesiten ser reflectidas mediante a utilización dun signo convencional. Será de vital importancia o punto de captura e orientación da célula para a súa correcta ubicación e visualización na cartografía.

### 3.11. CONTROL DE CALIDADE

En cada unha das fases a desenvolver durante a súa realización, levaranse a cabo os controis precisos, convenientemente documentados, para asegurar a calidade final do produto.

### 3.12. DOCUMENTACIÓN E MATERIAL A ENTREGAR POLO ADXUDICATARIO

As condicións para a entrega da documentación xerada especificanse nos apartados 3.4 e 5 do prego.

A documentación a entregar será a seguinte:

- Do voo fotogramétrico:
  - Todo o material e documentación que se esixe no apartado 4 do presente anexo, referente ás condicións xerais para a realización dun voo fotogramétrico con cámara dixital GSD 16 cm.
- Da restitución fotogramétrica:
  - Listado de saída dos cálculos de aerotriangulación cos seus correspondentes residuos.
  - Recensión dos puntos de apoio e aerotriangulados utilizados para a orientación. Nela aparecerá: nº de punto, descrición, coordenadas, nº de fotograma e unha zona da imaxe do fotograma centrada no punto.
  - Gráfico xeorreferenciado sobre cartografía no que figuren en capas diferentes todos os puntos de apoio e aerotriangulados utilizados.
  - Memoria da aerotriangulación que incluirá:
    - Fichas de axuste con erros residuais de cada modelo estereoscópico.
    - Listado dos parámetros de situación da cámara para cada fotograma: coordenadas UTM ou xeográficas, altitude en metros e ángulos de orientación en grados ou radianes.
    - Precisións obtidas no cálculo da aerotriangulación.
    - Informes xerados durante o proceso.
    - Informes xerados durante o control de calidade.
  - Arquivo .dxf con todas as entidades que foron capturadas ou modificadas durante o proceso de restitución do novo voo.
  - Toda aquela documentación/minutas froito das labores de restitución.
- Dos traballos topográficos (densificación rede, observación puntos de apoio, levantamentos,...):
  - Memoria dos traballos con GPS que incluirá:
    - A marca e características dos receptores utilizados.
    - Descrición detallada do proceso de observación.
    - Datos de campo.
    - Baseliñas obtidas.
    - Descrición do proceso de cálculo e compensación.
    - Solucións.
    - Histogramas e elipses de erro.
    - Coordenadas axustadas.
  - Reseña con croquis, descrición e coordenadas dos puntos de apoio (PA) observados.
  - Listado de saída dos cálculos realizados nas revisións de campo.
  - Minutas obtidas nos procesos intermedios dos citados traballos de revisión. Incluiranse os levantamentos taquimétricos por topografía clásica necesarios para completar as zonas que non se pode obter mediante restitución fotogramétrica.
- Da estruturación e posta en soporte informático:



- o Memoria descritiva da execución dos traballos que debe incluír:
  - Procesos, métodos e equipos empregados.
  - Relación de incidencias do conxunto dos traballos.
  - Relación de consultas efectuadas á dirección técnica dos traballos e respostas ou acordos tomados.
- o Informe do estado dos mollóns que definen o deslinde do termo municipal, no que se describa o seu estado de conservación, posibles anomalías ou calquera outro detalle sinalable respecto ao informe de anos anteriores. Incluírase recensión con foto actualizada de cada un dos mollóns.
- o Arquivo de debuxo co conxunto de elementos actualizados (novos ou modificados).
- o Colección de follas da cartografía en formato vectorial CAD (.dxf).
- Da edición gráfica final:
  - o Do produto vectorial xerado en .dxf crearase unha colección de planos perfectamente maquetados a escala 1/1.000. Obterase igualmente en formato PDF xeorreferenciado e con estrutura por capas, diferenciando por carpetas o que constitúe a cartografía coas súas entidades, do formato de folla con cartela, caxetin, lenda e demais datos marxinais.

A división de folla corresponderá á cuadrícula de división de 700 m. sobre o eixo de abcisas (x) e 500 m. sobre o eixo de ordenadas (y).

A dirección técnica municipal poderá facilitar unha folla tipo cun formato adecuado. En calquera caso, tanto a información marxinal como a súa maquetación na folla deberá ser consensuada coa dirección municipal técnica.

Figurarán como información marxinal complementaria: nome da folla, a lenda cos signos convencionais (puntuais e liñas), as abreviaturas adoptadas, gráfico de distribución de follas, datas de edición e última actualización (voo), datum (ETRS89), sistema de proxección (UTM-29), orixe e tipo de altitudes (NMMA- ortométricas), equidistancia (1 m), rotulación das coordenadas nas marxes,... e logotipo do Concello de Vigo.

#### **4. CONDICIÓNS XERAIS DO VOO FOTOGRAMÉTRICO CON CÁMARA DIXITAL GSD 16 CM, PARA A OBTENCIÓN DE ORTOFOTO**

##### **4.1. OBXECTO DO VOO FOTOGRAMÉTRICO**

O voo fotogramétrico ten por obxecto a cobertura estereoscópica por pasadas rectilíneas e paralelas de fotografías verticais dunha zona cuxa ortofoto pretendese realizar e na que queda englobada a totalidade do termo municipal de Vigo.

Un segundo propósito por parte do Concello de Vigo é crear un arquivo histórico de imaxes fotográficas aéreas, de modo que se podan comparar en distintas épocas calquera zona da cidade. Preténdense aproveitar os voos fotogramétricos destinados á obtención de produtos cartográficos para completar o devandito arquivo. Co fin de conseguir tomas fotográficas que abarquen ámbitos territoriais idénticos en orientación e extensión, téntase realizar voos similares en traxectoria, puntos de disparo, escala, resolución,...

##### **4.2. ESPECIFICACIÓNS TÉCNICAS**

###### **4.2.1. Zonas e superficies.**

O ámbito con recubrimento fotográfico deberá ser o necesario para a realización da futura ortofoto que abarca aproximadamente unha superficie de terreo de 12.000 Ha, o termo municipal mais a zona colindante a dicho termo nunha franxa de 250 ml.

#### 4.2.2. Cámara fotográfica.

Utilizarase unha cámara dixital métrica de precisión e alta resolución que poda sincronizarse co equipo GPS instalado no avión. A súa calibración deberase ter realizado nun período non superior a dous anos antes da data do voo, polo fabricante da cámara ou centro autorizado polo mesmo. Previo á realización dun voo, Entregarase xunto coa planificación deste, unha copia compulsada do último certificado de calibración da cámara a empregar.

A cámara deberá cumprir os seguintes requisitos:

- Utilizarase cámara de formato matricial cuxo sensor pancromático terá unha resolución mínima de 5.000 x 10.000 píxeles, e nos sensores multispectrais a resolución mínima será cinco veces inferior.
- A resolución xeométrica do sensor pancromático será menor ou igual a 9  $\mu$ .
- A resolución espectral do sensor será de 1 banda situada no pancromático e 4 bandas situadas en roxo (R), verde (G), azul (B) e infrarroxo cercano (NIR).
- A resolución radiométrica do sensor será maior de 12 bits en cada banda.
- Serán de uso obrigatorio os seguintes equipos auxiliares:
  - Plataforma xiroestabilizada automática con rexistro dos xiros de compensación.
  - Sistema de navegación baseado en equipo GPS de dobre frecuencia (observables en código e fase L1 e L2) sincronizado coa cámara mediante o rexistro de eventos. Deberá permitir:
    - planificar o voo determinando os centros das fotos
    - realizar o voo con navegación en tempo real, baseándose na planificación previa e rexistrando continuas medidas de posición realizadas co receptor GPS e os instrumentos do avión
    - frecuencia no rexistro de datos de polo menos 2 Hz
    - control automático dos disparos
    - rexistro de eventos
    - rexistro dos datos de captura de cada imaxe en arquivo ASCII, de modo que co procesado do voo se obteña unha base de datos que inclúa: nome do proxecto, data e hora da exposición, as coordenadas do centro de proxección en ETRS89, o rumbo, os identificadores de pasada e foto, datos inerciais de  $\Omega$ ,  $\Phi$ ,  $K$ ,...
  - Sistema FMC para a compensación na imaxe do desprazamento do avión na dirección de voo. Poderá utilizarse sistema mecánico ou mediante tecnoloxía TDI.
  - Sistema inercial (IMU/INS), sincronizado coa cámara métrica (captura das imaxes) e co receptor GPS embarcado no avión. Evitará unha deriva maior ou igual a 0,5°/hora e a súa frecuencia de rexistro de datos será maior ou igual a 200 Hz.

#### 4.2.3. Voo fotogramétrico e cobertura fotográfica.

##### Planificación:

Con polo menos dúas semanas de antelación á súa execución, entregarase á dirección técnica municipal a planificación do voo a realizar xunto cunha copia compulsada do certificado de calibración da cámara a utilizar. A dirección técnica poderá facer observacións a devandita planificación. Calquera incidencia ou cambio na planificación deberá ser comentada ou consultada á dirección técnica.

Planificarase o voo en terra mediante un software específico o cal, proporcionando as características do voo desexado, programe os centros de todas as imaxes.

**Data, horario e condicións meteorolóxicas:**

O voo se realizará entre o 1 de maio e o 15 de setembro do 2018.

Voarase nas horas centrais do día, de modo que a altura do sol sobre o horizonte sexa durante todo o voo  $\geq 50^\circ$ .

Voarase en días claros sen néboas, brumas e nubes, para asegurar a calidade e nitidez das imaxes obtidas. No se aceptarán imaxes que conteñan superficie cuberta por nubes, sombras de nubes ou fumes.

**Altura de voo:**

Planificárase e realizárase o voo a unha altura que se asegure para cada pasada unha resolución xeométrica media en unidades terreo de 16 cm ( $\pm 10\%$ ) e que no existan máis dun 10% de fotogramas en cada pasada cun píxel medio en unidades terreo maior de 16 cm.

Cando a superficie a voar o requira, partíranse as pasadas en diversos segmentos a diferentes alturas para manter o tamaño de píxel medio fixado. Nestes casos ou en calquera outro que conleve unha interrupción da pasada, será necesario un enlace entre os tramos cun mínimo de 4 fotogramas comúns.

**Liñas de voo:**

A zona a fotografar se cubrirá con as pasadas planificadas do voo programado.

Deberán cumprir as seguintes condicións:

- O voo se realizará de xeito que a traxectoria real no se desvíe da planificada en máis de 50 m.
- En o momento da exposición a cámara terá compensada a deriva do avión cun error no superior a  $3^\circ$
- Los cambios de rumbo entre imaxes consecutivas dunha mesma pasada no excederán os  $3^\circ$ .
- A desviación da vertical da cámara no momento da exposición no será superior a  $4^\circ$ .
- O ángulo entre os eixos verticais de dos fotogramas consecutivos será sempre inferior a  $4^\circ$ .

**Recubrimiento:**

O recubrimiento lonxitudinal dos fotogramas será do 80% cun error máximo de  $\pm 3\%$ . o recubrimiento transversal será do 50% con error máximo de  $\pm 5\%$ .

Toda a zona obxecto do contrato terá recubrimiento estereoscópico. Existirá para cada pasada un exceso lonxitudinal de polo menos dous fotogramas en cada extremo da mesma. Se por algunha circunstancia unha pasada se interrompera, deberá existir un novo tramo da mesma cun mínimo de 4 fotogramas comúns que garante a lo menos 2 modelos estereoscópicos comúns a ambos segmentos.

**4.2.4. Toma de datos GPS e o seu procesado.**

O equipo GPS embarcado no avión dispoñerá de receptor e antena bifrecuencia de polo menos 2 Hz. Estará sincronizado coa cámara e terá rexistro de eventos.

O valor máximo de PDOP será de 5.

A distancia máxima que poda existir entre o avión e a estación de referencia GPS que cumpra as condicións do presente prego deberá ser inferior a 40 km.

Para a corrección diferencial das observacións GNSS recollidas no avión utilizarase como estación permanente do IGN situada en Vigo. En caso da súa non dispoñibilidade u operatividade, solicitarase á dirección técnica o uso dalgunha estación calculada e certificada polo IGN. En caso de ser instalado un

receptor GPS nunha das base de referencia, as características deste deberán de ser, cando menos, similares ás do equipo embarcado no avión.

A precisión relativa dos centros de proxección e orientacións tras o cálculo en postproceso (DGPS/INS) será de:

Coordenadas X, Y, Z	→RMSE=0,15m. Ángulos de
orientación	→RMSE =0,0005°

Cada pasada procesarase independentemente de forma relativa a fin de conseguir a precisión requirida. No caso de que se opte por un procesado absoluto da traxectoria de todo voo, deberase asegurar que se cumpre coa precisión relativa.

Determinaranse as orientacións externas (posición e orientación) de cada fotograma a partires do cálculo dos datos da traxectoria (posición e velocidade) obtidos do receptor GPS e dos datos da orientación obtidos co sensor IMU.

Extraerase a información recollida da plataforma xiroestabilizada para compensar os efectos dos xiros desta sobre a traxectoria seguida polo centro de proxección da cámara.

As coordenadas dos centros de proxección das imaxes obteranse a partires da traxectoria procesada (DGPS), a información recollida da plataforma giroestabilizadora e o rexistro de eventos dastomas.

#### 4.3. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DO VOO FOTOGRAMÉTRICO.

As normas para a entrega da documentación xerada se especifican no apartado 3.4 e 5 do prego, e apartado 3.2 do anexo.

A documentación a entregar será a seguinte:

##### 4.3.1. Previo á execución do voo.

Con polo menos unha semana de antelación á previsible data de realización do voo entregarase a seguinte documentación:

###### **Planificación do voo.**

Proporcionarase a planificación obtida a partir dun software específico que programe os centros de todas as imaxes e o resto das características do voo, de acordo coas especificacións do presente prego. Inclúranse:

- Os ficheiros de texto coa información correspondente ás liñas de voo, fotogramas, traxectoria e duración estimada, coordenadas dos puntos principais, etc.
- Un documento resumo no que se describan as características técnicas dos equipos a embarcar no avión para a realización da reportaxe fotogramétrica.
- Gráfico xeorreferenciado en formato *.dxf* (e o seu correspondente *.pdf*) dos puntos principais e pegadas de fotogramas sobre a cartografía vixente.

###### **Certificado de calibración da cámara.**

Entregarase :

- Unha copia compulsada do certificado de calibración da cámara e todos os seus obxectivos, completo e vixente no momento da realización do proxecto.
- Vectores GPS -Cámara dixital

###### **Certificado do sistema integrado Cámara dixital - GPS/INS.**

Entregarase :

- Unha copia da calibración do sistema integrado cámara e GPS/INS realizado nun polígono de calibración.

- Parámetros de calibración dos sensores cámara GPS/INS durante o proxecto.

#### 4.3.2. Despois da realización do voo.

Para a aceptación do voo xa realizado o adxudicatario deberá entregar a seguinte documentación :

##### **Memoria do voo.**

Consistirá nun informe no que se describa o proceso na realización do voo. Deberá conter datos do tipo: GSD, altura e escala media, recubrimentos, medios aéreos utilizados, medios de captura de información, condicións meteorolóxicas, nº de pasadas e fotogramas, data, hora, duración, incidencias durante o voo, calidade,...., e calquera outra información relativa á súa execución que deba ser sinalada.

##### **Gráfico xeorreferenciado.**

Tendo como referencia a cartografía 1/1.000 vixente e utilizando os niveis coa planimetría mais significativa (costa, límite municipal, edificación xeralizada, vías de comunicación, rede hidrográfica,...) realizarase un plano para ser impreso a escala 1/25.000 no que se debuxaran: todos os puntos principais, o recadro que delimita os fotogramas múltiples de cinco, número de fotograma (múltiplos de 5), eixos das pasadas,...

Deberá conter ademais como información marxinal certos metadatos do voo como son: tipo de voo e ámbito, empresa que o realiza, nº de pasadas, nº de tramos se as pasadas se houberen cortado, nº de fotogramas, data, GSD, altura media, cámara e distancia focal utilizada, escala de impresión,...

##### **Ficheiros GPS/IMU do voo.**

Ficheiros RINEX da estación base de referencia GPS e do receptor conectado á cámara, co rexistro de eventos correspondente, ficheiros de rexistro IMU, ficheiros resultantes do procesado GPS-IMU e ficheiro de xiros compensados pola plataforma xiroestabilizada, para corrixir o vector IMU-Antena GPS.

Subministrarse o vector de excentricidade da antena do receptor con respecto á cámara.

##### **Arquivos con datos do voo: ASCII e base de datos.**

Entregarse o arquivo ASCII rexistrado en voo cos datos de captura de cada imaxe.

En base a eses datos recollidos durante o voo e o seu procesado, confeccionarase un arquivo en formato ACCESS que conteña polo menos os seguintes parámetros para cada fotograma:

- Identificador da imaxe
- Pasada á que pertence
- Lonxitude e latitude do centro de proxección
- Coordenadas X, e en ETRS89-UTM29 do centro de proxección
- Altura elipsoidal (h) en metros corrixida do factor de escala
- Altura ortométrica (H) en metros corrixida do factor de escala
- Giros  $\Omega$ ,  $\Phi$ , K (grados sexagesimais con expresión decimal)
- Desviación estándar a priori de X, Y, h
- Desviación estándar a priori de  $\Omega$ ,  $\Phi$ , K
- Data e hora GPS da toma
- Identificador do soporte informático no que se encontra a foto

#### 4.3.3. Fotogramas dixitais en formato TIFF con xeorreferenciación e metadatos.

Colección de imaxes dixitais coa súa resolución orixinal en formato TIFF sen compresión.

Para a xeorreferenciación aproximada do voo executado entregaranse os arquivos TFW por cada uno dos fotogramas segundo dátum ETRS89- UTM(29). Estes arquivos de xeorreferenciación obteranse baseándose nos datos GPS/INS do voo. Deberán ter en conta a orientación orixinal da imaxe de tal xeito que sexa representado sempre ao norte nun CAD ou SIG que soporte os parámetros de xiro do ficheiro TFW.

#### 4.3.4. Fotogramas en formato ECW xeorreferenciados e con metadatos.

Entregarase unha colección dos fotogramas a plena resolución, en formato ECW xeorreferenciado segundo o ficheiro TFW anterior, cun ratio de compresión nominal de 1:10.

#### 4.3.5. Fotogramas "quickview" reducidos en formato JPEG con xeorreferenciación e metadatos.

Entregarase unha colección dos fotogramas cun remuestreado de 1:4 en filas e 1:4 en columnas, comprimido en formato JPEG con calidade de 8 sobre 10. Estas imaxes irán acompañadas dos seus correspondentes arquivos JGW para a súa xeorreferenciación aproximada.

#### 4.3.6. Archivos de metadatos dos produtos xerados na fase do voo fotogramétrico.

Entregaranse os arquivos de metadatos das coleccións de fotogramas do voo, que se xerarán mediante programa informático que garanta o cumprimento do perfil NEM (Núcleo Español de Metadatos) da norma ISO 19115, segundo as indicacións da dirección técnica a partir dunha proposta da empresa adxudicataria.

#### 4.3.7. Fotogramas impresos.

Entregaranse dúas copias de cada fotograma impresas a escala aproximada 1/9.000 en papel fotográfico estable mate e satinado, con tamaño de imaxe de 30 cm x 24 cm, os cales deberán conter no seu marxe superior a seguinte información relativa ao voo:

- Propietario: *CONCELLO DE VIGO*
- Tipo de voo e ámbito: *VOO FOTOGRAMÉTRICO DIXITAL do TERMO MPAL.*
- Empresa que o encarga (adxudicataria do presente contrato)
- Empresa que o realiza
- Número de orde da pasada: *PASADA: xx*
- Número de orde do fotograma: *IMAXE: xxxx*
- Data: *DATA: xx-xx-xxxx*
- Hora UTC da toma: *HORA (UTC): xx:xx:xx*
- Resolución (GSD): *RESOLUCIÓN 16 CM.*
  
- Altura media de voo: *h= xxx m.*
- Distancia focal do obxectivo: *f: xxx,xx mm.*
- Cámara utilizada
- Escala de impresión (gráfica e/o numérica): *ESCALA IMPRESIÓN: 1/9.000*
- Coordenadas en ETRS89 do centro da foto

#### 4.4. CONTROL DE CALIDADE DOS TRABALLOS.

O licitador definirá as medidas que propón para controlar e garantir a calidade dos traballos a realizar en caso de resultar adxudicatario dos traballos.

Se deberá presentar un plan de control de calidade adaptado ao obxecto do contrato, incluíndo os aspectos concretos dos procedementos e medidas implantadas para asegurar a calidade dos traballos.

Entregarase un informe descritivo do proceso de control de calidade, no que se garantirá que os procesos do traballo e os produtos xerados cumpren coas especificacións técnicas do presente prego, realizando un control de calidade que consiga estes obxectivos e documentándoo adecuadamente

## 5. NORMAS PARA A ELABORACIÓN da ORTOFOTO DIXITAL

### 5.1. NORMAS XERAIS

A ortofoto do termo municipal e arredores obterase a partir da ortorrectificación e mosaicado das imaxes dun voo fotogramétrico con cámara dixital de precisión e alta resolución.

O Prego de Prescricións Técnicas que rexerán as condicións de execución do voo fotogramétrico se encuentran no apartado 4 do presente anexo.

**Sistema xeodésico de referencia:** ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989):

Os traballos para a súa elaboración calcularanse e realizaranse sobre o dátum ETRS89 (según RD 1071/2007), baseándose en vértices REGENTE da Rede Xeodésica Nacional do IGN.

**Orixe de altitudes:**

Establécese como orixe de altitudes o nivel medio do mar definido polo mareógrafo de Alicante (NMMA).

Para todos os procesos de cálculo e entrega de produtos finais con altimetría se utilizarán unicamente cotas ortométricas. Estas se obterán ben a partir dos clavos da Rede de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP-2008) ou mediante a transformación de altitudes elipsoidais (elipsoide GRS80) a ortométricas utilizando o modelo de xeoide EGM2008- REDNAP do IGN.

**Sistema cartográfico de representación:** UTM-29 (Universal Transversa de Mercator referida al huso 29)

Se utilizará como sistema de representación plana a proxección conforme UTM, establecida como regulamentaria polo Decreto 2303/1970, de 16 de xullo, referida ao fuso 29 que é o que corresponde á totalidade do termo municipal.

### 5.2. ÁMBITO

A ortofoto cubrirá unha superficie total de 12.000 Ha, da que aproximadamente 10% está composta por mar e ría, o resto a forman a totalidade do termo municipal de Vigo e parte dos Concellos limítrofes de Nigrán, Gondomar, O Porriño, Mos e Redondela. Así pois, a zona terrestre, da que será necesario realizar os procesos de tratamento de imaxe para a súa ortorrectificación, abarca unha superficie aproximada de 11.000 Ha, o resto levará un tratamento adecuado para a correcta visualización do mar.

### 5.3. REQUISITOS MÉTRICOS

Con independencia das instrucións técnicas durante o proceso de elaboración, o resultado final da ortofoto deberá ter como resolución un tamaño de pixel de 20 cm.

### 5.4. FASES do TRABALLO

As fases coas súas especificacións que deberán ser convenientemente descritas no Programa de Traballo da proposta do licitador son:

#### 5.4.1. Voo fotogramétrico con cámara dixital

As condicións de execución do voo necesario para a obtención da ortofoto atópanse no apartado 4 do presente anexo.

#### 5.4.2. Apoio fotogramétrico e aerotriangulación

Aproveitaranse as vantaxes do voo inercial apoiado cinemáticamente mediante técnicas GPS/IMU.

A obtención de puntos de apoio será sempre mediante técnicas de posicionamento por satélite (GNSS).

Para as operacións topográficas teranse en conta as especificacións técnicas contidas no PPT para a contratación pola Dirección Xeral do Catastro dos traballos de Cartografía Catastral Urbana. Previo á súa execución o adxudicatario presentará en todas elas un estudo ou anteproxecto que se someterá á aprobación da dirección técnica dos traballos.

Os puntos de apoio obteranse empregando como método de posicionamento o estático rápido con corrección diferencial e en postprocesado. As observacións deberán realizarse cumprindo como mínimo as seguintes condicións:

- Empregaranse Receptores GPS de dobre frecuencia e Código P.
- Liñas base < 15 km.
- Número de satélites maior ou igual a 5.
- Precisión en posición PDOP < 6, procurando realizar as observacións cun PDOP < 5 cando o número de satélites sexa o mínimo exigido.
- Máscara de elevación superior a 15° sexagesimais.
- Tempo de observación, condicionado polo número e xeometría dos satélites, pero nunca inferior a 10 minutos.

6 ou máis satélites observables → → > 10 minutos

5 satélites observables → → → > 14 minutos

- Mínimo de 120 épocas rexistradas
- Prepararase unha memoria do traballo na que se incluírá:
  - Marca e características dos receptores.
  - Descrición do proceso da observación.
  - Datos de campo.
  - Solucións.
  - Histogramas e elipses de error.
  - Coordenadas axustadas.

Deberá de garantirse para os puntos de apoio en campo a seguinte precisión (en RMSE – Error medio Cuadrático):

- Planimetría:  $RMSE \leq 0,10$  m
- Altimetría:  $RMSE \leq 0,10$  m

Para a identificación do PA tomado en campo, pincharase un dos fotogramas, marcando suavemente a emulsión fotográfica e con método e instrumentos que aseguren a precisión da operación. Aportarase por cada PA rescisión e croquis do entorno correspondente, orientado ao norte e a unha escala aproximada tres veces superior á do fotograma. Os elementos reseñados no croquis deben ser identificados no fotograma. Levará o seu número de identificación e os números de pasada e fotograma onde figura o pinchazo. Nos fotogramas do voo nos que apareza o PA, trazarase en negro un círculo de 1 cm de diámetro cuxo centro aproximado coincida co pinchazo do PA. Rotularase ao seu lado o número de identificación do mesmo. No reverso do fotograma que conteña o pinchazo, trazarase con diámetro aproximado de 3 mm un círculo rodeando a correspondencia do PA pinchado.

Para a aerotriangulación empregarase unha metodoloxía completamente dixital coa que se xerarán informes dos resultados das distintas fases do proceso. Para a súa correcta execución, realizaranse todos os controis de calidade pertinentes en cada unha das fases (definición do proxecto, preparación do



bloque, identificación de puntos de control, casado e axuste de bloques, edición de áreas con puntos de paso e puntos sospeitosos, revisión e control de resultados, post-proceso de axuste e unión de bloques).

#### **5.4.3. Creación do MDT e MDO**

Para a rectificación da ortofoto utilizarase modelo dixital (MDO) obtido a partir dun voo LiDAR.

Será necesario a súa edición e axuste á nova realidade fotografiada, incorporando as novas liñas de ruptura en zonas que teñan sufrido cambios, cando se realizou o voo LiDAR.

En calquera caso, todas as modificacións no MDO deberán quedar reflectidas no informe de elaboración da ortofoto.

O modelo resultante e utilizado para a rectificación da ortofoto, transformarse e entregarse mediante retícula tipo GRID en formato vectorial (nº pto, X, Y, Z) e matricial (Arc/Info ASCII Grid), o en aqueles nos que a dirección técnica considere máis adecuados.

#### **5.4.4. Tratamento do mar**

Para o ámbito cuberto polo mar utilizarase o mar fotografado a fin de conseguir o maior realismo da ortofoto. Terase especial coidado:

- Cos reflexos xerados polo sol, evitándoos na maior medida.
- De non ocultar illas, illotes e penas que se elevan sobre o mar, garantindo a súa posición xeométrica.
- De respectar os detalles dos fondos mariños en zonas de pouca profundidade próximas á costa e coas do ondas no seu contacto con terra firme.
- En zonas da ría nas que sen perder realismo tratarase de conseguir unha estética satisfactoria.

#### **5.4.5. Ortorrectificación dixital**

Seleccionarase para a súa rectificación a parte central dos fotogramas conservándose a súa radiometría orixinal.

Para transformar a distribución de píxeles do fotograma orixinal (16 cm) ao de saída (20 cm), empregarase un método de interpolación que evite o aspecto de "escaleira" en elementos lineais.

Rectificaranse tódolos fotogramas que cobren a zona de ortofoto. Comprobaranse que non existen deformacións debido ao proceso nin erros groseiros.

Xerarse un documento onde se recollan os fotogramas seleccionados e a delimitación das zonas rectificadas, así como un informe detallado do control de calidade do proceso da ortorrectificación.

#### **5.4.6. Tratamento radiométrico das imaxes**

Mediante o tratamento da cor preténdese conseguir unhas ortoimaxes homoxéneas radiométricamente.

Ademais do axuste radiométrico individual farase outro global para evitar diferenzas entre ortofotos contiguas, mediante a comparación das zonas de solape.

Axustaranse os histogramas manipulando a súa curva e o rango cromático da imaxe (ampliando o rango de saída entre os valores 0 e 255). Intentarase conseguir unha gama de tonos nos que abunden os tonos medios, intentando evitar os intensos e mantendo as altas luces, retocando basicamente as sombras.

#### **5.4.7. Mosaicado**

Co mosaicado, elixindo a súa zona central, uniranse todas as imaxes rectificadas (ortoimaxes) a fin de obter un produto continuo e homoxéneo xeometricamente.

Mediante a súa depuración manual evitaranse edificios deformados ou con proxección incompatible cos colindantes no mosaico, así como as unións entre as ortoimaxes.

#### **5.4.8. Xeración das ortoimaxes**

Repixelaranse as imaxes para obter unha resolución espacial de 20 cm por píxel.

As liñas de corte do mosaico entre ortoimaxes realizaranse de acordo á cuadrícula de 700 m x 500 m (UTM-ETRS89) -que é a mesma que a utilizada para a distribución da cartografía de referencia-, de modo que, as coordenadas das esquinas que delimitan as cuadrículas (follas) serán valores enteiros X,Y, múltiplos de 100 m, da UTM (fuso 29) sobre o dátum ETRS89.

Obteranse como documentos finais os arquivos en formato Xeo-tiff, cos seus correspondentes arquivos de xeorreferenciación "World file" (.tfw) e de metadatos XML (segundo norma ISO 19115).

#### **5.5. CONTROL DE CALIDADE**

En cada unha das fases a desenvolver durante a súa realización, levaranse a cabo os controis precisos, convenientemente documentados, para asegurar a calidade final da ortofoto.

Efectuarase un control de calidade métrica da ortofoto para detectar deformacións na mesma producidos por diferencias de cota entre o MDT e os elementos lineais.