



XUNTA DE GALICIA
 CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE
 E ORDENACIÓN DO TERRITORIO

ANEXO I- Especificaciones Técnicas PNOA 10cm

PNOA
 Plan Nacional de Ortofotografía Aérea

Última Versión - Adaptación Comunidad Autónoma de Galicia*

Organismos participantes:

- Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio Instituto de Estudos del territorio (IET)
- Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico nacional (IGN)
- Federación Gallega de Municipios y Provincias (FEGAMP)
- Ayuntamiento de Carballo
- Ayuntamiento de Oleiros
- Ayuntamiento de Lugo
- Ayuntamiento de Pontevedra
- Ayuntamiento de Sanxenxo
- Ayuntamiento de Cambre

Tamaño de píxel: **0,10 m**

Descripción de este documento:

Título	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)
Identificador	Especificaciones Técnicas PNOA 10cm Comunidad Autónoma de Galicia
Autor	Equipo Técnico Nacional. Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Fecha	2017
Tema	Especificaciones Técnicas para el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Estado	Definitivo
Objetivo	Contratación de cobertura de fotografía aérea, vuelo lidar, apoyo fotogramétrico de campo, aerotriangulación, modelo digital de elevaciones y ortofotos digitales de ayuntamientos participantes
Descripción	Listado resumido de especificaciones de obligado cumplimiento por los organismos participantes y las empresa contratistas en la realización de los trabajos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Instituciones colaboradoras	Instituto Geográfico Nacional (IGN) / (Mº Fomento)
Difusión	Equipo Técnico Autónomo (IET) Instituto de Estudos do Territorio/(Consellería de Equipos Técnicos de la Comunidad Autónoma de Galicia (IET) Equipo Técnico del IGN
Documentos relacionados	Pliego de condiciones técnicas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
Período de validez	Última versión
*Adaptación Comunidad Autónoma de Galicia	Los items indicados con * han sido adaptados a las necesidades específicas de la Comunidad Autónoma de Galicia

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
0.		SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA		
	a	SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA	ETRS89	Todo el trabajo se realizará en ETRS89, materializado sobre el territorio mediante los vértices REGENTE de la Red Geodésica Nacional y sus densificaciones
	b	Altitudes elipsoidales	Se utilizarán únicamente alturas elipsoidales referidas a GRS80 en todos los procesos de cálculo de la fase de vuelo	
	c	Transformaciones de altitudes elipsoidales a ortométricas	Se realizarán utilizando el modelo de geoide que suministrará el Instituto Geográfico Nacional (EGM2008-REDNAP)	
	d	Proyección cartográfica	UTM	Referido al huso 29 correspondiente a la zona
	e	Huso UTM a emplear	Cada hoja se realizará en el huso 29	
	f	Distribución de hojas	La distribución 1:2.000 empleada será la división en 20 x 20 de las hojas MTN50 oficiales	El corte de hojas se obtendrá aplicando con un rebase de 10 metros con respecto a las cuatro esquinas teóricas, redondeado a múltiplos de 10 m. La dirección técnica entregará un listado de coordenadas con el corte de cada hoja.
1.		VUELO FOTOGRAMÉTRICO	VUELO FOTOGRAMÉTRICO	VUELO FOTOGRAMÉTRICO
1.1.		Cámara fotogramétrica y equipos auxiliares		
	a*	Cámara	Fotogramétrica digital , que garantice las condiciones específicas para la Comunidad Autónoma de Galicia, indicadas en en el ítem 1.2.e.	En las ofertas, se especificarán detalladamente las cámaras (marca y modelo) y accesorios (sensores, conos, plataformas, etc...) que se utilizarán en los trabajos
	b	Formato de los fotogramas	La imagen pancromática deberá tener unas dimensiones de al menos 12000 filas y la imagen multispectral una resolución como máximo 3 veces inferior	
	c*	Campo de visión transversal	Mayor o igual a 20° y menor de 80° sexagesimales	
	d	Calibración de la cámara	antigüedad ≤ 24 meses	Realizada por el fabricante de la cámara ó centro autorizado por el mismo Las empresas licitantes entregarán copia de los certificados de calibración con las ofertas
	e	Control automático de la exposición	obligatorio	
	f	Resolución espectral del sensor	- 1 banda situada en el pancromático - 4 bandas situadas en el azul, verde, rojo e infrarrojo cercano En caso de utilización de sensor lineal, se realizarán tomas de las 4 bandas con los sensores nadirales y traseros Además, se entregarán las tomas delantera (forward) y trasera (backward) pancromáticas	
	g	Resolución radiométrica	De al menos 12 bits por banda	
	h	Sistema FMC	En las cámaras de formato matricial , será obligatorio. Se admitirá la compensación del avance del avión por medio de TDI (Time Delay Integration) u otros métodos previa consulta y aceptación por parte de la dirección técnica .	FMC: Forward Motion Compensation
	i	Plataforma giroestabilizada automática	Uso obligatorio	según instrucciones del fabricante de la cámara
	j	Ventana fotogramétrica	- Cristales que cumplan con las recomendaciones del fabricante de la cámara (espesor, acabado y material). - Con sistema amortiguador que atenúe las vibraciones del avión. - Que no obstruya el campo de visión para el FOV definido y la montura empleada.	según instrucciones del fabricante de la cámara

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	k	Sistema de navegación basado en GNSS	Uso obligatorio - Equipo de GNSS doble frecuencia de al menos 1 ó 2 Hz - Sincronizado con la cámara mediante el registro de eventos	Debe permitir: - planificar el vuelo, determinando los centros de fotos - navegación en tiempo real - control automático de disparo - registro de eventos - registro de datos de captura de cada imagen En las cámaras matriciales en caso de la solución GNSS no sea absoluta , será necesaria la realización de pasadas transversales de modo que queden garantizadas las precisiones de aerotriangulación definidas en el apartado correspondiente de estas especificaciones
	l	Sistema inercial (IMU/INS)	Uso obligatorio - Frecuencia de registro de datos ≥ 200 Hz - Deriva $< 0,5^\circ$ / hora	Debido a la obligatoriedad del uso de sistemas IMU / INS, no será necesario realizar pasadas transversales En las cámaras matriciales en caso de fallo del sist. inercial durante el vuelo , será necesaria la realización de pasadas transversales de modo que queden garantizadas las precisiones de aerotriangulación definidas en el apartado correspondiente de estas especificaciones
1.2.		Vuelo y cobertura fotográfica		
	a	Planificación del vuelo	- La empresa adjudicataria entregará la planificación del vuelo antes de realizarlo - La distribución de los bloques de vuelo los definirá la empresa, debiendo presentar obligatoriamente un informe técnico de configuración de bloques, para su aprobación por la Dirección Técnica	La Dirección Técnica podrá hacer observaciones a dicha planificación . Se deberán indicar las estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo.
	b	Fechas	Del 15 de abril al 15 de octubre	La dirección técnica determinará el rango de fechas óptimas y el de fechas aceptables para cada zona de vuelo en función de las condiciones agroclimáticas y fenológicas de dicha zona
	c	Horario	Tal que la altura del Sol sobre el horizonte sea ≥ 40 grados sexagesimales	Evitar horas que propicien reflexiones especulares y "hot spot" en la zona útil de cada fotograma
	d	Condiciones meteorológicas	- Tiempo claro , sin nubes, niebla, bruma, nieve, zonas inundadas y en general cualquier condición meteorológica adversa - Evitar vuelos al mediodía en julio y agosto en días de "calima"	
	e*	Tamaño de píxel y altura de vuelo	Se realizará cada pasada a una altura de vuelo tal que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes: 1) El tamaño de píxel medio para toda la pasada será de 0,09 m +/- 10 % 2) No habrá mas de un 20% de fotogramas en cada pasada con píxel medio del fotograma mayor de 0,10 m . 3) La altura de vuelo deberá ser la adecuada para evitar interferencias con el tráfico del aeropuerto	En zonas montañosas estos porcentajes se podrán variar, siempre previa aprobación de la planificación de vuelo por la Dirección Técnica y siempre que el tamaño medio del píxel para toda la pasada, sea $< 0,10$ m
	f	Dirección de las pasadas	La dirección que más se adecúe a la zona de trabajo	
	g	Recubrimiento longitudinal	$\geq 80\%$ - En zonas de montaña y de costa , y en función del análisis de la Planificación del vuelo, se podrá tomar la decisión de incrementar el recubrimiento longitudinal para evitar zonas sin estereoscopia - En caso de utilización de sensor lineal, la estereoscopia quedará garantizada combinando la imagen proporcionada por el sensor nadiral con la del sensor delantero o trasero	- Variaciones admitidas +/-3% - En ningún caso quedarán zonas sin recubrir estereoscópicamente
	h	Recubrimiento transversal	$\geq 60\%$ medio $\geq 40\%$ mínimo En zonas de relieve accidentado, se aumentará el número de pasadas o se realizarán pasadas intercaladas de forma que en ningún punto del fotograma el recubrimiento sea inferior al 40%	
	i	Número de pasadas	- Uniformemente distribuidas en toda la zona a volar (ver el apartado "Zona a recubrir"), de forma que el valor medio del recubrimiento transversal no sea inferior al 60%	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	j	Longitud máxima de una pasada	<p>- 15 kilómetros</p> <p>- Se permitirá prolongar la longitud de la pasada siempre que la duración del vuelo de esa pasada no sobrepase los 20 minutos siempre que se cumpla con la precisión exigida en los apartados "Precisión de postproceso de la trayectoria" y "Precisión de los ángulos de actitud"</p> <p>- La distribución de los bloques de vuelo los definirá la empresa, debiendo presentar obligatoriamente un informe técnico de configuración de bloques, para su aprobación por la Dirección Técnica</p>	No se realizarán pasadas más largas para evitar variaciones cromáticas excesivas en los mosaicos y disminuir los efectos de la proyección UTM en el ajuste del bloque.
	k	Pasadas interrumpidas	<p>En cámaras de formato matricial, deberán conectarse al menos con 3 fotogramas comunes.</p> <p>En cámaras de barrido lineal, deberán conectarse al menos con una longitud equivalente a 1 ancho de traza en todos los ángulos de toma (escenas frontal (forward), trasera (backward) y nadiral (nadir))</p>	Para garantizar al menos 2 pares estereoscópicos comunes . Ambas tomas se deberán realizar con la misma cámara.
	l	Superficie de agua en cada fotograma	< 20%	<p>Cuando sea necesario se incrementará el recubrimiento longitudinal de algunas fotos ó el transversal de alguna pasada</p> <p>Adicionalmente, en zona costera con pendiente acusada, se planificará una pasada tal que el eje de vuelo sea exterior a la línea de costa.</p> <p>Esta limitación no se aplicará a fotografías del extremo de la pasada sobrantes que no intervengan en la AT y que puedan estar orientadas con garantías empleando GNSS/INS</p>
	m	Desviaciones de la trayectoria del avión	< 50 m de la planificada	
	n	Desviaciones de la vertical de la cámara	< 4°	grados sexagesimales
	o	Diferencias de verticalidad entre fotogramas consecutivos	< 4°	grados sexagesimales
	p	Deriva no compensada	< 3°	grados sexagesimales
	q	Cambios de rumbo entre fotogramas consecutivos	< 3°	grados sexagesimales
	r	Zona a recubrir	<p>- El exceso transversal mínimo en los límites de la zona de trabajo será la mitad del recubrimiento transversal</p> <p>- Existencia de al menos 2 fotocentros en los principios y finales de pasada que sobrepasen los límites de la zona de trabajo.</p> <p>- En caso de utilización de cámara con barrido lineal, la pasada realizada tendrá un exceso longitudinal equivalente al ancho de barrido en todos los ángulos de la toma</p>	<p>- El vuelo cubrirá la zona de interés que indique la Dirección Técnica</p> <p>- Aunque los cortes de hoja se deben realizar según distribución 1:2.000, no será necesario completar la hoja con cobertura fotográfica si no corresponden a zonas de interés marcadas por la Dirección Técnica</p> <p>- Se permitirá que uno de los dos fotocentros de principio y fin de la pasada coincida con el límite de la zona a volar</p>
1.3.		Toma de datos GNSS en vuelo		
	a	Distancia entre receptores	< 70 km	Siempre que se garanticen las precisiones en el cálculo de la trayectoria, pudiendo emplear para ello soluciones VRS o PPP
	b	Estaciones de referencia	Se utilizarán las estaciones de la red de Estaciones Permanentes del Instituto Geográfico Nacional u otras estaciones que se encuentren más próximas (a menos de 70 km) previa aprobación de la Dirección Técnica	En caso de utilización de estaciones no permanentes, se enlazará con la Red Regente u otras redes aprobadas por la Dirección Técnica
	c	Precisión de Postproceso de la trayectoria	EMC ≤ 10 cm (X,Y,Z)	<p>Precisión absoluta aplicable al cálculo de los centros de proyección del vuelo fotogramétrico.</p> <p>En el caso de que los centros de proyección no hayan podido ser medidos correctamente durante el vuelo, para calcular las coordenadas del centro de proyección de cada fotografía a partir de las coordenadas de la antena, se incorporará el vector excentricidad de la antena (offset) al cálculo de la aerotriangulación.</p>
1.4.		Procesado de los datos GNSS e IMU		
	a	Procesado de la trayectoria	Se procesará independiente de forma relativa cada pasada o perfil con el objeto de conseguir la precisión requerida. En el caso de que se opte por un procesado absoluto de la trayectoria de toda la misión, se deberá asegurar que se cumple con la precisión relativa.	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	b	Precisión de la orientación	<p>Se determinarán las orientaciones externas (posición y orientación) para cada imagen, a partir del cálculo con filtro Kalman con los siguiente datos: trayectoria (posición y velocidad) obtenida del GNSS, orientación obtenida con el sensor IMU, ángulos corregidos por la plataforma estabilizada, vector de excentricidad de la antena (offset) y vector del centro de rotación de la plataforma estabilizada al centro de proyección de la cámara y la matriz de la instalación de la cámara respecto al sistema IMU</p> <p>La precisión angular en la determinación de la actitud para vuelos con GNSS/IMU, no debe conducir a errores angulares superiores a 0,005° (Balanceo y Cabeceo, Roll and Pitch) y 0,008° (Guiñada, Yaw), garantizando los siguientes valores RMS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - RMSE_x: 1,5 GSD - RMSE_z: 2 GSD 	
1.5.		Procesado de las imágenes digitales		
	a	Radiometría	<p>Las imágenes procesadas deben hacer un uso efectivo de todos los bits según cada caso. Se evitará la aparición de niveles digitales vacíos en el caso de la imagen de 8 bits (< 10%).</p> <p>No se admitirán imágenes que tengan una saturación superior a 0,5% para cada banda en los extremos del histograma</p>	
	b	Orientación de las imágenes.	<p>Los ficheros TIFF mantendrán la orientación original de la toma fotográfica, debiendo contener los ficheros TFW los parámetros de la orientación del fotograma.</p> <p>Las imágenes en formato ECW estarán generadas de acuerdo con el TFW anterior.</p> <p>Si el vuelo se realiza con pasadas dirección Este-Oeste, para la generación de los ficheros ECW, se generarán además otros ficheros TFW que no contengan parámetros de giro, de forma que, en las imágenes en formato ECW, el borde superior será el más próximo al Norte, debiéndose aplicar un giro de 180° a las imágenes que no cumplan este requisito.El giro será de 180° para evitar que aparezcan cuñas sin imagen en los bordes,</p>	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
1.6.		Productos a entregar		
	a	Planificación del vuelo	<p>1) Bases de datos Access según el modelo proporcionado por la Dirección Técnica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas y coordenadas de puntos principales.</p> <p>2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS a utilizar durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo. 	Se proporcionará una planificación de vuelo con un software específico que programe los centros de todas las imágenes y el resto de las características del vuelo, de acuerdo con las especificaciones del presente pliego.
	b	Gráficos y datos del vuelo realizado	<p>1) Bases de datos según el modelo proporcionado por la Dirección Técnica, con la información correspondiente a líneas de vuelo, fotogramas, coordenadas de los centros de proyección y ángulos de orientación, hoja del MTN50, y nombre del fichero de imagen.</p> <p>En el caso de sensores lineales, se generarán fotocentros (ficticios) de cada una de las imágenes recortadas (según apartado 1.6.e)</p> <p>2) Fichero shape generado a partir de la base de datos correspondiente a la zona de vuelo, que contenga las siguientes capas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puntos principales, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo - Estaciones de referencia GNSS utilizadas durante el vuelo - Huellas de fotogramas, asociados a la base de datos del vuelo, con su número de fotograma respectivo. 	
	c	Gráfico de seguimiento del vuelo	Se entregará obligatoriamente con una periodicidad semanal , un fichero shape que represente la progresión del vuelo realizado.	
	d	Ficheros GNSS-IMU del vuelo originales y procesados	<ul style="list-style-type: none"> - Ficheros RINEX de la estación base de referencia GPS y del receptor conectado a la cámara, con el registro de eventos correspondiente, fichero de registros IMU y ficheros resultantes del procesado GPS-IMU. - Ficheros de texto con los registros de la plataforma giroestabilizada 	<ul style="list-style-type: none"> - Sincronizados los tiempos de observación, con intervalo máximo de 1 segundo - Mediante un informe se indicarán las estaciones de referencia que se han utilizado en cada día de cálculo
	e	Fotogramas digitales en formato TIFF de 16 bits por banda	<ul style="list-style-type: none"> - Ficheros de 4 bandas Rojo, Verde, Azul, Infrarrojo cercano, con máxima resolución geométrica, después del "pansharpening" si fuera necesario, en ficheros de 16 bits (unsigned). En sensores lineales, se entregarán las siguientes imágenes: <ul style="list-style-type: none"> - Pancromática trasera - Pancromática delantera - Multiespectral (RGBI) nadiral con stretch aplicado - Multiespectral (RGBI) trasera con stretch aplicado - Formato TIFF 6 plano (no "Tiled"), sin cabecero GeoTIFF (para evitar discrepancias con el TFW correspondiente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Se entregará una copia con las imágenes previas a la realización del pansharpening (imágenes pancromáticas y multiespectrales) y dos copias con las imágenes finales (una vez hecho este proceso) SENSORES LINEALES - Se realizarán cortes de la imagen de la pasada cuyo tamaño de fichero sea: <ul style="list-style-type: none"> - En imágenes RGBI: aproximadamente de 1 GB - En imágenes pancromáticas: aproximadamente de 250 MB - Se entregarán las imágenes con los siguientes niveles de procesamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Imágenes L0 (una copia): en formato LRI con estructura por sesión, y las estadísticas (ficheros *.stat) de la toma nadiral y trasera multiespectrales (RGBI) para poder aplicar la corrección BRDF - Imágenes L1 (dos copias): de las tomas pancromáticas (delantera y trasera) y multiespectrales (nadiral y trasera), en formato TIFF y 16 bits por banda - Las imágenes L1 las generará la empresa contratista a partir de los ficheros *.eop.adj

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	f	Ficheros TFW de georreferenciación aproximada de cada fotograma digital de 16 bits	<ul style="list-style-type: none"> - Para cada fichero de imagen digital, se calculará un fichero TFW de georreferenciación aproximada del mismo, basándose en los datos GNSS/IMU de vuelo (ETRS89 ó REGCAN95). - SENSORES LINEALES: se generarán los ficheros TFW sólo para la imagen RGBI nadiral - El tamaño de píxel de cada imagen será el promedio del tamaño de píxel de toda la pasada - La georreferenciación se realizará en proyección UTM, en el huso en el que se encuentre la hoja MTN50 a la que corresponda el fotograma. - El fichero TFW contendrá los parámetros de orientación de la imagen para visualizarla con su orientación correcta 	- El cálculo del TFW aproximado se realizará teniendo en cuenta la posición (X,Y,Z) del punto de disparo , la altitud del punto nadiral y el tamaño de píxel
	g	Fotogramas en formato ECW georreferenciado de 8 bits por banda	<p>Se entregará una versión de cada fotograma, a plena resolución, con las 3 bandas RGB, con 8 bits por banda, comprimido con ratio de compresión nominal de 1:10 en formato ECW, procedente del fichero TIFF RGBI.</p> <p>El ECW estará georreferenciado según un TFW en el que no esté contemplado el ángulo Kappa para evitar la aparición de cuñas blancas en la imagen.</p> <p>SENSORES LINEALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficheros ECW con nivel de procesamiento L1 procedentes de las imágenes TIFF RGBI nadirales, con stretch aplicado 	<p>El fichero ECW contendrá en la cabecera la información del sistema geodésico de referencia (ETRS89/REGCAN95) y de la proyección cartográfica (NUTM27, NUTM28, NUTM29, ...)</p> <p>En cámaras con sensor lineal, se entregarán los ficheros ECW con nivel de procesamiento L1</p> <p>Alternativamente se podrá entregar en formato JPEG2000, previo acuerdo con la Dirección Técnica</p>
	h	Base de datos de estaciones GNSS utilizadas	Base de datos Access según el modelo que entregará la dirección técnica	
	i	Certificado de calibración de las cámaras y objetivos empleados	<p>Con las ofertas técnicas se entregará una copia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antes de empezar el vuelo, se entregará una copia y se mostrará el original <p>Que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado de calibración de la cámara y todos sus objetivos completo y vigente en el momento de la realización del proyecto. • Vectores GNSS - Cámara 	
	j	Calibración del sistema integrado Cámara digital GNSS/ INS	<p>Con las ofertas técnicas se entregará una copia</p> <ul style="list-style-type: none"> - De la calibración del sistema integrado cámara-GNSS/ INS realizado en un polígono de calibración - Parámetros de calibración de los sensores cámara GNSS/ INS durante el proyecto - Parámetros de calibración de los sensores Lidar GNSS/INS durante el proyecto de MDE con LIDAR, en caso de utilizar este sistema 	
	k	Vectores de excentricidad	Se suministrará el vector de excentricidad de la antena del receptor con respecto a la cámara, incluyendo un gráfico que muestre la dirección de los ejes	
	l	Informe técnico de la toma de datos GNSS en vuelo	Se entregará un informe técnico metodológico de los trabajos de toma de datos GNSS, en los que se incluirán las especificaciones/recomendaciones del fabricante de hardware y software utilizado	
	m	Informe descriptivo del proceso de vuelo	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	
2		APOYO DE CAMPO		
2.1.		Configuración de los bloques de aerotriangulación		
	a	Tamaño aproximado de un bloque	<ul style="list-style-type: none"> - Contendrá como máximo 1000 fotogramas. - Las pasadas no excederán de 180 fotogramas. 	Otras configuraciones diferentes deberán ser consultadas previamente con la dirección técnica
2.2.		Instrumentos a emplear		
	a	Receptores GNSS	Equipos de doble frecuencia	
2.3.		Ejecución de los trabajos		

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	a	Distribución de puntos de apoyo, si los centros proyectivos se han procesado de manera absoluta	Apoyo de campo para aerotriangulación con datos GNSS de vuelo sin pasadas transversales: - Puntos dobles en las esquinas del bloque - Un punto de chequeo en cada esquina de hoja MTN50	Estarán situados fuera de la zona a ortoprojectar para evitar extrapolaciones en la zona de trabajo
	b	Distribución de puntos de apoyo, si los centros proyectivos se han procesado de manera relativa	Apoyo de campo para aerotriangulación con datos GNSS de vuelo con pasadas transversales: - Puntos dobles en las esquinas del bloque - Un punto de chequeo en cada esquina de hoja MTN50	Las pasadas transversales se podrán reemplazar por cadenas de puntos de apoyo situados en las zonas de solape entre pasadas Estarán situados fuera de la zona a ortoprojectar para evitar extrapolaciones en la zona de trabajo
	c	Distribución de puntos de apoyo, si los centros proyectivos no se han medido/procesado correctamente durante el vuelo	Apoyo convencional: - Puntos dobles en las esquinas del bloque - Un punto por cada 3 modelos en la primera y última pasada - Un punto por cada 5 modelos en el resto de las pasadas	No aplicable en vuelos con cámara de barrido
	d	Elección de los puntos de apoyo	- Se elegirán detalles que permitan su identificación inequívoca en la imagen digital, con un error menor de 1 píxel - Serán detalles tales que la diferencia de perspectiva no varíe la posición altimétrica ni planimétrica	
	e	Estaciones de referencia	Exclusivamente vértices de la Red REGENTE del IGN u otras estaciones que hayan sido observadas por método estático, a partir de REGENTE o de redes autonómicas oficiales enlazadas con REGENTE.	- Al reducir las altitudes , tener en cuenta que las altitudes de los vértices REGENTE se refieren a la Cabeza del pilar , no a la plataforma - Las observaciones que se realicen para establecer enlaces con las redes oficiales, tendrán una duración mínima de 1 hora.
	f	Método de observación de los puntos de apoyo	- Método de posicionamiento estático rápido	
	g	Condiciones de observación de los puntos de apoyo	- Líneas base < 20 km en 90% de los casos - Número de satélites: ≥ 5 - Precisión en posición PDOP < 6 - Máscara de elevación > 15° sexagesimales - Tiempo de observación > 10 minutos - Mínimo de 120 épocas registradas	Tres coordenadas en posición Condicionado por el método y equipo utilizado, n° y geometría de los satélites

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	h	Bases de datos de puntos de apoyo preexistentes	Podrán ser utilizados puntos de apoyo que pertenezcan a bases de datos de organismos cartográficos oficiales, siempre que cumplan las siguientes condiciones: - Que la ubicación de puntos esté de acuerdo con la distribución establecida en este pliego de especificaciones técnicas - Que hayan sido observados mediante técnicas GNSS en ETRS89 ó REGCAN95, cumpliendo con las especificaciones PNOA	
2.4.		Precisiones		
	a	Precisión de las líneas-base	5 mm ± 1 parte por millón (mm/Km)	
	b	Precisión de los puntos de apoyo	- Planimetría: EMC ≤ 0,05 m - Altimetría: EMC ≤ 0,07 m	Precisión relativa con respecto a REGENTE
2.5.		Resultados finales		
	a	Planimetría	Coordenadas UTM (ETRS89 ó REGCAN95)	
	b	Altimetría	Altitudes ortométricas	Ver apartados 1.c y 1.d Para los puntos de apoyo de archivo, se recalcularán las cotas ortométricas con el nuevo modelo de geoide EGM2008-REDNAP . Si no se dispone de las alturas elipsoidales, se calcularán éstas previamente a partir de las cotas ortométricas considerando el modelo de geoide empleado en los cálculos iniciales .
2.6.		Productos a entregar		
	a	Fotogramas pinchados	Fotogramas digitales con: - los puntos de apoyo señalados y rotulados - los vértices REGENTE rotulados	Formato ECW
	b	Ficheros GNSS del apoyo	- Fichero de las observaciones brutas GNSS registradas - Ficheros ASCII en formato RINEX - Un fichero para cada vértice REGENTE y cada punto de apoyo	No será necesario si se utilizan bases de datos de puntos de apoyo preexistentes
	c	Cálculo líneas base	Fichero ASCII con el resultado del cálculo de las líneas base	No será necesario si se utilizan bases de datos de puntos de apoyo preexistentes
	d	Cálculo y compensación de las coordenadas de los puntos de apoyo	Fichero ASCII	No será necesario si se utilizan bases de datos de puntos de apoyo preexistentes
	e	Gráficos del apoyo	Gráficos en formato shp de los puntos de apoyo y chequeo generado a partir de la bbdd y vértices empleados.	Elementos que deben figurar en los gráficos: - Posición exacta de los Puntos de Apoyo fotogramétrico y su número de orden - Posición de los vértices geodésicos con su identificador
	f	Reseñas de puntos de apoyo y vértices o estaciones de referencia desde las que se han realizado observaciones	Con los siguientes elementos: - Coordenadas UTM X, Y. Huso cartográfico. - Altura ortométrica y elipsoidal. - Sistema de referencia (ETRS89 ó REGCAN95 y ED50). - Datos y fotografías del Vértice Geodésico o estación de referencia desde el que se ha realizado la medición (una general y otra de detalle donde se pueda observar la colocación de la antena sobre el pilar). - Fotografías del punto de control levantado. - Altura de antena y del elemento observado. - Croquis de campo del elemento.	
	g	Base de datos de puntos de apoyo	Según modelo que proporcionará la dirección técnica	Está integrada en una tabla incluida en la base de datos de aerotriangulación
	h	Informe descriptivo del proceso de apoyo de campo	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
3		AEROTRIANGULACIÓN		
3.1.		Ejecución de los trabajos		
	a	Método	Obligatoriamente digital, utilizando parámetros GNSS / IMU de vuelo - Sistema de referencia altimétrico: se utilizarán exclusivamente cotas ortométricas, tanto en el proceso de cálculo como en los resultados finales	
	b	Medición de puntos de enlace	Mínimo 12 puntos de enlace en cada modelo (2 en cada zona de Von Grüber)	Garantizando que al menos 1 punto de cada zona de solape transversal que enlace modelos enlace también pasadas Para sensores de barrido, se establecerán al menos 3 cadenas de puntos a lo largo de cada pasada distribuidos uniformemente, una central y dos en los extremos, garantizando que todos los puntos se midan en las imágenes nadiral, anterior y posterior, y que los puntos extremos situados en las zonas de solape, sirvan además de enlace entre pasadas.
	c	Ajuste del bloque	Ajuste simultáneo por haces de rayos, con parámetros GNSS / IMU y autocalibración	
	d	Zona a recubrir	Se aerotriangularán todos los fotogramas del vuelo	Los expedientes de contratación detallarán exactamente las zonas a aerotriangular
	e	Puntos de chequeo	Como comprobación del cálculo de la aerotriangulación, se incluirán puntos de chequeo de precisión al menos 1/3 del EMC final del producto, pudiendo incluirse los vértices geodésicos de la red de orden inferior (ROI), a los que habrá que transformar previamente sus coordenadas ED50 a ETRS89.	
	f	Desviación estándar a priori de los puntos de apoyo y centros de proyección	La desviación estándar a priori de los P.A se establecerá entre 1/3 y 1/2 del tamaño del píxel. La desviación estándar a priori de los Centros de Proyección se establecerá entre 0,10 m y 0,15 m .	
3.2.		Precisiones		
	a	Precisión interna del ajuste del bloque	EMC ≤ 1/2 del tamaño del píxel del sensor (micras)	
	b	Precisión planimétrica final	EMC ≤ GSD (metros)	GSD: Ground Sample Distance (tamaño del píxel en el terreno -metros-)
	c	Precisión altimétrica final	EMC ≤ GSD (metros)	
	d	Residuo máximo en los puntos de control	≤ 1,5 veces el GSD	
3.3.		Productos a entregar		
	a	Datos del cálculo de la aerotriangulación	Ficheros de entrada y salida del cálculo	Con toda la información de ajuste, residuos, coordenadas resultantes, etc...
	b	Gráficos del canevas	En formato shp con la posición exacta de los puntos del canevas y su número, con representación de huellas de fotogramas, fotocentros, puntos de apoyo, vértices geodésicos utilizados y puntos de paso o enlace	
	c	Base de datos del vuelo aerotriangulado	Parámetros de orientación de los fotogramas (X, Y, Z, Ω, Φ, K) En caso de sensor de barrido, ficheros de soporte, orientación y calibración (*.sup, *.ads, *.odf.adj, *.cam)	Según criterio de signos y orígenes y formato que entregará la dirección técnica
	d	Informe descriptivo del proceso de aerotriangulación	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
6*		MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES (MDE)		
6.1.*		Nube de puntos 3D		
	a*	Objetivo	Obtener una nube de puntos de alta densidad que permita generar modelo digital de superficies (DSM) y ortofoto verdadera (True-ortho, DSM ortho)	
	b*	Obtención de nube de puntos	Se obtendrá por correlación estereoscópica de alta densidad (dense matching).	
	c*	Resolución de la nube de puntos	Al menos 16 puntos por m²	
	d*	Precisión altimétrica	10 cm.	
	e*	Clasificación nube de puntos	Se clasificará automáticamente, obteniendo ficheros en formato LAS de acuerdo a la siguiente clasificación: Suelo (Terreno + puentes clase 2) - Vegetación (clase 3) - Solape (clase 6) - Sin clasificar: (puntos correspondientes a vegetación o edificios son clasificar (clase 1) Se realizará una línea de mosaico entre pasadas en las zonas de recubrimiento, de manera que los puntos sobrantes de cada pasada a partir de esta línea se clasificarán como solape.	
	f*	Edición nube de puntos	Mediante edición automática y/o manual, se obtendrá un fichero LAS depurado de la clase suelo, en la que se eliminarán errores de ruido y de clasificación, apoyándose en imágenes de intensidades, fotografías orientadas y visualización en 3D. Los puntos mal clasificados como suelo y editados, se llevarán a su correspondiente clase. Los puentes contenidos inicialmente en la clase terreno se editarán y clasificarán con el código 32.	
	g*	Corte de ficheros	El corte de los ficheros se realizará de acuerdo con cuadrados UTM de 1 x 1 km, conforme a la cuadrícula CUTM 1 km	
	h*	Versión de los ficheros LAS	Se utilizará la versión 1.2 formato 1 del formato LAS.	
6.2.*		Modelo Digital de Superficie (DSM)		
	a*	Objetivo	Obtener un modelo digital de superficies de alta densidad, que permita generar una ortofoto verdadera (true orto o DSM ortho) correctas geoméricamente, incluso en las carreteras, viaductos, etc.	
	b*	Método de obtención DSM	A partir de la nube de puntos de alta densidad.	
	c*	Líneas de ruptura ("breaklines")	Trazado manual estereoscópico	Se trazarán mediante trazado manual estereoscópico, en aquellos elementos artificiales como presas, terraplenes, etc, en los que no quede suficientemente definido el relieve con la malla de puntos. Adicionalmente, se introducirán LR artificiales para definir puentes y viaductos
	d*	Resolución DSM de alta densidad	0,1m x 0,1m	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	d*	DSM en formato GRID	Se procederá a obtener el DSM de malla regular mediante interpolación del DSM de alta densidad + las Líneas de Ruptura El paso de malla del DSM será de 1m x 1m	Los puntos de la malla serán coincidentes con los del DTM
	e*	Precisión de los DSM: error medio cuadrático	EMCZ ≤ 0,25 m	
	f*	Precisión de los DSM: error máximo	≤ 0,50 m en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a 0,75 m	
	g*	Corte de ficheros	El corte de los ficheros se realizará de acuerdo con cuadrados UTM de 1 x 1 km, de acuerdo a la cuadrícula CUTM 1 km	
6.1.*		Modelo Digital del Terreno (DTM)		
	a*	Objetivo	Obtener un modelo del terreno a nivel del suelo (natural o artificial)	Debe ser útil para fines múltiples tales como: hidrología (escorrentías, avenidas, ...) , estudios de erosión , anteproyectos de infraestructuras (regadíos, canalizaciones, redes de carreteras y ferrocarriles, etc...)
	b*	Obtención del DTM	A partir del DSM	En los casos en los que puedan ser utilizados modelos digitales de elevaciones preexistentes, la Dirección Técnica se encargará de facilitarlos. Todos los puntos de la malla deben estar situados sobre el terreno, ignorando las copas de árboles, tejados de edificios y otros objetos artificiales que sobresalgan del mismo. En las zonas de agua, (mar, embalses y lagos) la cota del DTM será constante e igual a la de la orilla.
	c*	Resolución del DTM	El paso de malla del MDT será de 1m x 1m	Todos los puntos de la malla tendrán coordenadas X,Y UTM enteras, múltiplos del paso de malla.
	d*	Precisión del DTM: error medio cuadrático	EMCZ ≤ 0,25 m	
	f*	Precisión de los MDT : error máximo	≤ 0,50 m en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a 0,75 m	
	h*	Corte de ficheros	El corte de los ficheros se realizará de acuerdo con cuadrados UTM de 1 x 1 km, de acuerdo a la cuadrícula CUTM 1 km	
6.3.*		Productos a entregar		
	a*	Ficheros de la nube de puntos de alta densidad	Formato LAS, clasificado y sin clasificar.	
	b*	Ficheros del DSM de alta resolución	Grid en formato ASCII (X,Y,Z). Paso de malla 0,1 m x 0,1 m	
	c*	Ficheros del DSM	Grid en formato ASCII (X,Y,Z). Paso de malla 1 m x 1 m	Grid interpolado editado, ajustado a las líneas de ruptura naturales y artificiales (puentes, viaductos, etc.) del terreno y que además incorpora la información altimétrica de las edificaciones . Todos los puntos de la malla tendrán coordenadas X,Y UTM enteras, múltiplos del paso de malla.
	d*	Ficheros del DTM	Grid en formato ASCII (X,Y,Z). Paso de malla 1 m x 1 m	Grid interpolado editado, ajustado a las líneas de ruptura naturales. Todos los puntos de la malla tendrán coordenadas X,Y UTM enteras, múltiplos del paso de malla.
	e*	Líneas de ruptura del terreno ("breaklines")	Fichero DXF	Se entregarán las líneas de ruptura en capas o niveles distintos: - Naturales - Artificiales
	f*	Informe descriptivo del proceso de generación de MDE	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	
7*		ORTOFOTO VERDADERA (DSM Ortho)		
7.1.*		Ejecución de los trabajos		

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	a*	Método	Flujo de trabajo digital	- Generado a partir del DSM - Interpolación bilineal ó bicúbica - Ortorectificación de las imágenes de 4 bandas o, alternativamente, Color Natural y Falso Color Infrarrojo
	b	Ortofotos a generar	- Ortofotos 4 bandas RGBI	
	c	Tamaño de píxel	0,10 m	
	d	Profundidad de color	8 bits por banda	
	e	Orientación de las imágenes	Norte UTM	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
	f	Equilibrado radiométrico	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad para el equilibrado: zonas de trabajo - Se deberá garantizar continuidad cromática entre todas las hojas de las zonas de trabajo ("ortofoto continua"), preservando el color natural sin dominantes. - Se eliminarán de la imagen los efectos producidos por "hot spot", vignetting y cualquier otro que empeore la calidad de la imagen - No se admitirán imágenes que tengan una saturación superior a 0,5% para cada banda en los extremos del histograma 	- Si se aplica "dodging", debe ser lo más suave posible para no "aplanar" la radiometría de la imagen
	g	Mosaico	<ul style="list-style-type: none"> - Para la realización del mosaico, se utilizará sólo la parte central de cada una - Se recomienda el trazado automático de la línea de mosaico mediante algoritmo de "mínimos cambios radiométricos" con edición manual. - En ningún caso, la línea de corte pasará por encima de las edificaciones. 	El mosaico se realizará sin volver a remuestrear ninguna ortofoto : cada píxel del mosaico final ha debido ser interpolado una sola vez en todo el proceso.
	h	Zonas censuradas por motivos de seguridad militar	Las zonas eliminadas por la censura se enmascararán con un color sintético liso igual a la media del entorno o por un degradado de forma que no puedan apreciarse los detalles de la zona censurada	
	i	Zonas de mar	<ul style="list-style-type: none"> - No se enmascarará ninguna parte de las fotos existentes - Las zonas sin fotografiar se enmascararán con un color liso similar al agua más próxima 	
	j	Corte de imágenes por hojas	<ul style="list-style-type: none"> - Según distribución de hojas 1:2.000 que entregará la dirección técnica. - Rectángulo circunscrito con rebase de 20 metros con respecto a las 4 esquinas teóricas, debiendo ser las coordenadas de las esquinas múltiplos de 10 metros. - Se considera esquina superior izquierda de la imagen, la esquina superior izquierda del píxel superior izquierdo. 	La distribución 1:2.000 empleada será la división en 20 x 20 de las hojas MTN50 oficiales en coordenadas UTM (ETRS89 ó REGCAN95)
	k	Sistema geodésico de referencia	Las ortofotos serán generadas en ETRS89, incluidos los mosaicos finales	
	l*	Corte de ficheros	El corte de los ficheros se realizará de acuerdo con cuadrados UTM de 1 x 1 km, de acuerdo a la cuadrícula CUTM 1 km	
7.2.		Precisión geométrica		
	a	Error medio cuadrático	≤ 0,20 m	El control se realizará mediante el levantamiento con GNSS de una muestra de puntos sobre algunas zonas de trabajo elegidas al azar, a realizar sobre un 10 % de los bloques fotogramétricos. Criterio de rechazo: detección de problemas en más de un 5 % de las ortofotos
	b	Error máximo en cualquier punto	≤ 0,40 m en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a 0,80 m	En puntos bien definidos con precisión 1/3 del EMC
	c	Discrepancias máximas entre ortofotos de fotogramas contiguos	2 píxel	
7.3.		Productos a entregar		
	a	Ortofotos RGBI sin comprimir, equilibradas radiométricamente, mosaicadas y cortadas según división de hojas 1:2.000	Formato TIFF 6 plano (no "Tiled"), sin encabezado GeoTIFF (para evitar discrepancias con el TFW correspondiente)	
	b*	Mosaico de todo el ámbito objeto del trabajo	Se realizará un mosaico completo del ámbito de la ortofoto en formato ECW, con tamaño de píxel ≤ 0,10 m y factor de compresión 20.	
	b	Fichero TFW en ETRS89 ó REGCAN95 de cada TIFF RGBI	La esquina superior izquierda del píxel superior izquierdo de cada hoja tendrá obligatoriamente coordenadas UTM (ETRS 89 ó REGCAN95) exactas, múltiplo de 10 metros.	<ul style="list-style-type: none"> - Las coordenadas que deben figurar en el fichero TFW serán múltiplos de 10 m con un incremento de + 1/2 píxel en x y -1/2 píxel en y ya que se refieren al centro del píxel. De esta forma, los múltiplos enteros de 10 m corresponderán a la esquina superior izquierda del píxel. - En el fichero TFW se añadirá al final una línea de comentario donde se indique el sistema de referencia al que corresponde.
	c	Líneas de mosaico	En formato DXF con un texto interior que identifique el fotograma	
	d	Informe descriptivo del proceso de generación de ortofotos	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	

Apartado	Ítem	Fase / Parámetro	Especificaciones	Detalles
8		GRABACIÓN Y ARCHIVO DE PRODUCTOS		
8.1.		Ejecución de los trabajos		
	a	Grabación productos y documentos	- Se realizará la grabación de todos los productos y documentos en discos duros SATA sin carcasa.	
	b	Almacenamiento de los ficheros de proyecto	La empresa adjudicataria deberá guardar los ficheros del proyecto durante todo el período de garantía, por si fuera necesario rehacer alguna fase de los trabajos.	
	c	Número de copias	Se entregarán tres juegos de discos, preferentemente de marcas diferentes, de acuerdo con el siguiente detalle: - Un juego (una copia) contendrá las imágenes previas a la realización del pansharpeneo (imágenes pancromáticas y multispectrales) - Dos juegos (dos copias) que contendrán todos los datos del vuelo, con las imágenes finales una vez hecho el pansharpeneo SENSORES LINEALES: - Un juego (una copia): con las imágenes L0 en formato LRI con estructura por sesión, y las estadísticas (ficheros *.stat) de la toma nadiral y trasera multispectrales (RGBI) para poder aplicar la corrección BRDF - Dos juegos (dos copias): contendrán todos los datos del vuelo, con las imágenes L1: de las tomas pancromáticas (delantera y trasera) y multispectrales (nadiral y trasera), en formato TIFF y 16 bits por banda	
	d	Medios y estructura de almacenamiento	Los productos y documentos serán grabados de acuerdo con la estructura de archivo que aparece en el documento " Nomenclatura de carpetas y ficheros " (Carpetas / Subcarpetas / Ficheros)	
	e	Lotes de trabajo	La empresa entregará a la dirección técnica lotes de trabajo completos . Un lote de trabajo tendrá obligatoriamente la extensión geográfica correspondiente a uno de los bloques de aerotriangulación definidos previamente	Las entregas se realizarán secuencialmente , según vayan completándose los trabajos de cada una de las fases 1 (vuelo), 2 (apoyo y aerotriangulación), 3 (modelo digital de elevaciones) y 4 (ortoproyección) de cada uno de los bloques de aerotriangulación, debiendo evitarse las entregas de todo el material correspondiente a un proyecto de una sola vez .
8.2.		Productos a entregar		
	a	Listado de los ficheros contenidos en cada medio de almacenamiento	Fichero .txt generado con "dir /s"	
	b	Informe descriptivo del proceso de archivo	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	
9		CONTROL DE CALIDAD		
9.1.		Ejecución de los trabajos		
	a	Control de calidad de los trabajos realizados	Se garantizará que los procesos de trabajo y los productos generados cumplen con las presentes especificaciones técnicas, debiéndose realizar un control de calidad que consiga estos objetivos documentándolo adecuadamente.	
10		ENVÍO DE PRODUCTOS		
		Productos a entregar		
	a	Informe descriptivo del envío de productos	Según modelo entregado por la Dirección Técnica	