

EXPTE 2010/49

ANEXO B: CONTROL DE CALIDAD

Índice

1.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PNOA (PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA)	3
1.1.- CONTROL DE CALIDAD DE LAS ORTOFOTOS DEL PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)	3
1.1.1.- Métodos de Revisión.	4
a.- Controles de Calidad de la Ortofoto Rigurosa.	4
1.1.2.- Análisis y Test de control sobre la documentación.	6
a.- Análisis y Test de control sobre los productos del PNOA 25 cm de GSD (Ortofoto Rigurosa).	7
1.1.3.- Test de Control de Calidad Geométrico.	9
1.1.4.- Programa de Puntos de Revisión.	12

1.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

1.1.- CONTROL DE CALIDAD DE LAS ORTOFOTOS DEL PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

Las actividades de un proyecto de generación de ortoimágenes son análogas a las de la cartografía digital en sus apartados de vuelo y orientación del sensor. A diferencia de un proceso de cartografía convencional de línea, que extrae información por métodos de restitución a partir de los pares estereoscópicos, en un proyecto de Ortofotografía digital se generan ortoimágenes de todas las fotografías del vuelo, y se mosaican utilizando sólo las partes centrales de las mismas para obtener la mejor calidad fotográfica y minimizar los errores, de manera que se obtenga una imagen continua del territorio, sin errores geométricos, diferencias radiométricas, deformaciones, saturaciones, etc, y que cumpla con unos estándares de calidad geométrica global. Esta imagen puede servir posteriormente de soporte para la integración de cartografía de línea, bien digitalizando directamente sobre la Ortofoto, bien adaptando una cartografía ya existente. Y esta imagen sirve además de soporte para otros propósitos, como la fotointerpretación de cultivos y la medición de superficies, por lo que son requisitos imprescindibles que tenga una gran calidad geométrica y una buena calidad radiométrica.

Los procesos de control de calidad, que se realizarán sobre la documentación generada en las distintas fases del proyecto del PNOA, tienen como objetivo garantizar que, a priori, el producto cumpla unos requisitos técnicos para su integración y explotación tanto en las aplicaciones como Centro Nacional de Referencia en materia de Ocupación del Suelo, como en las de las distintas administraciones partícipes en el proyecto PNOA.

Los requisitos técnicos del PNOA se han establecido en función de la resolución de la Ortofoto final así como del tipo de vuelo fotogramétrico que se realice. En este documento se establecen los controles de calidad que se realizarán sobre PNOA25 Ortofotografía Rigurosa de 0.25 metros de GSD.

Estos requisitos harán referencia, por una parte, a la calidad geométrica, ya que deben servir de referencia cartográfica del Sistema Gráfico y, por otra, a la calidad radiométrica, porque deben aportar información del detalle cartográfico y sobre los usos del suelo.

1.1.1.- Métodos de Revisión.

Los trabajos de control de calidad de las Ortofotografías, incluirán por una parte, el análisis de la documentación generada en las distintas actividades del proyecto: aerotriangulación, MDE (Modelos Digitales del Terreno, Líneas de Ruptura y Modelos de Superficie) y Ortofotografías, revisando la metodología, medios técnicos empleados y parámetros de precisión obtenidos en cada una de las actividades, y por otro lado, la realización de una serie de test de control, con la ayuda de una serie de herramientas que permitan valorar de manera objetiva las precisiones reales conseguidas en distintas fases del proyecto que se consideran determinantes para garantizar la calidad del producto final.

Para verificar la calidad geométrica y concluir si los productos cumplen con las precisiones exigidas, se realizarán análisis estadísticos entre las coordenadas de puntos medidos sobre el terreno y sus correspondientes coordenadas obtenidas de los modelos digitales y las Ortofotografías. El control de calidad geométrico final se realizará midiendo sobre la Ortofoto puntos de control existentes de otros proyectos (principalmente del SIGPAC y del PNOA), como se ha venido haciendo en anteriores campañas.

a.- Controles de Calidad de la Ortofoto Rigurosa.

Los controles de calidad se llevarán a cabo en tiempo de ejecución del proyecto, por fases de realización. Por motivos de disponibilidad de producto, puede verse alterado el orden de los controles, a criterio de la Dirección Técnica del proyecto, dándose prioridad a la fase de Ortofoto, debiéndose controlar finalmente en cualquier caso cada una de las fases y productos generados en el proyecto.

Los controles de calidad son excluyentes para un mismo bloque de aerotriangulación. Esto quiere decir, que no se puede continuar la producción de fases subsiguientes en un bloque de aerotriangulación hasta que se acepten los controles de las fases previas. El objetivo un Control de Calidad así definido en producción es la prevención de errores en fases posteriores, lo que supone una mayor eficacia productora y una mayor garantía de producto final. La alteración del orden de los controles ocasionada por la no disponibilidad de la documentación al finalizar cada fase del trabajo provoca un cambio sustancial en el objetivo de los controles, pasando este a significar una valoración de productos que influirá negativamente en la producción si el resultado final fuera negativo, porque implicaría la repetición total o parcial de fases previas, y que condicionaría la calidad del producto si esto no fuera ya viable.

En cualquier caso, los controles de calidad previstos se harán con arreglo a un plazo estimado de respuesta por bloque y fase de producción, teniendo en cuenta una única entrega de la documentación de cada fase y un único control, que incluirá el análisis de la resolución de incidencias. No están contemplados en esta asistencia, ni valorados en el presupuesto, segundos controles de la documentación del proyecto motivados por la alteración del orden de las entregas.

En la producción de las Ortofotografías digitales, se han contemplado 4 fases, que a su vez engloban distintas actividades y subactividades susceptibles de ser revisadas en el proceso de control de calidad:

- **1ª Fase:** Comprende la actividad de Orientación del sensor. Bajo esta actividad se encuentra incluida la fase de aerotriangulación.
- **2ª Fase:** Comprende la actividad de Modelo Digital de Elevaciones.
- **3ª Fase:** Comprende las actividades de ortoproyección y documentación final.

Los criterios de aceptación de un bloque de aerotriangulación serán, en general para todas las fases, de un 100% de cumplimiento tanto en criterios técnicos de planificación (medios técnicos a emplear, certificaciones, configuración de bloques, etc.), parametrización (resolución de escaneo, GSD de vuelo, de orto, resolución del MDE, etc) y metodología de producción (método de obtención del MDE, técnicas de mosaicado, etc), como en criterios técnicos adoptados para los datos y los metadatos (formatos de MDE, de imagen, nomenclatura, estructura de información, informes de proyecto, etc), y de un 95% de cumplimiento para los productos y parámetros resultantes siguientes:

1ª Fase: Menos de un 5% de puntos controlados, que incumplan alguna de las especificaciones del proyecto: Resultados del ajuste de la aerotriangulación dentro de la tolerancia: RMSE X,Y, RMSZ, Residuo máximo.

2ª Fase: Menos de un 5% de los modelos controlados (revisión del 10% de los modelos), que incumplan alguna de las especificaciones del proyecto: RMSZ, Error máximo.

3ª Fase: Menos de un 5% de puntos de control con residuos máximos por encima de la tolerancia. Menos de un 5% de Ortofotos que incumpla alguno de los parámetros de control radiométrico: 10% de niveles digitales sin representación, 0,5% de saturación en los extremos de los histogramas del canal de luminosidad, naturalidad del color. Para el caso particular de las Ortofotos, el porcentaje de cumplimiento a nivel geométrico se establece en el 100% en los parámetros: RMSX,Y; Puntos por encima del valor máximo tolerable.

En el siguiente cuadro se resumen las tolerancias específicas:

	VF	AT	MDE	OF
PNOA25	RMSE \leq 15 cm (X,Y,Z)	<u>Aerotriangulación</u> Planimetría: RMSE \leq GSD m Altimetría: RMSE \leq GSD m Residuo máximo \leq 1,5 veces el GSD	RMSE $z \leq$ 1,00 m RMax $z \leq$ 2,00 m	RMSE X,Y \leq 0,50 m

1.1.2.- Análisis y Test de control sobre la documentación.

Para la realización de los controles de calidad de gabinete de las Ortofotografías producidas en el PNOA hay que distinguir dos métodos de revisión:

- Análisis. Este método consiste en el estudio y evaluación de la documentación generada en las distintas actividades del proyecto, habitualmente memorias, datos derivados y reportes de cálculo, comprobando el cumplimiento de los requisitos exigidos en el pliego de prescripciones del PNOA25.

- Test de Control. Este método de comprobación se basa en el estudio y evaluación de los resultados derivados de los programas de control aplicados a la documentación requerida. Los programas y/o procedimientos empleados para los distintos tests de control son:

1. RadiometriaRGB, desarrollado por Tragsatec, para el determinar la calidad radiométrica, la resolución geométrica y la georreferenciación, tanto de los fotogramas digitales del vuelo como de las Ortofotos. Lectura de las cabeceras de los ficheros ECW.
2. Módulo Core/Import de Importación de sensores matriciales, lineales, etc para determinar la calidad geométrica interna de las imágenes y realizar la medición de los puntos de comprobación de la aerotriangulación.
3. Módulo MDT del programa CVuelosDTM, desarrollado por Tragsatec, para determinar el paso de malla, el corte, los histogramas de frecuencia de cota y las imágenes TIFF de altura de cada MDE.
4. Módulo MDT Compare de CVuelosDTM, desarrollado por Tragsatec, para obtener las imágenes TIFF de diferencias entre el MDT y el MDS.
5. Módulo ITE de Socet SET para exploración estereoscópica de los MDE's. Medición de la malla de control (posado manual estereoscópico).
6. DinaMap (herramienta corporativa desarrollada en Tragsatec) para la medición sobre la Ortofoto de los puntos de comprobación geométrica y revisión interactiva de las ortofotos y mosaicos territoriales.

Para la realización del control de calidad de cada fase del proyecto, se deberá suministrar, por parte del CNIG, la documentación necesaria descrita en las tablas incluidas en el apartado "2.1.4. Programa de puntos de Revisión" de este documento. La documentación necesaria para la elaboración de los controles de calidad de PNOA 25 cm serán: Memorias y Reportes del Sw empleado en cada actividad, para el análisis de la documentación; Input y Productos generados por fase, para el análisis y Test de Control radiométrico y/o geométrico.

El formato de la documentación deberá ser el establecido en las normas PNOA.

a.- Análisis y Test de control sobre los productos del PNOA 25 cm de GSD (Ortofoto Rigurosa).

Para la realización de los diferentes análisis y test de control de calidad del PNOA 25 cm, se necesita disponer, al menos de la siguiente información. Dicha información se ha agrupado en función de la fase y la actividad a controlar:

1ª Fase (Orientación del sensor):

- Orientación del sensor (Aerotriangulación digital): informes con los resultados del cálculo de la aerotriangulación, parámetros de orientación de los fotogramas.

2ª Fase (MDE):

- Modelos Digitales del Terreno y de Superficie: ficheros de los MDE's y modelo de sombreado.

3ª Fase (Ortorrectificación):

- Ortofotografías: ficheros de las Ortofotos digitales con sus correspondientes ficheros TFW de georreferenciación.

Además, se adjuntará una memoria con los datos generales del proyecto y los resultados de los procesos, cálculos y controles internos realizados por actividad, de acuerdo al siguiente formato definido en el PNOA:

- 071002 PNOA Informe descriptivo de producción-DIGITAL.xls

Las comprobaciones se realizarán de acuerdo a las tolerancias fijadas para cada actividad en el pliego de prescripciones del PNOA25.

Los **tests de control** previstos para cada fase tienen por objeto analizar los parámetros que más pueden incidir en la calidad geométrica y radiométrica del producto:

1ª Fase (Orientación del sensor):

- Test de orientaciones (10%): realizado para verificar la calidad geométrica interna de las imágenes y la precisión alcanzada en las orientaciones exteriores en el proceso de aerotriangulación, mediante la importación de las fotografías a una estación fotogramétrica digital, empleando los parámetros de orientación derivados del cálculo (o bien a partir de puntos obtenidos en la aerotriangulación), y comprobación estereoscópica con los puntos de apoyo levantados en el proyecto, puntos de apoyo y chequeo de archivo procedentes de proyectos existentes de precisión contrastada (red geodésica nacional transformada a ETRS89, red Regente, puntos de comprobación geométrica de otras coberturas de Ortofotografía).

2ª Fase (MDE):

- Test de paso de malla del MDE (100%): se procederá a la lectura de cada uno de los ficheros ASCII aportados en formato GRID (MDT y MDS) para determinar el paso de malla de cada uno de ellos.
- Test de corte del MDE (100%): de la misma forma que en el test anterior, se procederá a la lectura de cada uno de los ficheros ASCII aportados en formato GRID (MDT y MDS) extrayendo las coordenadas (X,Y) máximas y mínimas que serán comparadas con las coordenadas establecidas en el proyecto. De esta forma se podrá comprobar si el corte de los ficheros está de acuerdo al corte establecido en el proyecto o si por el contrario, el corte aportado difiere por exceso o por defecto con el corte especificado en el proyecto.
- Test de generación de histogramas e imágenes TIFF de diferencias entre el MDT y el MDS (10%): diseñado para detectar, por un lado puntos de cota fugados, y por otro lado, poner de manifiesto las posibles diferencias altimétricas entre el MDT y el MDS que no se correspondan con líneas de ruptura artificiales.
- Test de calidad altimétrica del MDE obtenido por correlación automática (10%): para contrastar la calidad altimétrica del modelo digital del terreno empleado en la ortorrectificación, mediante la comparativa de una malla altimétrica de puntos con nodos coincidentes con el modelo aportada (aproximadamente 400 puntos por bloque) y posada estereoscópicamente de forma manual, eliminando puntos de mala calidad, determinando los parámetros estadísticos (media, Stdv, RMSZ) de las diferencias de cota. Se incluye un barrido de los modelos para comprobación visual de zonas con falta de edición, casado entre los distintos modelos aportados...

3ª Fase (Ortorrectificación):

- Test de radiometría de las ortoimágenes (100%): procedimiento similar al de escaneo, para valorar la calidad radiométrica del producto final.
- Test de georreferenciación de las ortoimágenes (100%): a partir de las ortoimágenes y de sus correspondientes ficheros TFW de georreferenciación, se determina si la georreferenciación de las ortoimágenes está de acuerdo a la base de datos de cortes 1/5.000 en el sistema ERTS89.
- Test de geometría externa de las ortoimágenes (100%): para contrastar la calidad planimétrica de las ortoimágenes, mediante la utilización de una serie de puntos bien definidos y cuyas coordenadas fueron obtenidas por observación GPS y con precisión de 1/3 RMS. La comparativa de las coordenadas GPS de estos puntos y sus correspondientes coordenadas obtenidas a partir de las ortoimágenes, permite determinar los parámetros estadísticos (media, Stdv, RMSX, RMSY) de las diferencias entre coordenadas planimétricas. La descripción de este test con las tolerancias fijadas según las especificaciones se detalla en el apartado 2.1.3.- Test de control de calidad geométrico.

Adicionalmente a estos test de calidad, se realizarán los siguientes controles en base al **análisis de la documentación aportada**.

1ª Fase (Orientación del sensor):

- Análisis de la documentación de Aerotriangulación (100%): Se revisará la memoria y los datos de la aerotriangulación para Aceptar o Rechazar la metodología y medios técnicos (software) empleados. Se comprobará el tamaño de los bloques, la distribución de los puntos de enlace, precisión interna del bloque, RMS y residuos de los puntos de apoyo y control (si se han empleado).

2ª Fase (MDE):

- Análisis de la documentación de generación del MDE (100%): Se revisarán aspectos como: metodología y medios técnicos empleados, Se analizará la clasificación de las líneas de ruptura. Se comprobará el formato de las líneas de rotura empleadas.

3ª Fase (Ortorrectificación):

- Análisis de la documentación de ortoproyección (100%): De la documentación aportada de esta fase del proyecto se analizarán la metodología, método de interpolación y los medios técnicos (software) empleados, se revisará la resolución espacial y radiométrica de las Ortofotos digitales.
- Análisis visual de las Ortofotografías (100%): Se realizará una inspección visual de todos los ficheros para determinar la calidad geométrica y radiométrica tanto del mosaico de Ortofotos como de cada imagen de manera independiente.
- Análisis de la documentación grabada y archivada (100%): se comprobará que se hayan entregado todos los productos exigidos, que la nomenclatura, formatos y los soportes de grabación sean los determinados según el pliego de prescripciones técnicas.

1.1.3.- Test de Control de Calidad Geométrico.

El objetivo del test de control de calidad geométrico aplica por una parte a las Ortofotografías es conocer mediante un procedimiento externo las precisiones alcanzadas por estos productos tanto nivel planimétrico como altimétrico, respectivamente, para verificar si cumple con las especificaciones marcadas. La forma más simple y fiable de realizar este proceso, es contrastar las medidas proporcionadas por la imagen o el modelo digital de elevaciones de una serie de puntos bien definidos con los correspondientes valores obtenidos por observación directa en el terreno. La imagen o el modelo cumple con los requisitos geométricos cuando los valores de los parámetros de precisión calculados a partir de estas discrepancias no sobrepasen las tolerancias fijadas.

En el caso de las Ortofotografías digitales correspondientes al PNOA, el parámetro de precisión es la raíz de la media cuadrática de las discrepancias (en adelante RMSE). El análisis se hace de forma independiente para las coordenadas X e Y, y los límites fijados son:

PNOA	RMSX	RMSY
0.25 m Rigurosa	0.5 m	0.5 m

Para el caso de los modelos digitales de elevación, el parámetro de precisión es el RMSE en altimetría, y los límites establecidos son:

PNOA	RMSZ
0.25 m Rigurosa	1 m

Dónde $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i^2}$, siendo " Δ_i " las diferencias entre las magnitudes obtenidas sobre la Ortofoto y el modelo digital y las observadas en campo (en x, y y z, independientemente) y "n" el tamaño de la muestra.

El parámetro elegido tiene en cuenta sistematismos, por lo que es muy representativo de la precisión geométrica global de la Ortofoto. En el caso de no existir sistematismos, y para un tamaño de muestra significativo ($n > 30$), el RMSE coincide con la desviación típica:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta_i - \mu)^2}, \text{ donde } \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i \text{ es la media de las discrepancias.}$$

El proceso de validación de la geometría de las Ortofotografías y de los modelos digitales está basado en la medición de una muestra de puntos de control (de archivo, de calidad contrastada y de nueva observación) en un 10% de los bloques de aerotriangulación.

Los puntos deben tener buena definición sobre las imágenes, ser fácilmente identificables sobre el terreno y su distribución debe ser uniforme por toda la zona de estudio. Se seleccionaran, en la medida de lo posible, puntos de control geométrico en la zona de muestreo de precisión contrastada (3 veces menor que la precisión requerida).

PNOA	Precisión planimetría	Precisión altimetría
0.25 m	0.1 m	0.2 m

En el proyecto PNOA, los puntos de control geométrico se obtienen de bases de puntos de control existentes, o de bases cartográficas acordes con la precisión y

definición requerida para estos puntos, y de nuevos puntos obtenidos en campo por observación GPS.

La identificación de cada punto sobre la imagen proporcionará unas coordenadas que diferirán de las obtenidas a partir del levantamiento o de las extraídas del archivo de puntos de control. A partir de las discrepancias entre estas coordenadas se obtendrá el RMSE del conjunto, independientemente para la componente X, Y, así como los valores de la media y desviación típica.

Para los modelos digitales, los puntos de control se contrastarán contra los puntos del modelo digital de elevaciones, obteniendo la cota para la posición planimétrica del punto, por interpolación bilineal a partir de los puntos de la malla, y obteniendo la discrepancia altimétrica para cada punto. A partir de estas discrepancias se obtendrá, asimismo, el RMSE del conjunto, para la componente Z, así como los valores de la media y de la desviación típica.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CONTROL GEOMETRICO DE CAMPO

BLOQUE/ HOJAS	Fecha	Nº Puntos de Control Geométrico	μ_x	μ_y	μ_z	σ_x	σ_y	σ_z	RMSE X	RMSE Y	RMSE Z

Un punto que exceda la máxima discrepancia tolerable¹ puede considerarse un error grosero si en otra inspección del punto revelase que la decisión está justificada (tipo de punto, inseguridad de su posición, etc.). No se elimina de la serie de datos de la muestra ningún punto que esté dentro de la tolerancia máxima.

Se "Rechaza" un bloque cuando se cumpla alguno de los siguientes casos:

- Si el RMSE calculado es mayor que el RMSE tolerable especificado en las recomendaciones técnicas.
- Si existe algún punto de comprobación claramente identificable sobre el terreno y la Ortofoto (o el MDT en su caso) que sin justificación exceda de la máxima discrepancia tolerable.

PNOA	Error máximo en planimetría	Error máximo en altimetría
25 cm	2 m	4 m

¹ (La definición del concepto de *máxima discrepancia tolerable* es tres veces el RMSE **calculado**)

- Si existe más de un 5% de puntos de comprobación que exceda de la máxima discrepancia tolerable.

PNOA	Discrepancia en planimetría para el 95% de los casos	Discrepancia en altimetría para el 95% de los casos
25 cm	≤ 1 m	≤ 2 m

No serán de aplicación estos criterios si el número de puntos de control bien definidos es insuficiente ($n < 20$). En este caso, si cuando el bloque no cumpla alguno de los requisitos expuestos, se notificará al IGN para que este haga un estudio detallado.

1.1.4.- Programa de Puntos de Revisión.

En las tablas (tablas1 y 2) que se incluye al final de este apartado, se describen los puntos a revisar en cada una de las actividades del proyecto, el alcance o porcentaje donde se aplicarán los controles, y el método de revisión. En estas tablas se incluirá un campo para el resultado del control, y otro campo para las observaciones de los controles realizados, constituyendo, en sí mismo, un modelo de informe de resultados de los controles de calidad, que es el que está previsto generar, junto con los anexos por fases resultantes de los distintos Test de Control. Los parámetros específicos de tolerancia que aplican a cada serie de Ortofotografías se establecen en un cuadro anexo (tabla 3), haciéndose referencia a ellos en la tabla general.

Los puntos o entidades de revisión son los parámetros más relevantes que puedan incidir en la precisión o en la calidad radiométrica de las Ortofotos. Dichos puntos y entidades de revisión han sido extraídos de las diferentes especificaciones definidas para el PNOA:

- 070321 Especificaciones técnicas PNOA Digital 2007 25cm.xls

Antes de establecer los puntos de revisión es necesario definir la unidad de trabajo para la realización de los controles de calidad. Los trabajos se realizarán por fases cuando se haya entregado la documentación necesaria de un lote de trabajo. Cada lote de trabajo podrá estar definido por hasta tres bloques de aerotriangulación.

Para el PNOA25, el bloque máximo de aerotriangulación estará definido por el ámbito de 4 a 9 hojas del MTN50.

Los resultados de los controles se reflejarán sobre el mismo cuadro, para cada actividad de cada una de las fases, a medida que estas se vayan finalizando, indicando si cumple o no cumple cada entidad controlada, e indicando las correspondientes observaciones en caso de detectarse alguna incidencia, haciendo referencia a los documentos anexos con el detalle justificativo. Es responsabilidad de la Dirección Técnica del CNIG concluir si una fase del proyecto es válida o no, en función del grado de cumplimiento de cada una, y de las incidencias detectadas.

Aerotriangulación digital	Medios Técnicos (software) y metodología	Procedimiento de medida, cálculo y ajuste	Análisis	100%	método digital, utilizando parámetros GPS de vuelo Ajuste por haces.	100%	Memoria y datos de la aerotriangulación
		Características del software			Permita ajuste por haces independientes con datos GPS. de vuelo		
	Bloque de aerotriangulación Medición de puntos de apoyo	Patrón de puntos de enlace	Análisis	100%	Mínimo 2 puntos de enlace en cada zona de Von Grüber Garantizando que al menos 1 punto en cada zona de Von Grüber se transfiera a pasadas colindantes cumpliendo la condición sextuple	100%	Memoria y datos de la aerotriangulación
		Número de pasadas y de fotogramas por pasada			Para cada Comunidad Autónoma, el bloque de aerotriangulación contendrá completas todas las hojas MTN5 incluidas total o parcialmente en el territorio de esa comunidad		
	Ajuste del bloque fotogramétrico	geometría interna del bloque (Sigma)	Análisis Test de control	100% 10%	$\leq 1/2$ pixel	100%	Certificado de calibración de la cámara Reseñas de P.A y Vértices geodésicos. Informes de resultados del cálculo, parámetros de orientación
		Parámetros de Orientación exterior Residuos y RMSE en X,Y y Z de los P.A.			Planimetría: RMSE $\leq 0,22m$ Altimetría: RMSE $\leq 0,22m$ Residuo máximo $\leq 1,5$ veces 0,22m	95% de la muestra	

Tabla 1. Programa de puntos de revisión. Fase de Aerotriangulación

ACTIVIDAD	ENTIDAD A CONTROLAR	PARÁMETRO DE CONTROL	MÉTODO DE COMPROBACIÓN	ALCANCE	TOLERANCIA	NIVEL DE ACEPTACIÓN	DOCUMENTACIÓN NECESARIA (1)	OBSERVACIÓN APLICACIÓN
Modelo Digital de Elevaciones	Memoria del cálculo de los MDE: Medios Técnicos (software) y metodología Método de transformación a TIN Método de revisión en modo TIN	Método de generación del GRID Método de revisión	Análisis	100%	PNOA25 o PNOA50: Correlación automática y depuración estereoscópica interactiva o LIDAR Podrán ser utilizados Modelos Digitales del Terreno procedentes de organismos cartográficos oficiales, siempre que reúnan las siguientes condiciones: - Cumplirán estrictamente las precisiones exigidas en este pliego de especificaciones técnicas. - Dichos Modelos Digitales del Terreno serán objeto de revisiones sistemáticas con observación estereoscópica para su actualización. - La actualización se realizará a la fecha del vuelo PNOA que se esté ortoproyectando. PNOA10: Se realizará el levantamiento obligatoriamente con sistema aerotransportado LIDAR	100%	Memoria del cálculo de los MDE Ficheros de los MDT, MDS y modelo se sombreado	
		Trazado de las líneas de rotura			Trazado manual mediante técnicas estereoscópicas			
	Paso de malla en el proceso de generación por correlación automática Corte de los ficheros de los MDE Líneas de ruptura Modelo de superficie	Paso de malla Corte del MDE	Test de Control	100%	GSD_{EL} PNOA25 o PNOA50: Rectángulo que contiene a la Hoja MTN pertenecientes a la HMTN25 PNOA10: Se consultarán con la Dirección Técnica	100%	Memoria del cálculo de los MDE Ficheros de los MDT, MDS y modelo se sombreado	
	Precisión relativa de los MDE: RMSZ y error máximo.	RMSE Z Error máximo en z			$= RMSE_{EL,z}$ $= Em_{EL,z}$ en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a $Z_{EL,max}$	95% de la muestra		
Ortoproyección Equilibrado radiométrico Mosaico	Medios Técnicos (software) y metodología	Software empleado	Análisis	100%	Permitir flujo de trabajo digital	100%	Memoria de ortoproyección y mosaico	
	Resolución espacial y radiométrica Métodos de interpolación	GSD Profundidad de color Método de interpolación	Análisis	100%	GSD_{OP} 24 bits (8 bits por canal) Bilineal o Bicúbica	100%	Ficheros de las ortofotos digitales	
	Geometría interna de las ortofotos	Deformaciones Desplazamientos	Análisis	100%	Deformaciones no apreciables a la escala de representación Desplazamientos menores de dos pixels	100%	Ficheros de las ortofotos digitales	
	Geometría relativa del mosaico de las ortofotos	Desplazamientos	Análisis	100%	Desplazamientos menores de dos pixels	100%	Ficheros de las ortofotos digitales	
	Radiometría interna de las ortofotos Aspecto visual	Aspecto Medias, Desviación estándar, % de valores saturados	Análisis Test de control	100%	Colores naturales.	95%	Ficheros de las ortofotos digitales	
					Valores de gris sin representación < 10% Los extremos de los histogramas no tendrán más de 0,5% de píxeles.			
	Radiometría del mosaico	Continuidad Radiométrica Unidad para el equilibrado	Análisis	100%	No debe existir diferencias radiométricas en el caso de las ortofotografías ZONA DE TRABAJO	100%	Ficheros de las ortofotos digitales	
	Líneas de mosaico Corte Formato Georreferenciación (ETRS89 y ED50) Orientación.	Orientación Corte ficheros y georreferenciación (fichero Tfw) Formato de ficheros imagen	Análisis Test de control	100%	Norte UTM Conforme a la BB.DD. de corte de ortofotografías 1/10.000 en ETRS89 y ED50. El formato del fichero Tfw según las especificaciones de ESRI. Ortoproyección de todas las fotografías para utilizar solo la parte cenográfica	100%	Ficheros de las ortofotos digitales	
					TIFF 6 Plano			
	Geometría externa de las ortofotos	RMSE X, Y.	Test de Control	10%	$RMSE = RMSE_{OP,xy}$ Error máximo = $Em_{OP,xy}$ en el 95% de los casos No podrá haber ningún punto con un error superior a $XY_{OP,max}$	100%	Ficheros de las ortofotos digitales	
Grabación y archivo de productos	Ficheros y documentos aportados	Existencia de todos los productos exigidos Número de copias de cada uno Medios de almacenamiento Formatos adecuados Nomenclatura y organización en directorios	Análisis	100%	Según especificaciones del pliego de prescripciones técnicas	100%	Medios digitales entregados	

(1) Los formatos se acordarán con la dirección técnica del proyecto

Tabla 2. Programa de puntos de revisión. Fases de EL, OF y Documentación

	10 cm		25 cm		50 cm	
	Digital		Analógico	Digital	Analógico	Digital
	sensor matricial	sensor lineal				
D _{PDA}	La que más se adecúe a la zona de trabajo		Este - Oeste			
L _{PDA}	15 Km		3 hojas M.T.N.50			
E _{VF}	NO APLICA	NO APLICA	15.000	NO APLICA	30.000	NO APLICA
GSD _{VF}	0,09 metros	0,09 metros	NO APLICA	0,22 metros	NO APLICA	0,45 metros
A	20%	10%	10%			
GSD _{VF_max}	0,10 metros		NO APLICA	0,25 m	NO APLICA	0,50 m
Serie MTN	2.000		5.000		10.000	
RMSE _{AC_XY}	0,05 metros		0,10 metros			
RMSE _{AC_Z}	0,07 metros		0,15 metros			
GSD _{EL}	1 metro		5 metros			
RMSE _{EL_Z}	0,20 metros		1 metro		2 metros	
E _{max} _{EL_Z}	0,40 metros		2 metros		4 metros	
Z _{EL_max}	0,80 metros		4 metros		8 metros	
GSD _{OF}	0,10 metros		0,25 metros		0,50 metros	
RMSE _{OF_XY}	0,20 metros		0,50 metros		1 metro	
E _{max} _{OF_XY}	0,40 metros		1 metro		2 metros	
XY _{OF_max}	0,80 metros		2 metros		4 metros	

Tabla 3. Parámetros específicos para cada serie