

ANEXO B:

CONTROL DE CALIDAD VUELO LIDAR

Índice

	pág
1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAFÉTRICO P.N.O.A	3
2.1.- CONTROL DE CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAFÉTRICO P.N.O.A	4
2.1.1.- Métodos de Revisión.	5
a.- Control de Calidad de la Planificación	6
b.- Control de Calidad de la Ejecución.	7
2.1.2.- Análisis y Test de Control	9
a.- Análisis y test de control en la Planificación del vuelo.	9
b.- Análisis y Test de control en la Ejecución del vuelo.	10

1.- INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Información Geográfica tiene por finalidad, de acuerdo con el artículo 122.Dos de la Ley 37/1988, de 28 de diciembre, producir, desarrollar y distribuir los trabajos y publicaciones de carácter geográfico que demande la sociedad, incluyendo la comercialización de los que realiza la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional en ejecución de las funciones que le están atribuidas legalmente, la elaboración de productos derivados y temáticos y su distribución nacional e internacional, sin perjuicio de las posibles competencias atribuidas a otros organismos de la Administración en la producción y mantenimiento de diversos productos cartográficos, con especial dedicación a la realización de proyectos basados en tecnologías avanzadas, programas de investigación y desarrollo y prestación de asistencia técnica en el ámbito de las ciencias y técnicas geográficas, todo ello en un marco estratégico común con la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

Conforme establece el artículo 5.3. del Real Decreto 663/2007, de 25 de mayo, por el que se aprueba el Estatuto del Centro Nacional de Información Geográfica, entre las funciones asignadas al Organismo autónomo está el apoyar el desarrollo y utilización de la cartografía nacional y, en concreto, prestar asistencia técnica especializada e infraestructura cartográfica tanto al sector público como al privado, con atención prioritaria al Ministerio de Fomento y a los servicios públicos de seguridad y protección civil.

En desarrollo de esta función el CNIG ha venido colaborando con la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la realización del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), que bajo de coordinación del IGN y con la participación del resto de la Administración General del Estado se ha gestionado fundamentalmente entre el CNIG y las Comunidades Autónomas. El

PNOA ha conseguido la cobertura completa, varias veces, del territorio nacional con ortofotografía de alta resolución y modelo digital del terreno, Además, desde el año 2009 el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea ha incluido la realización de toma de datos LiDAR, junto con el vuelo fotogramétrico o en forma independiente, dando cobertura a una amplia extensión del territorio nacional. Se estima que es necesario renovar esta cobertura con una periodicidad de 6 años, para la actualización de la altimetría, detección de cambios, estimación de crecimiento de la vegetación e incorporar nuevas tecnologías de captura y aumentar la resolución espacial de los datos.

2.- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL VUELO PNOA-LiDAR

2.1.- CONTROL DE CALIDAD DEL VUELO FOTOGRAFÉTICO P.N.O.A

El objetivo principal de los vuelos PNOA-LiDAR, es la obtención de una base de datos altimétrica de gran precisión, de tal manera que se la misma que utilicen las Administraciones Públicas.

Las actividades de un proyecto de generación de bases de datos altimétricas a partir de nubes de puntos 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 LiDAR se capturan nubes de puntos, que en una fase de postproceso han de clasificarse automáticamente y posteriormente editarse, para la obtención de modelos digitales de elevaciones, de una forma más precisa desde el punto de vista altimétrico, comparándola con las obtenidas a partir de técnicas de correlación a partir de pares estereoscópicos.

Estas nubes de puntos han de cumplir con las especificaciones técnicas de captura de datos. Para comprobarlo se realizan procesos de control de calidad

sobre la fase del vuelo LiDAR, que tiene por objeto el garantizar a priori que producto final, cumpla con los requisitos técnicos para su integración y explotación en los proyectos de las Administraciones Públicas que utilicen este tipo de información.

En la actualidad los requisitos técnicos del PNOA se han establecido en función de la densidad de los vuelos LiDAR que se vayan a realizar. En este documento se establecen los controles de calidad que se realizarán sobre los siguientes productos:

- **PNOA-LiDAR densidad 0,5 pulsos/m²**
- **PNOA-LiDAR densidad 1 pulso/m²**

2.1.1.- Métodos de Revisión.

Los trabajos de control de calidad del vuelo LiDAR, incluirán por una parte, el análisis de la documentación generada en cada una de las fases y por otra, la revisión de la metodología, medios técnicos empleados y parámetros de precisión obtenidos. Además se realizarán una serie de test de control, con la ayuda de una serie de herramientas que permitan valorar de manera objetiva las los resultados obtenidos. Éstas serán determinantes para garantizar la calidad del producto final.

Para verificar la calidad de los datos de vuelo y concluir si los productos cumplen con los requisitos técnicos exigidos, se hace una primera clasificación de productos finales, con distintos objetivos y tolerancias, y por tanto, con un planteamiento particular adaptado a cada uno de ellos en el control de calidad.

Además, se distingue entre las distintas densidades de los vuelos LiDAR. Cada uno de ellos lleva asociados unos parámetros específicos de calidad, que hay que comprobar en los Controles de Calidad.

No obstante, los controles de calidad son análogos para las distintas resoluciones, diferenciándose únicamente por la densidad de los pulsos obtenida.

Es responsabilidad de la Dirección Técnica del IGN concluir si una fase del proyecto es válida o no, en función del grado de cumplimiento de cada una, y de las incidencias detectadas.

a.- Control de Calidad de la Planificación

Los controles de calidad se realizarán antes de comenzar la ejecución del proyecto. Este control de calidad es excluyente. Esto quiere decir, que no se podrá comenzar la ejecución hasta que se acepten los controles de esta fase previa. El objetivo de un Control de Calidad así definido es la prevención de errores en fases posteriores, lo que supone una mayor eficacia productora y una mayor garantía del 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 de calidad.

En cualquier caso, los controles de calidad previstos se harán con arreglo a un plazo estimado de respuesta.

Para el control de calidad de la Planificación del vuelo se han contemplado 2 fases, que a su vez engloban distintas actividades y subactividades susceptibles de ser revisadas en el proceso de control de calidad:

1ª Fase: Control de la documentación.

- 1. Comprobación de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y de ficheros*
 - 1.1 Base de datos del vuelo planificado
 - 1.2 Base de datos de las estaciones GNSS utilizadas
 - 1.3 Certificados de calibración de los sensores
 - 1.4 Gráficos de vuelos

2ª Fase: Control geométrico de la planificación del vuelo.

1. *Control de densidad de la nube de puntos promedio de cada pasada*
2. *Control de calidad del recubrimiento transversal de pasadas*
3. *Control de calidad de la longitud máxima de una pasada. Pasadas interrumpidas.*

3.1. Longitud máxima de una pasada longitudinal y transversal

3.2. Pasadas interrumpidas

4. *Control de calidad de la distancia a las estaciones de referencia GNSS*

Una vez concluido el control se enviará un informe de conformidad de la documentación y del control geométrico. Sólo cuando este informe sea positivo se podrá dar paso a la siguiente fase.

b.- Control de Calidad de la Ejecución.

Los controles de calidad de la Ejecución del vuelo se llevarán a cabo inmediatamente, una vez finalizado el vuelo, de manera que los errores encontrados puedan ser subsanados dentro de los plazos establecidos.

Tanto para el caso de la Planificación como para el de la Ejecución, al finalizar el control de todas las fases, se enviará un informe detallando todas las deficiencias observadas en cada de ellas, concluyendo si el trabajo realizado cumple los criterios establecidos. Adicionalmente, se podrá emitir un informe de recepción de la documentación, previo al inicio de los controles.

1ª Fase: Control de la documentación.

1. *Comprobación de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y ficheros*
 - 1.1 Base de datos del vuelo ejecutado.
 - 1.2 Base de datos de las estaciones GNSS utilizadas
 - 1.3 Certificados de calibración de los sensores

1.4 Gráficos de vuelos

1.5 Datos del vuelo de calibración del sensor LiDAR

2ª Fase: Control geométrico de la Ejecución del vuelo.

1. Control de densidad de la nube de puntos

1.1. Control de densidad media por pasada

1.2. Control de densidad media por tramos de pasada

2. Control de calidad del recubrimiento transversal de pasadas

3. Control de calidad de la longitud máxima de una pasada. Pasadas interrumpidas.

3.1. Longitud máxima de una pasada longitudinal y transversal

3.2. Pasadas interrumpidas

5. Control de calidad de sobrevuelo de las zonas de control

6. Control de calidad de la deriva.

7. Control de calidad de la distancia a las estaciones GNSS de referencia utilizadas

8. Control de calidad de cobertura de la zona de vuelo

9. Otros controles de calidad que se puedan considerar necesarios para comprobar el vuelo realizado.

10. Precisión en el postpoceso de las observaciones GPS/INS

11. Precisión de los datos LiDAR

3ª Fase: Control Visual del vuelo LiDAR.

1. Detección de nubes de puntos fugados.

2.1.2.- Análisis y Test de Control

Para la realización de los controles de calidad de los vuelos PNOA-LiDAR, 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 PNOA-LiDAR.

- 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.

a.- Análisis y test de control en la Planificación del vuelo.

1ª Fase: Control de la documentación.

- I. Análisis de la documentación entregada. Documentación de Vuelo: tabla con la planificación del vuelo, certificado de calibración de los sensores empleados, bases de datos de las estaciones GNSS previstas.

2ª Fase: Control geométrico de la planificación del vuelo.

- I. Test tamaño (100%): estudio realizado a partir de la base de datos de planificación, con el empleo de un MDT, para comprobar la densidad de la nube de puntos LiDAR
- II. Test de recubrimiento transversal (100%).
- III. Test de longitud máxima de pasadas longitudinal y transversales (100%).
- IV. Test de comprobación de pasadas interrumpidas (100%).

- V. Análisis de las estaciones GNSS utilizadas: Los centros de proyección estarán siempre a una distancia menor de 40km de una estación GNSS (100%).
- VI. Análisis de cobertura de la zona de vuelo: Se comprobarán que la zona quede cubierta por la nube de puntos "las" (100%).

El formato de la documentación entregada por la empresa que haya realizado el vuelo, deberá ser el establecido en las normas PNOA-LiDAR.

b.- Análisis y Test de control en la Ejecución del vuelo.

Los **análisis y test de control** previstos para cada fase tienen por objeto analizar los parámetros que más pueden incidir en la calidad geométrica y radiométrica del producto. A continuación los describiremos según las fases.

1ª Fase: Control de la documentación.

- I. Análisis de la documentación entregada. Análisis de la documentación de Vuelo: tabla con la planificación del vuelo, memoria descriptiva del vuelo ejecutado, certificado de calibración de los sensores empleados, documentación de los sistemas GPS/INS, base de datos del vuelo ejecutado con el registro de pasadas, ficheros en formato "las" de la nube de puntos, ficheros RINEX del receptor asociado a la cámara y de la estación de referencia.
- II. Análisis de la estructura y de la nomenclatura de carpetas y ficheros.
- III. Test de correspondencia entre la base de datos y los identificadores de pasadas de los puntos del fichero "las"

2ª Fase: Control geométrico de la Ejecución del vuelo.

- I. Test sobre la densidad media de cada pasada utilizando los puntos del primer retorno (100%).
- II. Test sobre la densidad mínima de cada pasada utilizando los puntos del primer retorno, en tramos de 2 km (100%).
- III. Test de recubrimiento transversal. En zonas de poca orografía se requerirá que el recubrimiento sea mayor o igual a un 15%(100%).
- IV. Test de longitud máxima de una pasada y comprobación de pasadas interrumpidas. Con el fin de comprobar que ninguna de ellas tiene una longitud superior a la distancia de 3 hojas del 50.000 y que cuando exista un corte de pasada haya un recubrimiento de un ancho de traza (100%).
- V. Test de sobrevuelo de las zonas de control. Se comprobará que las pasadas transversales cubren las zonas de control levantadas previamente (100%).
- VI. Test de deriva: La deriva que se pueda producir no implicará el que existan huecos en la zona a recubrir, ni distancia entre puntos superiores a 1,5 veces el espaciamiento de la malla (100%).
- VII. Análisis de las estaciones GNSS utilizadas. Los centros de proyección estarán siempre a una distancia menor de 40km de una estación GNSS (100%).
- VIII. Análisis de cobertura de la zona de vuelo. Se comprobarán que toda la zona queda cubierta (100%).
- IX. Test precisión geométrica: se comprobará que la precisión en altimetría de los puntos con los obtenidos con los campos de control y con tracks. Así mismo, se comprobará que la discrepancia altimétrica entre pasadas sea inferior a 30 cm (100%).
- X. Otros controles de calidad que se considere necesario que hay que realizar para comprobar el vuelo realizado: Control de las

trayectorias, de los parámetros de orientación externa, de paralaje-y, etc.

3ª Fase: Control Visual de vuelo fotogramétrico.

- I. Análisis visual de ficheros "las". Con el fin de detectar incidencias se realizará un análisis visual de los ficheros para detectar nubes de puntos elevadas o hundidas (100%).