

Pruebas de ortorrectificación de imágenes Ikonos con apoyo de las ortofotos y MDT de SIGPAC.

Javier Castaños Jover⁽¹⁾, María José Checa Alonso⁽¹⁾ y Carlos Gutiérrez Montero⁽¹⁾

⁽¹⁾Dep. Teledetección, TRAGSATEC. C\ Julián Camarillo 6b, 27037 Madrid. jcj@tragsatec.es, mjca@tragsatec.es, cgmo@tragsatec.es

Resumen

El departamento de Teledetección ha realizando diversas pruebas de ortorrectificación de imágenes Ikonos Pan y MS sobre una zona del Control por Teledetección de las ayudas de la PAC 2004 (La Rioja). La zona de unas 200.000 ha fue cubierta con 4 pasadas Ikonos en formato Geo Ortho Kit. Para su ortorrectificación se ha empleado el módulo Ortho Engine del programa PCI 9.1.

1. Objeto de la prueba

El objeto último de estas pruebas es analizar la adecuación, tanto de la base de datos de puntos GPS del archivo de TRAGSATEC como de la propia ortofoto SIGPAC, para la ortorrectificación de imágenes de satélite Ikonos, manteniendo las especificaciones técnicas dictadas por el JRC de Ispra: máximo RMSE 2.5m^[1]. Por tanto, en caso de cumplirse esta especificación, sería posible sustituir la campaña de campo de toma de puntos GPS por una constelación de GCPs de origen mxto: archivo GPS y ortofoto SIGPAC.

2. Especificaciones técnicas

- Precisión de los datos de entrada para corrección de imágenes VHR:

-GCP: Los puntos empleados como GCP tienen que tener una precisión tres veces superior a la precisión que se quiera obtener en el producto final. Para imágenes VHR Ikonos Pan el RMSE máximo permitido es de 2,5 m, por lo que la precisión de los GCP debe ser de al menos 0.8 m.

-MDT: Hay establecidas para el MDT dos tolerancias en Z en función del ángulo de toma de la imagen VHR:

1. Ángulo de toma <15° (75° de ángulo de incidencia) --> Tolerancia en Z < 5 m

2. Ángulo de toma >15° (75° de ángulo de incidencia) --> Tolerancia en Z < 2 m

El MDT debe ser suficientemente detallado, continuo y sin grandes anomalías.

- Número y localización de los GCP de corrección^[2]:

Para ortorrectificar pasadas Ikonos Geo Ortho Kit empleando el modelo RPC son necesarios un mínimo de 2 a 4 puntos GPS por escena o por cada 100-200 km².

- Número y localización de los GCP de validación:

Para comprobar la precisión cartográfica de la imagen de salida se recomienda utilizar un mínimo de 10 puntos de chequeo y supervisión visual de la imagen que cumplan las especificaciones de precisión ya comentadas más arriba.

3. Datos de partida

- Características del MDT SIGPAC de La Rioja (zona de Control 2004):

-Precisión vertical RMSE construido 2.5m.
Paso de malla en X e Y de 10x10 m

-Tipo de fotografía empleada para autocorrelacionar: Fotografía aérea color e escala 1/18.000.

- Características de las imágenes IKONOS

-Fecha de toma: La zona de estudio se cubrió con 4 pasadas del mismo día, 17/05/2004. En la Figura 1 se puede ver la distribución y solape de las cuatro pasadas que cubren la zona de estudio.

-Ángulo de toma: Los ángulos de toma de las imágenes varían entre 62° y 78°.

-Nivel de procesado: Geo Ortho Kit Pan + multispectral.

-Formato: ficheros de imagen en formato GeoTiff más los ficheros RPC con los coeficientes de transformación que se emplean en la ortorrectificación..



Figura 1. Esquema de las pasadas Ikonos

- Características de la ortofoto SIGPac:
 - Tamaño de píxel: 0.5 m
 - RMSE absoluto en puntos de control: 0.39; 0.32; 0.35 m (x,y,z)
 - RMSE absoluto en puntos de validación: 0.44; 0.60; 0.46 m. (x,y,z)

Con el fin de verificar la precisión cartográfica de la ortofoto SIGPAC en la zona de estudio se ha hecho su validación, empleando los puntos GPS del Control04.. En el análisis de precisiones sólo se han tomado los puntos GPS que eran fácilmente identificables en la ortofoto. Los resultados de la validación están resumidos en la siguiente tabla:

	X	Y	TOTAL	MÁXIMO
RMS error (m)	0.48	0.59	0.76	1.46

Por tanto, los errores obtenidos en la validación de la ortofoto de SIGPAC de la zona de estudio muestran que su RMSE medio está en el límite de precisión exigida (al menos 0.8 m.) para poder utilizar ésta como imagen master. Si bien, el error máximo detectado supera este umbral.

4. Análisis de las distintas precisiones

En este apartado se describen las tres pruebas de ortorrectificación realizadas con PCI en la zona de La Rioja. El objetivo de éstas es determinar la precisión cartográfica obtenida en el proceso de ortorrectificación empleando GCPs procedentes de distintas fuentes y, por tanto, con diferentes precisiones.

Las pruebas se han realizado con el módulo OrthoEngine del programa PCI 9.1. Con el fin de que las imágenes ya ortorrectificadas y mosaicadas fueran comparables, se ha mantenido el modelo de corrección geométrica (Rational Functions) y el MDT.

La evaluación de la precisión cartográfica obtenida en las imágenes ortorrectificadas se ha realizado sobre 19 puntos GPS procedentes de la campaña de campo del Control 2004 (17 puntos) y del Dpto. de Fotogrametría de TRAGSATEC (2 puntos). Los puntos procedentes del Dpto. de Fotogrametría se emplearon para completar huecos en las zonas donde los puntos GPS del Control 2004 eran difíciles de identificar.

4.1. Ororrectificación empleando puntos GPS procedentes del Control 2004.

En esta prueba se han empleado dos fuentes de puntos GPS:

- Campaña de campo del Control 2004
- Puntos GPS de archivo del Dpto de Fotogrametría de TRAGSATEC.

Los errores obtenidos en el proceso de georreferenciación en PCI están resumidos en la siguiente tabla:

	X	Y	TOTAL	Máximo
RMS (pixels)	0.36	0.45	0.58	0.98

La validación de la imagen se realizó con 19 puntos GPS. Los errores obtenidos en el proceso de validación aparecen recogidos en esta tabla:

	X	Y	TOTAL	Máximo
RMS (píxels)	0.87	0.72	1.13	1.74

4.2. Ortorrectificación de las imágenes Ikonos empleando puntos GPS procedentes del archivo de puntos del Dpto. de Fotogrametría y de la ortofoto de SIGPAC

Para esta prueba se ha utilizado un método mixto, empleando como GCPs los puntos GPS del archivo de puntos del Dpto. de Fotogrametría de TRAGSATEC y puntos tomados sobre las ortofotos SIGPAC (utilizados para completar las zonas que no tenían puntos GPS de archivo).

La orrorrectificación se llevó a cabo empleando 35 GCPs, de los cuales 19 fueron tomados sobre la ortofoto del SIGPAC (54%) y los 16 restantes (46%) del archivo de puntos GPS del Dpto. de Fotogrametría. Los errores obtenidos en el proceso de orrorrectificación aparecen en la siguiente tabla :

	X	Y	TOTAL	Máximo
RMS (píxels)	0.36	0.37	0.52	0.91

Para la validación de la imagen se emplearon los mismos 19 puntos GPS que en el caso anterior, obteniendo los errores que aparecen resumidos en esta otra tabla:

	X	Y	TOTAL	Máximo
RMS (píxels)	0.85	0.91	1.24	2.42

4.3. Ortorrectificación de las imágenes Ikonos empleando puntos de la ortofoto de SIGPAC

En esta ocasión todos los GCPs empleados para la rectificación se han tomado sobre las ortofotos SIGPAC. Se ha procurado a la hora de tomar los puntos, que la distribución fuese similar a la distribución de puntos GPS empleados en las otras dos pruebas.

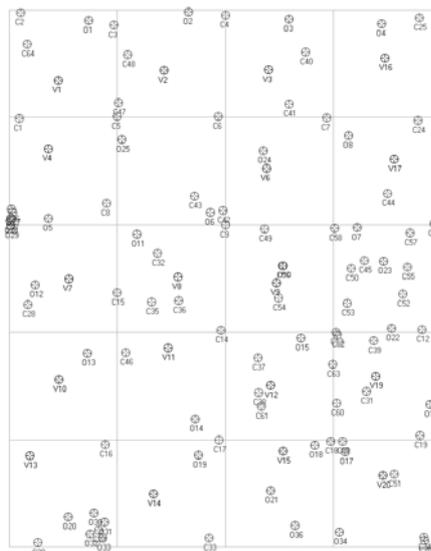
La orrorrectificación se llevó a cabo empleando 48 GCPs que fueron tomados sobre la ortofoto del SIGPAC. Los errores obtenidos en el proceso de orrorrectificación aparecen en la siguiente tabla :

	X	Y	TOTAL	Máximo
RMS (píxels)	0.62	0.66	0.91	1.47

Para la validación de la imagen se emplearon los mismos 19 puntos GPS que en los casos anteriores, obteniendo los errores que aparecen resumidos en esta otra tabla:

	X	Y	TOTAL	Máximo
RMS (píxels)	0.79	1.19	1.43	2.55

A continuación se muestra un esquema con la distribución de los puntos empleados en los 3 procedimientos., distinguiendo entre puntos GPS (CX), puntos de ortofoto (OX) y los 19 puntos de validación (VX)



5. Conclusiones

Los resultados de las tres pruebas de orrorrectificación sobre las pasadas Ikonos de la zona de La Rioja, abordadas en este informe, cumplen las especificaciones técnicas marcadas en un principio:

- las precisiones del proceso de orrorrectificación tienen un RMSE inferior a 1 píxel.

- la precisión obtenida en la validación de las imágenes ortorrectificadas tiene un RMSE máximo inferior a 2,5 píxeles.

Como se puede ver en la siguiente tabla, los resultados obtenidos en los apartados 5.1, 5.2 y 5.3 están dentro de los límites de tolerancia permitidos.

	GPS	GPS-ORTO	ORTO
Nº de GCPs	29	35	48
RMSE X	0.36	0.36	0.62
RMSE Y	0.45	0.37	0.66
RMSE	0.58	0.52	0.91
RMSE MÁX	0.98	0.91	1.47

En el proceso de validación de las tres imágenes ortorrectificadas en PCI, se realizó sobre 19 puntos GPS, fácilmente identificables en la imagen. Ambas imágenes presentan unos errores en X, Y, medio y máximo muy parecidos, si bien en la validación realizada, se observa que el error medio obtenido en GPS-orto es ligeramente superiores al de GPS, aunque en ambos se cumplen con las precisiones exigidas (RMSE máximo de 2,5 m). En la siguiente tabla están resumidos los errores obtenidos en el proceso de validación:

	GPS	GPS-ORTO	ORTO
Nº de GCPs	19	19	19
RMSE X	0.87	0.85	0.79
RMSE Y	0.72	0.91	1.19
RMSE	1.13	1.24	1.43
RMSE MÁX	1.74	2.42	2.55

Los máximos errores en el proceso de georreferenciación y validación se concentran en la zona oeste de la imagen debido a dos factores a saber:

- la pasada situada en la zona oeste de la imagen es la que presenta el mayor ángulo de toma (62°).
- fuera de la zona de control, en el límite provincial con Burgos (zona oeste) el MDT no es el de SIGPAC. Esta zona fue completado con un MDT de menor

precisión, paso de malla de 20 metros y tolerancia en Z inferior a 10 metros.

Aunque no se puede cuantificar en que medida contribuyen cada uno de estos factores a los errores obtenidos en ortorrectificación y validación, lo que sí se observa es que en la zona oeste, los errores son ligeramente superiores a los registrados en el resto de la imagen.

A partir de los resultados de ortorrectificación de las imágenes Ikonos con puntos sólo de GPS o en combinación GPS-orto, se observa que las precisiones obtenidas se mantienen en márgenes aceptables. Creemos, por lo tanto, que el empleo de GCPs tomados de ortofoto supone un ahorro considerable en las campañas de campo para la gran mayoría de las aplicaciones de Teledetección que requieren el empleo de imágenes VHR.

6. Agradecimientos

Agradecemos la colaboración del FEGA (Fondo Español de Garantía Agraria) y del JRC (Joint Research Centre) por las imágenes proporcionadas, así como al resto del equipo que ha participado en los trabajos.

7. Referencias

- [1] ORTHORECTIFICATION AND GEOMETRIC QUALITY ASSESSMENT OF VERY HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGINERY FOR COMMON AGRICULTURAL POLICY PURPOSES, J. Chmiel, S. Kay and P. Spruyt, European Commission DG-JRC, IPSC, MARS Unit, TP266, I-21020 Ispra (VA), Italy.
- [2] PROBLEMS IN THE FUSION OF COMERCIAL HIGH - RESOLUTION SATELLITE IMAGES, Yun Zhang, Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada.