

CONTROL POSICIONAL DE IMAGENES SPOT 5 Y SENTINEL 2 COMO BASE PARA UN PRODUCTO CARTOGRÁFICO

Guillermina Santecchia*¹, Beatriz Aldalur*¹, Jorge Sisti*²

*¹ Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.

*² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

Teléfono: 54 0291 4595101 interno 3210

guillermina.santecchia@uns.edu.ar, baldalur@uns.edu.ar, jsisti@ing.unlp.edu.ar

Resumen

El control posicional de un mapa evalúa la validez del producto con el objeto de determinar parámetros de calidad en función de las distintas necesidades de los usuarios. El conocimiento de la exactitud en la posición planimétrica de un dato espacial no solo brinda seguridad al usuario sino que permite establecer una medida de la calidad de los datos obtenidos. Conviene evaluar tanto el proceso como el resultado.

La exactitud posicional forma parte de la evaluación final del producto y se la define como una comparación entre los valores de las coordenadas obtenidas y los valores verdaderos o los que aceptamos como tales. Existen diversos test o métodos, basados en procedimientos estadísticos, para evaluar la exactitud posicional de los productos cartográficos.

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la precisión en la ubicación planimétrica que ofrecen las imágenes del satélite SPOT 5 y SENTINEL 2, como base para cualquier documento cartográfico, para asegurar la calidad del trabajo obtenido y detectar errores e inconsistencias.

El error medio cuadrático obtenido en la georreferenciación de las imágenes fue menor que 0.13 de pixel para la imagen SPOT 5 y menor de 0.33 de pixel para la imagen SENTINEL 2, lo que brindó un valor de 1,30 m y 3,30 m respectivamente en el terreno como error máximo.

La precisión obtenida, teniendo en cuenta la resolución espacial, como base para elaborar un producto cartográfico de la ciudad de Bahía Blanca, brindó resultados satisfactorios. La metodología aplicada en este trabajo como forma de evaluar la ubicación planimétrica es aplicable a otras bases de datos de imágenes ráster destinadas a fines catastrales. Este análisis y control de datos es fundamental a la hora de emplear la herramienta SIG.

Palabras claves: Control posicional; Imágenes satelitales; Calidad

Introducción

A lo largo de la historia, la cartografía ha sido el modo en que se ha conservado memoria de los lugares y direcciones necesarias para las actividades del hombre, describiendo itinerarios y obstáculos, útiles para los desplazamientos (Joly, 1982). La producción de cartografía se fue incrementando así, en distintas escalas de un mismo lugar y algunas veces de manera incompatible (Machuca, 2017).

El avance tecnológico, los métodos de representación que han ido cambiando con el desarrollo de la informática y la mejora en la resolución espacial de las imágenes provenientes de satélites, que se han producido en las últimas décadas, han aumentado la elaboración de productos cartográficos digitales. Hoy en día las imágenes satelitales son utilizadas por un gran número de profesionales que elaboran productos cartográficos con calidad pero que no cumplen con los estándares de precisión aceptados en la representación cartográfica.

Con el tiempo, la teledetección desde satélite ofreció ventajas frente a otros medios de observación, de las cuales podemos destacar la cobertura global y periódica de la superficie de la tierra, la visión panorámica, la información en regiones no visibles del espectro y el formato digital (Chuvieco Salinero, 2000). La informática y la aparición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) no resolvieron el problema de incompatibilidad y además incrementaron la producción cartográfica (Machuca, 2017). Es por ello que la producción y análisis de mapas obligó a normalizar la representación cartográfica. Posteriormente el avance tecnológico planteó la necesidad de normalizar la propia información geográfica.

Desde 1980 se han producido avances referidos a la normalización de la información geográfica, de las cuales se destacan la creación de una Comisión de Normas para la Transferencia de Datos Espaciales en 1989, la creación en el seno del Comité Europeo de Normalización (CEN) de un Comité Técnico (CEN/TC 287) en 1991, y la creación por la Organización Internacional de Normalización (ISO) del Comité Técnico de normalización sobre Geomática e Información Geográfica ISO/TC 211. Teniendo en cuenta la iniciativa en torno a ISO/TC 211 y su familia de normas ISO 19100 para regular la captura, tratamiento e intercambio de la información geográfica, junto con el hecho de que actualmente ya están aprobadas varias normas de esta familia, no podemos dejar de lado la importancia de la normalización (Ariza López y Rodríguez Pascual, 2008).

Corbelle Rico *et al.* (2006) recomiendan no utilizar imágenes sin procesar en un SIG o en cualquier documento cartográfico por los errores presentes en las mismas. Además resaltan la importancia de la precisión planimétrica y su relación directa con la escala final del producto cartográfico. Atkinson Gordo y Ariza López (2002) aconsejan incluir el dato de la exactitud posicional en productos cartográficos para que los usuarios tomen la decisión de utilizar o rechazar dicho producto. La actualización de mapas cartográficos a grandes escalas y la evaluación del resultado de estos productos fue realizado por Arias Suárez *et al.* (2007). Ellos afirman que las imágenes satelitales poseen limitaciones en la precisión geométrica y que debe analizarse la precisión obtenida para la creación de mapas teniendo en cuenta la escala final.

La cartografía en formato digital se ha ido incorporando con los años en todos los ámbitos. Sin embargo el desarrollo gráfico electrónico no es totalmente compatible con

las normas estándares internacionales en cuanto a visualización, transmisión de datos, etc. Es por ello que las técnicas para generar cartografía basadas en los estándares internacionales es un tema de investigación en la cartografía digital moderna (Zou *et al.* 2012). Borjas y Vetere (2017) mencionan que la producción y actualización de cartografía náutica demanda procesos rápidos con controles de la calidad de datos y de productos. Mansilla (2017) destaca la implementación de una Base de Datos Geográfica Institucional (BDGI) en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Argentina, creada para adecuarse a los estándares internacionales en la generación de información geográfica con mayor velocidad y precisión. Pombo *et al.* (2017) resaltan la necesidad de la estandarización y la normalización de la información geográfica para aprovechar dicha información a nivel global.

El conocimiento de la exactitud en la posición planimétrica de un dato espacial no solo brinda seguridad al usuario sino que permite establecer una medida de la calidad de los datos obtenidos. Ariza López y Rodríguez Pascual (2008) mencionan a la exactitud posicional como parte de la evaluación final del producto y la definen como una comparación entre los valores de las coordenadas obtenidas y los valores verdaderos o los que aceptamos como tales.

La normalización de la información geográfica es entonces un tema a tener en cuenta tanto en la producción como en la actualización de diferentes cartas. La calidad de la geoinformación es importante para poder evaluar si la misma es idónea para un objetivo determinado. De esta forma el usuario puede decidir si la utiliza o no, o si es apta para un trabajo específico por lo que se recomienda evaluar tanto el proceso como el resultado.

El control posicional de un mapa evalúa la validez del producto con el objeto de determinar parámetros de calidad en función de las distintas necesidades de los usuarios (Miguel Castro, 2014). Existen diversos test o métodos, basados en procedimientos estadísticos, empleados para evaluar la exactitud posicional de los productos cartográficos. El test NMAS (National Map Accuracy Estándar), usado por el USGS (United States Geological Survey: Servicio Cartográfico y Geológico de Estados Unidos) desde 1947, se basa en la comparación de los datos con una fuente de mayor exactitud.

Objetivo

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la precisión en la ubicación planimétrica que ofrecen las imágenes del satélite SPOT 5 y SENTINEL como base para cualquier documento cartográfico, para asegurar la calidad del trabajo logrado y detectar errores e inconsistencias. Los objetivos específicos fueron: georreferenciar las imágenes con puntos de control de campo de alta precisión y validar los resultados obtenidos.

Materiales y Métodos

Para este trabajo se empleó una imagen SPOT 5 multiespectral en las bandas del verde, rojo e infrarrojo, de fecha 22 de Septiembre de 2012 con una resolución espacial de 10 metros y una imagen del satélite Sentinel 2 en las bandas del azul, verde y rojo

de fecha 26 de agosto de 2015, que ofrecen igual resolución espacial. El área de trabajo elegida es la ocupada por la ciudad de Bahía Blanca, que se encuentra ubicada al sur de la provincia de Buenos Aires, República Argentina, frente al estuario que lleva su nombre.

La metodología usada fue georreferenciar ambas imágenes mediante puntos de control de campo obtenidos a través de un relevamiento con equipamiento GPS de alta precisión. Para este relevamiento se emplearon equipos GPS geodésicos Trimble 4800 de doble frecuencia aplicando el método del posicionamiento diferencial estático. En la georreferenciación se usó la función de transformación lineal. Para el trasvase del valor del píxel se empleó el método del “vecino más próximo”.

Con el objeto de determinar un parámetro de calidad en función de las necesidades de cada usuario, se realizó un análisis de los resultados. Esto permitió evaluar la precisión posicional. Para determinar la precisión posicional (x, y) se comparó el resultado con puntos de control de campo, distribuidos uniformemente en la imagen y obtenidos a través de otro relevamiento realizado con equipamiento GPS de alta precisión.

Existen diversos test o métodos, basados en procedimientos estadísticos, para evaluar la exactitud posicional de los productos cartográficos. En este trabajo hemos empleado el test NMAS (National Map Accuracy Estándar), empleado por USGS (United States Geological Survey: Servicio Cartográfico y Geológico de Estados Unidos) desde 1947. Este método selecciona una muestra de distintas ubicaciones (x,y) en el mapa y la compara con las mismas posiciones de coordenadas obtenidas con una fuente de mayor calidad, en este caso, puntos medidos en el terreno con GPS de alta precisión.

En el caso del USGS, el estándar indica que, como máximo, el 10 % de los puntos de la muestra pueden tener un error horizontal mayor de 1/30 de pulgada (0.846 mm) en cartografía a escala mayor de 1/20.000, o de 1/50 de pulgada (0.508 mm) en cartografía a escala menor de 1/20.000. El error viene definido como la diferencia entre la posición de los puntos en el mapa y en la fuente de mayor exactitud (Atkinson Gordo *et al.* 2001).

Resultados

El error medio cuadrático obtenido en la georreferenciación de las imágenes fue menor que 0.13 de píxel para la imagen SPOT 5 y menor de 0.33 de píxel para la imagen SENTINEL 2, lo que brindó un valor de 1,30 m y 3,30 m respectivamente en el terreno como error máximo. La prueba de evaluación de precisión posicional mostró los siguientes valores: para la imagen SPOT 5 la desviación media fue de 4.17 en la coordenada este y 4.91 en la coordenada norte. La varianza fue del orden de 22,88 en la coordenada este y de 27,49 en la coordenada norte, proporcionando una desviación estándar de 4,78 y 5,24 respectivamente. Para la imagen SENTINEL 2 la desviación media fue de 4.46 en la coordenada este y 3.34 en la coordenada norte. La varianza fue del orden de 24,02 en la coordenada este y de 16,09 en la coordenada norte, proporcionando una desviación estándar de 4,90 y 4,01 respectivamente.

Conclusiones

La precisión obtenida, teniendo en cuenta la resolución espacial, como base para elaborar un producto cartográfico de la ciudad de Bahía Blanca, brindó resultados satisfactorios. La metodología aplicada en este trabajo como forma de evaluar la ubicación planimétrica es aplicable a otras bases de datos de imágenes ráster destinadas a fines catastrales. Este análisis y control de datos es fundamental a la hora de emplear la herramienta SIG.

De acuerdo al test NMAS y basándonos en los errores obtenidos y en la resolución espacial de la imagen, no podremos generar mapas a escalas mayores que 1:15000. Estos límites de precisión se aplican a posiciones de puntos bien definidos, fácilmente visibles como límites de propiedad; intersecciones de calles, cruces con ferrocarriles y toda infraestructura antrópica claramente visible en una imagen.

Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) Argentina, institución que en el marco del convenio realizado con el Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur (UNS) facilitó la imagen Spot 5 utilizada en el presente trabajo.

Bibliografía

- Arias Suárez, I.; Pérez García, E.; Mantilla Ávila, E.; Gonzáles García, S. y Díaz Rodríguez, B. (2007). Evaluación de Imágenes satelitales de alta resolución (HRS) y su aplicación en la mapificación topográfica. V Congreso Internacional Geomática, La Habana, Cuba, 20 pp. [En: <http://www.bvs.hn/cu-2007/geo.html> visitado el 10/04/2016].
- Ariza López, F. y Rodríguez Pascual, A. 2008. Introducción a la normalización en Información Geográfica: la familia ISO 19100. Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica, Universidad de Jaén. España.
- Atkinson Gordo, A., García Balboa, J. y Ariza López, F. 2001. Los diferentes test para el control de calidad posicional en cartografía. Departamento de Expresión Gráfica, Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- Atkinson Gordo, A. y Ariza López, F. 2002. Nuevo enfoque para el análisis de la calidad posicional cartográfica mediante estudios basados en la geometría lineal. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Santander, España.
- Borjas R y Vetere F. Optimización de la producción de cartografía náutica oficial. Libro de Resúmenes de Ponencias y Conferencias. Primer Simposio Internacional de Geomática Aplicada y Soluciones Geoespaciales. Rosario, Santa Fe, Argentina, pp. 11.
- Chuvieco Salinero, E. 2000. Fundamentos de la teledetección espacial. Madrid, España, Ediciones Rialp SA, 568 pp.

- Corbelle Rico, E.; Gil Docampo, M.; Armesto González, J. y Rego Sanmartín, T. 2006. La escala cartográfica de la imagen de satélite. Caso particular de las imágenes Ikonos y QuickBird. Revista de Teledetección, España, N° 26, pp. 18-24.
- Joly, F. 1982. La Cartografía. Barcelona, España. Edit. Ariel, 303 pp.
- Machuca, J. 2017. La producción cartográfica y las bases de datos geoespaciales. Libro de Resúmenes de Ponencias y Conferencias. Primer Simposio Internacional de Geomática Aplicada y Soluciones Geoespaciales. Rosario, Santa Fe, Argentina, pp. 7.
- Mansilla, R. 2017. Automatización de la producción cartográfica en IGN. Libro de Resúmenes de Ponencias y Conferencias. Primer Simposio Internacional de Geomática Aplicada y Soluciones Geoespaciales. Rosario, Santa Fe, Argentina, pp. 12
- Miguel Castro, O. 2014. La evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica según los estándares en uso. Revista Cartográfica, N° 90, pp. 81-96.
- Pombo, D.; Martínez Uncal, M.; Bossa J. y Palazzo L. 2017. La IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) de las universidades: Instituto de Geografía – FCH – UNLPam – Argentina. Libro de Resúmenes de Ponencias y Conferencias. Primer Simposio Internacional de Geomática Aplicada y Soluciones Geoespaciales. Rosario, Santa Fe, Argentina, pp. 14.
- Zou, Q.; Wang, Q. y Wang C. 2012. Integrated cartography technique based on gis. Energy Procedia. Volumen 17, Parte A, pp. 663-670.