

17. Ciencia, Tecnología, e innovación

Modelo Digital de Superficie y ortofoto a partir de fotografías aéreas en la cuenca del arroyo Napostá Grande en Bahía Blanca, Argentina.

de Uribe Echevarría, Ma. Florencia; dueflorencia@hotmail.com

Departamento de Ingeniería - Universidad Nacional del Sur

Resumen

La fotografía aérea resulta una herramienta indispensable para el análisis de la morfología de una ciudad con fines de planificación urbana. En este trabajo se presenta un Modelo Digital de Superficie y una ortofoto del valle de inundación del arroyo Napostá Grande que cruza la ciudad de Bahía Blanca elaborado con técnicas fotogramétricas. Los puntos de control de campo se obtuvieron mediante tecnología GPS aplicando el método diferencial estático. Se realizó la orientación interna de cada uno de los fotogramas y se continuó con la orientación relativa y absoluta. La elaboración del Modelo Digital de Superficie (MDS), a través de procedimientos fotogramétricos, proporciona coordenadas planialtimétricas a escala de detalle. El resultado obtenido permitirá delimitar la zona baja e inundable del valle del arroyo Napostá Grande, sirviendo esto como una herramienta útil para el ordenamiento de esa área.

Palabras clave: Puntos de control, GPS, Modelo Digital de Superficie, valle del Napostá Grande.

Introducción

La creación de ortofotos a partir de pares estereoscópicos de fotografías aéreas conlleva la elaboración de un Modelo Digital de Superficie (MDS), para lo cual es necesario conocer los parámetros de orientación interna de las cámaras y realizar la orientación relativa y absoluta para lograr un modelo del terreno en 3D de donde extraer coordenadas

planialtimétricas. La fotogrametría es la ciencia, arte y tecnología que permite obtener información fiel de objetos a partir de técnicas de medición sobre imágenes (Lerma García, 2010). Mediante su aplicación se logran resultados muy precisos para grandes superficies dependiendo de la escala del fotograma y del detalle mínimo que se quiera detectar. Desde el punto de vista de la explotación

de la información que brindan las fotografías aéreas, existen aspectos importantes de su uso multidisciplinario: datos de población urbana, datos sobre uso del suelo, integración de los datos derivados de las fotografías aéreas en sistemas de información geográfica (Lopez Cuervo y Estevez, 1980).

La zona elegida para el trabajo integra lo que se denomina valle del Napostá Grande, ubicada en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina. Este sector configura una franja lindera al arroyo Napostá emplazado según el Código de Planeamiento Urbano de la ciudad de Bahía Blanca en la zona EUr (Extra Urbana de reserva). Se trata de áreas próximas al núcleo urbano cuya ocupación está condicionada al futuro crecimiento de la ciudad. Por tratarse de un área lindera a un arroyo, gran parte de la zona de estudio configura una zona deprimida e inundable.

Hay un interés especial por parte de la Municipalidad de Bahía Blanca en encontrar nuevas herramientas que permitan dar respuesta a problemas que se suceden en esta área. La zona de estudio se encuentra en este momento mayoritariamente cubierta por espacios verdes y está sujeta a futuras divisiones de la tierra por lo cual la Municipalidad proyecta re-estructurar los usos y coberturas de la tierra en el Código de Planeamiento Urbano (Figura1).

Según Varela y Cerana (2008) el área de estudio se caracteriza por presentar gran cantidad de espacios verdes, extensas superficies sin subdivisión, distintos usos de la tierra, escasez de infraestructura de los servicios básicos y variabilidad altimétrica.

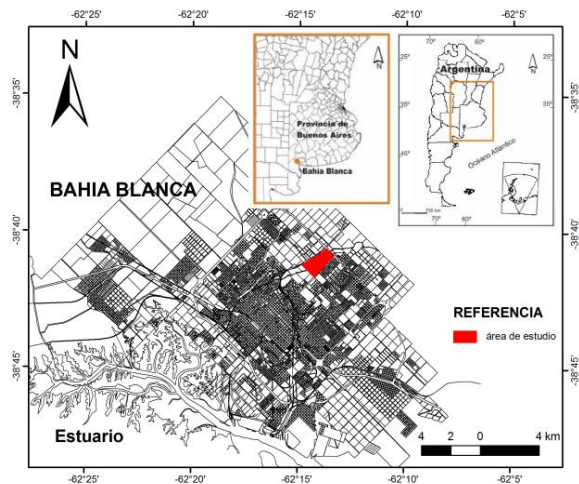


Fig. 1: Ubicación de área de estudio.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del archivo vectorial de la ciudad de Bahía Blanca.

Esta área ha sido afectada en varias oportunidades por considerables desbordes que provocaron el anegamiento principalmente de los espacios de esparcimiento como club de golf, canchas de futbol y club de arquería puesto que en el lugar existen pocas edificaciones destinadas a viviendas. Las alturas referidas al nivel del mar van desde los 35 m hasta los 50 m. El lugar se ha desarrollado notablemente en los últimos años a partir de la construcción de dos de los accesos a la ciudad de Bahía

Blanca, pasando a ser esta zona, uno de los vectores de crecimiento de la ciudad. Existe una gran necesidad por parte de la Municipalidad de Bahía Blanca de definir el destino de la misma y encausar su desarrollo ya que esta área posee una importante superficie destinada a espacios verdes y configura en la actualidad una zona privilegiada.

La construcción de un MDS cobra así una notable importancia, ya que el área se encuentra sometida a inundaciones esporádicas y existe la necesidad de re-estructurar el uso y cobertura de la tierra, definiendo los nuevos indicadores urbanísticos que permitan subdividirla. La ortofoto presenta la ventaja de ser un relevamiento real de lo que existe en el terreno para esa fecha, su riqueza de expresión permite una fácil lectura del área fotografiada (Lopez Cuervo y Estevez, 1980). Una ventaja importante de la ortofoto es que permite lograr gran exactitud planimétrica (Gutiérrez Palacios, 2008).

Objetivos

El objetivo general de este trabajo fue realizar un MDS de un área específica de la ciudad de Bahía Blanca para que sea empleado como herramienta generadora de información en la toma de decisiones relacionadas al estudio del planeamiento urbano y ambiental de un área inundable lindera al Arroyo Napostá. El objetivo

específico fue realizar el modelado del terreno empleando fotografías aéreas y confeccionar también la ortofoto de la zona de estudio para que sea utilizada como base de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Materiales y Métodos

En este trabajo se emplearon 14 fotografías aéreas en formato papel. Las mismas fueron escaneadas en su totalidad, sin dejar de lado el escaneo de las cuatro marcas fiduciales.

La primera etapa de este trabajo consistió en realizar el reconocimiento general del terreno y comparar la realidad con las fotos, tratando de determinar los posibles lugares en los que se ubicarían los puntos de apoyo de campo. La elección debía recaer en lugares estables y visibles en la foto aérea y debían estar bien distribuidos. Para el relevamiento de estos puntos se utilizaron equipos GPS geodésicos Trimble 4800 de doble frecuencia empleando el método del posicionamiento diferencial estático. Esto significa que se trabajó simultáneamente con dos equipos posicionados sobre dos puntos que observan sincrónicamente los mismos satélites. El punto "base" elegido fue la Estación Permanente Bahía Blanca (EPBB), donde se encuentra ubicado el punto VBCA (Vínculo Bahía Blanca) perteneciente a la Red POSGAR 07, cuyas coordenadas se conocen en forma

precisa. El post proceso se realiza con la información que capta esta estación permanente y que es descargada de la página web de IGN (Instituto Geográfico Nacional). El resto de los puntos donde se va ubicando el GPS son puntos de control de campo cuyas coordenadas no se conocen y son denominados puntos “rover” o remotos, los cuales fueron elegidos previamente en las fotografías aéreas. Las coordenadas, corregidas diferencialmente, se obtuvieron procesando los datos obtenidos en campo, con los datos de la EPBB empleando el programa Trimble Business Center. El resultado permitió realizar la primera orientación de los fotogramas (rectificación). Los puntos de apoyo de campo, se ubicaron en la zona de triple superposición longitudinal y transversal.

Las fotografías aéreas empleadas, fueron facilitadas por la Municipalidad de Bahía Blanca, corresponden a un vuelo de fecha 10/05/2000 a escala 1:5000. Los fotogramas se escanearon a una resolución de 300 dpi lo que permitió tener una resolución espacial de un píxel que equivale a 0,42 m en el terreno.

La segunda etapa, consistió en realizar la orientación interna de cada fotograma a partir de los datos extraídos en el certificado de calibración de la cámara fotogramétrica. Posteriormente se realizó la orientación relativa, densificando el área con puntos de control de gabinete.

La etapa final consistió en la realización de la orientación absoluta y la evaluación de los errores. Sobre la base de las coordenadas de los puntos de control de campo, de gabinete y la nueva densificación de puntos sobre lugares claves en las fotografías aéreas, se confeccionó el MDS.

El MDS consiste en una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los objetos que sobre él se emplazan (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2011). A partir de ellos, se pueden realizar numerosas aplicaciones como pueden ser diseño y trazado de carreteras, canales y cualquier obra lineal, perfiles longitudinales y transversales, cubicaciones, mapas de pendientes, mapas de orientaciones, mapas de cuencas de drenaje (Pozo Ríos, 2002). Las utilidades que ofrecen, los sitúan como uno de los productos fotogramétricos más requeridos e importantes (Sosa, 2002). Un MDS incorpora toda la información de alturas existente en el terreno, así es como al observarlo se tiene una imagen de los objetos que se emplazan sobre el terreno (Ej: árboles, edificaciones, construcciones en general).

Felícísimo (1994) define un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) como una estructura numérica de datos que

representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno, sin considerar los objetos que sobre él se emplazan. Así se tiene la diferencia entre un MDE y un MDS. El primero solo muestra alturas sobre el terreno y no así el segundo. De forma general, la unidad

básica de información en un MDE es un valor de altitud z , al que acompañan los valores correspondientes de x e y , expresados en un sistema de proyección geográfica para una precisa referenciación espacial. La altitud se describe básicamente mediante un conjunto finito y explícito de cotas. El valor propio de un punto de localización arbitraria será, en su caso, estimado por interpolación a partir de los datos de su entorno.

A partir del MDS se confeccionó la correspondiente ortofoto cubriendo toda el área de estudio dando lugar luego al armado de un ortomosaico. En esta etapa se acompaña parte del área que corresponde a dos corridas con un total de diez fotografías. El software empleado para toda esta metodología fue un software de características fotogramétricas Photomod 5.

Resultados y Discusión

El trabajo con los fotogramas permitió confeccionar el MDS para cada par estereoscópico de las corridas que abarcan el área de estudio. Al resultado

obtenido se le debió aplicar un filtro de mediana de tres por tres para difuminar bordes. Este filtro reemplaza cada pixel central con el valor de la mediana dentro de la vecindad especificada por el tamaño del filtro. La figura 2 muestra como se visualiza el MDS.

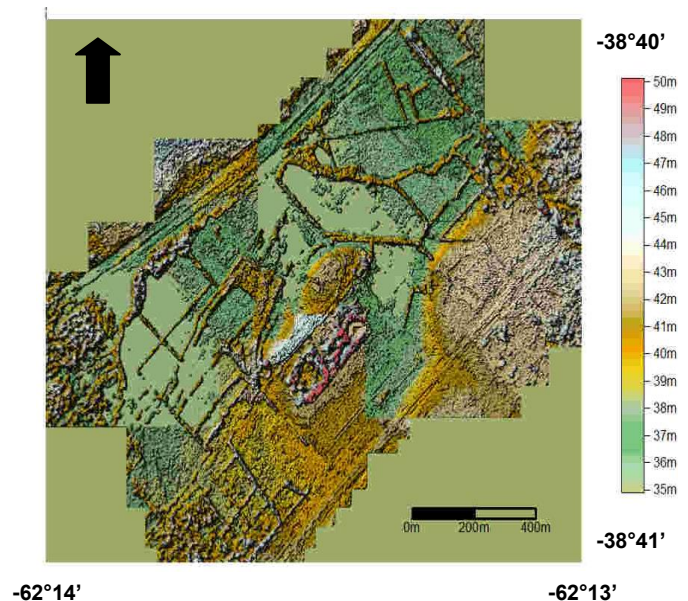


Figura 2. MDS de un sector del valle del arroyo Napostá Grande.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de fotografías aéreas.

El ortofotomosaico, resultado de emplear el MDS se observa en la figura 3. Debido a la variabilidad de tonos de grises entre los fotogramas que conforman el mosaico, se debió aplicar una expansión lineal del

contraste del 2 % en la ortofoto. Estas correcciones radiométricas se realizaron para mejorar el contraste y uniformar niveles de gris.

imprescindibles en numerosos estudios en el ámbito de las ciencias de la tierra y la ordenación del territorio con aplicaciones a distintas disciplinas.

El MDS elaborado será de utilidad para delimitar la zona baja e inundable del valle del arroyo Napostá. Esto ayudará en el proyecto destinado a establecer nuevos usos del suelo en este sector de la ciudad.

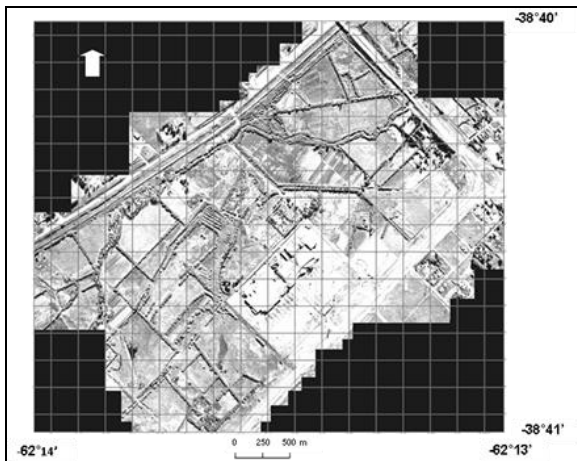


Figura 3. Ortofoto de un sector del valle del arroyo Napostá Grande. Fuente: Elaboración propia

Se proyecta en la próxima etapa, realizar la vectorización de los objetos para obtener las cotas de terreno en los lugares donde existen vegetación arbolea y edificaciones.

Bibliografía

Felicísimo, A. (1994). *Modelos digitales del Terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. Recuperado de:

<http://www6.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf>

Gutiérrez Palacios, J. E. (2008). Ortofoto. En: *Topografía para las tropas*, 143-152. Recuperado de: <http://cartomap.cl/utfsm/Texto-Topograf%EDa/Cap%2009%20Ortofoto.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2011). *¿Qué es un Modelo Digital de Elevación (MDE)?*.

Conclusiones

La confección de ortofotos y modelos de terreno por procedimientos digitales permite la aplicación de las distintas técnicas empleadas en el tratamiento de imágenes como el realce y la mejora de los resultados.

Los modelos logrados a través de procedimientos fotogramétricos, proporcionan coordenadas planialtimétricas a escala de detalle

México. Recuperado de: uso del software Photomod 5.

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/queesmde.aspx>

Lerma García, J. L. (2010). *Fotogrametría moderna: Analítica y digital*. Editorial Universitat Politecnica de Valencia, España.

Lopez Cuervo y Estévez, S. (1980). *Fotogrametría*. Madrid, EGRAF, S.A.

Pozo Ríos, M. (2002). *Desarrollo de equipos de fotogrametría: Explotación del dato digital*. En: IX Congreso Nacional de Ingeniería Gráfica, Santander, España.

Sosa, S. (2002). Algunas experiencias con procedimientos accesibles de fotogrametría digital. *Mapping*, Editor eGeoMapping, España, 81, 58-67.

Varela, Horacio y Cerana, J. L. (2008). *Valle del Arroyo Napostá. Análisis y Conclusiones*. Municipalidad de Bahía Blanca, Dirección de Planeamiento Urbano, UTN - FRBB - DIC – GEPU.

Agradecimientos

A la Municipalidad de Bahía Blanca por facilitar las fotografías aéreas para la realización de este trabajo.

A la Dra. Agrim. Beatriz Aldalur por su colaboración con instrumental GPS en el trabajo de campo y asesoramiento en el