

LA FOTOGRAMETRÍA Y LA CARTOGRAFÍA EN LA DOCENCIA DE LA INGENIERÍA CIVIL

Reinoso Gordo, Juan Fco.

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería. Universidad de Granada. Campus de Fuente Nueva. 18071 Granada. jreinoso@ugr.es

Resumen La Fotogrametría y especialmente la Cartografía son disciplinas en las que el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos tiene que mostrar suficiente competencia para realizar de una manera eficaz su trabajo. Estas materias se imparten con diferente grado de profundidad en las asignaturas de Topografía y Fotogrametría (2º curso), así como en Sistemas Cartográficos (3º curso). Aquí presentamos los objetivos que se pretende alcanzar con la Asignatura de Sistemas Cartográficos, así como las competencias que puedan desarrollar los alumnos que cursen dicha asignatura. Entre los objetivos cabe citar: conocer las exigencias técnicas de la cartografía básica, conocer las ventajas del sistema de referencia ETRS-89 cuando se usan de las correcciones diferenciales proporcionadas por la RAP, fundamentos matemáticos de la fotogrametría digital, la importancia de los modelos digitales del terreno. Y como competencias que adquirirán se pueden enumerar las siguientes: capacidad para contratar la mejor empresa de vuelo, determinación de las precisiones esperadas, toma de datos mediante GPS con precisiones topográfico-geodésicas, elaboración de modelos digitales del terreno (DEM, TIN, CN) a partir de pares fotogramétricos orientados, producción de ortofotos precisas, producción de cartografía vectorial.

Palabras clave: Fotogrametría, Cartografía, Innovación, Objetivos, Competencias, Sistemas de Coordenadas, ETRS-89, Orientación Fotogramétrica, SIG

1. DESCRIPCIÓN OBJETIVOS

Para conseguir elaborar el proyecto de un Cartografía Urbana desde la primera fase (obtención de las fotografías aéreas), el alumno requiere:

1. Conocimientos teóricos mínimos antes de enfrentarse a la ejecución de cada una de las fases. Por eso se comenzará con unas clases magistrales relativas a „Los sistemas de coordenadas: astronómicos y terrestres“. „Métodos de posicionamiento espacial mediante GPS topográfico-geodésico. Su aplicación a la cartografía y a la topografía de obra“. De este último tema se proporcionará material elaborado por el profesorado. También será necesario explicar cómo se obtienen las coordenadas terreno de los objetos geográficos que aparecen reflejados en los pares fotogramétricos. Esto requiere la demostración de la obtención de la ecuación de colinealidad en Fotogrametría analítica y su aplicación mediante el método de los mínimos cuadrados.
2. Extracción, de los pliegos de condiciones técnicas, de los requerimientos que condicionarán la toma de datos en campo (el apoyo fotogramétrico) y las tolerancias de restitución de la fase de gabinete.
3. Fase de campo. Será necesaria una jornada de campo. Esto requerirá de una coordinación con los alumnos para encontrar los días adecuados para cada uno de ellos. En este punto se emplean los equipos GPS para establecer el armazón de vértices con coordenadas de los puntos de apoyo para la restitución fotogramétrica digital. Requiere del empleo de software comercial para el

cálculo de las coordenadas. El software se usará en gabinete. Permitirá señalar algunos de los errores frecuentes que se producen en la toma de datos con GPS y que no suele ser detectable si no se tiene una correcta comprensión de los distintos elipsoides y geoides empleados para definir los sistemas de coordenadas.

4. Primera Fase de Gabinete. En esta fase se creará la cartografía básica, entendida como aquella que se limita a delinear los objetos geográficos (mediante sus coordenadas cartográficas) pero que no fabrica la topología ni los dota de comportamiento para la producción de cartografía temática. De ahí su nombre de cartografía básica. Requiere de software comercial de restitución fotogramétrica digital por no existir ninguno adecuado de tipo LIBRE. Concretamente el que se usará pertenece a la marca LEICA y es el más versátil en la producción industrial de cartografía a nivel mundial.
5. Segunda Fase de Gabinete. En esta fase se dota de comportamiento a los objetos geográficos obtenidos mediante la anterior fase de restitución. Se usarán programas informáticos tanto PROPIETARIOS como LIBRES, de forma que el alumno pueda evaluar las ventajas e inconvenientes de abordar proyectos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con una u otra modalidad de software. En ambos tipos de programas lo importante es que el alumno sea capaz de adaptar la cartografía básica y transformarla en datos adecuados para ser manejados por un SIG dependiendo del tipo de cartografía temática que se requiera. En nuestro caso se trabajará con un ejemplo del trazado del METRO de Granada que como sabemos pasa por las inmediaciones de la Escuela donde realizaremos las prácticas.

La innovación del proyecto se encuentra en que el aprendizaje del alumno se logrará mediante la elaboración de un proyecto real de Producción Cartográfica, no se trata de un modelo, si no de lo mismo que el alumno se encontrará en una empresa de Cartografía. Se cubrirá todo el proceso de la elaboración de una cartografía urbana, así como en el material e instrumental empleado en dicho proyecto. El proceso da una visión global de la elaboración cartográfica sin omitir ningún paso: desde la adquisición de las fotografías aéreas hasta la construcción de la topología de los elementos cartográficos, pasando por la restitución fotogramétrica digital previo apoyo fotogramétrico mediante el equipo GPS.

El alumno no se limitará a recibir clases magistrales si no que será la parte activa del aprendizaje, puesto que en el momento en que disponga de toda la información teórica tendrá que ir aplicándola hasta obtener el producto final (cartografía urbana) que se definirá en los objetivos iniciales y con arreglo a un pliego de condiciones técnicas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Dotar al alumno de las habilidades necesarias para desarrollar las competencias profesionales que la Ingeniería de Caminos Canales y Puertos tiene atribuidas en el campo de la Cartografía, Geodesia y Topografía.
- Mostrarle al alumno las distintas posibilidades de aprendizaje existente: desde la impartición de formación por terceros (en este caso el profesor) hasta la autoformación mediante la búsqueda de información en las distintas fuentes

existentes en la actualidad (Administraciones públicas, empresas, ferias o congresos profesionales e Internet). Sobre todo esta última forma (el autoaprendizaje) pretendemos fomentarla desde este proyecto, por ser una de las actitudes que debe quedar asumida por el alumno al final de su paso por la Universidad.

2.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Saber identificar las características que han de cumplir las fotografías que se empleen en la restitución fotogramétrica (focal de cámara, altura de vuelo, tamaño de píxel...).
- Aprender a establecer el valor de los errores admisibles en la toma de los puntos de apoyo, según las precisiones exigidas en el pliego de condiciones, la escala de elaboración de la cartografía y el tipo de obra que se vaya a proyectar sobre la misma o la aplicación urbanística a la que se vaya a dedicar.
- Manejar con soltura el GPS topográfico-geodésico así como los métodos de posicionamiento propios de la topografía y cartografía (todavía hoy diferentes de los empleados en la los navegadores portátiles menos precisos y no válidos para el caso que nos ocupa).
- Interpretar los errores del ajuste tras las orientaciones internas y externas de la restitución fotogramétrica que permitirán continuar con el trabajo o requerirá la repetición de trabajos en campo o gabinete.
- Elaboración de cartografía temática mediante SIGs. Identificación de funciones en aquellos programas que pertenecen a la categoría de software LIBRE y software PROPIETARIO.

3. RESULTADOS

La ventaja de este enfoque ha sido que el alumno ha trabajado sobre un caso real. Pudiendo observar sobre el propio terreno, cómo se diseña la toma de datos y cómo se verifica el resultado de la cartografía producida. Alcanzando las competencias propias para elaborar o contratar cartografía básica para proyectar o ejecutar obras de Ingeniería Civil. Para ello han manejado el siguiente material:

- Normativa.
- Coordenadas GPS capturadas por ellos mismos o por otros compañeros si los datos tomados en campo tuviesen algún error. Implica analizar causa del error.
- Manual para manejo del GPS.
- Simulador de GPS para entrenamiento antes de salir a Campo.
- Fotografías aéreas hechas con cámara métrica y digitalizadas del Campus de Fuente Nueva
- Una primera práctica sobre Fotogrametría digital basado en imágenes de la empresa LEICA. Que servirá para aprender la técnica fotogramétrica necesaria para elaborar la cartografía básica.
- Ortofotos generadas por el Instituto Cartográfico de Andalucía (ICA) de la zona del Campus de Fuente Nueva, sobre la que podrán superponer la cartografía elaborada, así como comparar con la propia ortofoto que cada alumno generará a lo largo del desarrollo de su proyecto.
- Práctica de entrenamiento en software libre basada en el libro “Open source GIS A GRASS GIS approach”. La dificultad de este libro está en que está escrito en inglés, además de que se dice qué se quiere hacer pero no se indican los menús en que se encuentran las órdenes necesarias. La labor desarrollada por los profesores ha sido realizar anotaciones sobre el fichero PDF en que tal libro se

encuentra de forma que las órdenes se encuentren de manera rápida y se pueda comprender las dificultades que pueda presentar el inglés.

Comunicación fluida y continua vía online a través de la plataforma swad. Especialmente útil en labores de autorización, descarga de materiales y comunicaciones debido a imprevistos.

- Todo el material mencionado en el apartado anterior se ha depositado en la zona de descargas del SWAD.
- Ejemplos de exámenes de años anteriores.
- Los alumnos han consultado con frecuencia algunas de las dudas que tenían bien sobre la materia, bien sobre la asistencia a clase y organización del proyecto.
- Comunicación de grupos que debían asistir a determinadas prácticas.

Alta motivación y alto número de aprobados.

Bibliografía

- Álvarez Rojo, V. (2004). La enseñanza universitaria: planificación y desarrollo de la docencia. *EOS Universitaria*. Madrid.
- Ramos, A. M.; Caurcel, M. J.; Rodríguez, A. (2008). Didáctica en el Espacio Europeo de Educación Superior. Guías de Trabajo Autónomo. *EOS Universitaria*. Madrid.
- Buill, F. Núñez, M. A., Rodríguez, J. J., (2003). Fotogrametría Analítica. *Edicions UPC*. Barcelona.
- Leick, A. (2004). GPS satellite surveying. *John Wiley & Sons*. New Jersey.