

Muñoz Rastrero, A., Ojeda Zújar, J., Camarillo Naranjo, J.M., Fabián Romero, E.M. y Bellido Pérez, G. (2010): Desarrollo del proyecto Kosmo-Stereocaptor, para restitución orientada a objetos sobre una geodatabase. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 314-323. ISBN: 978-84-472-1294-1

## DESARROLLO DEL PROYECTO KOSMO-STEREOCAPTOR, PARA RESTITUCIÓN ORIENTADA A OBJETOS SOBRE UNA GEODATABASE

*Muñoz Rastrero, Antonio<sup>1</sup>. Ojeda Zújar, José<sup>2</sup>. Camarillo Naranjo, Juan Mariano<sup>3</sup>. Fabián Romero, Eva María<sup>4</sup>. Bellido Pérez, Gabriel<sup>5</sup>*

(1) Muñoz Rastrero, Antonio: Sistemas Abiertos de Información Geográfica, Avda. República Argentina, 28, 41930 Bormujos, Sevilla. info@saig.es.

(2) Ojeda Zújar, José: Universidad de Sevilla.

(3) Camarillo Naranjo, Juan Mariano: Universidad de Sevilla

(4) Fabián Romero, Eva María: Sistemas Abiertos de Información Geográfica, Avda. República Argentina, 28, 41930 Bormujos, Sevilla. info@saig.es.

(5) Bellido Pérez, Gabriel: Sistemas Abiertos de Información Geográfica, Avda. República Argentina, 28, 41930 Bormujos, Sevilla. info@saig.es.

### RESUMEN

La producción y actualización de información geográfica debe concebirse cada vez más como un procedimiento para alimentar a los sistemas de información geográfica y las bases de datos espaciales. Se torna necesaria la implantación de técnicas avanzadas de actualización en el nuevo marco de producción. Surge así la idea del presente proyecto, que pretende dotar al Mapa Base de Andalucía de un valor añadido.

Es de destacar el auge que el software en código abierto viene experimentando en los últimos años dentro del panorama tecnológico del sector. Kosmo-Plataforma SIG Libre Corporativa<sup>6</sup> es uno de los proyectos de software libre de mayor difusión en el mundo y a su vez, sistemas como PostgreSQL/Postgis se vienen imponiendo como un excelente entorno de base de datos espacial. La integración de Kosmo y PostgreSQL/Postgis es total; la incorporación en Kosmo de capacidades estereoscópicas proporciona el entorno ideal para gestionar y controlar las tareas de restitución directamente sobre una geodatabase.

Con esta herramienta a nuestro alcance se incrementarán los controles de calidad de la restitución, se potencia la realimentación del MBA<sup>7</sup> y se mejoran los niveles de interoperabilidad de los productos generados que se pondrán a disposición de geoservicios WMS a través de las funcionalidades de la plataforma Kosmo

Palabras Clave: Geodatabase, restitución, MBA, WMS, SLD, estereo.

### ABSTRACT

*The production and updating of geographical information must be seen increasingly as a procedure to feed the geographic information systems and the spatial databases. It becomes necessary the introduction of advanced techniques of update in the new framework for production. Thus the idea of this project, which aims to provide Map Base de Andalucía of a value-added.*

---

6 <http://www.opengis.es>

7 Mapa Base de Andalucía

*It is noteworthy that the rise in open source software has been experiencing in recent years in the technological landscape of the sector. Kosmo-Free GIS Corporative Platform is one of the free software projects more widely in the world and in turn, systems such as PostgreSQL / PostGIS is being imposed as an excellent spatial database. The integration of Kosmo and PostgreSQL / PostGIS is total and the inclusion of stereoscopic capabilities in Kosmo provides the ideal environment to manage and control tasks directly on a geodatabase.*

*With this tool we can increase the quality control for restitution, improve the feet of MBA and the levels of interoperability for the generated products available on WMS services by the plataforma kosmo functions.*

**Key Words:** Geodatabase, restitution, MBA, WMS, SLD, stereo.

## INTRODUCCIÓN

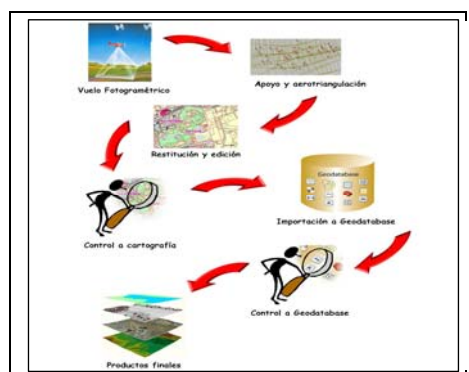
A pesar del enorme desarrollo acontecido en el sector, el proceso de elaboración clásico de cartografía es lento y caro. El software tradicional tiene una clara orientación a la restitución por líneas, ya sea 2d o 3d, por lo que la producción se concibe aún bajo un modelo de líneas. El alto coste de software de propietario y la ausencia de software en código abierto, unidos a la escasa experiencia y formación en otros entornos, entorpecen la producción bajo un modelo de objetos. Por otro lado, el elevado coste en tiempo que actualmente es necesario en los procedimientos involucrados en el control de calidad de la información derivada de la restitución fotogramétrica anima al diseño de procedimientos más flexibles y automáticos basados en la utilización de las funciones complejas espaciales disponibles en entornos SIG y en geodatabases.

## BREVE RESEÑA DEL MAPA BASE DE ANDALUCÍA

### Criterios del MBA

Los contenidos del MBA están condicionados por el rango de escalas elegida, 1:5.000 y 1:10.000, que garantizan una cobertura completa de Andalucía y determinan el modelo conceptual de los elementos a representar. El sistema de referencia utilizado es el ETRS89, nuevo sistema de referencia geodésico oficial en España desde 2007 que sustituye al ED50. Está basado en el elipsoide GRS80 y sus coordenadas están ajustadas con relación a la placa Europea. La proyección es la UTM en los husos 29 y 30 y apoyado en el marco geodésico de referencia de la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP). En resumen con el MBA se obtiene una base cartográfica que dará servicio a un amplio abanico de usuarios ofreciendo una información actualizada y veraz del territorio Andaluz adaptada a las necesidades puntuales.

### Proceso de producción del MBA



**Figura 48.** Proceso de producción del MBA

El desarrollo del MBA comienza con la elaboración del vuelo fotogramétrico. El ICA<sup>8</sup> dispone de numerosos vuelos fotogramétricos que han venido cubriendo a lo largo de los años la comunidad de Andalucía. Actualmente los

vuelos ya se realizan con cámaras digitales que permiten un mayor grado de resolución de las imágenes asegurando así una mejor calidad posicional de la información obtenida. Es necesaria una cuidadosa planificación del vuelo y cumplir con un riguroso control de calidad. El esfuerzo por perseguir un alto grado de interoperabilidad permite a su vez un mejor aprovechamiento de todos los vuelos realizados, sin caer en el error de la redundancia de información y duplicación del trabajo.

Estrechamente ligados a esta primera fase se encuentran los trabajos de apoyo y aerotriangulación, con los que se consigue el montaje de los modelos estereoscópicos sobre los que se basa la restitución y posterior edición, siendo estos los procesos más laboriosos, debido al volumen y diversidad de información que contienen.

Como se mencionó anteriormente, los sistemas CAD junto con la restitución fotogramétrica lideran actualmente la producción cartográfica elaborada por las empresas, lo que hizo necesario el desarrollo de un complejo sistema en entorno CAD y generación de herramientas de traspaso a un entorno SIG.

El ICA proporciona a las empresas diferentes recursos para facilitar la correcta realización de la cartografía.

La realidad de combinar un modelo productivo tradicional en entorno CAD, adaptado a la realidad de los recursos disponibles en la mayoría de las empresas productoras, junto con la ineludible necesidad de disponer de un entorno SIG/Geodatabase, que permite el mejor aprovechamiento de la información así como facilitar la disposición y obtención de los productos finales, conlleva toda una serie de complejos procesos que garantizan la calidad de la información, tanto en su precisión geométrica, como toponímica y de codificación, tanto en la fase CAD como en la fase SIG, tanto en 2D como en entorno tridimensional mediante estereoscopia.

## Resumiendo

La generación de la base cartográfica para Andalucía es sin duda un proyecto innovador de gran importancia para Andalucía y asume las necesidades actuales de mercado y demanda de información geográfica existentes.

Gracias a su gran versatilidad proporciona al usuario final productos que satisfacen todas las necesidades. Además, se garantiza el cumplimiento de normas y estándares vigentes y garantiza una base geométrica común.

No obstante, las decisiones tomadas respecto al sistema de producción y la implantación del modelo de datos del MBA han estado condicionada, de forma ineludible, por el escenario tecnológico vigente en su momento. El proyecto que presentamos, que cuenta para su desarrollo con la ayuda de la Consejería de la Vivienda y Ordenación del Territorio, mediante una subvención enmarcada dentro de las Ayudas a la Investigación en Materia de Información Geográfica, busca analizar algunos aspectos del escenario dibujado y aportar algunas posibles vías de evolución, tanto conceptuales como tecnológicas, las primeras relacionadas con la información que se maneja y actualiza, y las segundas con la búsqueda de mayores posibilidades de trabajo en el entorno SIG/Geodatabase, con vistas a reducir la complejidad en los procesos de producción y control de calidad.

## OBJETIVOS

El primer objetivo del presente proyecto se centra en el análisis del modelo de datos del MBA, identificando aquellos elementos críticos en el momento actual y que claramente deben mantenerse en la producción de cartografía y descartando aquellos derivados de inercia en la producción o accesibles desde otros medios. Se trata de obtener un producto derivado y resumido del modelo de explotación del MBA orientado a objetos 2D-3D. Una vez definido este modelo se traslada, desde la geodatabase comercial en la que se gestiona, a la base de datos de código abierto PostgreSQL/Postgis.

El segundo objetivo es el análisis de posibilidades de integración de capacidades estereoscópicas en el SIG de escritorio libre Kosmo.

En último lugar, se realizará una propuesta semiológica a diferentes escalas y con diferentes destinos de utilización, a través de geoservicios WMS y SLD.

Se generarán servicios los WMS básicos con la referida propuesta semiológica.

## METODOLOGÍA

### La información

Para el proyecto actual se elabora un sencillo modelo de datos orientado a objetos 2D-3D que sirve como ejemplo y que se implementa en el entorno de PostgreSQL/Postgis. Es un producto derivado y resumido del modelo de explotación del MBA. Su sencillez se basa en recoger solamente aquellos elementos críticos en el momento actual y que claramente deben mantenerse en la producción de cartografía y descartar aquellos quizá derivados de la inercia en la producción o accesibles desde otros medios.

Así se establecen como elementos críticos los siguientes:

- Construcciones:

Constituyen la estructura urbana del territorio y el planeamiento urbanístico. Se trata de un elemento vivo en el sentido de que está sujeto a continuos cambios y por tanto demanda un seguimiento y actualización constantes. La edificación está íntimamente relacionada con el uso del suelo y determinan la organización social. El análisis de sus cambios y estructura nos permite observar comportamientos sociales derivados de ciertos agentes o procesos. Nos aportan por tanto una valiosa información sobre comportamientos humanos y relación hombre-espacio que facilitan la gestión del entorno.

- Hidrografía:

Forma el almacén básico del terreno, siendo esencial para su modelado y por tanto imprescindible en nuestro modelo. En muchos casos guarda relación con los límites administrativos y está estrechamente relacionada con los aspectos medioambientales.

- Vías de transporte:

Se incluyen dentro de los elementos estructurantes, ya que vertebran el territorio. Se consideran determinantes para aspectos como agricultura, comercio, asentamientos, etc.

Se han descartado del modelo los siguientes elementos:

- Ocupación del suelo.
- Relieve y geodesia.
- Divisiones administrativas y cuadrículas.
- Electricidad y construcciones.
- Toponimia.

Algunos de ellos son accesibles desde otros medios como ya hemos comentado; es el caso de los usos del suelo, información actualizada y puntual en servicios como el SIGPAC o el SIOSE. Otros pueden obtenerse mediante procedimientos o nuevas tecnologías desarrolladas para ese fin; es el caso del relieve (curvas, cotas...etc.), para lo que contamos con la tecnología LIDAR (Light Detection And Ranking) que presenta notables ventajas frente a los tradicionales procesos de levantamiento del terreno abaratando costes y mejorando precisiones en los datos obtenidos

Necesitamos establecer un conjunto de reglas y relaciones entre los elementos existentes en el sistema que permitan modelizar de manera veraz las entidades presentes en el mundo real. Con ello nos aseguramos una estructura bien definida y una gran flexibilidad en el diseño de modelo de datos. Proporcionamos así topología al modelo, lo que facilitará notablemente las labores de actualización o control de calidad de los productos obtenidos.

Una vez concretados estos grupos de información básica, se generará la correspondiente propuesta semiológica en base al estándar SLD, con el uso de Kosmo-Cliente de escritorio, que aporta todo lo necesario para ello.

### La tecnología

Partimos de las capacidades que nos aporta **Kosmo-Cliente de escritorio**.

Incorpora una intuitiva interfaz gráfica de usuario, que sigue los patrones de los programas SIG de escritorio más utilizados durante años en el mercado, por lo que no requiere de una gran curva de aprendizaje.

Entre otros, cubre los siguientes aspectos:

- Visualización.
- Consulta.
- Acceso a múltiples orígenes de datos raster y vectoriales, además de a servicios WMS y WFS como cliente de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEE).
- Acceso a lectura y escritura a orígenes de datos tanto en ficheros como en geodatabases.
- Acceso y gestión de orígenes de datos alfanuméricos.
- Funciones avanzadas de geoprocésamiento.
- Módulo avanzado de controles de reglas y chequeos topológicos
- Modulo avanzado de edición vectorial tipo CAD, con múltiples herramientas productivas (dibujo básico, extender/acortar, división de elementos, perpendiculares, paralelas, rotaciones, simetrías, círculos, radios, arcos, cálculo de azimut, adyacentes a multicapas, etc.).
- Modulo avanzado de gestión de relaciones entre capas y tablas.
- Modulo avanzado de edición.
- Gestión de proyecciones.
- Generación de gráficos.
- Gestión de extensiones, para ampliar e incorporar nuevas funcionalidades de forma rápida.
- Integración completa con la suite ofimática Openoffice, para generación de complejas salidas gráficas de alta calidad.
- Etc.

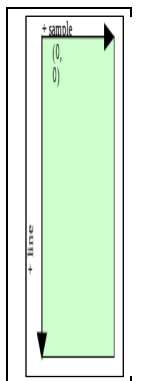
Y, a partir de ahí, lo ampliamos, generando una primera versión básica de:

### **Kosmo-Stereocaptor**

Se describe la funcionalidad básica a implementar en Kosmo para dotarlo de la capacidad de visión estereoscópica de imágenes aéreas orientadas en el espacio, así como de la posibilidad de exploración estereoscópica con registro de coordenadas X, Y, Z.

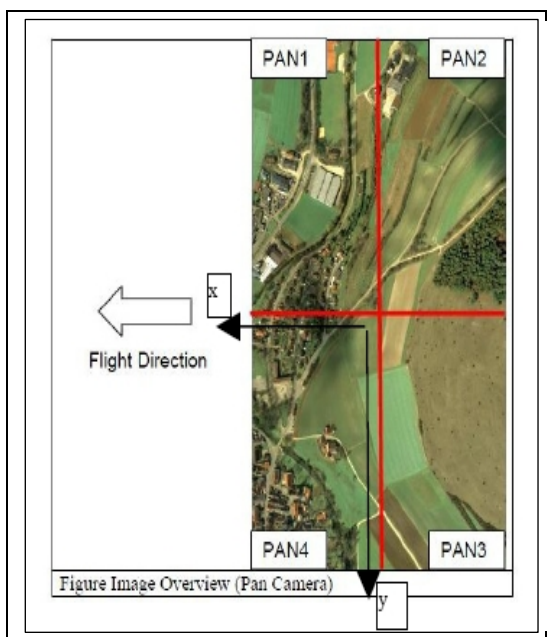
Sistema de Referencia Imagen (SRI): el Sistema de Referencia considerado para posicionar el cursor, representar gráficos o manipular la imagen, en la ventana donde aparece representada (se considera la imagen ajustada a la ventana). El origen está situado en la esquina superior izquierda de la imagen, eje x positivo hacia la derecha siguiendo el marco superior de la imagen, eje y positivo hacia abajo siguiendo el marco izquierdo de la imagen (Figura 2).

Las unidades de medida se establecen en píxeles, haciendo referencia a píxeles de ventana o a píxeles de imagen. Las unidades de medida del ratón al desplazarse por la ventana están predeterminadas por la escala de la ventana donde aparece la imagen:



**Figura 2.** Sistema de referencia imagen

El Sistema de Referencia considerado para los cálculos matemáticos. Se considera la opción de cámara digital, y posibilidad de imagen rotada 180 ° o no para situar el sistema cámara en su posición correcta si la imagen se orientó al norte). Para implementar el método general hay que incluir al menos el desplazamiento del punto principal, y reducir al sistema cámara mediante orientación interna o lectura de parámetros de transformación afín para referir el sistema imagen al sistema cámara.



**Figura 3.** Sistema de referencia para cálculos matemáticos

Sistema de Referencia Terreno (SRT): El definido por la orientación exterior de las imágenes (XT, YT, ZT), normalmente X,Y en proyección UTM y Z cota ortométrica.

La aplicación carga los parámetros de orientación de las imágenes del modelo. Éstos se leerán de un fichero de soporte o bien de una base de datos de aerotriangulación. Posteriormente, se calculan las matrices de orientación de las dos imágenes mediante las fórmulas siguientes:

$$M = R3(K) \times R2(\varphi) \times R1(\omega)$$

Matriz de orientación:

$M1(1, 1) = \cos(f1) * \cos(k1)$
$M1(1, 2) = \sin(w1) * \sin(f1) * \cos(k1) + \cos(w1) * \sin(k1)$
$M1(1, 3) = -\cos(w1) * \sin(f1) * \cos(k1) + \sin(w1) * \sin(k1)$
$M1(2, 1) = -\cos(f1) * \sin(k1)$
$M1(2, 2) = -\sin(w1) * \sin(f1) * \sin(k1) + \cos(w1) * \cos(k1)$
$M1(2, 3) = \cos(w1) * \sin(f1) * \sin(k1) + \sin(w1) * \cos(k1)$
$M1(3, 1) = \sin(f1)$
$M1(3, 2) = -\sin(w1) * \cos(f1)$
$M1(3, 3) = \cos(w1) * \cos(f1)$

Figura 4. Matriz de orientación desarrollada

#### Conversión SRI a SRC.

En primer lugar se determina para cada imagen la relación de escala entre la ventana y la imagen.

Posteriormente se determina para cada imagen el centro de la ventana donde se representa: Para determinar las coordenadas referidas al SRC en píxeles, hay que considerar la rotación de la imagen.

Despejando de las ecuaciones de colinealidad (ec.1), conocida la Z media del terreno y los parámetros de orientación exterior, a partir de  $x1, y1$ :

$$\begin{aligned}
 a &= x1 * M1(3, 1) + f * M1(1, 1) \\
 ap &= y1 * M1(3, 1) + f * M1(2, 1) \\
 b &= x1 * M1(3, 2) + f * M1(1, 2) \\
 bp &= y1 * M1(3, 2) + f * M1(2, 2) \\
 c &= -x1 * M1(3, 3) * (ZT - ZL1) - f * M1(1, 3) * (ZT - ZL1) \\
 cp &= -y1 * M1(3, 3) * (ZT - ZL1) - f * M1(2, 3) * (ZT - ZL1) \\
 YT &= YL1 + (c / a - cp / ap) / (b / a - bp / ap) \\
 XT &= XL1 + (c / b - cp / bp) / (a / b - ap / bp)
 \end{aligned}$$

(XT, YT, ZT) son las coordenadas terreno del punto  $x1, y1$  de la fotografía. Estas coordenadas son aproximadas pues se han determinado con una ZT media.

Cálculo de las coordenadas del punto homólogo.

A partir de una Z media introducida inicialmente como dato y las coordenadas XT, YT calculadas, se determinan las coordenadas del punto homólogo  $x2, y2$ , mediante las ecuaciones de colinealidad.

Ajuste en Z.

Las coordenadas calculadas ( $x2, y2$ ) no corresponderán al punto homólogo de ( $x1, y1$ ) por estar calculadas con una ZT media. El usuario deberá realizar la correspondiente corrección de ZT hasta que visualmente el punto corresponda aproximadamente con el homólogo.

La aplicación permite al usuario realizar esta operación de ajuste en Z modificando ZT, y recalculando en cada acción de ajuste en ZT las coordenadas XT, YT y  $x2, y2$ .

Conversión SRC a SRI.

Para representar  $x2, y2$  en la ventana de la imagen 2 se realiza la transformación inversa SRI-SRC.

Stereoscopia Básica – Anaglifos

Las operaciones descritas sirven para localizar puntos homólogos. Para conseguir la estereoscopia debemos visualizar en una única ventana las imágenes alternativamente con origen en el punto homólogo, y disponer de un dispositivo capaz de filtrar por un lado la imagen izquierda y que esta fuera solo visualizada por nuestro ojo izquierdo, y por otro lado la derecha y ponerla solo a disposición de nuestro ojo derecho. Para que la alternancia de imágenes fuera imperceptible para la visión humana, debería realizarse a una frecuencia superior a 100 Hz.

El método de anaglifos puede incluso ser eficaz para distribuir imágenes estereoscópicas por Internet.

Ajustados los puntos homólogos al mismo punto sobre el terreno, se puede activar la estereoscopía en una ventana componiendo la imagen RGB estereoscópica a partir de la banda del rojo de la ventana del punto  $x_1, y_1$  y de la banda del verde y azul a partir de la ventana del punto  $x_2, y_2$ . El procedimiento seguido consiste en separar las imágenes en los espacios de color RGB, y componer una nueva imagen con la banda R de la imagen izquierda, y las bandas GB de la imagen derecha.

Diagrama Operacional.

En la Figura 5 se muestra el esquema funcional de Kosmo-Stereocaptor, indicando las llamadas procedimentales o funcionales ante los eventos generados por el usuario:

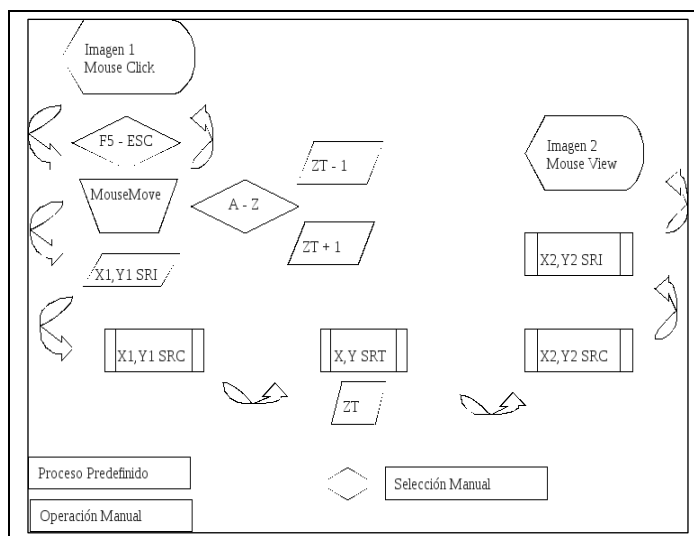


Figura 5. Esquema funcional kosmo-Stereocaptor

El proyecto se encuentra en pleno desarrollo, por lo que lo mostrado anteriormente no es sino lo que requeriría una versión beta básica. Esperamos que en su configuración final, su operativa sea más amplia.

Se muestra a continuación una imagen (Figura 6) de Kosmo-StereoCaptor visualizando un modelo estereoscópico.





Figura 6. Imagen de Kosmo-StereoCaptor

## CONCLUSIONES

La culminación de este proyecto puede traducirse en una propuesta en el proceso de producción y control de calidad del MBA de menor complejidad, abaratando costes y acortando plazos de realización, centrada fundamentalmente en los contenidos a actualizar.

Cabe por un lado la posibilidad de incorporar el modelo de explotación del MBA y las entidades ya controladas y verificadas en el entorno de PostgreSQL/PostGIS, con kosmo-StereoCaptor conectado al mismo.

Otra posibilidad es la incorporación a la base de datos Postgis de las capas CAD resultantes de los sucesivos procesos de restitución y edición, así como del modelo cartográfico completo en el que se sustentan las relaciones de entidades y objetos sobre los que se ejecutan las reglas de comportamiento implementadas diseñando de esta manera un esquema global del control de calidad mediante la ejecución del conjunto de funciones espaciales disponibles en Kosmo y en el servidor PostgreSQL/Postgis y todo ello bajo las funcionalidades de un sistema de captura de datos bajo un entorno estereoscópico facilitando el control "on the fly".

Por último, cabe plantearse la posibilidad de llevar a cabo el proceso de edición en un entorno de SGDB, con las ventajas inherentes que ello implicaría, en lugar del entorno CAD actual. Eliminando así la implantación de complejos modelos y sistemas intermedios, con una importante simplificación del control de calidad.

Desde ese mismo entorno se hacen disponibles a cualquier usuario los geoservicios WMS generados, con la semiología definida en el proyecto, y desde el propio Kosmo-Servidor WMS, perfectamente integrado con Kosmo-Cliente de Escritorio.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Cartográfico de Andalucía, de la Consejería de la Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, tanto por la gran colaboración en la realización del proyecto como por el apoyo económico en base a la línea de subvenciones para la Investigación en Materia de Información Geográfica.

## **REFERENCIAS**

Kosmo-Plataforma SIG Libre Corporativa: <http://www.opengis.es>

International Stereoscopic Union: <http://www.isu3d.org/>