

StereoWebMap: un catálogo de productos y servicios para las IDE

Vuelos fotogramétricos, estereoscopía y catálogos de fotogramas a través de Internet

SÁNCHEZ LÓPEZ, Conrado; FERNÁNDEZ GARCÍA, Luis Carlos

Desde hace algunos años, Sgrid S.L. viene desarrollando su Proyecto StereoWebMap, que surgió con la idea de suministrar los datos procedentes de vuelos fotogramétricos a través de Internet. La principal innovación tecnológica producida por Sgrid S.L. en el marco de este proyecto, es su servidor de mapas online StereoWebServer. Los avances en este servidor, capaz de proporcionar servicios WMS con diversos estilos y parámetros, han generado todo un catálogo de productos y servicios cartográficos online.

En la presente ponencia, se recogen los principales servicios y novedades que Sgrid S.L. pone a disposición de las IDE:

- Publicación de los datos procedentes de los vuelos fotogramétricos, mostrando sus correspondientes vistas estereoscópicas y ortofotografías.
- La actualización del servicio WMS del PNOA máxima actualidad de acuerdo a las directrices de la Directiva Inspire.
- La generación de imágenes s3D basadas en la estereoscopía sintética. Iberpix 3D.
- La creación de catálogos (online y georreferenciados) de fotogramas originales procedentes tanto de vuelos fotogramétricos actuales como históricos, y de cartografía histórica. Fototeca Virtual del CNIG.

PALABRAS CLAVE

StereoWebMap, PNOA, Inspire, WMS, Fototeca

INTRODUCCIÓN: SIGRID S.L.

Sgrid S.L. [1] es una compañía que presta sus servicios cartográficos e informáticos desde 1995, orientándose a la producción y difusión a través de Internet de cartografía digital de calidad. Su sede central está en Tres Cantos (Madrid). Recientemente, se ha registrado en la página web de *smespire* [2].

A fin de actualizar al máximo sus productos y servicios, en Sgrid S.L. se cuidan los avances en I+D+i en las tecnologías de producción y visualización de cartografía digital. En este sentido, uno de los proyectos más importantes llevados a cabo es **StereoWebMap** [3], que se constituye como un amplio *catálogo de productos y servicios* asimilables por cualquier Infraestructura de Datos Espaciales.

STEREOWEBMAP Y STEREOWEBSERVER

El Proyecto **StereoWebMap** surgió con la idea de suministrar los datos procedentes de los vuelos fotogramétricos a través de Internet, además de los habituales mapas 2D ráster y vector proporcionados por otros servidores. Para lograr este objetivo, fue necesario crear la principal innovación tecnológica producida por Sgrid S.L., que es su servidor de mapas *online* denominado **StereoWebServer**, el cual sigue aún en continuo desarrollo.

Este servidor emplea el estándar *Web Map Service* (WMS) del *Open Geospatial Consortium* (OGC®) [4] en sus versiones 1.1.x y 1.3.0 y ha sido desarrollado empleando los parámetros marcados por la

ISO 19128. A continuación se muestra un ejemplo de petición *Get Map* a un servicio WMS derivado de StereoWebServer, en el que se muestra un vuelo fotogramétrico como imagen anaglifo:

http://www.stereowebmap.com/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&LAYERS=EKD_2013&FORMAT=image/png&SRS=EPSG:25830&STYLES=%20SGD_StereoModel::ShowAnaglyphicOn|SGD_StereoModel::OrthoOnTheFlyOff|,&BBOX=504922.757487448,4790469.6279117,505709.83386154735,4790866.682686936&TRANSPARENT=TRUE&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_inimage&WIDTH=1231&HEIGHT=621&PHOTOID=

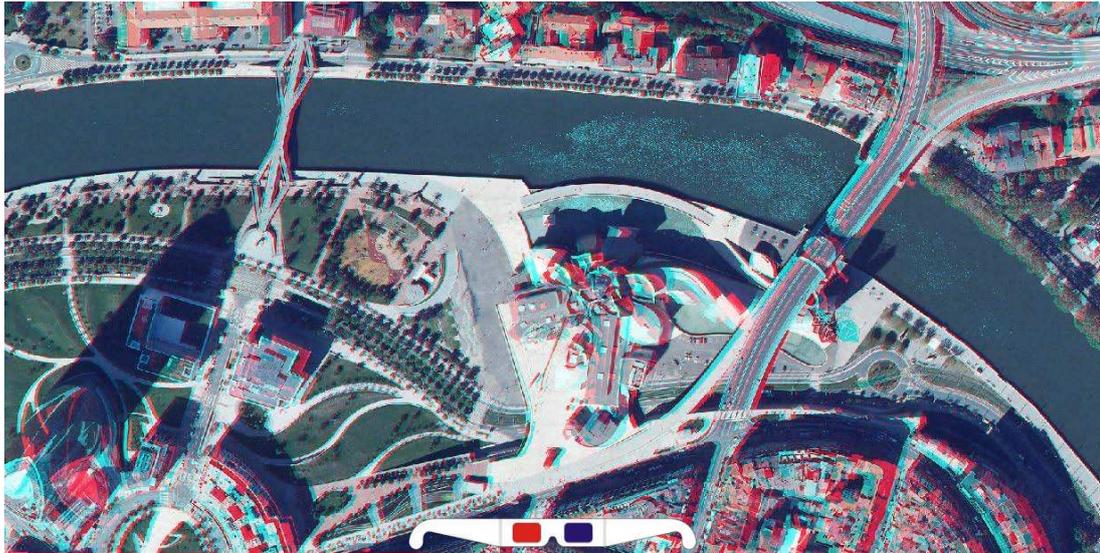


Figura 1: Resultado de la petición *Get Map* a un servicio WMS creado con StereoWebServer.

A fin de poder suministrar valores añadidos a través de Internet, como son el proporcionar las imágenes estereoscópicas en modo estéreo real o los fotogramas originales de los vuelos fotogramétricos, ha sido necesario introducir algunos cambios principalmente en los estilos de los WMS, así como implementar nuevos parámetros específicos para estos servicios.

Entre las **capacidades** de StereoWebServer destacan:

- El manejo de una cantidad ilimitada de datos fuente, tanto ráster como vector.
- La adaptación a la mayoría de los Sistemas de Referencia (CRS) empleados en todo el mundo con la incorporación de las librerías GDAL y PROJ.4.
- Los datos pueden ser servidos en su CRS original o en cualquier otro, sin un error mayor que un píxel.
- La difusión de imágenes empleando múltiples estilos de visualización:
 - 2D como ortofotografía "al vuelo". La ortorrectificación de los fotogramas se realiza de forma instantánea, bien usando solamente los datos de orientación obtenidos directamente del GPS/ INS del avión (permite publicar el vuelo a los pocos días de realizado); o bien con los datos completos una vez calculada la aerotriangulación, (permite obtener una ortorrectificación de mayor calidad).
 - s3D en modo *anaglifo*. Permite al servidor estar adaptado al estándar WMS por lo que las imágenes 3D pueden ser mostradas en cualquier cliente WMS
- s3D en modo *estéreo real*. Las dobles imágenes necesarias para poder ofrecer este modo de visualización no están descritas en el estándar WMS, por lo que ha sido

necesario desarrollar clientes WMS específicos basados en la tecnología OpenGL. Empleándolos, se consigue una visualización 3D de mucha mayor calidad, siempre que se disponga del hardware adecuado.

- o La posibilidad de manejar los datos procedentes de los vuelos fotogramétricos (fotogramas y orientaciones). Más adelante se desarrolla a fondo esta capacidad.
- o La generación de imágenes estereoscópicas sintéticas empleando imágenes 2D y Modelos Digitales del Terreno. En las siguientes páginas se profundizará en este aspecto.
- o La creación de catálogos de fotogramas originales (fototecas) tanto de vuelos fotogramétricos actuales como históricos, y de cartografía histórica. También será desarrollado en los siguientes epígrafes.

Las **ventajas** que presenta **StereoWebServer** respecto a otros servidores de mapas son las siguientes:

- o **Coste**: una vez que los fotogramas han sido digitalizados y aerotriangulados, ponerlos a disposición de los usuarios a través de Internet es un paso sencillo y barato. Además, se logra su reutilización ya que en muchas ocasiones éstos son simplemente almacenados sin obtener ningún producto de ellos.
- o **Inmediatez**: con los modernos sistemas GPS/ INS empleados en los vuelos fotogramétricos actuales, los datos pueden estar disponibles para su uso (por ejemplo en forma de ortofotografía producida mediante ortorrectificación al vuelo) sólo unos pocos días después de realizado el vuelo.
- o **Estereoscopia**: pueden componerse pares estereoscópicos así como producir imágenes estereoscópicas sintéticas para cualquier escala de trabajo, con los que observar el territorio de forma continua en 3D, lo que proporciona un gran valor a la fotointerpretación.
- o **Precisión**: debido a que se emplean datos y técnicas de la Fotogrametría, los productos derivados ofrecen su mismo rigor métrico por lo que pueden ser empleados incluso en restitución.

Todas estas posibles aplicaciones y ventajas de **StereoWebServer**, han propiciado que se haya creado el citado catálogo de productos y servicios **StereoWebMap**, que está compuesto por:

- o **Servicios WMS**: debido a su amplio rango de utilidades, los servicios WMS derivados de **StereoWebServer** han sido reconocidos y asimilados por diversas Infraestructuras de Datos Espaciales desarrolladas en España al amparo de la Directiva INSPIRE, entre las que cabe citar:
 - Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): <http://www.idee.es>
 - Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya: <http://www.geoportal-idec.cat/geoportal/cas/index.jsp>
 - Infraestructura de Datos Espaciales de Referencia de la Región de Murcia (IDERM): <http://cartomur.imida.es/>

Actualmente están en activo numerosos servicios WMS proporcionados usando la tecnología de **StereoWebServer**:

Nombre del servicio WMS	URL
 StereoWebMap	http://www.stereowebmap.com/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
 ItaCyL	http://orto.wms.itacyl.es/Server/SgdWms.dll/WMS?
 País Vasco	http://euskadi.sigrid.es/SgdWms/SgdWmsEuskadi.dll/WMS?

Nombre del servicio WMS	URL	
	CartoMur	http://cartomur.imida.es/SgdWms/SgdWms_cartomur.dll/WMS?
	OrtoXpres	http://www.ortoxpres.cat/Server/SgdWms.dll/WMS?
	Madrid	http://madrid.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	Galicia	http://galicia.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	Andalucía	http://andalucia.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	Cantabria	http://cantabria.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	Castilla La Mancha	http://jccm.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	Balears	http://balears.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	Comunidad Valenciana	http://icv.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?
	PNOA WMS	http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma?
	PNOA WMTS	http://www.ign.es/wmts/pnoa-ma?
	IBERPIX 3D	http://www.ign.es/3d-stereo/wms/3d-stereo.dll?
	FOTOTECA VIRTUAL	http://fototeca.cnig.es/wms/fototeca.dll?

Tabla 1: servicios WMS proporcionados con StereoWebServer.

- **Cientes WMS** se trata de desarrollos informáticos capaces de hacer peticiones a los servicios WMS, recibiendo y mostrando los resultados. Pueden ser de varios tipos:
 - Cientes ligeros (geoportales).
 - Cientes pesados basados en OpenGL (SgridMap, StereoWebViewer y StereoWebEditor). Tienen la capacidad de interpretar las dobles imágenes en modo *estéreo real*.
 - Aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo Android® (StereoWebMini).
- **Otros servicios:**
 - Imágenes 3D estereoscópicas para pósters y presentaciones.
 - Vídeos aéreos 3D.

VUELOS FOTOGRAMÉTRICOS

Como se indicó anteriormente, **StereoWebMap** nació con la intención de publicar los vuelos fotogramétricos a través de Internet, empleando para ello sus fotogramas, orientaciones y la calibración de la cámara utilizada en el vuelo. De esta manera, el servidor StereoWebServer es el único en el mundo capaz de proveer al usuario con todas las capacidades de dichos vuelos: *vistas estereoscópicas* mediante pares de fotogramas y *ortofotografías* producidas de forma instantánea (ortorrectificación al vuelo), todo ello con la precisión inherente a este tipo de fuentes de datos, lo que podría permitir su empleo en restitución.

El esquema del flujo de trabajo con los datos de los vuelos fotogramétricos puede observarse en la siguiente Figura:

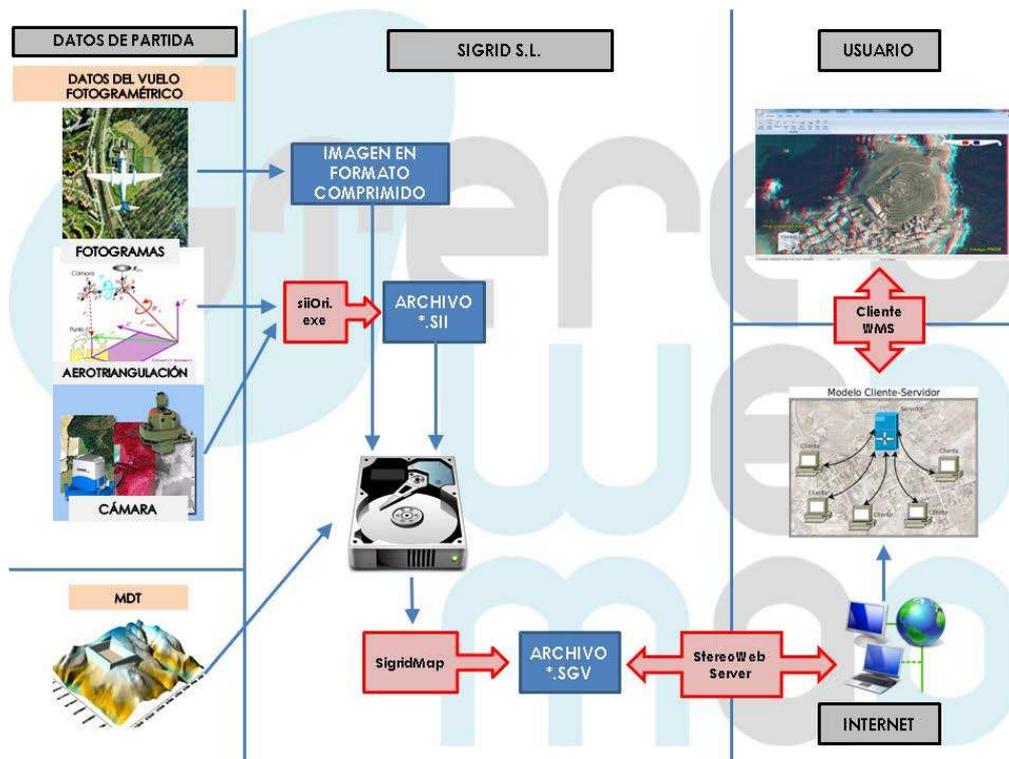


Figura 2: Esquema del flujo de trabajo.

A fin de aprovechar la potencialidad estereoscópica que proporcionan los pares de fotografías de los vuelos fotogramétricos, y basándonos en el principio de la estereoscopia, es necesario enviar a través de Internet una imagen para ser vista con el ojo derecho (tomada de un fotograma) y otra para verla con el ojo izquierdo (tomada de otro fotograma). De esta manera, cuando se hace zoom sobre una zona de interés, la aplicación selecciona el par de fotografías más cercanos al área buscada, creando un par estereoscópico automáticamente mediante la extracción del área de recubrimiento correspondiente a cada fotograma.

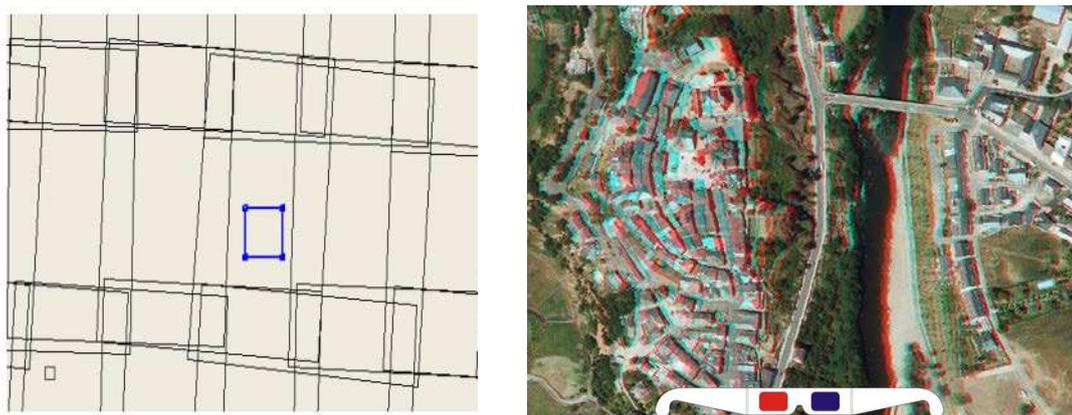


Figura nº 3: Anaglifo creado empleando el par de fotografías que cubren la zona de interés.

PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA Y CUMPLIMIENTO INSPIRE

Una de las novedades más recientes de Sigrid S.L. es la colaboración con el Instituto Geográfico Nacional de España (IGN) en la actualización del servicio WMS de las ortofotografías de máxima actualidad del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA MA), adecuándolo a las directrices de la

Directiva Inspire.



Figura 4: PNOA.

Este nuevo servicio, que ya está en el nodo IDE del IGN, es fruto de la evolución del servicio WMS del PNOA MA (URL: <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>), que lleva publicando desde el año 2008 las ortofotografías del proyecto PNOA empleando el servidor de Sgrid S.L., y que dejará de estar operativo el 1 de abril de 2014.

De esta manera se ha activado recientemente la versión Inspire del Servicio Web de Mapas (WMS - Inspire) de ortofotografías de máxima actualidad (PNOA-MA) con la URL de conexión que figura en la Tabla Nº 1.

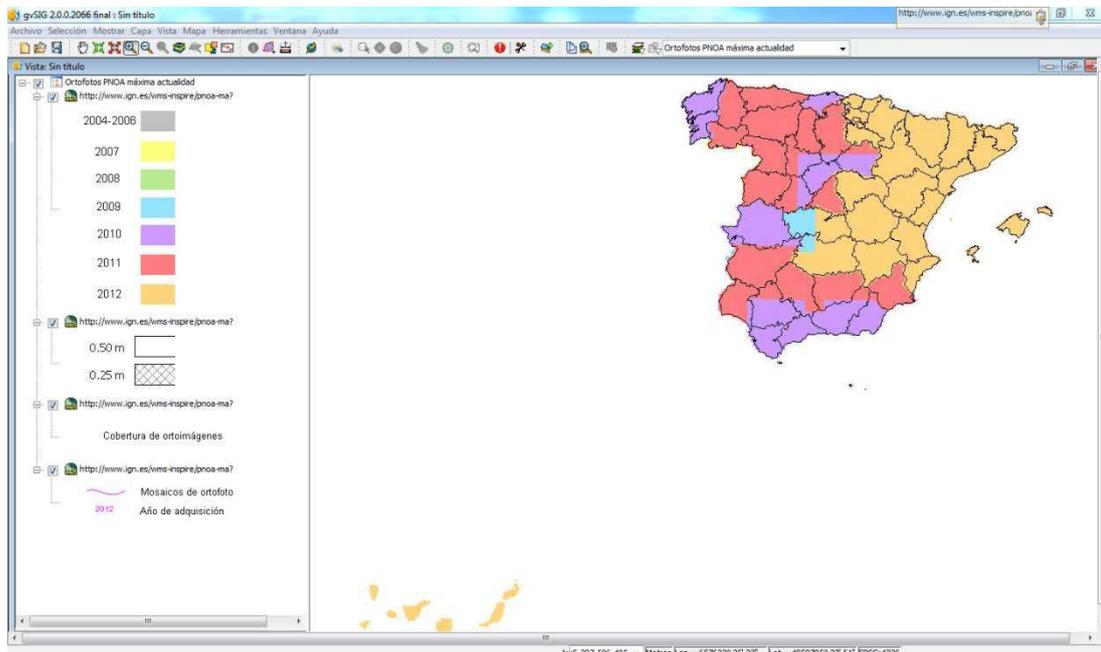


Figura 5: Conexión al nuevo WMS PNOA MA empleando gvSIG.

Las características del nuevo servicio WMS son las siguientes:

- Servicio de visualización WMS 1.3.0 conforme al perfil Inspire de ISO 19128:2005 *Geographic Information - Web Map Server Interface*.
- Consta de las siguientes 4 capas, cumpliendo con la especificación de datos sobre Ortoimágenes de Inspire:
 - *OI.MosaicElement*: nueva capa que informa sobre los años de adquisición de las ortofotos, según el estilo definido por Inspire. El nombre de la capa es *Mosaicos*.
 - *OI.OrthoimageCoverage*: coincide con la capa PNOA del servicio inicial, pasando a denominarse ahora *Cobertura de ortoimágenes*. Se ha cambiado el *Name* y el *Title* de la capa para adaptarse a Inspire, pero sigue mostrando las imágenes de satélite Spot© para las escalas menores a 1 : 70.000 y la cobertura del PNOA de máxima actualidad para las escalas mayores. Es una capa consultable que ofrece en una

tabla la fecha de vuelo (en formato AÑO - MES) y la resolución de la ortofotografía.

- Además, mantiene las capas *Fechas* y *Resoluciones*, que ya se incluían en la versión anterior del WMS, y que representan gráficamente la distribución de los años de vuelo y la resolución (25 - 50 cm) mediante un mapa de coropletas y un mapa de tramas, respectivamente.
- Amplia los sistemas de referencia que se ofrecen, incluyendo la proyección Pseudo - Mercator (EPSG:3857).
- Soporta multilingüismo, mediante el parámetro *LANGUAGE=eng*.

Para la adaptación del servidor StereoWebServer a la Directiva Inspire se ha empleado la siguiente documentación:

1. Guía técnica para la implementación de servicios de visualización Inspire (*Technical Guidance for the implementation of Inspire View Services. Version 3.11*).
2. Guía técnica de implementación de metadatos Inspire (*INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119*).

La directiva Inspire mantiene el estándar WMS en la especificación 1.3.0 con lo cual la mayoría del trabajo de adaptación ha sido el **Multilingüismo** (no contemplado en WMS) y los **metadatos** del servicio requeridos. Una vez finalizado este trabajo, se ha comprobado el cumplimiento de la Directiva Inspire para servidores WMS utilizando la aplicación de test facilitada desde el propio geportal de Inspire: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator2/>

ESTEREOSCOPIA SINTÉTICA

La técnica de la estereoscopia sintética consiste en generar vistas estereoscópicas empleando para ello una imagen 2D (satélite, ortofotografía, mapa topográfico...) y el Modelo Digital del Terreno (MDT) que subyace a dicha imagen [5].

Con el objetivo de generar vistas estereoscópicas sintéticas, se aplica un procedimiento inverso a la *ortorrectificación*, habitual en **Fotogrametría**. A partir de una sola imagen bidimensional se obtiene el par de imágenes que conforman el par estereoscópico con su correspondiente paralaje, calculado en función de la información altimétrica del MDT.

Se generan así dos perspectivas (dos nuevas imágenes) tomadas desde dos puntos de vista diferentes, aplicando las fórmulas de la proyección cónica y de la rectificación diferencial. El objetivo de la rectificación inversa es calcular los nuevos valores digitales correspondientes a cada imagen del par estereoscópico a partir de la información contenida en la matriz del MDT, utilizando para la determinación de la correspondencia de puntos fotografía - terreno las ecuaciones de colinealidad.

Estas dos nuevas imágenes creadas artificialmente a partir de la imagen 2D y el MDT son las que componen el par estereoscópico sintético, que es servido a través de Internet de la misma manera que los pares procedentes de los vuelos fotogramétricos.

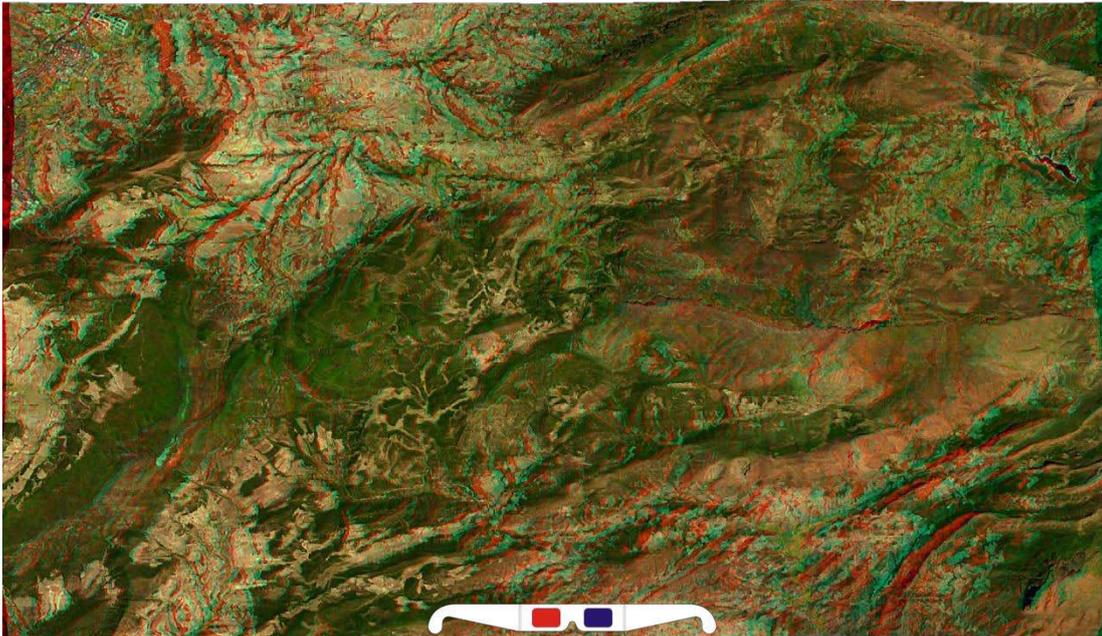


Figura 6: Imagen estereoscópica sintética con imagen LANDSAT© de la Serra de Aitana (C. Valenciana).

La utilidad de este tipo de estereoscopia se pone de manifiesto cuando se trabaja con escalas pequeñas o si se requiere observar grandes porciones del territorio en modo estereoscópico, como sucede en la Geología y Geomorfología fundamentalmente. También es fundamental para observar ortoimágenes de satélite en 3D y cuando no se disponga de recubrimiento estereoscópico a través de los fotogramas contiguos del vuelo fotogramétrico.

Adicionalmente, y a fin de aumentar las capacidades del servidor, se ha introducido un parámetro a la petición WMS mediante el cual es posible controlar el realce artificial del relieve mediante la *exageración estereoscópica* [6].

En España puede disfrutarse de este servicio gracias a la colaboración entre Sgrid S.L. y el Instituto Geográfico Nacional, que ha permitido desarrollar el visor **Iberpix 3D** (<http://www.ign.es/3d-stereo/index.html>). Al visor le acompaña el servicio WMS referido en la Tabla Nº 1. Además, puede accederse mediante los software StereoWebViewer, StereoWebEditor o StereoWebmini.

CATÁLOGOS DE FOTOGRAMAS: FOTOTECAS

Gracias a los desarrollos realizados sobre StereoWebServer y los estilos y parámetros de las peticiones WMS, Sgrid S.L. es capaz de generar también catálogos online de fotogramas originales procedentes tanto de vuelos fotogramétricos actuales como históricos (fototecas), así como repositorios georreferenciados de cartografía histórica. Su diferenciación respecto a otras iniciativas de este tipo como *Old Maps Online* [7] radica en que es capaz de mostrar al usuario una vista previa georreferenciada e incluso adaptada al terreno mediante una ortorrectificación, del documento que va a descargar.

Esta potencialidad ha sido aprovechada por el Centro Nacional de Información Geográfica en su recientemente creada **Fototeca Virtual** [8]. Con ella se pretende proporcionar a través de Internet los fotogramas originales de diversos vuelos fotogramétricos históricos realizados a lo largo del tiempo sobre territorio español. Se trata de un visor web que permite acceder a los fotogramas originales digitalizados de diversos vuelos fotogramétricos de carácter histórico. Su acceso se realiza a través de:

<http://fototeca.cnig.es/>



Figura 7: Fototeca Virtual mostrando imagen de la Plaza de Castilla (Madrid) en el vuelo *americano*.

La Fototeca permite al usuario:

- Visualizar los fotogramas (función de consulta) de los siguientes vuelos fotogramétricos:
 - Vuelo Ruiz de Alda (1929 – 1930).
 - Vuelo Americano (1956 – 1957).
 - Vuelo Interministerial IRYDA (1973 – 1986).
 - Vuelo Nacional (1980 – 1986).
 - Vuelo de Costas (1989 – 1991).
- Imprimir parte o la totalidad de cada fotograma en formato *.pdf.
- Solicitar productos certificados a partir de los fotogramas originales, es decir, copias compulsadas en papel (servicio con coste).
- Realizar una ortorrectificación al vuelo de los fotogramas, de forma aproximada dado que no se dispone de los datos de orientaciones ni de los Modelos Digitales del Terreno de la época, mediante la herramienta *Adaptar fotograma al terreno*.
- Acceder a través de su propio servicio WMS mostrado en la Tabla Nº 1.

La observación de vuelos fotogramétricos históricos permite observar la **evolución** de los usos del suelo y los cambios del territorio, con múltiples enfoques:

- Medioambiental: observar los cambios en el límite entre las áreas forestales y las cultivadas, degradación de los espacios naturales, desecamiento de áreas húmedas...
- Urbanismo: en España, la expansión descontrolada del urbanismo en determinadas décadas es una cuestión de gran interés, sobre todo en las zonas costeras.
- Catastral: análisis de los cambios en los límites parcelarios.
- Nuevas infraestructuras: el desarrollo económico ha permitido la creación de nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias, embalses...que sin duda modifican la fisonomía del

territorio.

Además, Sgrid S.L. ofrece también la posibilidad de aerotriangular los vuelos fotogramétricos históricos obteniendo así sus parámetros de orientación interna y externa. Con ellos es posible ya realizar mediciones directas sobre la imagen como si fuera un plano, además de poder compararla óptimamente con otras ortofotografías o cartografía existentes. A fin de demostrar estas capacidades, se ha desarrollado el visor:

<http://pruebas4.sigrid.es/>

El cual sigue la misma filosofía que la Fototeca Virtual incluyendo vuelos fotogramétricos históricos aerotriangulados parcialmente, así como nuevas herramientas que facilitan el manejo de cada uno de los fotogramas.

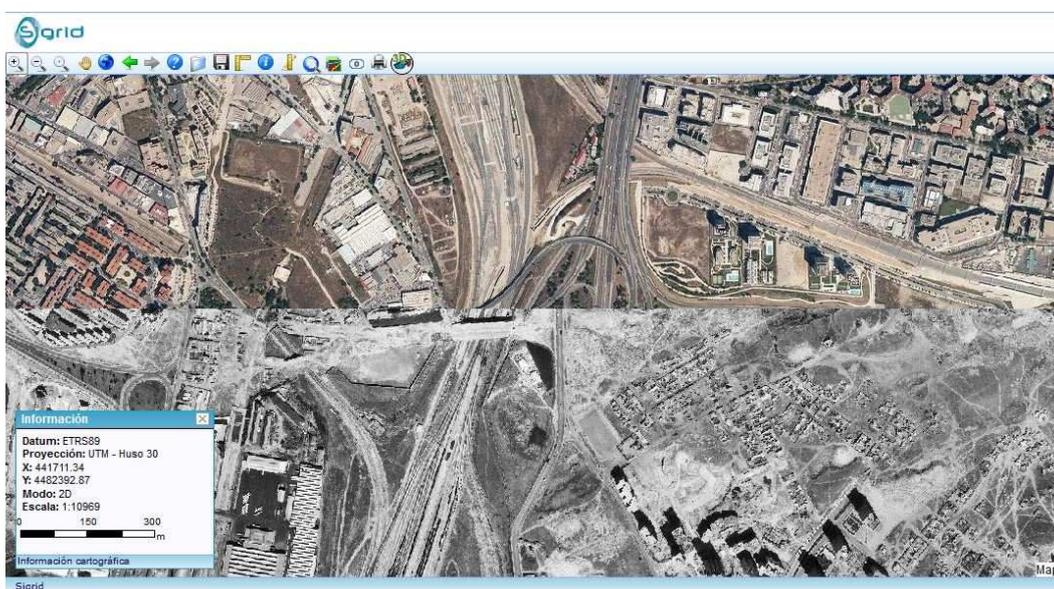


Figura 8: Nudo de Manoteras (Madrid): comparativa vuelo 1972 – PNOA actual.

REFERENCIAS

- [1] Web de Sgrid S.L., <http://www.sigrid.es/es/home.php>
- [2] Web de smeSpire, www.smespire.eu/
- [3] Web de StereoWebMap, <http://www.stereowebmap.com/es/index.php>
- [4] Estándar *Web Map Service* de la OGC®, <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
- [5] Fernández García, Luis Carlos: Estereoscopía sintética. *Revista Catalana de Geografía*, IV época / volumen XVIII / núm. 47 <http://www.rcg.cat/articles.php?id=281> (2013)
- [6] <http://blog.sigrid.es/?p=1583>
- [7] *Old Maps Online*, <http://www.oldmapsonline.org/>
- [8] Fototeca Virtual del Centro Nacional de Información Geográfica, <http://fototeca.cnig.es/>

AUTORES

Conrado SÁNCHEZ
conrado@sigrid.es
Sgrid S.L.
Director

Luis Carlos FERNÁNDEZ
luiscarlos@sigrid.es
Colaborador de Sgrid S.L.