

Vales, J.J., Carpintero, I.R., Granado, L., Méndez, E., Montoya, G., Pino, I., Prieto, R., Giménez de Azcárate, F., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): Producción de ortofotos históricas para la generación de bases de datos temáticas. Cartografía de usos y coberturas del suelo. REDIAM. 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.370-384. ISBN: 978-84-472-1294-1

## PRODUCCIÓN DE ORTOFOTOS HISTORICAS PARA LA GENERACION DE BASES DE DATOS TEMATICAS. CARTOGRAFIA DE USOS Y COBERTURAS DEL SUELO. REDIAM.

J.J. Vales<sup>2</sup>, I.R. Carpintero<sup>2</sup>, L. Granado<sup>2</sup>, E. Méndez<sup>2</sup>, G. Montoya<sup>2</sup>, I. Pino<sup>2</sup>, R. Prieto<sup>2</sup>, F. Giménez de Azcarate<sup>2</sup>, F. Cáceres<sup>1</sup>, J. M. Moreira<sup>1</sup>

(1) Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 – Sevilla {josem.moreira, francisco.caceres}@juntadeandalucia.es

(2) Departamento de Comunicación y Sistemas de Información, Empresa de Gestión Medioambiental S.A., Johan Gutenberg, 1 (Isla de la Cartuja), 41092 Sevilla {jvales, icarpintero, lgranado, emendez, gmontoya, ipino, rprieto; fgimenezdeazcarate}@egmasa.es

### RESUMEN.

*Con objeto de dotar de una base de información multitemporal a la Infraestructura de Información Ambiental de Andalucía y en especial la cartografía de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo, es necesario partir de la información histórica disponible y concretamente de los vuelos fotogramétricos históricos a partir de los cuales generar las Bases de Referencia Territoriales Históricas. Para ello, desde la Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam) se ha llevado a cabo la ortorrectificación de vuelos con cobertura completa regional: Vuelo americano de 1956; Vuelo Interministerial de 1977-78 (comúnmente denominado IRYDA) y Vuelo General de 1984-85.*

*Este artículo describe el proceso y metodología desarrollados para la obtención de Bases de Referencia a partir de la ortorrectificación de varios vuelos de todo el ámbito regional, cuyo desarrollo tiene ciertas variaciones respecto al proceso fotogramétrico clásico debido a que se trata de documentación histórica.*

*Los productos obtenidos se integran en el Catálogo de Información Ambiental para su aplicación directa en la obtención de cartografía temática y su difusión a través del Canal de la Red de Información Ambiental de Andalucía: Servicios OGC (WMS), Visor de Descargas de Imágenes del territorio,...*

*Palabras Clave: Vuelo Fotogramétrico, Ortofotografía, Modelo Digital de Elevaciones (MDE), Aerotriangulación.*

### ABSTRACT.

*Historical photogrammetric flights, which were used to generate historical reference maps, have been used in order to add multitemporal information to Infrastructure for Environment Information in Andalusia and especially to the cartography about land covers and uses. The Andalusian Environmental Information Network (Rediam) has carried out the orthorectification of whole regional coverage flights: the American flight (1956), the Inter-ministerial or IRYDA flight (1977-78) and the General Flight of Spain (1984-85).*

*This paper describes the process and methodology developed to obtain reference maps from the orthorectification of different whole regional coverage flights. The process is different from the classic photogrammetric process given that historical documentation is used.*

*The final products have been integrated in the Environmental Information Catalog for their straight application in the obtaining of thematic cartography and their diffusion through the Andalusian Environmental Information Network Channel: OGC Services (WMS), territorial information viewers,...*

*Words Key: Photogrammetric flight, Orthoimage, Digital Elevation Model (DEM), Reference Mapping, Aerotriangulation.*

## **INTRODUCCION.**

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía tiene un gran interés en la formación y actualización de bases de datos geográficas fiables y consistentes, para dar soporte al desarrollo de sus competencias en materia de medio ambiente. Entre estas, destacan las bases de datos de Cartografía de Usos y Coberturas del Suelo que se iniciaron a escala 1:25.000 en 1999 y se ha venido actualizando con una periodicidad de 4 años (2003, 2007,...) a partir de imágenes de Ortoimágenes de satélite y Ortofotografías aéreas.

Para llevar a cabo un análisis mutitemporal del territorio en un período de tiempo más amplio y dotar de información histórica de detalle estas bases de datos geográficas, es necesario partir de vuelos fotogramétricos históricos que se han realizado en diferentes años y con diferentes objetos sobre el territorio nacional, y concretamente los que lo cubren totalmente. En base a la disponibilidad y cobertura regional, la Consejería de Medio Ambiente ha llevado a cabo la ortorrectificación de los vuelos que marcan hitos ó son de mayor interés desde el punto de vista medioambiental.

Estos procesos de ortorrectificación generan una serie de productos (Ortofotografías, MDE, Fotogramas Orientados,...) que conforman las Bases de Referencia Histórica complementando a las Bases de Referencia actuales de la Rediam.

Los primeros trabajos se iniciaron en 2004 sobre el vuelo americano de 1956 b/n 1:33.000 (Serie B). Posteriormente, en 2008 se han continuado con el Vuelo Interministerial de 1977-78 b/n a escala 1:18.000 (comúnmente denominado IRYDA) y con el Vuelo General de España de 1984-85, b/n a escala 1:30.000. Actualmente se dispone de la Cartografía de Usos y Coberturas Vegetales de 1956 y se está produciendo la correspondiente a los otros dos vuelos históricos en base a las Ortofotografías y Modelos Digitales obtenidos.

## **ANTECEDENTES.**

La Consejería de Medio Ambiente (CMA en adelante) tiene una amplia experiencia en la realización y tratamiento de vuelos fotogramétricos sobre diferentes ámbitos y objetivos. Desde los años 80 lleva realizando vuelos fotogramétricos (ó utilizando otros vuelos disponibles) de la región con objeto de disponer de información espacial de detalle a partir de ellos para apoyar la obtención de cartografías temáticas que darán soporte a los procesos de evaluación y toma de decisiones necesaria para la gestión ambiental. Destacan entre éstas la Cartografía de Vegetación sobre ámbitos forestales o espacios naturales, cuya principal fuente de información se obtiene a partir de la interpretación de imágenes de vuelos con película infrarroja y con los que se ha generado el "Mapa de Vegetación de Andalucía 1995-2005".

Sobre muchos de estos vuelos se han desarrollado procesos de ortorrectificación para generar Bases de Referencia sobre ámbitos y objetos concretos, sin embargo, a partir del año 2000 es cuando se inician los trabajos preliminares desde la Junta de Andalucía encaminados a llevar a cabo la producción masiva de Ortofotografías (y otros productos intermedios) que conformarán las Bases de Referencia Territoriales de detalle, comunes a todos los usuarios y que cubrirán las necesidades de grandes demandas en Medio Ambiente, Agricultura, Ordenación del Territorio,...

En esas fechas la CMA, teniendo en consideración que la red Regente tardaría en materializarse, inicia los trabajos necesarios para la materialización de una Red Geodésica Regional a partir de la cual obtener una Red de Puntos de Apoyo de los vuelos fotogramétricos regionales con objeto de conseguir una consistencia geométrica interna en los procesos posteriores de ortorrectificación. A partir de estos datos desarrolló la ortorrectificación del Vuelo 1:60.000 color de 1998-99 para la obtención de una Ortografía de resolución 1 m y un MDE de 20 m. Hay que mencionar que se disponía de la Ortofotografía a partir del Vuelo del Olystat (1997-98), ésta ofrecía muchas limitaciones debidas a meses de vuelo, película b/n y sobre todo restricciones de acceso y uso que constreñían en gran medida su aplicación a los procesos de gestión medioambiental.

En 2002, se firma un Acuerdo de Colaboración entre las Consejerías de Obras Públicas y Transportes, Agricultura, y Medio Ambiente para la obtención de Ortofotomapas, que dará lugar a un Programa de Producción de Ortofotografías coordinado entre las mencionadas consejerías, mediante el que la COPT principalmente se encargaba de la realización de los vuelos fotogramétricos y la CMA y CAP de los procesos de producción y control de calidad de Ortofotografías. De esta forma se comenzaron a obtener Ortofotografías de 0,5 m y MDE de 10 m a partir del vuelo 1:20.000 b/n de 2001-02, continuando con vuelos de similares características en años posteriores. (Acuerdo Colaboración de 4 Abril 2002 COPT-CAP-CMA).

Este programa regional de obtención de Bases de Referencia se ha mantenido hasta la finalización de los proyectos de vuelo 2007 y se ha desarrollado de forma coordinada con el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) entre 2004-2007, fecha a partir de la cual es el programa PNOA, el marco de referencia en el que se generan las Ortofotografías de la región a partir de vuelos actuales (Arozarena Villar, A.,....2006).

## LOS VUELOS FOTOGAMETRICOS HISTORICOS.

### Vuelos con cobertura nacional y regional (Andalucía).

Los primeros desarrollos de la fotografía aérea en España se remontan al final del Siglo XIX (1896), con la creación del Servicio de Aeroestación Militar, (Fernández, F. y Quirós, F 1996). Entre las primeras aplicaciones civiles de las fotografías aéreas, llevadas a cabo en España (Fernández F. 1998) se encuentran los ensayos para la realización de la cartografía Catastral (años 20), sin embargo su uso no se generalizaría hasta después de 1945. Por otro lado, las Confederaciones Hidrográficas (creadas en 1926) fueron de los primeros organismos que comenzaron a emplear las técnicas fotogramétricas para la obtención de cartografía de cuencas hidrográficas (Galván Plaza, R. y Losada García, J.A. 2007). Sin embargo, hasta bien entrado el siglo. XX no se llevan a cabo los primeros trabajos cartográficos basados exclusivamente en la fotografía aérea mediante técnicas fotogramétricas (generación del MTN en 1935 basada en un vuelo de 1935) (Rodríguez Esteban, J.A, Pérez Blanco, M. y Rodríguez Dalda, F.).

Estos primeros vuelos corresponden a iniciativas sobre ámbitos localizados del territorio español, pero hasta años más tarde no se contaría con un vuelo con cobertura nacional, realizado entre Febrero de 1945 y Septiembre de 1946 por Army Map Service (AMS) de los Estados Unidos (identificado como "Serie A"), aunque algunos ámbitos se cubrieron posteriormente en 1947 para revolar ámbitos que habían quedado cubiertos por nubes... (Urteaga, L. y Nadal, F. 2001). Esto demostraba el gran interés del AMS por cubrir con el mayor grado de detalle el territorio español. Desde 1948, el AMS se convirtió en el mayor centro de producción cartográfica de España disponiendo de información crucial (datos para el cálculo de la Red Geodésica y un vuelo con cobertura nacional).

En 1953 se produjeron acuerdos militares entre España y Estados Unidos que darían lugar al establecimiento de bases militares en territorio español. En 1956-57, el AMS realizó un segundo vuelo con cobertura nacional (Serie B) en colaboración con el Servicio Geográfico del Ejército y el Instituto Geográfico Nacional que llevaron a cabo la toma de puntos de Apoyo. (Boletín de la D. G. del IGC, segunda época 1957-1963). De ambos vuelos, "Serie A" y "Serie B" custodian copias en el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF).

Entre 1967-68 se realizó por el CECAF otro vuelo ("Serie C") pero que solo cubriría la franja central del territorio nacional (no cubriendo territorio andaluz). En 1984-85 se llevaría a cabo un cuarto vuelo realizado por el Instituto Geográfico Nacional en colaboración con el Servicio Geográfico del Ejército. Entre ambas fechas se realizó el Vuelo Interministerial de 1977-83, realizado mediante colaboración de varios Ministerios MAPA-MFOM-MDEF-MEH y denominado comúnmente IRYDA (Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario). Este vuelo está custodiado actualmente por varios organismos pero en su mayor parte se encuentra en MMAMRyM. Sus características técnicas (escala 1:18.000), fechas, cobertura nacional y estado de conservación hacen que este vuelo sea uno de los que mayor interés suscita y el más demandado del archivo del MMAMRyM, que cuenta con aproximadamente 23.000 vuelos.

Posteriormente, se han realizado vuelos con cobertura nacional con diferentes objetos. Aunque la mayoría se han realizado con por el CECAF/IGN para producción cartográfica, hay que destacar el Vuelo de 1989-90 realizado por la D.G. de Costas (MMA) sólo del litoral, y el de 1987-90 del Instituto Nacional Denominación de Origen (MAPA) en colaboración con la Catastro (MEH) para dar soporte al SIG Vitícola.

Aunque ha sido la Administración General del Estado (AGE) la protagonista en la realización de la mayor parte de coberturas fotogramétricas sobre el territorio nacional, a finales del siglo XX muchas Comunidades Autónomas toman un papel importante en la obtención de coberturas fotográficas regionales. La Junta de Andalucía y más concretamente el Instituto de Cartografía de Andalucía (ICA), desde los años 80 realiza varios vuelos fotogramétricos con cobertura regional o parcialmente regional, orientados fundamentalmente para dar soporte a su actividad cartográfica relacionada con la producción del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000.

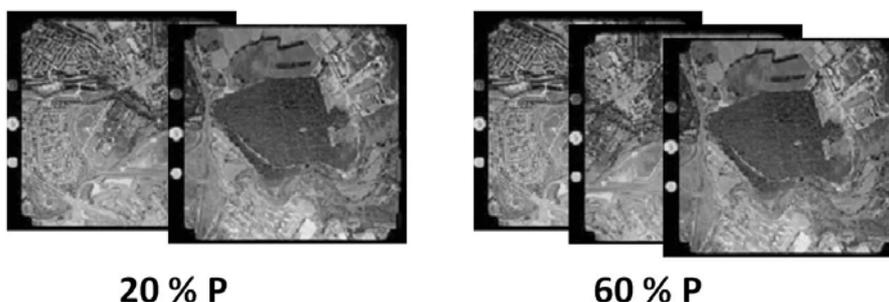
**Tabla 1.** Relación de Vuelos Fotogramétricos Históricos, recientes y actuales sobre ámbito nacional y regional de Andalucía. Estado actual de disponibilidad en formato actual. Seleccionados en Magenta los Vuelos Históricos de interés y en Amarillo el vuelo de referencia (Vuelo de 2001-02).

AÑO	VUELOS	ORGANISMO	ESCALA	PELICULA	AMBITO	DIGITAL ANDALUCIA
1945-1946	Americano. Serie A	AMS	44.000	B/N	España	En desarrollo
1956-1957	Americano. Serie B	AMS-CECAF	33.000	B/N	España	100%
1967-1968	Nacional. Serie C.	MFOM (IGN)	33.000	B/N	España. Franja Central	En desarrollo
1977-1983	IRYDA	MAPA-MFOM-MDEF-MEH	18.000	B/N	España	100% (Escaneado 20% p)
1982-1992	Territorial	Junta de Andalucía (COPT)	25.000	B/N	Andalucía (Irregular)	En desarrollo
1984-1985	Nacional. Serie D	MFOM (IGN).	30.000	B/N	España	100% (Escaneado 20% p)
1989-1990	Vuelo Costas	D.G. Costas	5.000	Color	Costas	En desarrollo
1987-1990		MAPA (INDO) - CATASTRO	18.000	B/N	España	En desarrollo
1991-1996	Territorial	Junta de Andalucía	20.000	B/N	Andalucía (Provincias)	En desarrollo
1992-2005	Vuelo Quinquenal. Serie 40.000	CECAF	40.000	B/N	España	90%
1995-1996	Territorial	Junta de Andalucía (COPT)	60.000	Color	Andalucía (Oriental/Occidental)	100%
1996-2000	General	MFOM (IGN).	40.000	B/N	España	100%
1997-1998	Olystat	MAPA	40.000	B/N	España	100%
1998-1999	Territorial	Junta de Andalucía (COPT-CAP-CMA)	60.000	Color	Andalucía (Oriental/Occidental)	100%
1999-2003	Vuelo Quinquenal. Serie 40.000.	MFOM (IGN).	40.000	B/N	España	100% (Escaneado 20% p)
2001-2002	Andalucía	Junta de Andalucía (COPT-CAP-CMA)	20.000	B/N	Andalucía (Or./Occidental)	100%
2004-2007	Vuelos recientes	Junta de Andalucía (COPT-CAP-CMA)- MFOM (IGN)	NP	Color	Andalucía (Cuadrantes)	100%
2008-2009	Vuelos recientes	Junta de Andalucía (CVOT)-MFOM (IGN)	NP	Color	Andalucía (Norte/Sur)	100%
2010-2011	Vuelos actuales	Junta de Andalucía (CVOT)-MFOM (IGN)	NP	Color	Andalucía (Norte/Sur)	100%
2005-2015	Vuelo Quinquenal. Serie 40.000	CECAF	40.000	B/N	Nacional	En desarrollo

### La digitalización de los Vuelos Históricos.

Los mencionados vuelos con cobertura regional junto con todos los vuelos realizados en ámbitos locales constituyen la mayor fuente de información del territorial disponible del pasado, suscitando el interés de un gran número de usuarios en los diferentes ámbitos: Administraciones Públicas, Universidades, empresas privadas, y ciudadanía en general... por lo que los principales centros productores y/o custodiantes de dicha información (fundamentalmente CECAF y CNIG), han estado llevando a cabo procesos de digitalización de ésta documentación para poner en valor dichas imágenes.

El CECAF está escaneando masivamente los aproximadamente 2,5 millones de fotogramas analógicos que custodia en su archivo de vuelos (los procesos se iniciaron aproximadamente en 2000), mientras que el CNIG con objeto de tener un registro digital de todo el territorio (para análisis multitemporales, informes periciales...) ha llevado a cabo un proceso de escaneado de algunos de los principales vuelos fotogramétricos con cobertura nacional, con un recubrimiento longitudinal del 20% (es decir, fotogramas alternos (BOE 184, 3 Agosto 2005)



**Gráfico 1.** Escaneado de fotogramas con recubrimiento del 20% (fotogramas escaneados alternos) y 60% (colección completa escaneada).

En otros niveles desde las CCAA y entidades locales, también existen iniciativas similares, como la que están desarrollando de forma colaborativa el Instituto de Cartografía de Andalucía y la CMA (sobre un total de unos 180.000 fotogramas del territorio andaluz (Catálogo de Información Ambiental de la Rediam e IDE-A).

Desde la Comisión de Teledetección y Cobertura Aérea del Territorio del Consejo Superior Geográfico se está, asimismo, diseñando un plan de coordinación del inventariado, digitalización, tratamiento y diseminación de los Vuelos Fotogramétricos históricos que existen en muy diversos organismos, tanto españoles como de otros países (Arozarena, A. 2009.).

## Necesidad de la ortorrectificación de los Vuelos.

El uso directo de las fotografías aéreas tiene una serie de limitaciones tanto no sólo geométricas sino que afectan a la fotointerpretación (Rodríguez Esteban, J.A, Pérez Blanco, M. y Rodríguez Dalda):

- La falta de geometría de las fotos imposibilita su uso correcto para su integración e interacción con otras capas de información en herramientas GIS o similares. Además otras capas de información pueden facilitar la fotointerpretación si se dispone de imágenes geométricamente correctas.
- Para cotejar diferentes series de fotografías la interpretación se dificulta en gran medida debido a las diferentes escalas de los vuelos utilizados, tipos de película y resoluciones (tamaño de píxel) en el caso en el que las imágenes se encuentren en formato digital.
- El punto de vista desde el que se perciben determinados elementos del territorio afecta a la interpretación de la imagen en función de su posición en los fotogramas respecto al centro de proyección (nadir de la fotografía). Además hay que tener en cuenta las diferencias de color o tono de las fotografías de un mismo vuelo (diferentes fechas y horas de captura).
- En este sentido, los mosaicos de Ortofotografías ajustados radiométricamente reducen en gran medida la influencia de los aspectos anteriores, pero además proporcionan una base geométrica precisa sobre la su puesto pueden medirse distancias y superficies con precisión...
- Por otro lado, si se dispone de fotogramas estereoscópicos (60%) se pueden generar MDE a partir de esos vuelos. Las diferencias entre MDE de vuelos de diferentes época aporta una capa más de información en los análisis de cambios (movimientos en tierras, procesos erosivos, extracciones en canteras, acopio de desechos,...)...

Por ello para la realización de análisis multitemporales del territorio ya sea en el ámbito medioambiental como en cualquier otro es fundamental contar con información que reproduzca de forma fidedigna las características del territorio, geométricamente correcta y que se encuentre perfectamente georrreferenciada en el sistema de referencia y proyección establecidos al efecto (BOE nº 207 de 20/08/2007).

## ELECCION DE VUELOS DE INTERES AMBIENTAL.

Ante la disponibilidad y estado de los vuelos fotogramétricos que cubren la región andaluza (recogidos esquemáticamente en la Tabla 1) la Consejería de Medio Ambiente en su interés en los vuelos anteriores a 1997-98, para realizar una evaluación del estado del territorio tanto desde el punto de vista de los cambios como de la conservación de los usos del suelo, comienza a trabajar sobre el vuelo americano 1956 (Serie B), continuando con los vuelos de 1977-78 y 1984-85. Algunos aspectos más relevantes para elección de estos vuelos:

**1956-57, Vuelo americano (Serie A):** Además del detalle del territorio proporcionado por este (relacionado directamente con su escala de realización, 1:33.000) frente al obtenido con el vuelo de la Serie A (1945-46) existen otros aspectos relevantes vinculados a la fecha de obtención. Tiene una gran importancia urbanística, ya que coincide con la aprobación en 1956 de la primera Ley del Suelo estatal española. (1956-2007, Medio Siglo de Cambios en Andalucía).

**1977-78, Vuelo Interministerial b/n 1:18.000 (IRYDA).** Este vuelo resulta de una gran interés por la calidad de conservación, cobertura territorial pero sobre todo por el detalle que ofrece del territorio debido a la escala con la que fue realizado (1:18.000) comparable con el vuelo b/n de 2001-02

Este vuelo constituye el punto intermedio entre 1956 y a los vuelos más actuales que han sido ortorectificados (Olystat 1997-98 y Territorial de Andalucía 1988-89). Se realizó en el momento justo de cambios sustanciales en las políticas económicas y territoriales en España. Entre otros, en relación a las actuaciones forestales, estas imágenes suponen un antes y un después cambio de política en relación a las actuaciones de repoblaciones forestales.

**1984-85, Vuelo General de España.** Aunque en Andalucía se disponía de otro vuelo de la misma época (vuelo Territorial de Andalucía), este vuelo proporciona un detalle del territorio mayor calidad (escala 1:30.000). Este vuelo tiene una gran relevancia nacional ya que aporta una visión del territorio previa a la incorporación de España en la Unión Europea (1986) y a los cambios que la Política Agraria Común (PAC) provocaría en el territorio nacional pero muy especialmente en Andalucía. Además este vuelo precedió la implantación del

Plan Forestal de Andalucía (1989). Mencionar que en 1984 se crea la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (AMA) que daría lugar a la CMA en 1996.

Además de los motivos expuestos para la elección de los vuelos de 1977-78 y 1984-85, hay que mencionar que el CNIG disponía de los fotogramas escaneados de estos dos vuelos, con un recubrimiento del 20%. Aunque la resolución con la que se habían escaneado (25  $\mu$ m) no era la más adecuada para la posterior explotación de esta información, sería suficiente para la producción de Ortofotografías Históricas. No obstante, la mayor definición de los vuelos analógicos en blanco y negro (películas con grano fino) respecto a los de color..., permite que a pesar de la baja resolución de escaneado, potencialmente se pudieran obtener imágenes de referencia con el detalle suficiente para la generación de una cartografía de usos a 1:25.000. Hay que añadir que la resolución de escaneado habitual es 15  $\mu$ m y en ocasiones se utilizan 21  $\mu$ m, aunque existen casos concretos como los del CECAF que está empleando resolución de 10  $\mu$ m para el escaneado de todos sus vuelos.

Por otro lado, hay que destacar que este recubrimiento (limitado al 20%), además de dificultar el proceso de orientación (Aerotriangulación), imposibilita la generación de MDE (terreno) ó su edición del MDT actualizándolo "hacia atrás" al momento de realización del vuelo. Estos aspectos empeorarían notablemente la calidad de las Ortofotografías obtenidas a partir de estos fotogramas alternos orientados y de estos MDT no editados. Estos motivos fundamentan que desde la CMA se asumiese el escaneado logrando un recubrimiento longitudinal del 60% para llevar a cabo los procesos de ortorrectificación de los vuelos históricos llevan a cabo todos los esfuerzos posibles y las colaboraciones institucionales necesarias para la obtención del 100% de fotogramas en formato digital.

#### **COLABORACIONES INSTITUCIONALES.**

Desde la CMA se han llevado a cabo los trabajos de ortorrectificación de los mencionados vuelos, pero el desarrollo de estos ha sido posible en base a una serie de colaboraciones institucionales entre la CMA y otros organismos que custodiaban la documentación relativa a los mismos. A continuación se menciona las principales puntos de interés de estas colaboraciones:

**CECAF.** Mediante Acuerdo de Abril de 2006, el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (Ministerio de Defensa) aporta los negativos fotográficos (unos 7243 correspondientes a la cobertura territorial de Andalucía) para su posterior digitalización por parte de la Junta de Andalucía. A pesar de la fecha de firma, la colaboración entre ambos organismos ya llevaba realizándose desde hacía tiempo.

**CNIG.** Mediante Convenio de Colaboración de Octubre de 2008, el Centro Nacional de Información Geográfica (Ministerio de Fomento) proporciona a la CMA las colecciones de fotogramas escaneados tanto del Vuelo de 1977-78 como de 1984-85 (disponibles con 20% de recubrimiento) según los trabajos realizados previamente por este organismo (tal como se ha comentado con anterioridad). Por otro lado, el CNIG responsable de la custodia del vuelo de 1984, facilitará la colección completa de negativos del vuelo 1984-85 (y resto de documentación de interés) para completar la colección de fotogramas escaneados de dicho vuelo (es decir con 60% de recubrimiento) y algunos fotogramas del vuelo 1977-78 que custodia.

**MMAMRyM.** Mediante esta colaboración, el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (responsable de la custodia de la mayor parte del vuelo de 1977-78), facilitará la colección completa de negativos de este vuelo para completar igualmente la colección de fotogramas escaneados (60% de recubrimiento).

#### **METODOLOGIA DEL PROCESO DE PRODUCCION.**

La metodología seguida en los procesos de ortorrectificación de estos vuelos es similar a la clásica que ha venido desarrollándose a partir de vuelos con cámaras fotogramétricas analógicas ya en desuso, aunque todavía siguen utilizándose en algún caso (CECAF vuelo quincenal 2005-2015). Esta metodología comprende las siguientes fases: Recopilación de información histórica disponible; escaneado de fotogramas; definición de bloques de trabajo; obtención de puntos de apoyo de segundo orden; Aerotriangulación; actualización hacia atrás del Modelo Digital del Terreno (MDE); ortorrectificación, ajuste de radiométrico (homogeneización) y mosaicado.

La principal diferencia de llevar a cabo este proceso sobre un vuelo histórico respecto a un vuelo actual son las limitaciones en cuanto a la obtención de puntos de apoyo topográfico, imposibilitando en la mayor parte de los casos la toma de puntos sobre detalles identificables en las fotografías. Por ello el proceso habitual es la obtención de los puntos de apoyo y el MDE de vuelos orientados previamente (PPT Servicio de ortorrectificación de Vuelo... y PPT PNOA Histórico).

### Datos de Partida.

En base a los antecedentes expuestos de la CMA en relación a la realización de vuelos y generación de Ortofotografías, en la Rediam se dispone de una serie de productos importantes obtenidos a partir de estos proyectos cuya importancia radica en su posibilidad de reutilización en los procesos de ortorrectificación posteriores ya sean hacia adelante (sobre vuelos actuales) o hacia atrás (sobre vuelos históricos).

- **Red de Puntos de Apoyo (RPA) de la Rediam:** Está constituida por información histórica de los puntos terreno (XYZ) obtenidos mediante observación de campo que se han estado utilizando de forma reiterativa en los diferentes proyectos de ortorrectificación de vuelos. El primer conjunto de puntos corresponden al Vuelo Territorial de 1998 (1998-99) obtenidos a partir de la Red Geodésica establecida al efecto en Andalucía. A partir de estos datos se ha ido densificando la RPA con puntos de apoyo de los Vuelos de 2001-02, 2004-07,... Actualmente la RPA cuenta con aproximadamente 5718 puntos (Catálogo de Información. Rediam).

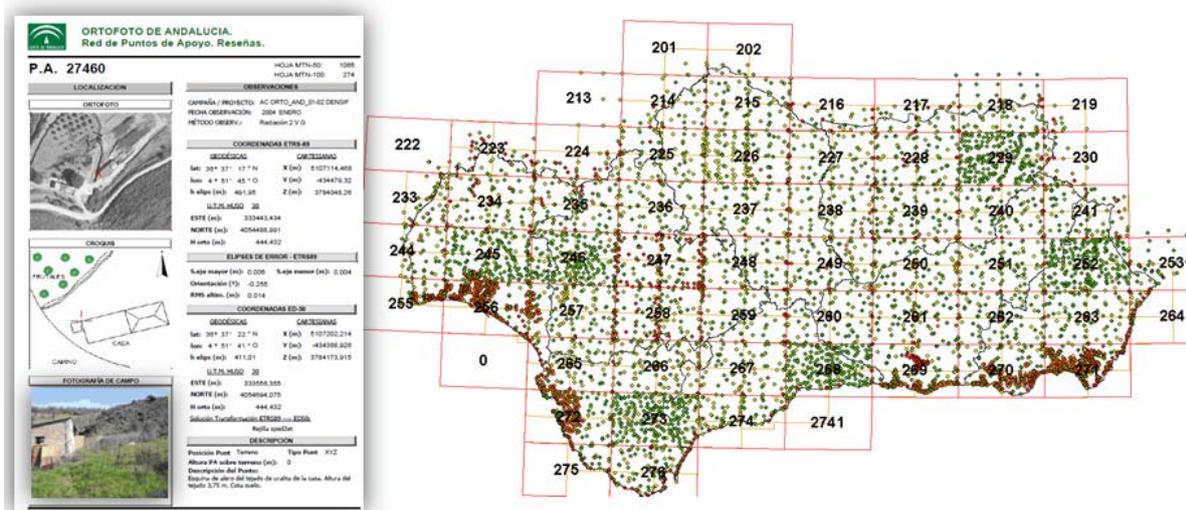


Gráfico 2. Red de Puntos de Apoyo de la Rediam, distribución regional y reseña de Punto de Apoyo.

- **Modelo Digital de Elevaciones (MDE) del Terreno de Andalucía.** A partir del Vuelo 2001-02 (escala 1:20.000) se generó el primer MDE de detalle (resolución 10 m) que se establecería como principal Base de Referencia Altimétrica Regional (Edición DVD). Este MDE se ha utilizado como datos de partida (al igual que la RPA) en otros proyectos de ortorrectificación, y se ha ido actualizando (ajustando al terreno) secuencialmente a partir de los fotogramas orientados de los vuelos posteriores.



Gráfico 3. Modelo Digital de Elevaciones (Terreno) de Andalucía a partir de Vuelo de 2001-02.

- **Certificados de Calibración de cámaras fotogramétricas (Rediam).** Histórico de certificados de calibración de cámaras fotogramétricas analógicas (y digitales) de vuelos realizados ó utilizados por la Consejería de Medio Ambiente. Necesarios para la realización de Orientación (Interna) de fotogramas y para el cálculo de la Aero-triangulación.

La reutilización de estos productos, sistemática seguida en todos los proyectos de ortorrectificación de vuelos regionales de la Junta de Andalucía, además de aportar consistencia geométrica interna a las diferentes series de productos, es un aspecto que resulta más económico debido a que los costes de actualización son más reducidos que los de generación desde el inicio (fundamentalmente MDE). En los procesos de ortorrectificación de Vuelos Históricos se han reutilizado tanto MDE como RPA, pero también cálculos de Aero-triangulación (Vuelo de 2001-02). Por ello en las tablas correspondientes a las diferentes fases del trabajo se adjuntan también las características técnicas de estos vuelos para tomar referencias comparativas.

### Recopilación de documentación y Escaneado.

En base a las relaciones institucionales establecidas para la obtención de los vuelos fotogramétricos de interés, se han llevado a cabo procesos de recopilación tanto de documentación en formato analógico (fotogramas, gráficos de vuelo, certificados de calibración disponibles,...) como en digital (fotogramas disponibles, bases de datos de centros de proyección,...). Ha sido necesario realizar unos controles de calidad previos a los procesos de producción para tener controlada tanto la documentación, como sus limitaciones (cobertura territorial, disponibilidad,...).

Sobre los vuelos de 1977-78 y 84-85 se planteó inicialmente una alternativa para escanear a 15 µm ambas colecciones. De esta forma se hubieran obtenido valores de pixel sobre el terreno de 0.45 y 0.70 m de GSD (Ground Sample Distance) respectivamente. Esta opción se rechazó por resultar aceptables las Ortofotografías de 0.5 m y 1 m obtenidas a partir de las resoluciones anteriores (digitalizando a 25 µm). Además, este aspecto suponía ahorro de costes por la disponibilidad del 50% de fotogramas ambas colecciones en digital (fotogramas alternos) y por ahorro de tiempo en la disponibilidad de la información de partida.

**Tabla 2.** Datos básicos de vuelos históricos y fase de Escaneado. Vuelos Históricos y Vuelo de Referencia (2001-02)

ORGANISMO	VUELO	ESCALA	PELICULA	TRAZADO Y RECUBRIMIENTOS (p% y q%)	COBERTURA REGIONAL	Nº FOTOS	RESOLUCION ESCANEADO (µm)	ESCANEADO	Fotograma GSD (m)	Ortofoto GSD (m)
Junta de Andalucía (COPT-CAP-CMA)	2001-02	20.000	B/N	CORRECTO (GPS)	CORRECTO (Hojas MTN100)	27.000	15	Realizado en el Proyecto	0,30	0,5
CECAF	1956-57	33.000	B/N	INCIDENCIAS	INCIDENCIAS	7.243	21	Realizado en el Proyecto	0,69	1
MMAMRyM	1977-78	18.000	B/N	CORRECTO	CORRECTO (HOJAS MTN100)	13.650	25	50% CNIG (Cobertura al 20%ep)	0,45	0,5
						13.650	25	Realizado en el Proyecto		
						27.300	15	Opción desechada	0,27	0,5
MFOM (CNIG)	1984-85	30.000	B/N	CORRECTO	CORRECTO (HOJAS MTN100)	4.500	25	50% CNIG (Cobertura al 20%ep)	0,75	1
						4.500	25	Realizado en el Proyecto		
						9.000	15	Opción desechada	0,45	0,5

### Apoyo Topográfico de Campo y Aero-triangulación.

Aunque para realizar el Apoyo topográfico de los vuelos se disponía de los puntos (XYZ) observados directamente en campo (Apoyo de 1er Orden) de la RPA, el hecho es que la mayor parte de estos puntos no resultaban identificables. Por ello se ha recurrido a la utilización de puntos con obtención directa de XYZ sobre pares estereoscópicos (Apoyo de 2º Orden) para los vuelos de 1977-78 y 1984-85. Para la Orientación del Vuelo de 1956-57 se recurrió incluso a la obtención de puntos sobre la Ortofotografía (XY) e interpolación sobre el MDE (Z), ambos productos correspondientes al Vuelo de 2001-02. Todos estos puntos de apoyo se han utilizado como puntos de control (partici-

pación en el cálculo de Aerotriangulación) o chequeo (comprobación del cálculo). Como aspecto relevante y novedoso en la metodología, se han utilizado puntos de paso y enlace del cálculo de la Aerotriangulación del vuelo de 2001-02 como puntos de control altimétrico (Z) para el vuelo de 1977-78. En este vuelo se han utilizado exclusivamente los puntos de la RPA como puntos de chequeo. (PPT Ortofotografía Histórica PNOA).

Mencionar que se disponía de escasos certificados de calibración necesarios para los procesos de cálculo de Aerotriangulaciones y por tanto se ha recurrido a obtener estos datos por métodos indirectos.

**Tabla 3.** Datos básicos fases de Apoyo Topográfico de Campo (AC) y Aerotriangulación (AT). Vuelos Históricos y Vuelo de Referencia (2001-02)

VUELO	ESCALA	FOTOGRAMA GSD (m)	APOYO TOPOGRAFICO	COORDS.	FUENTE DE INFORMACION	PUNTOS DE APOYO	Nº BLOQUES AT	TAMAÑO BLOQUES AT	CERTIFICADOS DE CALIBRACION	PRECISIONES BLOQUE AT
2001-02	20.000	0,30	1er Orden	X, Y, Z	GPS...	Control	76	Hojas 100	DISPONIBLES	GSD Vuelo
				X, Y, Z	GPS...	Chequeo		2x 2 Hojas 50		
				X, Y, Z (*)	Vuelo 2001-02	Paso y Enlace		6 variaciones		
1956-57	33.000	0,50	3er Orden	X, Y	Orto 2001-02	Control	41	Irregular	NO DISPONIBLES	NO PROCEDE
				Z	MDE 2001-02	Control				
				X, Y, Z (*)	Vuelo 1956	Paso y Enlace				
1977-78	18.000	0,38	2 Orden	X, Y	Vuelo 2001-02	Control (Esquinas Bloque)	25	Aproximadamente 3x3 Hojas 50 6 variaciones	DISPONIBLES (Obtenidos Expeditamente)	GSD Vuelo
				Z	Vuelo 2001-02	Control (interior Bloque)				
				X, Y, Z	RPA	Chequeo (interior Bloque)				
				Z	Vuelo 2001-02 (Cálculo)	Paso y Enlace				
				X, Y, Z (*)	Vuelo 1977-78	Paso y Enlace				
1984-85	30.000	0,63	2 Orden	X, Y, Z	Vuelo 2001-02; Olystat 1998; Vértices Geod; RPA	Control	14	Aproximadamente 5x5 Hojas 50 6 variaciones	NO DISPONIBLES (Obtenidos Expeditamente)	2 x GSD Vuelo
				X, Y, Z	Vuelo 2001-02; Olystat 1998; Vértices Geod; RPA	Chequeo				
				X, Y, Z (*)	Vuelo 1984-85	Paso y Enlace				

### Modelo Digital de Elevaciones (Terreno).

El escaneado de las colecciones completas de fotogramas (fundamentalmente en los vuelos de 1977-78 y 1984-85) ha posibilitado un cálculo de aerotriangulaciones más riguroso y clásico. Este hecho ha posibilitado la edición interactiva sobre el MDE de partida para obtenerlo en fechas de vuelo mencionadas. Este hecho hubiese sido imposible con recubrimiento de fotogramas del 20%. Además contar con un MDE adaptado al terreno mejora la calidad geométrica de las Ortofotografías.

Se ha utilizado el MDE del vuelo de 2001-02 como producto de partida para realizar su actualización “hacia atrás” hasta las fechas de los vuelos (Villa, G. 2008). Aunque lo lógico hubiera sido actualizar “hacia atrás” a 1984-85 y reactualizarlo “hacia atas” a 1977, la escala y precisión de los vuelos de 1977-78 (escala 1:18.000) y 2001 (20.000) son similares (y los procesos de Aerotriangulación de similar precisión), por ello primero se ha actualizado hacia 1977-78 y posteriormente se ha actualizado hacia adelante a 1984-85 (escala 1:30.000). Las limitaciones geométricas del vuelo de 1956-57 han imposibilitado dicha actualización hacia atrás para obtener un MDE de esa época.

**Tabla 4.** Datos básicos fases de obtención de Modelo Digital de Elevaciones (EL) y generación de Ortofoto (OF). Vuelos Históricos y Vuelo de Referencia (2001-02)

VUELO	ESCALA	FOTOGRAMA GSD (m)	OBTENCION DE MDE	MALLA MDE (m)	MDE RMSE (Z)	ORTOFOTO GSD (m)	ORTOFOTO RMSE (X; Y)
2001-02	20.000	0,30	Vuelo 2001-02 Correlación + Breaklines + Edición	10	2	0,5	1
1956-57	33.000	0,69	MDE de 2001-02 (Sin edición)	10	NO PROCEDE	1	NO PROCEDE
1977-78	18.000	0,45	MDE de 2001-02 (Edición = Actualización hacia atrás)	10	2	0,5	1
1984-85	30.000	0,75	MDE de 2001-02 (Edición = Actualización hacia atrás)	10	2	1	2

### Generación de Ortofotografías.

Además de la ortorrectificación de los fotogramas se han llevado a cabo ajustes radiométricos y mosaicado de fotogramas para obtener productos geométrica y radiométricamente continuos en todo el territorio. Los resultados son espectacularmente destacables en las Ortofotografías de 1977-78, en donde se han tomado en consideración las características físicas del territorio para la realización de este ajuste radiométrico.

### RESULTADOS Y DIFUSION DE PRODUCTOS.

Los trabajos preliminares de ortorrectificación del Vuelo de 1956 se iniciaron en 2003, y la obtención de Ortofotografías sobre la Provincia de Almería en 2004 con fotogramas disponibles en Andalucía. Durante los años posteriores se realizaron los procesos de escaneado y producción de Ortofotografías simultáneamente. Los procesos de producción de Ortofotografías acabaron a finales de 2006.

Los trabajos preliminares de ortorrectificación de los Vuelos de 1977-78 y 1984-85 se iniciaron en 2007 pero la producción se inició en 2008 después de disponer de las colecciones completas de fotogramas y documentación complementaria. Actualmente la producción de la Ortofotografía de 1977-78 está en control de calidad y la de 1984-85 está en proceso de finalización.

Todos los productos obtenidos en los 3 proyectos de ortorrectificación se integran en el Catálogo de Información Ambiental de la REDIAM y se ponen a disposición de los usuarios mediante las vías más adecuadas (accesibles a través del Canal de la Rediam, que aspira a garantizar el derecho de acceso a la información ambiental, utilizando las más modernas tecnologías de la información y la comunicación: Servicios OGC (WMS), Visor-Descargas de Imágenes del Territorio,... (Gráfico 4).

Además recientemente se ha realizado una edición en DVD: "Ortofotografía Digital Histórica de Andalucía. 1956-2007, Medio Siglo de Cambios en Andalucía". (Gráfico 5).

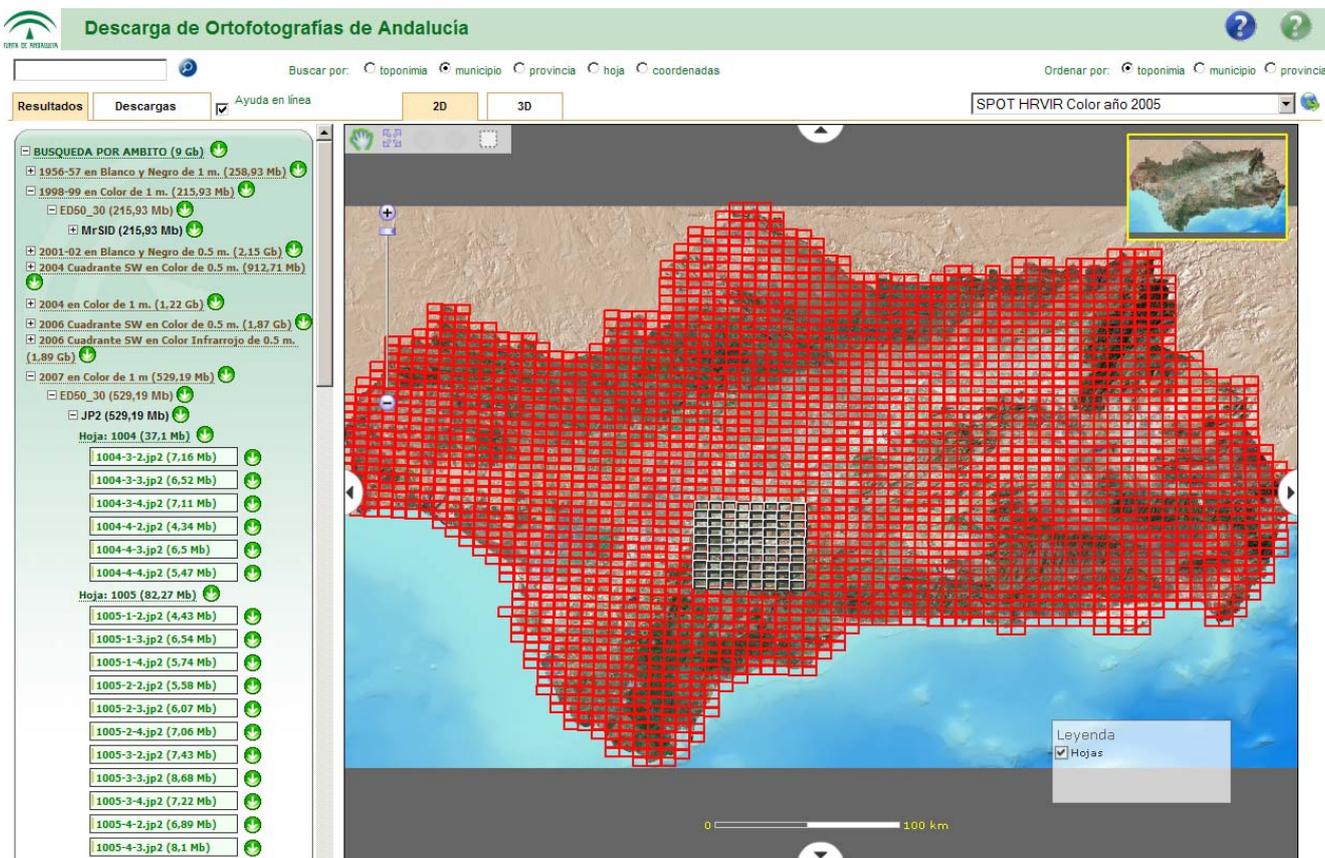


Gráfico 4. Visor de Descarga de imágenes del Territorio. Canal de la Rediam.

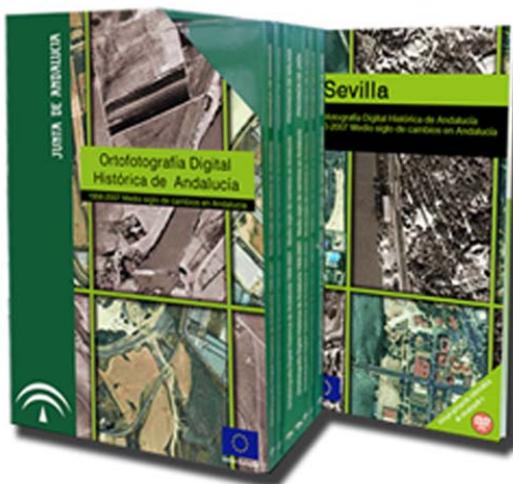


Gráfico 5. Edición Colección DVD´s provinciales. “Ortofotografía Digital Histórica de Andalucía). 1956-2007, Medio Siglo de Cambios en Andalucía”.

## DISCUSIÓN.

Es fundamental disponer de la totalidad de fotogramas escaneados de un Vuelo Histórico escaneado si se quiere realizar un proceso fotogramétrico correcto, conseguir calidad y precisión en los productos generados (fotogramas orientados y Ortofotografías geométricamente correctas). Además, el proceso de producción de Ortofotografías con recubrimiento del 60% al ser menos problemático que con recubrimiento del 20%, resulta ser más económico en relación con los productos y calidad que se obtienen en los mismos.

De esta forma, a partir de los pares estereoscópicos se puede generar o actualizar “hacia atrás” el Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Esto permite que mediante diferencias de MDE de épocas distintas se obtengan directamente cambios bruscos del territorio (embalses, infraestructuras de comunicación,...). Además se pueden obtener servicios OGC (WMS) de pares estereoscópicos.

Para llevar a cabo cartografía temática (histórica) con el rigor geométrico necesario y la consistencia temática necesaria (a partir de la interpretación de las imágenes) y posteriores análisis multitemporales del territorio, se hacen imprescindibles los procesos de ortorrectificación de los Vuelos Fotogramétricos Históricos. De esta forma se obtienen Bases de Referencia de características similares y contrastables en el tiempo para medir, delimitar y fotointerpretar correctamente la información que proporcionan las imágenes.

Las aplicaciones de las Bases de Referencia Territoriales recientes y actuales se complementan con la disponibilidad de Bases de Referencia territoriales Históricas.

En la Metodología de ortorrectificación de vuelos o producción de Ortofotografías, la reutilización de productos disponibles (MDE, Apoyo Topográfico, datos de orientación de otros vuelos,...) es de gran utilidad para ahorrar costes en producción y reducir las incoherencias geométricas (fundamentalmente en los MDE).

La metodología seguida para la Aerotriangulación del vuelo 1977-78 (IRYDA) es muy válida para la ortorrectificación del mismo en el resto del territorio nacional o para su aplicación en otros Vuelos Históricos fundamentalmente porque ahorra trabajo y los resultados son como poco, sorprendentes. Es fundamental que el vuelo tenga una escala muy similar (o de mayor detalle) con independencia de las fechas de ambos. Además se dispone de vuelos recientes con la escala y resolución del Vuelo 2001-02 de Andalucía en el resto del territorio nacional procedentes fundamentalmente de los proyectos PNOA. Igualmente es fundamental que estos vuelos de referencia cubran una superficie amplia y hayan sido realizados de forma homogénea. Es fundamental que los criterios de calidad de las fases de Apoyo Topográfico de Campo, Aerotriangulación y Modelo Digital Elevaciones sean del mismo modo homogéneos para garantizar buenos resultados sobre el Vuelo Histórico.

Mediante la actualización hacia atrás de los cambios en el MDE a partir de un MDE de precisión, en vez de generar nuevos MDE para cada vuelo, se reduce o elimina la influencia de la falta de precisión de los datos por la escala de vuelo (edición, altura mínima detectable,...) y se reduce la incertidumbre en la determinación de cambios en el territorio. Debido a que solo se edita en donde hay cambios y no en todo el territorio... Es precisa en cualquier caso, una completa inspección estereoscópica del MDE para verificar qué son cambios ó errores groseros del MDE de partida. En zonas de cambios entre dos fechas de vuelo, de Forestal a Suelo desnudo o viceversa, pueden ponerse de manifiesto errores en los MDE (debido a que no estuvieran correctamente posados en las zonas de bosque en donde no se apreciaba correctamente el suelo). En cualquier caso, en estas zonas se ponen de manifiesto los cambios de uso del suelo.

Las Ortofotografías obtenidas en los procesos descritos responden perfectamente a las necesidades que requieren los procesos de fotointerpretación y producción de Cartografía de Usos del Suelo y Coberturas Vegetales de Andalucía.



Gráfico 6. Detección de grandes cambios a partir de diferencias directas de MDE de diferente época.

## CONCLUSIONES.

Los vuelos fotogramétricos históricos son una herramienta fundamental en diferentes aplicaciones (entre otras las legales) constituyendo un documento oficial sin alteraciones. Son necesarios procesos de digitalización y tratamiento adecuado de las imágenes para ponerlos a disposición de los usuarios. Sobre los fotogramas escaneados pueden llevarse a cabo procesos de ortorrectificación de forma que se constituyen como Bases de Referencia Históricas del territorio, a partir de los cuales se puede generar cartografía temática, análisis multitemporales del territorio, estudios e informes ambientales,...

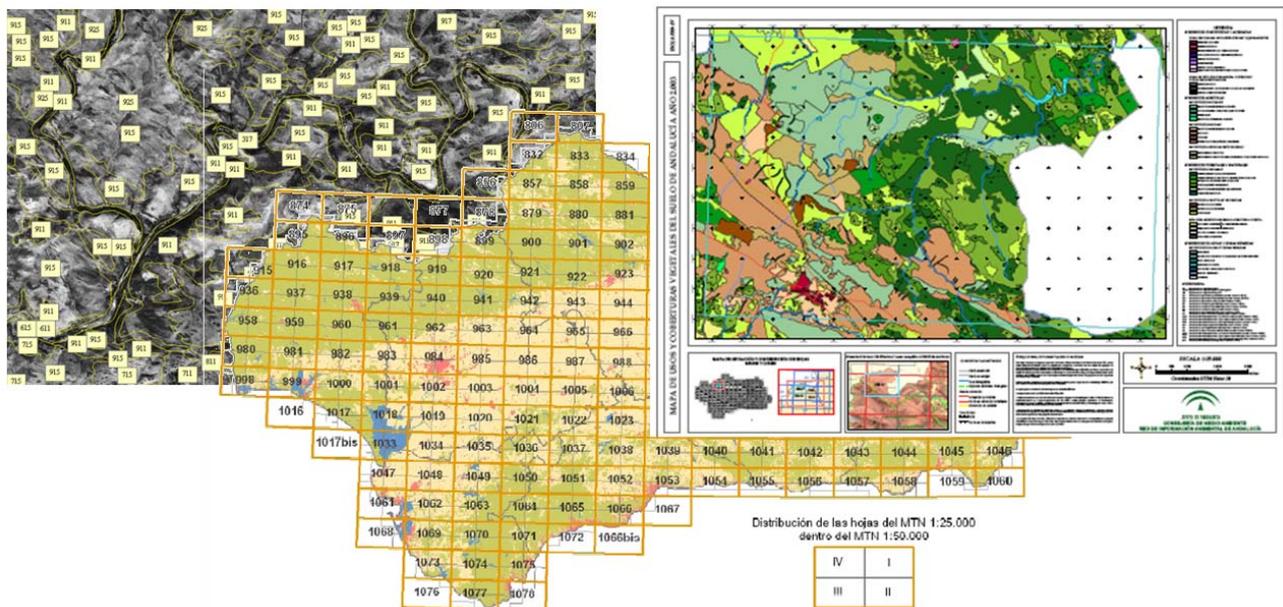
En el primer mes de la puesta a disposición de los servicios OGC (WMS) a todos los usuarios mediante el Canal de la Rediam, se recibieron más de 1 millón de consultas... Desde entonces, el acceso al servicio WMS y a los ficheros de imágenes través del Visor de descargas de imágenes del territorio no ha cesado de tener consultas. Se prevé que con la incorporación de los servicios WMS y ficheros de imágenes de 1977-78 y 1984-85 satisfagan igualmente gran cantidad de demandas de información de los ciudadanos.

La puesta a disposición de información histórica es de interés para el desarrollo de los procesos de gestión administración y para la satisfacción de demandas de los ciudadanos como lo demuestran las frecuentes consultas de las mismas. Es importante que la información disponible en las diferentes administraciones públicas se ponga a disposición de los usuarios a través de los Catálogos de Información Espacial y Ambiental, las Infraestructuras de Datos Espaciales y los medios disponibles.

Desde el punto de vista técnico estamos en el mejor momento para inventariar, catalogar y escanear los vuelos (Villa, G. 2008) y llevar a cabo su ortorrectificación. Las aplicaciones que los usuarios están dando a la Ortofotografías generadas a partir de los Vuelos Históricos, puede hacer pensar sobre el coste real de los trabajos en relación con los beneficios económicos derivados. Es de interés general, que todas las Administraciones Públicas u organismos que dispongan de este tipo de información espacial, colaboren al menos en el inventariado y catalogación de los vuelos fotogramétricos del territorio nacional.



Gráfico 7. Colecciones de Ortofotografías Históricas y Ortofotografía reciente de 2007 (Almería).



**Gráfico 8.** Aplicación de la Ortofotografía Histórica de Andalucía para la Obtención de Cartografía de Usos del Suelo y Coberturas Vegetales de Andalucía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Acuerdo de Colaboración entre las Consejerías de Obras Públicas y Transportes, Agricultura y Pesca, y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para la realización de Ortofotomapas de Andalucía (4 Abril de 2002).

Acuerdo de 16 de septiembre de 2008, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan Cartográfico de Andalucía 2009-2012. BOJA 215 de 29 Octubre de 2008.

<http://www.juntadeandalucia.es/boja/boletines/2008/215/d/1.html>

“Acuerdo de Intercambio de Información Geográfica entre el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (EA) y la Dirección General de Participación e Información Ambiental. Consejería de Medio Ambiente (20 Abril de 2006).”

Arozarena Villar, A,... (2006) “El Plan Nacional de Observación del Territorio en España. Situación actual y próximos pasos”. *Mapping Interactivo. Revista Nacional de Ciencias de la Tierra*. Julio 2006.

[http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1206](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1206)

Arozarena Villar, A,...(2009) “El Plan Nacional de Observación del Territorio en España como sistema básico de información del Medio Ambiente”. *Congreso Nacional de Medio Ambiente 2009 (CONAMA '09)*.

Bases de Referencia. Red de información Ambiental de Andalucía.

<http://www.cma.junta-andalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/>

Catálogo de Información Ambiental. Canal de la Red de Información Ambiental de Andalucía.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/>

“Convenio de Colaboración entre el Centro Nacional de Información Geográfica y la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para la realización de los procesos de Ortorrectificación de los Vuelos Fotogramétricos Nacionales de los años 1977-78 y 1984-85, en el ámbito de Andalucía, como base para la interpretación temática para la interpretación de Usos del Suelo (7 Octubre de 2008)”. *BOE 13 Enero 2009*.

[http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2009-598](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2009-598)

“Cesión de negativos del Vuelo Interministerial 1977-83 (IRYDA), del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, para su escaneado y aplicación en el proceso de Ortorrectificación realizado por la Consejería de Medio Ambiente (25 Febrero de 2009)”.

DIRECTIVA 2007/2/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, del 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).

Especificaciones Técnicas PNOA para la Producción de Ortofotografías Históricas.

Estrategia Forestal Española y Plan Forestal de España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Área de Medio Ambiente.

[http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes\\_politica\\_forestal/estrategia\\_monte/](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estrategia_monte/)

Galván Plaza, R. y Losada García, J.A. El vuelo fotogramétrico de 1927 de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro.

[http://www.citop.es/PubPDF/Cimbra373\\_07.pdf](http://www.citop.es/PubPDF/Cimbra373_07.pdf)

Hermosilla Cárdenas, F.J. (2010). “PNOA 25-50 cm. Estado actual”. *Asamblea PNOA. Toledo*, 4 Marzo 2010.

Ley 27/2006 de 18 Julio, sobre derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de Medio Ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE). BOE nº 171 de 19 Julio 2006).

Ley 7/2007 de 9 Julio, de Gestión integrada de la Calidad Ambiental. BOE nº 190 de 9 Agosto 2007.

Modelo Digital del Terreno de Andalucía. Relieve y Orografía. Junta de Andalucía.

<http://www.cma.junta-andalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/>

Ortofoto Digital Histórica de Andalucía. 1956-2007, Medio siglo de cambios en Andalucía. Red de Información Ambiental de Andalucía (2010).

Plan Cartográfico de Andalucía. Archivo de Vuelos del Instituto de Cartografía de Andalucía.

Pliego de Prescripciones Técnicas “Servicio de Ortorrectificación del Vuelo Fotogramétrico del IRYDA de 1977-83 en el ámbito regional de Andalucía”. EGM. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Pliego de Prescripciones Técnicas “Servicio de Ortorrectificación del Vuelo Fotogramétrico Nacional de 1984-85 en el ámbito regional de Andalucía”. EGM. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Programa de producción de información sobre usos y coberturas vegetales del Suelo; Cartografía de la vegetación y flora a escala de detalle; SIOSE: Sistema de Información de Ocupación de Suelos de España.

Red de Información Ambiental de Andalucía.

<http://www.cma.junta-andalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/>

Quirós Linares, F. y Fernández García, F. (1996). *Los orígenes de la Fotografía Aérea en España. El Servicio de Aeroestación Militar (1896-1913)*. Eria 41, 1996. págs 173-188.

REAL DECRETO 1071/2007, de 27 Julio, por el que se regula el Sistema Geodésico de Referencia Oficial en España. BOE nº 207 de 20/08/2007, pp35986-35989.

Resolución del Centro Nacional de Información Geográfica por la que se solicitan ofertas para la contratación de la asistencia técnica para el escaneado de negativos aéreos y gráficos de vuelo pertenecientes al vuelo fotogramétrico nacional de los años 1984 y 1985. BOE 184, 3 Agosto 2005.

Resolución del Centro Nacional de Información Geográfica por la que se solicitan ofertas para la contratación de la asistencia técnica para el escaneado de negativos aéreos y gráficos de vuelo pertenecientes al vuelo fotogramétrico nacional de las costas españolas en los años 1989 y 1990. *BOE 184*, 3 Agosto 2005.

Rodríguez Esteban, J.A, Pérez Blanco, M. y Rodríguez Dalda. Análisis espacio-temporales a partir de la creación de Ortoimágenes digitales del vuelo fotogramétrico de 1933 (MTN 509, Comunidad de Madrid).

<http://www.uam.es/docencia/geoteca/video/analisis1933.pdf>

Servicio Descarga de Ortofotografías de Andalucía. Red de Información Ambienta de Andalucía.

<http://www.cma.junta-andalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/>

Villa, G. "Aspectos Técnicos y Económicos del PNOA Histórico". *Jornada Técnica PNOA* (7 mayo 2008).

Urteaga, L. y Nadal, F. Las Series del Mapa Topográfico de España a Escala 1:50.000. Ministerio de Fomento. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 2001.