

# La convergencia de los Sistemas SIGPAC y SIOSE-A es posible. El papel de la teledetección.

J.M. Moreira<sup>1</sup>, Y. Gil<sup>2</sup>, D. Romero<sup>3</sup>, M.C Domínguez<sup>2</sup>, F. Cáceres<sup>1</sup>, F. Giménez de Azcárate<sup>2</sup>, P. Navas<sup>2</sup>, C. Vicent<sup>2</sup> y M.A. Mateos<sup>2</sup>

(1) Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 – Sevilla, {[josem.moreira](mailto:josem.moreira), [francisco.caceres](mailto:francisco.caceres)}@juntadeandalucia.es.

(2) Agencia de Medio Ambiente y Agua. Junta de Andalucía, C. Johan Gutenberg, 1 (Isla de la Cartuja), 41092 Sevilla, {[fgimenezdeazcarate](mailto:fgimenezdeazcarate), [ygil](mailto:ygil), [mcdominguez](mailto:mcdominguez), [pnavas](mailto:pnavas), [cvicent](mailto:cvicent), [mmateos](mailto:mmateos)}@agenciamedioambienteayagua.es.

(3) RQUER, tecnologías de sistemas. S.L. Cristo del Buen Fin, 7, 41002 Sevilla, [dromero@rquertys.es](mailto:dromero@rquertys.es)

**Resumen:** En este trabajo se plantea un proceso de convergencia, realizado en Andalucía, para los dos sistemas de información referidos a usos del suelo más importantes existentes en el Estado español actualmente: SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas) en el ámbito agrícola y SIOSE-A (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España en Andalucía) en el ámbito forestal. El proceso, basado en la información generada específicamente en Andalucía a escala 1/10.000 (interpretado a 1/5.000), está sustentado en la unificación geométrica de ambos sistemas mediante procedimientos de armonización y en la convergencia semántica a través de la determinación e interpretación de las incoherencias que aparecen entre ambos, con el apoyo del análisis de imágenes de satélite y la fotointerpretación sobre ortofotografías, así como en un proceso de actualización que descansa en el uso de técnicas de teledetección de cambios con imágenes SPOT-5. El sistema derivado de esta convergencia está orientado a dar apoyo a la gestión de ayudas agrícolas y ambientales, a la zonificación de los ámbitos de aplicación de las ayudas vinculadas al Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 y a la generación de un Registro de Explotaciones Agrícolas y Forestales de Andalucía, así como al establecimiento del ámbito de aplicación de la normativa forestal o de la referida a los hábitats de interés comunitario.

**Palabras clave:** SIGPAC, SIOSE, convergencia, fotointerpretación con ortofotografía, actualización por teledetección, gestión.

## *The convergence of SIGPAC and SIOSE-A systems in Andalusia. The role of remote sensing.*

**Abstract:** The discussion in this article focuses on the convergence process, carried out in Andalusia, between the two most important land use information systems in Spain: SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Identificación de Parcelas Agrícolas - Geographic Information System for Land Parcel Identification) in the agricultural area and SIOSE-A (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España en Andalucía - Information System for Land Occupation of Spain in Andalusia) in the forestry one. The process, based on the information specifically generated in Andalusia at a scale 1/10,000, is built on the geometric unification of the two systems by harmonizing procedures and semantic convergence, through the determination and interpretation of any inconsistencies between them, supported by satellite imagery analysis and photo-interpretation, and an update process that relies on the use of remote sensing techniques with SPOT-5. The resulting system will be used to support the management of agricultural and environmental aids, the zoning of the Rural Development Programme 2014-2020 application areas and the creation of a Register of Agricultural and Forestry Holdings of Andalusia, as well as the establishment of the scope of forestry or habitats of Community interest regulations.

**Keywords:** SIGPAC, SIOSE, convergence, photo-interpretation, satellite imagery analysis, management

## 1. INTRODUCCIÓN

En Andalucía el Sistema de Información sobre Usos y Ocupación del Suelo generado con el apoyo de diferentes técnicas de teledetección (Gil et al, 2010) a través de la REDIAM (SIOSE-A), se ha venido elaborando con vocación de gestión territorial y

ambiental a escala de detalle y está orientado, en sus procedimientos y leyenda, a converger con SIGPAC. La evolución de los requerimientos de los diferentes reglamentos de la política agraria común (greening, admisibilidad de pastos para pago único, control de la duplicidad de ayudas del pilar I y II, etc.) ha puesto de manifiesto la necesidad de llegar a una confluencia entre

ambos sistemas, ya que la realidad sobre el terreno es única y las políticas agrarias tienden a converger con las políticas ambientales, requiriéndose de unas precisiones de contenidos ambientales cada vez más exigentes para complementar los controles sobre las ayudas a los que se orienta fundamentalmente SIGPAC.

Para poder realizar dicha convergencia es imprescindible respetar las características de ambos sistemas, haciéndolos complementarios para ir avanzando hacia la unificación. Este respeto se basa en las premisas de que ninguno es más importante que el otro y ambos son fundamentales para la gestión en sus respectivos ámbitos. A este respecto, los conflictos derivados de la no convergencia actual pasan incluso por un conflicto jurídico social y económico, ya que considerar un terreno como forestal en SIOSE-A (una dehesa, por ejemplo) y como pastizal arbolado en SIGPAC, implica no sólo un cambio nominal, sino también la imposibilidad de cobro de ayudas del primer pilar de la PAC, amén de un conflicto no aclarado sobre la incidencia de la normativa forestal sobre dichos territorios. Por tanto, una atención especial se requiere sobre las categorías forestales del SIGPAC (FO-forestal-, PA -Pasto Arbolado-, PS -Pasto- y PR -Pasto Arbustivo-), para hacerlas compatibles con la definición de terreno forestal según la Ley de Montes (Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes).

## 2. OBJETIVOS

1.- Aplicación de procedimientos para la armonización geométrica de las dos bases de referencia participantes con el fin de presentar al usuario una base cartográfica mixta que sea clara, evitando definiciones de límite prácticamente indistintas que 'casi' se superponen, sin referencia real en el territorio, como las que ocurrirían haciendo una unión simple.

2.- Realización de una confluencia temática de ambos sistemas que transmita al administrado una información precisa, clara y consistente de los datos que sobre su propiedad dispone la administración, evitando las actuales ambigüedades que dificultan una gestión eficiente y transparente.

3.- Ejecución de un proceso de mantenimiento, actualización y ajuste de las delimitaciones a la realidad del territorio gracias a declaraciones del administrado y a la aplicación de revisiones sobre ortoimágenes y el análisis de imágenes de satélite.

## 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Fuentes Cartográficas: *SIGPAC, publicación 2014 y Base Cartográfica SIOSE Andalucía, 2011. Imágenes SPOT5 HRG XS de Andalucía. Ortofotografía Andalucía 2010-11 (base de referencia común tanto para SIOSE-A 2011 como para SIGPAC, publicación 2014).* Hay que tener en cuenta que SIGPAC actualiza anualmente un porcentaje muy pequeño de superficie, la afectada por controles de ayudas, y por tanto arrastra diferentes estados de interpretación del uso del territorio. En cambio, SIOSE-A actualiza todo el

territorio para una fecha de referencia. La convergencia de los dos procedimientos permitiría una mejora evidente en el análisis y coherencia de la información territorial.

Se propone una sincronización escalada en el tiempo, donde los sistemas se van acercando en cuatro fases consecutivas que se repetirán cíclicamente hasta conseguir que ambas bases sean idénticas en aquellos aspectos que comparten.

A continuación se detallan estas cuatro fases:

Fase 1: Unificación geométrica de ambas bases cartográficas.

Se aplican los procedimientos de armonización desarrollados en el seno de la REDIAM en los últimos años (Romero et al, 2010).

En nuestro caso, SIOSE Andalucía sería la capa que se modifique en el procedimiento de armonización, de forma que asuma una definición geométrica idéntica a la de SIGPAC allá donde las tolerancias que se estimen oportunas en cada caso lo permitan. En este proceso es conveniente tener en cuenta que se trata de dos sistemas con millones de recintos (5.978.626 en SIGPAC y 1.952.244 en SIOSE-A), que deben converger y enriquecerse mutuamente. A modo de ejemplo, tras la integración de SIOSE-A, el número de polígonos en el ámbito forestal se multiplicaría por 4 frente a los contemplados por SIGPAC aisladamente.

Fase 2: Integración semántica de los dos sistemas.

Se aplican criterios de convergencia semántica de las grandes clases de uso contempladas en ambos sistemas (Agrícola, Forestal/Natural, Agroforestal, Artificial, Zonas Húmedas y Agua). Una vez reclasificados SIGPAC y SIOSE-A en las cinco clases definidas, la sincronización consistirá en la asignación a cada uno de los polígonos resultantes de la unión una de las grandes clases siguiendo las siguientes premisas:

-La clase artificial se conforma por la suma de lo artificial de ambos sistemas.

-Las zonas húmedas recogen los ambientes considerados como tal en ambas bases de referencia.

-Como clase agroforestal se consideran las combinaciones recogidas en la tabla 1.

**Tabla 1:** Combinaciones consideradas como agroforestal en el sistema compartido.

SIOSE-A	SIGPAC
AGROFORESTAL	AGROFORESTAL
AGROFORESTAL	TA (Tierra Arable)
AGRÍCOLA	AGROFORESTAL
FORESTAL/NATURAL	AGRÍCOLA (no TA)
FORESTAL/NATURAL	AGROFORESTAL
FORESTAL/NATURAL	TA
FORESTAL/NATURAL	TA

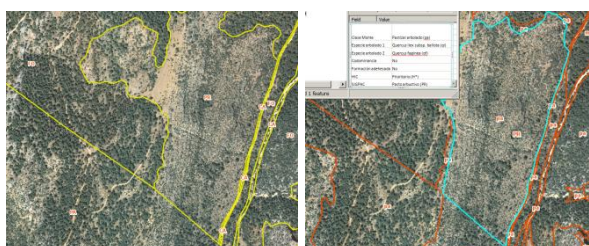
-Como clase forestal/natural se consideran las combinaciones recogidas en la tabla 2.

**Tabla 2:** Combinaciones consideradas como forestal/natural en el sistema compartido.

SIOSE-A	SIGPAC
FORESTAL/NATURAL	FORESTAL
AGROFORESTAL	FORESTAL
AGRÍCOLA	FORESTAL

-Quedan como clase agrícola los polígonos coincidentes como tal en ambos sistemas y aquellos considerados por SIGPAC AGRÍCOLA distintos de Tierra Arable y por SIOSE-A como AGROFORESTAL.

Hasta este punto habríamos llegado a una convergencia geométrica absoluta y a una integración de contenidos (Figura1), parte de los cuales serán compatibles a nivel de grandes grupos y parte serán incompatibles como consecuencia de errores de interpretación o diferencias de concepto -es conveniente observar que no es el mismo concepto forestal el de SIOSE-A (procedente de la Ley de Montes) que el de SIGPAC (recogido en los criterios de ayudas del PDR en su reglamento propio). La propuesta que se realiza parte de compartir inicialmente estas inconsistencias marcadas en el sistema común definido e ir las revisando mediante los procedimientos que cada sistema individualmente tiene establecidos (muestreos y visitas en SIGPAC y procedimientos de fotointerpretación y teledetección en el caso de SIOSE-A).



**Figura 1:** Ejemplos de integración, SIGPAC (a la izquierda) Sistema compartido (a la derecha) donde se conservan los códigos SIGPAC y SIOSE-A

### Fase 3: Convergencia semántica.

En la fase 2 se ponen de manifiesto una serie de incoherencias entre ambos sistemas (por errores, por concepto o por diferente referencia temporal) que han de ir revisándose. Para ello se acude a las técnicas de fotointerpretación o de análisis de imagen, según el tipo de inconsistencia encontrada y los procesos de gestión asociados a los recintos cuando los hubiera, que podrían aportar información más actualizada que la ortofoto.

En la tabla 3 se muestran una serie de casuísticas de incoherencias a resolver directamente por análisis de imagen de satélite.

**Tabla 3:** Incoherencias a resolver por teledetección

FORESTAL	Agua en ZONA HUMEDAS
FORESTAL	ARTIFICIAL
AGROFORESTAL	Agua en ZONA HUMEDAS
AGROFORESTAL	ARTIFICIAL
AGRICOLA	Agua en ZONA HUMEDAS
AGRICOLA	ARTIFICIAL
Agua en ZONA HUMEDAS	ARTIFICIAL

Para el análisis de las zonas de conflicto e identificación de las clases Agua y Artificial, se llevarán a cabo diferentes procedimientos de clasificación semiautomática supervisada, orientada a objetos y mediante árboles de decisión, a partir de imágenes SPOT5 y productos derivados de ellas como son las diferencias de reflectividad, los índices de vegetación y

algunas variables de textura derivadas de la banda pancromática.

Las combinaciones entre las clases no resueltas por teledetección son las que se resuelven mediante fotointerpretación.

En esta revisión 'no se perfecciona la fotointerpretación', es decir, NO se mueven líneas, sólo se dividirán polígonos cuando sea necesaria la fragmentación de alguna de las grandes clases para hacerla corresponder con la realidad del territorio.

Como resultado se obtiene una capa con el territorio correctamente compartimentado, detectándose a su vez los polígonos donde SIGPAC y/o SIOSE-A son erróneos. Paralelamente a la correcta asignación de la gran clase, el fotointerprete marca aquellos polígonos, a nivel de detalle, donde es necesario un ajuste a la realidad del territorio y que pasarán a ser fotointerpretados en la fase 4. Además se obtiene el valor añadido de una sincronización temporal de ambos sistemas.

### Fase 4: Ajuste de detalle a la realidad del territorio por fotointerpretación.

En esta última fase se resuelven los desajustes de interpretación entre ambos sistemas. En esta ocasión es necesario mover todas las líneas en aras de un ajuste lo más exacto posible a la realidad del territorio, asumiendo la necesidad de mover límites relacionados con la propiedad, especialmente en caminos y cursos de agua. Este trabajo de fotointerpretación se debe apoyar, en revisiones futuras, en los procesos de actualización mediante las ortoimágenes más recientes disponibles en el caso de SIOSE-A y los procedimientos de muestreo y control vinculados con SIGPAC y necesita de una estrecha colaboración entre los responsables de ambos sistemas.

Las actualizaciones procederán de los distintos mecanismos ya existentes y puestos en práctica por SIGPAC y SIOSE-A, entre los que se encuentran los procesos de detección de cambios por análisis de imágenes satélite (Cáceres et al, 2009), haciéndose preciso el diseño de un sistema de comunicación y gestión de los cambios y actualizaciones que ambas bases de referencia puedan sufrir en el tiempo.

## 4. RESULTADOS

En el ámbito de la comunidad autónoma de Andalucía se ha realizado la aplicación del procedimiento sobre diferentes zonas piloto, recogiendo aquí la llevada a cabo sobre tres términos municipales de la provincia de Córdoba, que suman una superficie de 158.573 ha.

### Fase 1. Armonización geométrica.

Se ha establecido una tolerancia de 20 metros de distancia entre líneas y un tamaño mínimo de polígono de 1000 m<sup>2</sup>, de manera que todas las líneas de SIOSE-A que estén a menos de 20 m de una línea de SIGPAC se han acoplado a la segunda y todos los polígonos resultantes de la unión de ambas bases por debajo de este umbral superficial han sido subsumidos.

## Fase2. Unificación semántica.

En el sistema común establecido (que podemos esperar que conste de más de 10,5 millones de polígonos) cada uno de los recintos tiene nomenclatura de SIGPAC como código de identificación y uso asociado de cara a las ayudas del PDR, pero también código SIOSE-A caracterizando cada recinto desde un punto de vista de gestión ambiental y respetando su consideración por la normativa forestal.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en la fase 1 y 2 y los resultados generalizados de la fase 3.

**Tabla 4:** Resultados en el ámbito de prueba

Punto de partida	Nº polígonos SIGPAC	29.982
Punto de partida	Nº polígonos SIOSE-A	16.443
Punto de partida	Nº polígonos Unión simple	122.183
Fase 1	Nº polígonos Unión armonizada	48.802
Fase 3	% de polígonos semánticamente compatibles	80 *
	% de polígonos absolutamente incompatibles y errores	20

\* equivale al 96% de la superficie total

La tabla 5 recoge la extrapolación de los datos anteriores al total del territorio Andaluz.

**Tabla 5:** Extrapolación de resultados a nivel regional.

Punto de partida	Nº polígonos SIGPAC	5.978.626
Punto de partida	Nº polígonos SIOSE-A	1.952.244
Punto de partida	Nº polígonos estimado Unión simple	26.436.233
Fase 1	Nº polígonos estimado Unión armonizada	10.574.493
Fase 3	Nº polígonos compatibles en primer nivel semántico	8.459.594
	Nº polígonos absolutamente incompatibles en primer nivel semántico	2.114.89

## Fase 3: Convergencia semántica.

En esta fase se resuelven tanto los errores incompatibles como los errores asumidos en el primer nivel de convergencia semántica. En la tabla 6 se muestran los tipos de conflictos a resolver en esta fase y el % del total que supone.

**Tabla 6:** porcentaje de conflictos a resolver en la fase 3.

% polígonos absolutamente incompatibles (AGRICOLA/FORESTAL)	3
% de polígonos con errores resolubles automáticamente mediante teledetección	17
% de polígonos con conflictos de concepto entre lo forestal y agroforestal	14
% de polígonos del resto de conflictos sólo resolubles por fotointerpretación	10

Parte de los conflictos están relacionados con la clasificación de los terrenos como agroforestal o forestal. El problema surge al tratar de compatibilizar dos sistemas que hasta ahora no han necesitado confluir, por lo que entendemos que este conflicto se resolvería analizando los datos con criterio consensuado.

## 5. CONCLUSIONES

Abordar todas las inconsistencias y el ajuste a la realidad del territorio requerirá un enorme esfuerzo, por lo que es necesario establecer una jerarquización en

función de las categorías de divergencia, el tamaño de polígono o por las implicaciones que tengan en los procesos de gestión.

Es perfectamente factible llegar a una convergencia geométrica entre ambos sistemas de los contenidos referidos a los recintos de ocupación del suelo, considerando siempre que la intención de cada sistema tiene una orientación propia que debe de ser respetada. Gracias a la doble armonización, la diferencia de escala y temporalidad existente entre ambos sistemas se diluye, ya que prevalece la información más actual y la de más detalle, teniendo en cuenta además que ninguno de los dos sistemas es homogéneo en todo el territorio para estos dos aspectos.

Para llegar a un nivel de convergencia e integración total, se propone un ciclo anual de revisiones de incoherencias, en el cual cada sistema, de forma independiente, realiza sus actualizaciones con criterios compartidos y las incorpora al "nuevo tablero común territorial", incorporándose en la dinámica de cada uno de ellos para cíclicamente volver a la primera fase, de manera que cada vez el esfuerzo necesario en cada una de ellas sea menor.

El sistema compartido resultante facilita un enriquecimiento mutuo, orientado a dar apoyo a la gestión de ayudas agrícolas y ambientales, así como al establecimiento de los consensos imprescindibles en la definición de los ámbitos de aplicación de las ayudas vinculadas al Programa de Desarrollo Rural 2014-2020.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Cáceres, F., Carpintero, I.R., Giménez de Azcarate, F., Granado, L., Méndez, E., Montoya, G., Moreira, J.M., Pino, I., Prieto, R. y Vales, J.J. (2010): Detección de cambios en zonas forestales para la actualización de SIOSE-Andalucía 2005 a 2009 con imágenes SPOT-5. REDIAM.

Gil, Y., Romero, D., Ortega, E., Domínguez, M.C., Navas, P., Patiño, M., Vicent, C., Santos, M., Quijada, J., Giménez De Azcárate, F., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): SIOSE Andalucía, experiencia de integración y actualización de bases cartográficas multiescala. 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. 116-134. ISBN: 978-84-472-1294-1

Romero, D., Gil, Y., Ortega, E., Domínguez, M.C., Navas, P., Patiño, M., Vicent, C., Santos, M., Quijada, J., Giménez De Azcárate, F., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): Actualización SIOSE en Andalucía 2009. 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. 116-134. ISBN: 978-84-472-1294-1