



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-151

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

La Foto Fija del Mapa Forestal de España, fuente de información para el cálculo de tendencias e indicadores de los ecosistemas forestales españoles. Principales resultados.

ROBLA GONZÁLEZ, E.¹, VALLEJO BOMBÍN, R.¹ y LERNER CUZZI, M.²

¹ Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

² Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (TRAGSATEC)

Resumen

La Foto Fija del Mapa Forestal constituye la cartografía de cambios de usos de la tierra producidos por incendios, talas, deforestaciones, repoblaciones, forestaciones de la Política Agraria Común (PAC), evolución de incendios o talas.

Se elabora mediante fotointerpretación de cambios y su integración en el Mapa Forestal de España, obteniendo una cartografía a un año de referencia. Existen ediciones de 2009, 2012 y está en realización 2015. Su principal valor es la naturaleza sistemática y homogénea de su información, que permite obtener datos válidos y comparables, y su carácter de producto periódico en el tiempo, que facilita obtener datos comparativos en diferentes momentos. Ambos aspectos hacen de la Foto Fija una importante fuente de información acerca de las tendencias y evolución de los ecosistemas forestales españoles.

Los resultados conseguidos, en los que la unidad espacial geolocalizada permite tener trazabilidad histórica del cambio, están orientados a prestar apoyo para múltiples campos, como el cálculo de indicadores de los procesos de cambios de uso, degradación de tierras, deforestación, superficie repoblada o forestada y, sobre la evolución de la vegetación tras incendios y talas. Se presentan los principales resultados.

Palabras clave

Inventario Forestal, cambios de usos del suelo, Bases de datos, Cartografía, Sistemas de Información Geográfica, Vegetación

1. Introducción

El Mapa Forestal de España (MFE), según establece la Ley de Montes, es la cartografía base del Inventario Forestal Nacional, de realización provincial y periodicidad al menos decenal. Se trata de una cartografía que estudia la totalidad del territorio por lo que se puede obtener una descripción detallada del mismo a la escala correspondiente y, por comparación, una evaluación de los cambios producidos, tanto naturales como artificiales. La elaboración y periodicidad del MFE es adecuada para cumplir con sus fines, especialmente en relación con el IFN; no obstante, no se obtiene un producto de fecha homogénea para todo el territorio nacional. Además, su periodicidad es apropiada para estimar la evolución de las masas forestales, pero resulta excesiva para responder a ciertos requerimientos estadísticos, anuales o con periodicidad inferior a la decenal, así como para estimar los cambios bruscos que se producen en el terreno forestal. Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, surge el proyecto Foto fija del MFE, con una primera edición con fecha de referencia 2009, y una segunda en 2012. En la actualidad se está trabajando en la edición de 2015. El presente

trabajo tiene por objeto la presentación de datos y el análisis de los resultados obtenidos en la Foto Fija 2012.

2. Objetivos

El proyecto de Foto Fija cumple un doble objetivo: por una parte obtener un Mapa Forestal con una fecha de referencia y modelo de datos común para todo el territorio nacional y por otro, estimar los cambios bruscos, principalmente de origen antrópico, ocurridos entre las dos fechas de análisis de dos Fotos fijas. Este objetivo se deriva fundamentalmente de la necesidad de dar respuesta a los requerimientos de información de cambio climático. En el caso de la Foto Fija de 2012, se analizan los cambios producidos entre 2009 y 2012.

3. Metodología

La Foto Fija 2012 se realiza mediante fotointerpretación de los posibles cambios bruscos ocurridos en la superficie forestal en el periodo entre la anterior Foto Fija (2009) y la fecha de referencia (2012). Se ha utilizado una metodología basada en la fotointerpretación sobre ortofoto de alta resolución sobre pantalla de ordenador. En su elaboración no se analiza todo el territorio, como ocurre en el Mapa Forestal clásico, sino que se utilizan una serie de capas auxiliares que, según la información disponible, localizan aquellos lugares que son susceptibles de haber experimentado un cambio de uso y por tanto serán objeto análisis. De esta manera, se fotointerpretan todos aquellos lugares identificados en las capas auxiliares de cambios, comparando la imagen de 2009 con la de 2012. Se obtiene de esta forma la “capa de cambios de la foto fija”. Esta capa de cambios se integra en la cobertura nacional, obteniéndose la capa final.

FASES DE ELABORACIÓN DE LA FOTO FIJA 2012:

a) Recopilación de la información temática de apoyo para el análisis de cambios:

Se trata de la información temática base georreferenciada necesaria para el análisis de los cambios por incendios, deforestaciones, repoblaciones y forestaciones. La información proviene de las comunidades autónomas o de la Administración General del Estado.

Para los incendios, repoblaciones y forestaciones, se analizan los polígonos proporcionados o se intentan localizar en base a la información georreferenciada de las bases de datos estudiadas. Para el caso de las deforestaciones, las zonas objeto de análisis de obtienen del cruce del SIGPAC (caché 2012) con la Foto Fija 2009, buscando la pérdida de superficie forestal a agrícola, artificial o agua.

b) Análisis de los cambios por fotointerpretación

A partir de esta información recopilada, se elaboran las capas auxiliares de análisis en las que se localizan los polígonos objeto de estudio. Con el objetivo de verificar o descartar el cambio de uso, se fotointerpreta mediante comparación sobre las ortofotografía aéreas de 2009 y 2012. Se digitalizan los cambios observados, o se mantiene la información anterior si no ha habido cambios. El cambio puede afectar a la totalidad del polígono o a una parte del mismo. Se asigna a cada recinto

los atributos correspondientes establecidos en el modelo de datos de la Foto Fija 2012 y se tipifica el cambio según la matriz de decisión que se expone a continuación:

Tabla 1. Matriz de decisión para el análisis de cambios de uso

¿Existe cambio de uso?	Tipo de variación	Uso en el año base (2009)	Uso en el año 2012	Descripción del cambio
Si	Ganancia vegetación	Agrícola, artificial, agua o forestal	Forestal arbolado/desarbolado	Forestación PAC
		Forestal desarbolado	Forestal arbolado	Repoblación
		Incendio	Forestal arbolado/desarbolado	Evolución natural de superficies quemadas
			Forestal arbolado. Bosque de plantación	Repoblación procedente de incendio
		Tala	Forestal arbolado/desarbolado	Evolución natural de superficies taladas ⁽¹⁾
			Forestal arbolado. Bosque de plantación	Repoblación procedente de tala ⁽¹⁾
	Pérdida de vegetación	Forestal arbolado/desarbolado	Incendio	Incendio
		Forestal arbolado	Talas	Talas selvícolas ⁽¹⁾
		Forestal arbolado/desarbolado	Agrícola, artificial o agua	Deforestación
		Forestal arbolado/desarbolado	Agrícola	Deforestación (roturación) ⁽²⁾
	Otros	Agrícola	Incendio	Incendio cultivos ⁽³⁾
	No	No existen cambios		
NOTAS: ⁽¹⁾ La información de talas es parcial ⁽²⁾ Las roturaciones únicamente se analizan en Cataluña y Baleares, comunidades que proporcionan capa de roturaciones ⁽³⁾ Los incendios en cultivos no se analizan en todos los cultivos, solo se desagregan para las zonas forestales que incluyen pequeños cultivos por los que ha pasado el incendio. No es un dato estadístico válido.				

c) Generación de capas resultado y control de calidad

Se obtienen dos productos resultados del análisis, la capa de cambios producidos entre las fechas de referencia estudiadas 2009-2012. No se trata sólo de un producto intermedio, sino que tiene gran valor en sí mismo para estudiar los principales cambios acaecidos en el periodo considerado.

Mediante la integración de la capa de cambios en la cartografía original de referencia 2009 se obtiene la Foto fija 2012. En la figura 1 se presentan, de manera esquemática, los campos de la cartografía Foto Fija 2012. En la figura 2 se presentan los campos de la capa de cambios de FotoFija 2012, donde se recogen todos los recintos que han tenido algún cambio entre el año 2009 y el año 2012.

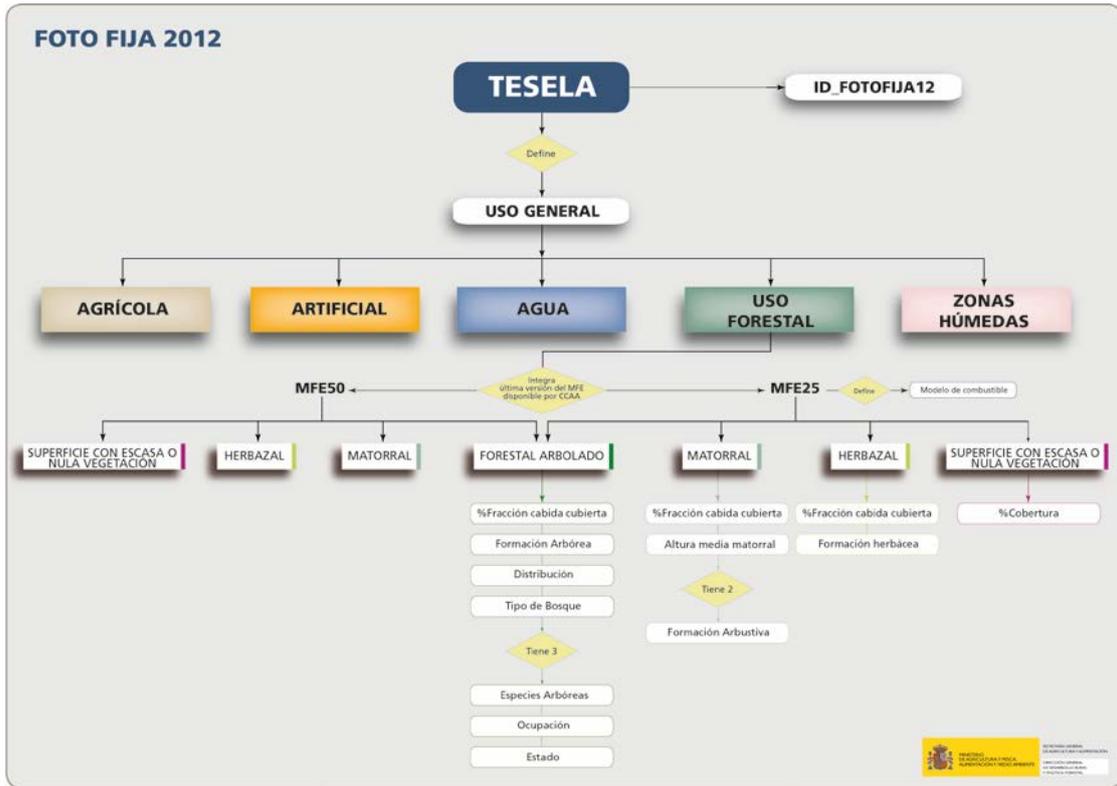


Figura1. Campos de la cartografía Foto Fija 2012.

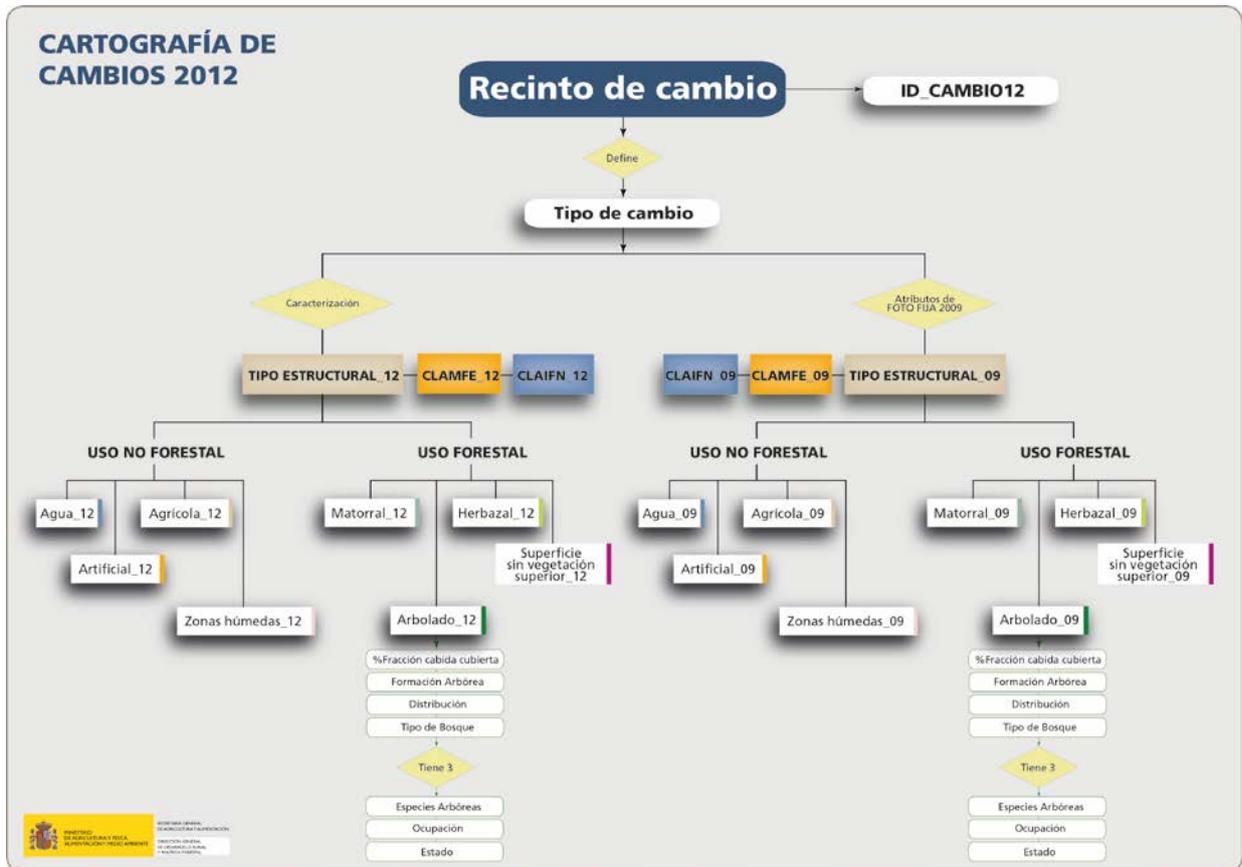


Figura 2. Campos de la cartografía de cambios de Foto Fija 2012

Una vez finalizado, se realizan un conjunto de controles para garantizar tanto la calidad geométrica como semántica, y la homogeneidad del producto a nivel nacional sobre una muestra aleatoria del 2% de las teselas. De esta manera se realizan verificaciones de la adecuación de la precisión geométrica a los estándares establecidos por la escala de fotointerpretación; comprobaciones de los atributos asignados según el modelo de datos de Foto Fija a cada uno de los polígonos de la muestra; controles automáticos y semiautomáticos de dominios de validación; controles topológicos y comprobaciones de coherencia forestal de resultados según región biogeográfica.

4. Resultados

Se presentan a continuación los resultados principales de la FotoFija 2012 desagregados en dos apartados: por un lado los obtenidos de la capa de cambios y por el otro los datos del MFE actualizado a fecha 2012.

4.1 Cambios de usos del suelo en el periodo 2009 – 2012

Se definen a continuación los cambios con ganancias de vegetación analizados de manera sistemática en este trabajo:

- **Forestaciones de la PAC:** se incluyen en este apartado las forestaciones realizadas en el marco de la Política Agraria Común (PAC).
- **Repoblación:** superficies forestales que han sido repobladas en el periodo de estudio.
- **Evolución natural de superficies quemadas:** áreas forestales que han sufrido incendios y que han evolucionado de manera natural a superficies con vegetación (arbolado, matorral y/o herbazal). En general, los recintos analizados en este apartado son los que en la cartografía base (Foto Fija 2009) estaban clasificados como incendios y que en la imagen de 2012 ya tienen vegetación. Sin embargo, existen casos en los que la zona se ha quemado y ha evolucionado, todo en el periodo de análisis.
- **Repoblación procedente de incendio:** áreas forestales que han sufrido incendios y que han sido repobladas durante el periodo de estudio
- **Evolución natural de superficies taladas:** superficies forestales que han sufrido talas y que han evolucionado de manera natural a superficies con vegetación (arbolado, matorral y/o herbazal) en el periodo de análisis.
- **Repoblación procedente de tala:** áreas forestales que han sido taladas y que han sido repobladas tras la corta durante el periodo de análisis.
- **Evolución natural de superficies no forestales (ensayo):** se corresponde con superficies no forestales que han cambiado de uso en el periodo de análisis 2009 - 2012 debido a la evolución natural de la vegetación. Este cambio no ha podido ser analizado de manera sistemática para todo el territorio estatal por lo que no se presentan resultados y se denomina ensayo.

Tabla 2. Cambios de uso con ganancia de vegetación por tipo de cambio

Descripción del cambio	nº recintos con cambio	superficie (ha)
Forestaciones de la PAC	6.778	19.782,3
Repoblación	507	4.537,9

Repoblación procedente de incendio	30	237,3
Evolución natural de superficies quemadas	270	20.386,3
Repoblación procedente de talas selvícolas	631	9.141,0
Evolución natural de talas selvícolas	379	5.644,1

A continuación se presentan los cambios con pérdidas de vegetación analizados de manera sistemática:

- **Incendios:** áreas forestales que han sufrido un incendio en el periodo 2009 - 2012 y en la imagen de referencia (2012) se encuentran sin vegetación
- **Deforestación:** superficies que en el año 2009 eran forestales y que en la imagen de referencia de 2012 han pasado a ser agrícolas, agua o artificiales.
- **Deforestación - roturación:** superficies que en el año 2009 eran forestales y que en la imagen de referencia de 2012 han pasado a ser agrícolas. Se han desagregado de las deforestaciones por ser roturaciones aprobadas por la comunidad autónoma correspondiente.
- **Talas selvícolas (ensayo):** superficies que en el MFE base eran forestales arboladas, que han sido taladas para aprovechamiento selvícola y que se prevé que vuelvan a ser repobladas de manera inminente. Este cambio no ha podido ser analizado de manera sistemática para todo el territorio estatal, por lo que se ha denominado "ENSAYO" y no debe tenerse en cuenta como dato estadístico por ser parcial.
- **Incendio en cultivos:** Superficies agrícolas incendiadas. Los incendios en cultivos no se analizan en todos los cultivos, sólo se desagregan para las zonas forestales que incluyen pequeños cultivos por los que ha pasado el incendio. No es un dato estadístico válido

Tabla 3. Cambios de uso con ganancia de vegetación por tipo de cambio

Descripción del cambio	nº recintos con cambio	superficie (ha)
Incendios	7.447	232.066,4
Incendio en cultivos	1.497	16.924,8
Deforestación	3.889	11.380,7
Deforestación - roturación	684	632,4
Talas silvícolas (ensayo)	1.315	7.799,3

4.2 Foto Fija 2012: principales resultados

En este apartado se muestran los resultados de la foto fija 2012, consecuencia de la integración de la capa de cambios en el MFE más recientes de cada provincia.

Tabla 4. Superficie por uso principal: comparativa foto fija 2009 y 2012

Uso	Foto fija 2009	Foto fija 2012	Diferencia FF09 - FF12 (ha)	%
	S (ha)	S (ha)		
Arbolado	18.630.063	18.648.108	18.044,73	0,04%
Desarbolado	9.127.567	9.222.851	95.284,36	0,19%
Otros usos	22.859.553	22.746.224	-113.329,09	-0,22%

	50.617.183	50.617.183	0,00	0,00%
--	------------	------------	------	-------

La superficie forestal representa el 55% de la superficie estatal, observándose en el periodo 2009 – 2012 un crecimiento de la superficie forestal arbolada y desarbolada en detrimento de otros usos. La ganancia de superficie forestal en el periodo analizado no solo viene determinada por las ganancias de Foto fija (replantaciones, forestaciones PAC, etc.), sino que también son fruto de la actualización del MFE50 por el MFE25 en tres comunidades autónomas: País Vasco, Madrid y Cataluña.

5. Discusión

Existe una gran demanda de productos de cartografía de usos del suelo o mapas de perturbaciones forestales de gran precisión y actualidad. En Europa, y dentro del Programa Copérnico, existe una demanda creciente en actualización de los usos y detección de cambios de uso a distintos niveles (local, continental y global). Sin embargo, de manera generalizada todas las cartografías de cambios están basadas en técnicas de teledetección.

La foto Fija, elaborada por fotointerpretación de cambios sobre ortofotografía, presenta un valor añadido respecto a las obtenidas con técnicas de teledetección, y es su alta precisión geométrica y semántica en la identificación del cambio.

Se trata de un producto abierto y flexible en el que, aun manteniendo un núcleo central del modelo de datos invariable, permite en sus sucesivas versiones se puedan desarrollar nuevos atributos de cambio para responder a las necesidades de información requeridas por los usuarios. En concreto en esta versión, como novedad respecto a la anterior, se han estudiado por separado la evolución de talas e incendios; se ha incluido el análisis de la evolución de incendios de los perímetros del periodo anterior; se han disgregado dos tipos de cambios en ganancias de vegetación, estudiando dos casos concretos de origen de las repoblación (repoblaciones procedente de incendio y repoblación procedente de tala). Por otra parte, se han desagregado dos tipos de cambios de pérdidas de vegetación: incendios en cultivos y roturaciones, ambos sin significación estadísticas a nivel nacional. En el caso de los incendios de cultivos, debido a que sólo se desagregan para las zonas forestales que incluyen pequeños cultivos por los que ha pasado el incendio; y en el caso de las roturaciones, sólo se han estudiado en las comunidades autónomas que han proporcionado datos. Los nuevos cambios son perfectamente compatibles por agregación con los estudiados en 2009.

Por otra parte, la Foto Fija ha servido de herramienta de prueba para la integración de cartografías de las comunidades autónomas, aspecto en el que seguiremos avanzando en futuras ediciones.

6. Conclusiones

La Foto Fija del Mapa Forestal de España (MFE) y su cartografía de cambios, se consolida como serie cartográfica y se constituye como una de las principales fuentes de información de las tendencias y evolución de los ecosistemas forestales españoles.

En la actualidad, la Foto Fija es una de las principales fuentes utilizadas en el Informe Nacional presentado por España en 2016 a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), dado que uno de los indicadores que la Convención ha aprobado para medir la degradación de tierras es el de “Tendencias en la cubierta terrestre”.

Otro de los indicadores de la CNULD para medir el progreso de las acciones de lucha contra la desertificación es el de “Tendencia en la productividad o el funcionamiento de la tierra”. España cuenta para medir estas tendencias con el Mapa de Condición de la Tierra en España 2000-2010 (MCT), un instrumento integrado en el Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND) que permite el seguimiento de los procesos de desertificación por teledetección, mediante el estudio del estado y la tendencia de degradación (o progresión) de la cubierta vegetal. La cartografía de los cambios de la Foto fija se está utilizando también para analizar el estado y la tendencia de la productividad de la tierra en las superficies en las que se han producido esos cambios.

Adicionalmente, la Foto Fija es una fuente de datos para la elaboración de las estadísticas que se envían a la Convención Marco de NNUU Sobre Cambio Climático. Concretamente, las sucesivas fotos fijas se utilizan para estimar las deforestaciones en el informe nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero - *National Inventory report, (NIR)* - en el que se estiman las emisiones y absorciones de las actividades del sector “Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura”.

Todos los tipos de cambio analizados están estrechamente relacionados con los procesos de cambios de uso, degradación de tierras en España y con las acciones para su combate, por lo que las mejoras metodológicas que se están llevando a cabo para estudiar con mayor profundidad cambios de uso como la evolución natural de la superficie arbolada afectada por los incendios, la evolución natural de la vegetación o la evolución de las repoblaciones (incluidas las llevadas a cabo para la restauración post-incendio), supondrán un apoyo fundamental para evaluar el efecto de los cambios de uso en todos los ámbitos necesarios.

7. Agradecimientos

Se agradece la colaboración para la realización de la Foto Fija del Mapa Forestal 2012 de los organismos competentes en materia forestal o geográfica de las comunidades autónomas y de la Administración General del Estado por proporcionar información regional o nacional que ha sido fundamental para el análisis.

8. Bibliografía

Sanjuán, M.E.; del Barrio, G.; Ruiz, A.; Rojo, L.; Puigdefábregas, J.; Martínez, A.; 2014. *Evaluación de la desertificación en España: Mapa de la Condición de la Tierra 2000-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 80 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Los incendios forestales en España [1990-2011]. Madrid: MAPAMA, 1991-2012

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Madrid: MAPAMA 2016

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, 1997-2006. Mapa Forestal de España a escala 1:50.000. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Serie publicación digital. Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, 2007-2009. Mapa Forestal de España a escala 1:25.000. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Serie publicación digital. Madrid.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 2017. Plan Nacional de Ortofotografías Aéreas. Ministerio de Fomento. Serie publicación digital. Madrid

CHUVIECO, E.; 2002. Teledetección Ambiental. Editorial Ariel. 586 páginas. Barcelona.

DAI, X.L.; KHORRAM, S.; 1999. Remotely sensed change detection based on artificial neural networks. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol.65,nº 10, 1187-1194.