

# CAMBIOS EN LOS USOS Y LAS CUBIERTAS DEL SUELO EN EL ÁMBITO METROPOLITANO DE BARCELONA

J.A. Burriel Moreno<sup>1</sup>, J.J. Ibáñez Martí<sup>1</sup> y X. Pons Fernández<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, CREAM. Edifici C. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193-BELLATERRA Cerdonyola del Vallés (España). Correo electrónico: j.angel@creaf.uab.es, j.ibanez@creaf.uab.es

<sup>2</sup> Departament de Geografia. Edifici B. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193-BELLATERRA Cerdonyola del Vallés (España). Correo electrónico: X.Pons@uab.es

## Resumen

Para la gestión territorial, y en especial la gestión forestal, tan necesario es conocer las funciones ambientales y económicas de los bosques, como estudiar los cambios en los usos y las cubiertas del suelo que afectan a las áreas forestales. Por fotointerpretación de ortofotos color a escala 1:25.000 del año 1993, se realizó el primer Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña (MCSC). Ahora se procede a su actualización mediante ortofotos color a escala 1:5.000 del período 2000-2003. La puesta al día del MCSC cuenta, además, con el enriquecimiento de su leyenda original (el triple de categorías). También se dispone de nuevo material y de nuevas técnicas de soporte a la fotointerpretación. En este trabajo, se presentan los resultados correspondientes al cambio en las cubiertas del suelo relativo al ámbito metropolitano de Barcelona, donde la frecuentación de los bosques y la presión urbanística de los últimos años han afectado las zonas forestales y de cultivos, respectivamente.

Palabras clave: *Mapa de cubiertas del suelo, Sistemas de información geográfica, Teledetección*

## INTRODUCCIÓN

La distribución actual de los usos y las cubiertas del suelo es el reflejo del uso y la gestión pretéritos y actuales del territorio. En los últimos decenios, los cambios en las cubiertas y los usos del suelo se han acelerado, dirigidos por múltiples factores como son la población, el desarrollo tecnológico, el crecimiento económico y el cambio climático. Las actividades humanas que hacen uso de, y por tanto cambian o mantienen, atributos de las cubiertas del suelo son consideradas las fuentes del cambio. Tales acciones surgen como consecuencia de un amplio rango de objetivos sociales, incluyendo la necesidad

de alimentos, materias primas, espacio para vivir o para esparcimiento (TURNER *et al.*, 1993). En los últimos años, la evolución de las cubiertas del suelo y los cambios en la estructura del paisaje en Cataluña se deben sobretodo a la actividad humana, fundamentalmente a los incendios forestales y al abandono de cultivos, y también a la construcción de viviendas, industrias, y red viaria.

El Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña (MCSC) es una cartografía de las cubiertas básicas del suelo. Actualmente, por encargo del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, se procede a la actualización de la primera versión, realizada a partir de ortofotos del año

1993, mediante ortofotos del 2000-2003. Gracias a las dos versiones del MCSC será posible saber, entre otras muchas cosas, si la superficie forestal aumenta o disminuye, o qué tipo de uso tienen las áreas deforestadas, o si la presión urbanizadora afecta a territorios no aptos para estos usos.

Debido a su elevado nivel de detalle y planimétrico (sin parangón en el territorio catalán, y muy poco frecuente fuera de Cataluña) el MCSC resulta un documento imprescindible en la gestión, la planificación y la investigación sobre el territorio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

A grandes rasgos, la actualización del MCSC del año 2000 tiene las mismas características de la versión de 1993 (para ampliar información sobre esta primera versión del mapa, consultar BURRIEL et al., 2001, e IBÁÑEZ et al., 2003). Sin embargo, hay un conjunto de novedades que hace más completa, precisa y fiable la versión en curso del MCSC: los materiales de base y de soporte, la ampliación de la leyenda y las nuevas bases de datos asociadas. Por lo demás, el mapa sigue presentando las características principales del primer MCSC: fotointerpretación y digitalización en pantalla, formatos de salida vectorial estructurado y ráster siguiendo el corte 1:25.000 oficial, y utilización del SIG-MiraMon (PONS, 2004), así como disponibilidad de toda la información a través de Internet, dirección [www.cref.uab.es/mcsc](http://www.cref.uab.es/mcsc).

### Material de base:

El material de base son las ortoimágenes 1:5.000 en color natural del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) para el período 2000-2003. Este material presenta dos ventajas:

- El nivel de detalle que proporcionan las imágenes 1:5.000 es muy superior al de las imágenes 1:25.000, debido a la diferencia de resolución entre imágenes: 0.5 m y 2.5 m de píxel, respectivamente (figura 1). A raíz de estas características, pasamos de una escala de trabajo sobre 1:3.000 en la versión de 1993, a una alrededor de 1:1.500 en la de 2000. De esta manera, la fotointerpretación es más fácil y fiable.

- Mejora la resolución planimétrica del mapa de cubiertas, ya que mientras la versión 1993 tiene la de las ortoimágenes 1:25.000, la actualización posee la del material 1:5.000, pudiéndose considerar que en esta nueva versión la mayoría de puntos tienen un error de posicionamiento inferior a los 2 m.

La versión de 1993 presenta unicidad temporal, pues todas las fotografías se obtuvieron en el mismo año. En el caso de la actualización las imágenes suministradas por el ICC corresponden a un período de cuatro años, pero en realidad la mayor parte del material es del año 2000 y abarca además las zonas que presentan mayor dinámica de cambio, minimizándose así el efecto del mayor lapso de tiempo entre fotografías.

### Ampliación de la leyenda:

Se establecen tres niveles jerárquicos de leyenda:

- El nivel 3 corresponde a 61 categorías. Una parte de estas categorías son subdivisiones de las categorías de la leyenda del 1993. Si bien presenta más categorías, corresponde en esencia al nivel 3 de la leyenda del mapa de cubiertas CORINE (European Environment Agency) aunque con una resolución 50 veces superior. En estos momentos la leyenda no diferencia los bosques en esclerófilos, coníferas, y caducifolios como hace el CORINE, pero actualmente se está estudiando la metodología para segmentarlos en estas categorías, a partir de imágenes Landsat e información preexistente (véase MORÉ et al. en esta misma publicación).
- El nivel 2 corresponde a 24 categorías, prácticamente las mismas que la versión de 1993. Es sobre este nivel que se pueden comparar las dos versiones del mapa.
- El nivel 1 presenta 4 categorías, agrupaciones de las categorías del nivel 2, y corresponde a los principales tipos de cubiertas. Este nivel presenta un subnivel, de 9 categorías, 6 de las cuales son subdivisiones de la categoría de terrenos forestales del nivel 1: este subnivel permite la comparación de superficies con los valores de cubiertas tal y como quedan contenidos a los volúmenes del Inventario Ecológico y Forestal de Cataluña (GRACIA et al., 2000-4)

**Material de soporte:**

Además de la información accesoria utilizada en la primera versión del MCSC, la mayoría posterior a 1993, se dispone de nuevas capas de información geográfica como soporte a la fotointerpretación:

- Versión actualizada del mapa topográfico de Cataluña (ICC)
- Estaciones de muestreo del Tercer Inventario Forestal Nacional (Dirección General de Conservación de la Naturaleza)
- Planeamiento urbanístico de Cataluña (Departament de Política Territorial i Obres Públiques)

Está previsto incorporar aquellas que puedan ir apareciendo durante la realización del proyecto.

**Nuevas bases de datos asociadas:**

La base vectorial obtenida se relaciona con seis bases de datos externas consultables, cuatro de ellas contienen las cubiertas y la suma de superficies según los tres niveles y el subnivel de la leyenda del MCSC, referidas a la hoja 1:25.000 marco de la fotointerpretación, y las otras dos referidas a las comarcas y para todo Cataluña, respectivamente, incluidas una vez se completen dichos ámbitos geográficos.

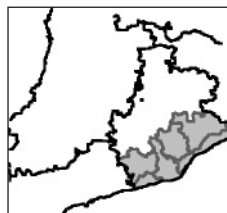


Figura 2. Región metropolitana de Barcelona (en gris)

Finalmente, se ha comparado el mapa de cubiertas de la región metropolitana de Barcelona (Figura 2), entre los años 1993 y 2000. Para ello, se ha procedido a unir en una sola pieza las hojas 1:25.000 del MCSC en que se ubica esta región y posteriormente se ha extraído el área correspondiente a la zona. A continuación, se ha realizado la combinación analítica de las capas del 1993 y del 2000, en base a la leyenda común de 21 categorías, obteniendo los cambios en las cubiertas de un año a otro. Para simplificar la discusión de los resultados, algunas de esas categorías se han reagrupado hasta formar una leyenda de 8 categorías.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la figura 3 y la tabla 1 se muestran los cambios más importantes acaecidos entre 1993 y 2000, resultado de la comparación de los correspondientes mapas de cubiertas. En la figura 3 se han superpuesto los perímetros de incendios del período 1993-2000, obtenidos por SALVADOR *et al.* (2000):

- Bosques y matorrales: La extensión de bosque ha disminuido en 6313 ha (un 4.7%) mientras que la de matorral ha crecido en 13804 ha (un 32.5%). Esta variación es básicamente un balance entre el aumento del matorral (debido fundamentalmente a los incendios que han afectado a la región en el periodo que nos ocupa) y el crecimiento de los árboles presentes en las zonas de matorral (árboles que el año 1993 eran demasia-

CUBIERTA	MCSC 1993 (ha)	MCSC 2000 (ha)	Diferencia (ha)	% variación
Bosques	133423	127110	-6313	-4.7
Matorrales	42492	56296	13804	32.5
Prados y herbazales	4139	6321	2182	52.7
Humedales	211	393	182	86.3
Improductivo natural	2122	2373	250	11.8
Zonas denudadas	2871	4684	1812	63.1
Cultivos	84500	67924	-16577	-19.6
Zonas urbanizadas	53800	58459	4658	8.7
TOTAL	323559	323559	0	0.0

Tabla 1. Cambios en las superficies de las cubiertas del suelo de la región metropolitana de Barcelona, en el período 1993-2000

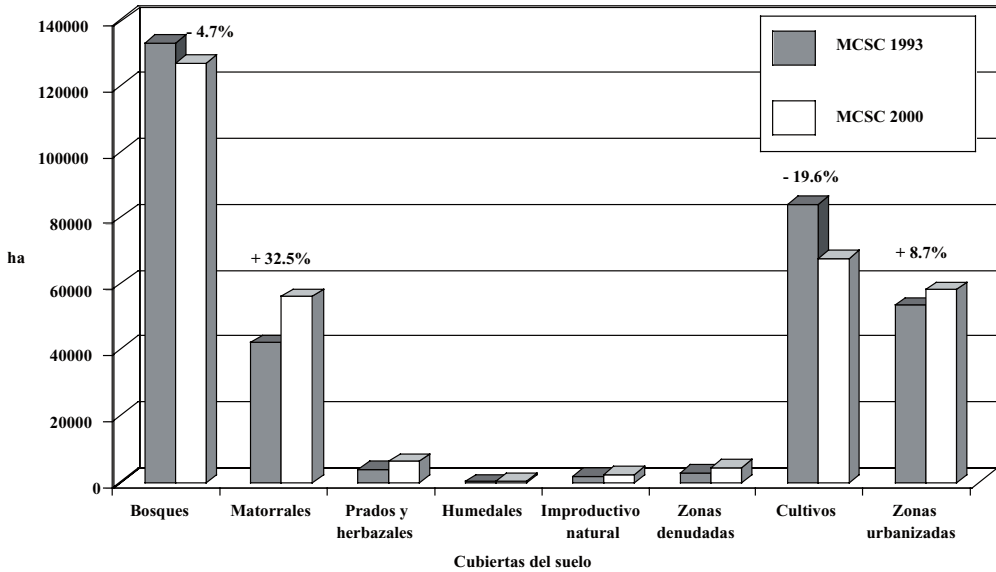


Figura 3. Distribución por años de las cubiertas del suelo del área metropolitana de Barcelona, en base al reagrupamiento de las categorías al nivel 2 de la leyenda.

do pequeños para ser fotointerpretados como bosque) con el consiguiente cambio hacia bosque. Otra parte de los matorrales provienen del abandono de cultivos.

- Cultivos: Sin lugar a dudas la categoría que disminuye más en superficie, 16577 ha (un 19.7%). Dos son las causas que han originado este descenso: el abandono de cultivos que ha permitido su ocupación por especies forestales, y la urbanización de antiguas áreas de cultivo especialmente en las proximidades de las zonas urbanas.
- Zonas urbanizadas: Las superficies urbanas (incluyen las infraestructuras viarias) han aumentado en 4658 ha entre los años 1993 y 2000, un aumento del 8.7% en siete años.
- Este incremento, equivalente a un consumo de suelo de 665 hectáreas por año, se debe al proceso continuado de expansión urbana. Por otra parte, entre 1993 y 2000 se generaron otras 1813 ha de nuevas zonas denudadas, la mayor parte de las cuales correspondían a terrenos donde la edificación o la construcción de infraestructuras era inminente el año 2000. Sumando las nuevas superficies urbanas y las nuevas zonas denudadas,

el consumo de suelo ha sido de 6471 ha (equivalente a 924 hectáreas por año).

La figura 4 presenta el mapa de cambios 1993-2000. Aunque esta región es una zona con gran dinámica en las cubiertas, el hecho de que estos cambios se localicen por todo el territorio hace pensar que tal vez haya una cierta sobreestima en los cambios. Posibles fuentes de sobreestima son:

- Como cualquier otro mapa, el primer mapa de cubiertas tiene un error en la interpretación de cubiertas que puede quedar corregido en su actualización. Esto quedará reflejado como un cambio de categoría cuando en realidad es una corrección de la interpretación original. Este podría ser el caso de la vegetación de humedales (tabla 1), fotointerpretada en el 1993 con ortoimágenes de píxel 2.5 m, frente al píxel de 0.5 m del 2000, y con menor información accesoria que la versión actual.
- Todo proceso de actualización conlleva un cierto error asociado a variaciones subjetivas en la fotointerpretación, lo que puede originar cambios aparentes que en realidad no se han producido.

- Si bien poco representadas en el mapa de cubiertas, la definición de algunas categorías se ha reajustado, de manera que no corresponden íntegramente a las categorías de la leyenda original.
- Algunos límites de cubiertas se han tenido que rehacer ya que una parte de los mapas de 1993 se dibujaron sobre ortoimágenes escaneadas a partir de la versión en papel. Este proceso introdujo un error de posicionamiento en las cubiertas que ha quedado en evidencia con las ortoimágenes del 2000. Aunque no se tiene una estima de la influencia de cada uno de estos factores, la experiencia hace creer que es más bien baja.

### Agradecimientos

Al equipo de fotointerpretación del CREA, sin cuyo trabajo este artículo habría sido imposible: O. Boet, R. Castells, M. Deu, A. Grau, A. Guàrdia, C. Guerrero, E. March y X. Roijals. Este trabajo está financiado por el Departament de Medi Ambient i Habitatge y por el Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

### BIBLIOGRAFÍA

- BURRIEL, J.A.; IBÀÑEZ, J.J. Y PONS, X.; 2001. El Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña: herramienta para la gestión y la planificación territorial. *En: Junta de Andalucía-S.E.C.F. (eds.), Actas del III Congreso Forestal Español-Sierra Nevada 2001*, IV: 83-89. Coria Gráficas. Sevilla.
- GRACIA, C.; IBÀÑEZ, J.J.; VAYREDA, J; BURRIEL, J.A. Y MATA, T.; 2000-4. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, CREA. Bellaterra.
- IBÀÑEZ, J.J.; BURRIEL, J.A. Y PONS, X.; 2002. El mapa de cobertes del sòl de Catalunya: una eina per al coneixement, la planificació i la gestió del territori. *Perspectives Territorials* 3:10-25. Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- MORÉ, G.; PONS, X.; BURRIEL, J.A.; CASTELLS, R.; IBÀÑEZ, J.J. Y ROIJALS, X.; 2004. Diferenciación de cubiertas forestales para el MCSC a partir de la clasificación de imágenes Landsat. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 19: 153-162.
- PONS, X.; 2004. *MiraMon. Geographic Information System and Remote Sensing software*. CREA. Bellaterra.
- SALVADOR, R.; VALERIANO, J.; PONS X. & DÍAZ-DELGADO R.; 2000. A semi-automatic methodology to detect FIRE scars in shrubs and evergreen forests with Landsat MSS time series. *Int. J. Rem. Sens.* 21: 655-671.
- TURNER, B.L.; MOSS, R.H. & SKOLE D.L., eds.; 1993. *Relating land use and global land-cover change: A proposal for an IGBP-HDP core project*. Report from the IGBP-HDP Working Group on Land-Use/Land-Cover Change. Joint publication of the International Geosphere-Biosphere Programme (Report No. 24) and the Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (Report No. 5). Royal Swedish Academy of Sciences. Stockholm.

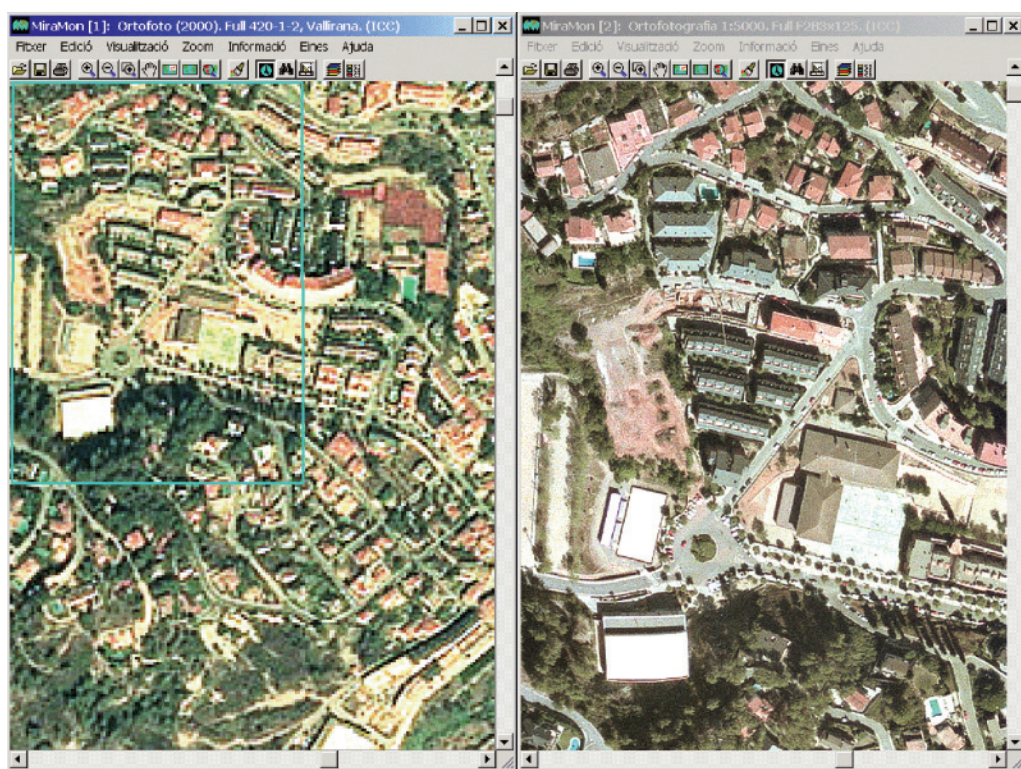
### Páginas web

CORINE, European Environment Agency: <http://www.eea.eu.int/>

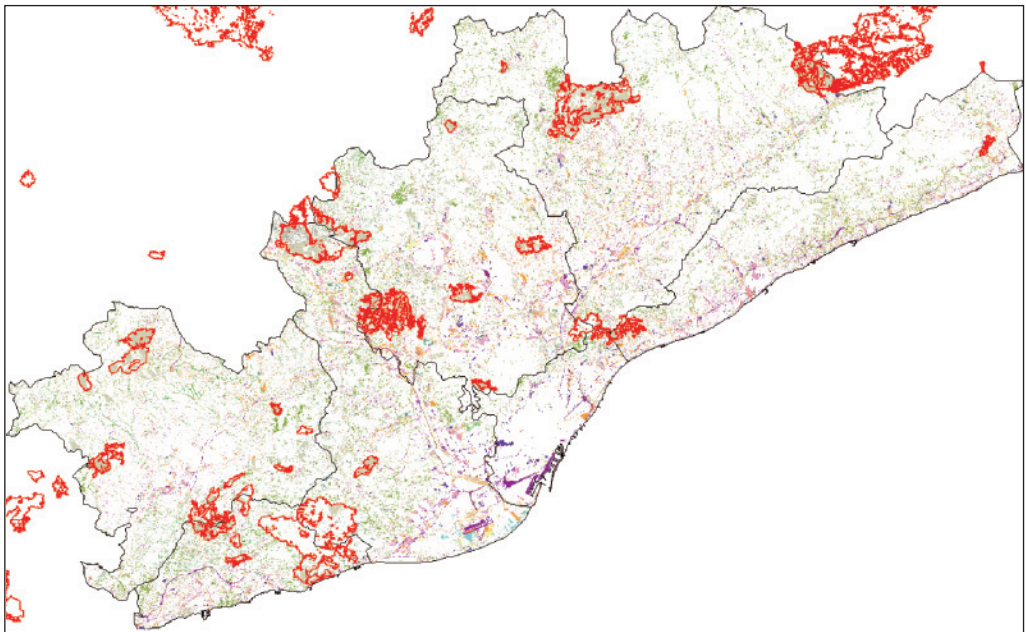


## CAMBIOS EN LOS USOS Y LAS CUBIERTAS DEL SUELO EN EL ÁMBITO METROPOLITANO DE BARCELONA

J. A. Burriel Moreno, J.J. Ibàñez Martí y X. Pons Fernández



**Figura 1.** Ortoimágenes a escala de trabajo (1:3.000 a la izquierda y 1:1.500 a la derecha). Izquierda, ortoimagen 1:25.000; derecha, ortoimagen 1:5.000. Obsérvese el elevado nivel de detalle de la ortoimagen 1:5.000 en comparación con la 1:25.000



**Figura 4.** Zonas de cambio de 2000 (nivel 3 de leyenda) con los perímetros de incendios del período 1993-2000 superpuestos