

Estudios Geográficos
Vol. LXXIX, 284, pp. 267-281
Enero-junio 2018
ISSN: 0014-1496
eISSN: 1988-8546

Noticias y comentarios

La última actualización de la cartografía CORINE Land Cover (CLC2012) en España: repercusiones para los estudios de cambios en la cobertura y uso del suelo¹

CARACTERÍSTICAS Y ACTUALIZACIÓN DEL CORINE LAND COVER EN ESPAÑA

El Proyecto europeo CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover es una base de datos espacial sobre la cobertura y uso del territorio europeo a una escala de referencia 1:100.000, realizada tradicionalmente a partir de la fotointerpretación de imágenes de satélite. Es la fuente cartográfica más homogénea en extensión espacial y temporal que existe en Europa para el seguimiento del paisaje y la cobertura y uso del suelo². El CORINE Land Cover (CLC) sigue una estructura temática jerárquica en tres niveles homogéneos para toda Europa. La unidad mínima cartografiable es de 25 ha, a excepción de las capas de cambios que se presentan a 5 ha. La restricción de anchura para la representación de elementos lineales es de 100 m. Se actualiza periódicamente, existiendo cuatro versiones³: el CLC90 tuvo como periodo de referencia 1986-1995 (para España se utilizaron imágenes Landsat de 1987); el CLC2000 (imágenes Landsat del año 2000), el CLC2006 (para España imágenes SPOT e IRS-P6 del 2005), y el CLC2012 (imágenes SPOT de 2011). Por tanto la serie CLC en España, teóricamente comparable y homogénea, es de 25 años (1987-2011). Cada actualización CLC se basa en

¹ Agradecemos los comentarios y el asesoramiento de M^a Elena Caballero García, del Servicio de Ocupación del Suelo, Unidad de Observación del Territorio del Instituto Geográfico Nacional

² Feranec, J., Soukup, T., Hazeu, G., & Jaffrain, G. (Eds.). (2016). *European landscape dynamics: CORINE land cover data*. Boca Raton: CRC Press. Taylor and Francis Group. 337 p. ISBN: 978-1-4822-4466-3

³ Buttner, G., Soukup, T., Kosztra, B. (2014): "CLC2012 Addendum guidelines to CLC2006 technical guidelines", European Environmental Agency, 35 pp, www.eea.europa.eu/publications/

el mapa de coberturas anterior en el que se añaden los cambios detectados en el último periodo entre el año de referencia anterior y el actual. Además, siempre se hace una revisión del año de inicio por si se detecta algún fallo. Así, por ejemplo, al realizarse la segunda actualización, o CLC2006, se generó un CLC2000 revisado (a 25 ha) y una capa de cambios 2000-2006 con polígonos de 5 ha de tamaño mínimo. Además, como coincidía con el inicio del proyecto SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España) que tiene mayor detalle espacial (1:25.000 y 0,5-2 ha de tamaño mínimo de polígonos) se llegó a un acuerdo con la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), para utilizar las mismas imágenes de referencia de 2005 en ambos proyectos, aunque el proceso de fotointerpretación inicialmente fuera diferente. En ese momento, en España, al igual que en Irlanda, Alemania y Austria, se tomó la decisión de cambiar la metodología de producción de cara a la siguiente actualización (CLC2012), de forma que ésta ya no se elaboraría de forma independiente a partir de una digitalización semiautomática de imágenes de satélite, como se hace en la mayoría de los países europeos, sino a partir de un proceso de generalización de la cartografía nacional existente a escala más detallada, tal y como hacen los países escandinavos desde su incorporación en el proyecto⁴. En España, la principal consecuencia de esta decisión fue la generación de un nuevo CLC2006 que sirviera como referencia comparable para los cambios entre ambas fechas (2005 y 2011) y que presenta importantes diferencias respecto a la versión 2006 original por su mayor detalle, ya que se ha elaborado por generalización a partir del SIOSE 2005. Posteriormente la elaboración del CLC2012 se realizó a partir de este CLC2006 revisado añadiendo los cambios 2006-2012. Esta capa de cambios proviene del procesamiento y generalización de los cambios entre SIOSE 2005 y SIOSE 2011, pero de acuerdo a las especificaciones CLC.

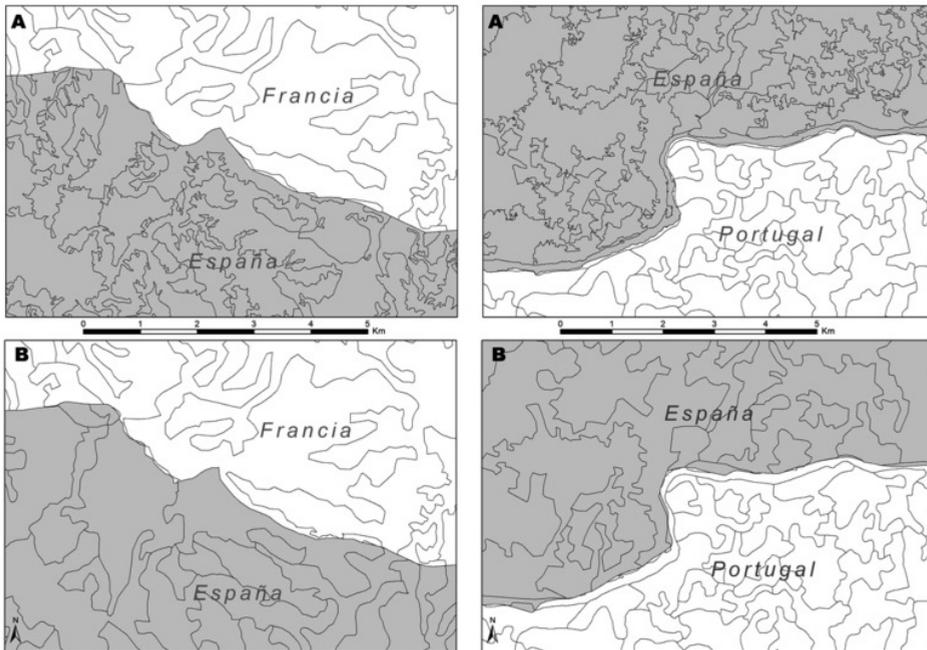
Por tanto, existen actualmente dos versiones del CLC2006 en España: (1) una capa original que está disponible en el CNIG y que fue generada a partir de una fotointerpretación a escala 1:100.000, perfectamente comparable con el CLC2000, y (2) una capa revisada, disponible en la AEMA y que, en el caso de España, ha sido realizada a partir de una generalización gráfica y temática (fundamentalmente mediante agregaciones y eliminación de polígonos, pasillos, etc.) del SIOSE 2015. Aunque esta generalización ha permitido cumplir los requisitos del CLC en cuanto a tamaño mínimo de polígonos (25 ha), la precisión y detalle detectado en la delimitación de los polígonos no se corresponde con

⁴ Hazeu, G.W., Büttner, G., Arozarena, A., Valcarcel, N., Feranec, J., Smith, G. (2016). "Chapter 26. Detailed CLC Data: Member States with CLC Level 4/Level 5 and (Semi-) Automated Solutions". In: *European Landscape Dynamics: CORINE land cover data*. CRC Press. Feranec, J., Soukup, T., Hazeu, G., & Jaffrain, G. (Eds.). p. 275-304. DOI: 10.1201/9781315372860-27.

el menor grado de complejidad y fragmentación “esperado” para una escala 1:100.000, cuya geometría se podría suponer más simple, como en los casos de Irlanda o Austria, cuyo resultado parece más comparable a simple vista. En la figura 1 se aprecia esta diferencia en el nivel de detalle entre el CLC2006 original y revisado en España, en contraste con los países limítrofes (Portugal y Francia) cuyos teselados tienen formas más generalizadas y suavizadas, y menor número de polígonos. El CLC2012 tendría un aspecto muy similar al CLC2006 revisado.

FIGURA 1

COMPARACIÓN ENTRE LAS DOS VERSIONES DEL CLC2006 EN ZONA FRONTERIZA: A) VERSION REVISADA Y B) ORIGINAL



Tal y como se concluye en el reciente estudio de García-Álvarez & Camacho (2017)⁵ este cambio metodológico de la última actualización ha supuesto la pérdida de la consistencia temporal de la serie del CLC en España, ya que en

⁵ García-Álvarez, D. & Camacho Olmedo, M.T. (2017). “Changes in the methodology used in the production of the Spanish CORINE: Uncertainty analysis of the new maps”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 63, 55-67.

realidad no sería estrictamente comparable con las anteriores versiones. No obstante proponemos aproximaciones que faciliten la comparación, tal y como se muestra en las estadísticas presentadas en los resultados..

COMPARACIÓN CON LAS VERSIONES CORINE LAND COVER ANTERIORES A 2012

Nuestro objetivo es evaluar cuantitativamente para cada clase de cobertura la repercusión del cambio metodológico en la producción de la última actualización del CLC en España, lo que implica diferenciarlo del cambio “real” causado por la propia dinámica temporal y sus correspondientes factores antrópicos o naturales. Por ese motivo no tenía sentido comparar el CLC2006 original con CLC2012, sino comparar las dos metodologías cartográficas (i.e. fotointerpretación tradicional y generalización) referidas a un mismo territorio y momento temporal (2005), controlando de esta forma el efecto de cambio en el tiempo. Ello ha sido posible gracias a que tenemos disponibles las dos versiones del CLC2006 (original y revisada). Ambas se han comparado para cada clase y nivel CLC, observando qué clases han sido más sobrestimadas o subestimadas en la versión original respecto a la revisada, que es la que, por ser más precisa y tener escala más detallada, se toma como referencia o verdad-terreno según la terminología clásica de teledetección. Esto ya ha sido realizado previamente con mayor detalle analítico y metodológico en un área de estudio en la Zona Central de Asturias⁶, que abarca solo el 0,3% de la superficie de España. No obstante, presentamos aquí resultados generales para todo el territorio nacional, que luego nos permitan corregir las tendencias de la serie temporal CLC completa.

Para ello, hemos utilizado las herramientas de selección, consulta e intersección de ArcGIS (ESRI Inc.) calculando las superficies absolutas y relativas respecto al total de España para las clases de los tres niveles del CLC2006 original y revisado. También hemos calculado el valor de Cambio Neto Relativo (CN) propuesto por Pontius et al. (2004)⁷ que es más elevado que el porcentaje sobre el total de España, pero que puede ser de utilidad para apreciar que clases tienen diferencias más importantes con independencia de su

⁶ FALTA NOTA, ES NUEVA

⁷ Pontius, Jr., R.G., Shusas, E., McEachern, M. (2004): “Detecting important categorical land changes while accounting for persistence”, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101 (2-3), pp. 251-268.

superficie, como es el caso de las zonas urbanas y cuerpos de agua. El CLC2006 original se ha obtenido en el Centro de Descargas del CNIG⁸ y el CLC2006 revisado del Copernicus Land Monitoring Service⁹ de la Comisión Europea y la AEMA. Por otra parte, como es clásico en los estudios de verificación cartográfica, hemos calculado los porcentajes de exactitud y los errores de comisión y omisión a partir de la matriz de confusión, que recoge los conflictos que se presentan entre categorías. En los estudios de teledetección¹⁰ los errores de omisión son los píxeles de una imagen que, perteneciendo a una determinada categoría en la realidad, no fueron incluidos en la clasificación, mientras que los errores de comisión son píxeles que se incluyeron en una determinada categoría perteneciendo realmente a otra. Ambos expresan dos enfoques del mismo problema, pero el error de comisión nos parece más indicativo en el caso de las clases sobrestimadas en el CLC2006 original, mientras que el de omisión lo sería para las coberturas subestimadas.

RESULTADOS: CLASES SUBESTIMADAS Y SOBRESTIMADAS EN LAS VERSIONES ANTERIORES A CLC2012 Y A CLC2006 REVISADO

Los resultados aquí presentados son extrapolables a las versiones CLC2000 y 1990, ya que tienen aproximadamente las mismas características técnicas o metodológicas que el CLC2006 original. El resultado más llamativo que se observa en la tabla 1 es que las superficies artificiales y las zonas forestales están subestimadas en la versión original del 2006 respecto a la revisada, mientras que se sobrestiman las zonas agrarias, humedales y agua. Sin embargo, al analizar las diferencias a nivel 2 y 3 (tabla 2), apreciamos que la sobrestimación no se produce en todas las clases agrícolas, sino exclusivamente en las zonas agrícolas heterogéneas (un 6% superior en la versión original) y especialmente en los mosaicos de cultivos (4% superior) y los terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural. Como excepción dentro de estas zonas, en los sistemas agro-forestales (dehesas) no hay marcadas diferencias entre el CLC2006 original y revisado.

⁸ <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> (Fecha consulta: 31/5/2017)

⁹ <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012/view>, versión 18.5.1. (Fecha consulta: 31/5/2017). El CNIG aún no ha incluido el CLC2006 revisado en su centro de descargas.

¹⁰ Páginas 492 a 497 del libro Chuvieco, E. (2010): *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 586 pp.

TABLA 1
DIFERENCIAS EN LAS SUPERFICIES DE LAS CLASES DE COBERTURA
A NIVEL 1 Y 2 ENTRE LAS DOS VERSIONES DEL CLC2006

Clase de cobertura	Superficie (ha)			Superficie (%)			CN
	Original	Revisado	Diferencia	Original	Revisado	Dif.	
<i>1 Superficies artificiales</i>	1.017.369	1.174.600	-157.230	2,01	2,32	-0,31	-15,5
11 Tejido urbano	632.451	681.613	-49.162	1,25	1,35	-0,10	-7,8
12 Zonas industriales, comerciales y de transporte	197.373	264.631	-67.257	0,39	0,52	-0,13	-34,1
13 Zonas de extracción minera, vertidos y de construcción	152.741	173.370	-20.628	0,30	0,34	-0,04	-13,5
14 Zonas verdes artificiales, no agrícolas	34.803	54.986	-20.183	0,07	0,11	-0,04	-58,0
<i>2 Zonas agrícolas</i>	25.364.366	23.833.135	1.531.230	50,05	47,05	3,01	6,0
21 Tierras de labor	12.102.081	12.684.457	-582.377	23,88	25,04	-1,16	-4,8
22 Cultivos permanentes	3.594.360	4.485.305	-890.946	7,09	8,85	-1,76	-24,8
23 Praderas	648.939	891.522	-242.583	1,28	1,76	-0,48	-37,4
24 Zonas agrícolas heterogéneas	9.018.986	5.771.851	3.247.136	17,80	11,39	6,40	36,0
<i>3 Zonas forestales y espacios abiertos</i>	23.852.293	25.242.978	-1.390.685	47,07	49,83	-2,76	-5,8
31 Bosques	9.139.235	11.201.351	-2.062.116	18,04	22,11	-4,08	-22,6
32 Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea	13.472.938	12.909.566	563.372	26,59	25,48	1,10	4,2
33 Espacios abiertos con escasa o sin vegetación	1.240.120	1.132.061	108.059	2,45	2,23	0,21	8,7
<i>4 Zonas húmedas</i>	111.083	99.369	11.714	0,22	0,20	0,02	10,5
41 Zonas húmedas continentales	54.960	44.516	10.443	0,11	0,09	0,02	19,0
42 Zonas húmedas litorales	56.123	54.853	1.270	0,11	0,11	0,00	2,3
<i>5 Superficies de agua</i>	328.183	309.381	18.802	0,65	0,61	0,04	5,7
51 Aguas continentales	294.658	286.339	8.319	0,58	0,57	0,02	2,8
52 Aguas marinas	33.525	23.042	10.482	0,07	0,05	0,02	31,3
Total	50.673.293	50.659.463	13.830	100	100	0,00	

El porcentaje está calculado sobre la superficie total. En gris se resaltan las coberturas subestimadas en la versión original respecto a la revisada. El valor CN (Cambio Neto Relativo) es el % de la diferencia respecto al área inicial, en este caso del CLC 2006 original, propuesto por Pontius et al. (2004).

En las coberturas forestales la sobrestimación en el CLC original ocurre principalmente en los matorrales y vegetación herbácea (tabla 1), y dentro de estos especialmente en los matorrales boscosos de transición, ya que tanto los pastizales naturales como las landas y matorrales mesófilos están subestimados. Lo mismo ocurre con los bosques que se encuentran fuertemente subestimados, especialmente los bosques de frondosas (tabla 2).

TABLA 2
DIFERENCIAS EN LAS SUPERFICIES DE LAS CLASES DE COBERTURA A NIVEL 3 ENTRE LAS DOS VERSIONES DEL CLC2006

Clase de cobertura			Superficie (ha)			Superficie (%)			CN
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Original	Revisado	Dif.	Original	Revisado	Dif.	
1 Superficies artificiales	11 Tejido urbano	111 Tejido urbano continuo	293.445	210.970	82.475	0,58	0,42	0,16	28,1
		112 Tejido urbano discontinuo	339.006	470.643	-131.637	0,67	0,93	-0,26	-38,8
	12 Zonas industriales, comerciales y de transporte	121 Zonas industriales y comerciales	146.581	212.950	-66.369	0,29	0,42	-0,13	-45,3
		122 Redes viarias, ferroviarias y asoc.	21.131	27.973	-6.842	0,04	0,06	-0,01	-32,4
		123 Zonas portuarias	10.633	6.884	3.749	0,02	0,01	0,01	35,3
		124 Aeropuertos	19.028	16.824	2.204	0,04	0,03	0,00	11,6
	13 Zonas de extracción minera, vertidos y de construcción	131 Zonas de extracción minera	75.565	76.414	-849	0,15	0,15	0,00	-1,1
		132 Escombreras y vertederos	5.914	12.144	-6.230	0,01	0,02	-0,01	-105,4
		133 Zonas en construcción	71.263	84.811	-13.549	0,14	0,17	-0,03	-19,0
	14 Zonas verdes artificiales, no agrícolas	141 Zonas verdes urbanas	6.681	16.265	-9.584	0,01	0,03	-0,02	-143,4
		142 Instalaciones deportivas y recr.	28.122	38.721	-10.599	0,06	0,08	-0,02	-37,7

Clase de cobertura			Superficie (ha)			Superficie (%)			CN
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Original	Revisado	Dif.	Original	Revisado	Dif.	
2 Zonas agrícolas	21 Tierras de labor	211 Tierras de labor en secoano	9.756.284	10.078.857	-322.573	19,25	19,90	-0,64	-3,3
		212 Terrenos regados permanentemente	2.201.032	2.469.043	-268.012	4,34	4,87	-0,53	-12,2
		213 Arrozales	144.765	136.556	8.209	0,29	0,27	0,02	5,7
	22 Cultivos permanentes	221 Viñedos	838.100	1.098.798	-260.698	1,65	2,17	-0,52	-31,1
		222 Frutales y plantaciones de bayas	891.091	1.134.787	-243.695	1,76	2,24	-0,48	-27,3
		223 Olivares	1.865.168	2.251.721	-386.553	3,68	4,44	-0,76	-20,7
	23 Praderas	231 Prados y praderas	648.939	891.522	-242.583	1,28	1,76	-0,48	-37,4
	24 Zonas agrícolas heterogéneas	241 Cultivos anuales asoc. con perm.	140.997	28.026	112.971	0,28	0,06	0,22	80,1
		242 Mosaicos de cultivos	3.880.534	1.835.867	2.044.667	7,66	3,62	4,03	52,7
		243 Terr. agrícolas con esp. veg. nat.	2.500.011	1.429.742	1.070.269	4,93	2,82	2,11	42,8
		244 Sistemas agroforestales	2.497.445	2.478.216	19.228	4,93	4,89	0,04	0,8

El porcentaje está calculado sobre la superficie total. En negrita se resaltan las coberturas donde las diferencias han sido mayores (por encima del 1%) entre la versión original y revisada. Además, en gris se señalan las coberturas subestimadas en la versión original. CN es el Cambio Neto Relativo (Pontius et al., 2004).

Clase de cobertura			Superficie (ha)			Superficie (%)			CN	
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Original	Revisado	Dif.	Original	Revisado	Dif.		
3 Zonas forestales y espacios abiertos	31 Bosques	311 Bosques de frondosas	3.754.448	5.125.372	-1.370.923	7,41	10,12	-2,71	-36,5	
		312 Bosques de coníferas	3.879.379	4.665.454	-786.075	7,66	9,21	-1,55	-20,3	
		313 Bosque mixto	1.505.407	1.410.526	94.882	2,97	2,78	0,19	6,3	
	32 Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea	321 Pastizales naturales	2.644.987	3.954.172	-1.309.184	5,22	7,81	-2,59	-49,5	
		322 Landas y matorrales mesófilos	932.742	1.980.299	-1.047.557	1,84	3,91	-2,07	-112,3	
		323 Vegetación esclerófila	5.231.940	5.004.741	227.199	10,32	9,88	0,45	4,3	
		324 Matorral boscoso de transición	4.663.269	1.970.354	2.692.914	9,20	3,89	5,31	57,7	
	33 Espacios abiertos con escasa o sin vegetación	331 Playas, dunas y arenales	48.023	37.651	10.372	0,09	0,07	0,02	21,6	
		332 Roquedo	214.319	287.594	-73.275	0,42	0,57	-0,14	-34,2	
		333 Espacios con vegetación escasa	922.449	744.034	178.416	1,82	1,47	0,35	19,3	
		334 Zonas quemadas	55.018	62.557	-7.539	0,11	0,12	-0,01	-13,7	
		335 Glaciares y nieves permanentes	310	225	85	0,00	0,00	0,00	27,5	
	4 Zonas húmedas	41 Zonas húmedas continentales	411 Humedales y zonas pantanosas	54.389	43.780	10.608	0,11	0,09	0,02	19,5
			412 Turberas y prados turbosos	571	736	-165	0,00	0,00	0,00	-28,9
		42 Zonas húmedas litorales	421 Marismas	29.471	35.641	-6.169	0,06	0,07	-0,01	-20,9
422 Salinas			19.757	18.418	1.339	0,04	0,04	0,00	6,8	
423 Zonas llanas intermareales			6.895	794	6.101	0,01	0,00	0,01	88,5	
5 Superficies de agua	51 Aguas continentales	511 Cursos de agua	46.347	48.217	-1.871	0,09	0,10	0,00	-4,0	
		512 Láminas de agua	248.311	238.121	10.190	0,49	0,47	0,02	4,1	
	52 Aguas marinas	521 Lagunas costeras	21.024	8.378	12.647	0,04	0,02	0,02	60,2	
		522 Estuarios	12.501	11.148	1.352	0,02	0,02	0,00	10,8	
		523 Mares y Océanos	0	3.517	-3.517	0,00	0,01	-0,01		
Total			50.673.293	50.659.463		100	100			

Respecto a las zonas húmedas y superficies de agua, aunque las diferencias en superficie entre el CLC2006 original y revisado son muy pequeñas ya que ocupan muy poca superficie respecto al total nacional (menores al 0,1%, ver tabla 1), se observa que casi todas las clases se encuentran sobrestimadas en el CLC original (véase en las tablas 1 y 2 los valores de CN), lo que es lógico debido a que este es menos preciso en la fotointerpretación. La excepción son las turberas, marismas y cursos de agua continentales que estaban subestimadas (tabla 2), y esto se debe a que el CLC2006 revisado tiene como base¹¹ la fotointerpretación o digitalización del SIOSE 2005 que cartografía los elementos lineales a partir de 15 m de anchura, mientras que el CLC2006 original tenía como restricción 100 m de anchura mínima.

En lo que atañe a la superficies artificiales, también con superficies absolutas pequeñas, la subestimación en términos relativos (CN) es muy llamativa, de forma que en el CLC revisado se ha mejorado la clasificación registrando un incremento relativo de la superficie de estas clases, especialmente de aquellas que suelen ser definidas por polígonos más pequeños y/o con formas más complicadas (tejido urbano discontinuo, zonas verdes urbanas, instalaciones deportivas, zonas industriales y comerciales, redes viarias y de comunicación, etc.) y quizá a costa de las clases sobrestimadas en la versión original (tejido urbano continuo, puertos, aeropuertos y minas).

Por último, en la tabla 3 se muestra un resumen de la matriz de confusión —con sus errores de comisión EC y omisión EO— exclusivamente para las siete clases donde la disparidad ha sido mayor entre las dos versiones del CLC2006, según el porcentaje sobre el total nacional recogido en la tabla 2 (en negrita). Cada columna corresponde con una de esas siete clases. Así, las tres clases con mayor sobrestimación —es decir, con mayor superficie en el original que en el revisado— son: (1) los mosaicos de cultivo, cuyas confusiones se han producido principalmente con zonas de secano y viñedos (ver por e.g. como en la primera columna el 19% de los mosaicos en el CLC original son en realidad secano —que es el error de comisión— mientras que su error de omisión es del 8,7%, es decir, la superficie que era secano en el original y mosaico en el revisado); (2) los terrenos agrarios con vegetación natural que se confunden en gran medida bien con secano o bien con vegetación esclerófila y pastizales; y (3) los matorrales boscosos de transición que se confunden

¹¹ Aunque luego se generalizó eliminando polígonos menores de 25 ha, probablemente muchos elementos lineales superen esa superficie. Hay que pensar que al final estos polígonos lineales como los cauces de agua, nunca hubieran sido cartografiados si se hubiera mantenido la restricción de los 100 m de anchura, por eso hay tanta diferencia con el CLC 2006 original.

con otras clases forestales como bosques o vegetación esclerófila. Por otro lado, las cuatro clases con mayor subestimación —con menores superficies en el original que en el revisado— son: (1) los bosques de frondosas y (2) coníferas que se confundieron principalmente con los matorrales boscosos y con los bosques mixtos; (3) los pastizales naturales que se confunden con la vegetación esclerófila, matorrales boscosos y secanos, y por último, (4) las landas y matorrales mesófilos que se confunden principalmente con matorrales boscosos, pastizales, vegetación esclerófila y bosques (ver tabla 3).

TABLA 3

ERRORES DE COMISIÓN (EC) Y OMISIÓN (EO) EN LAS CLASES DONDE LA DIFERENCIA ES MAYOR ENTRE LAS DOS VERSIONES DEL CLC2006

Clase de cobertura CLC	242		243		311		312		321		322		324	
	Sobrest.		Sobrest.		Subest.		Subest.		Subest.		Subest.		Sobrest.	
	EC*	EO	EC*	EO	EC	EO*	EC	EO*	EC	EO*	EC	EO*	EC*	EO
111	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
112	1,1	0,9	0,5	0,7	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
121	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
122	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
123	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
124	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
131	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
132	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
133	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
141	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
142	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
211	19,3	8,7	20,4	21,6	1,2	1,7	0,8	1,8	8,8	7,2	0,5	0,8	1,4	2,6
212	6,2	2,9	1,2	2,4	0,3	0,6	0,1	0,3	0,5	0,6	0,0	0,1	0,1	0,5
213	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
221	8,9	2,7	1,0	1,6	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2
222	7,6	4,9	2,5	1,9	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,6	0,0	0,0	0,3	0,4
223	7,7	2,5	2,8	1,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5
231	2,1	1,3	2,6	3,0	0,9	1,2	0,2	0,5	4,9	1,3	1,9	1,6	0,7	0,5
241	0,2	2,2	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Clase de cobertura CLC	242		243		311		312		321		322		324	
	Sobrest.		Sobrest.		Subest.		Subest.		Subest.		Subest.		Sobrest.	
	EC*	EO	EC*	EO	EC	EO*	EC	EO*	EC	EO*	EC	EO*	EC*	EO
242	**		7,7	16,3	0,5	2,3	0,3	1,7	0,6	3,2	1,0	2,0	0,7	1,8
243	6,0	10,5	**		0,9	4,0	0,6	2,8	1,9	5,3	1,9	5,0	1,2	4,4
244	0,4	0,4	1,2	2,8	5,1	4,1	0,4	0,1	5,6	5,6	0,0	0,1	4,6	3,7
311	3,1	1,0	8,1	2,3	**		5,3	3,0	4,0	2,4	12,5	7,2	16,0	10,5
312	2,1	0,5	5,1	1,5	3,7	4,0	**		1,7	2,2	4,2	3,0	15,6	7,3
313	0,7	2,1	1,8	0,7	4,0	9,0	10,8	8,5	0,8	0,8	1,5	7,2	6,0	2,6
321	3,2	0,9	8,4	3,5	2,6	2,1	2,3	1,0	**		9,3	15,8	8,1	4,3
322	1,0	0,5	3,9	1,2	3,8	2,3	1,5	0,8	11,8	2,2	**		7,2	1,9
323	2,8	1,3	12,3	5,6	5,1	5,2	5,1	5,7	10,2	24,0	2,1	8,3	18,9	17,7
324	0,9	1,9	3,4	4,1	5,5	14,6	3,7	15,6	3,2	9,6	3,9	17,0	**	
331	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
332	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,9	0,6	0,5	0,7	0,3	0,2
333	0,2	0,5	0,7	1,3	0,3	0,2	0,3	0,5	1,6	4,8	1,7	3,2	0,9	1,1
334	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
335	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
411	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
412	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
421	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
422	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
423	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
511	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
512	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
521	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
522	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
523	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Error total	74,5	46,1	84,6	73,2	34,7	52,2	32,4	43,8	58,1	72,0	41,8	72,6	83,4	60,8
** % Acuerdo	25,5	53,9	15,4	26,8	65,3	47,8	67,6	56,2	41,9	28,0	58,2	27,4	16,6	39,2

Errores en %. En negrita los > de 5%. Las filas hacen referencia al CLC revisado para los EC y al CLC original para los EO. * indica el tipo de error más indicativo según sea clase subestimada o sobrestimada.

DISCUSIÓN: CAUSAS DE LAS DIFERENCIAS Y CONSECUENCIAS DE LA ACTUALIZACIÓN

El cambio metodológico en la versión 2006 revisada, y por tanto también en el CLC2012, se deriva de una mayor precisión en la digitalización y delimitación de los polígonos de algunas coberturas, que parece estaban subestimadas en la cartografía original del 2006 y por similitud, también en las versiones anteriores del CLC, especialmente en zonas urbanas discontinuas, zonas industriales, cursos de agua, zonas cultivadas y bosques, y que por error se incluían bien dentro de otras clases espectralmente similares o bien en clases temáticamente más genéricas o de carácter heterogéneo (asociaciones y/o mosaicos). Precisamente en este tipo de clases complejas, compuestas de varias coberturas simples, es donde las repercusiones son más evidentes, como por e.g. en los mosaicos de cultivos y en los terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural, y que muestran una importante sobrestimación en la versión original, ya que son clases muy dependientes del efecto de la escala o del grado de detalle en la resolución a la hora de la fotointerpretación. Por ejemplo de las más de 1000 millones de ha erróneamente clasificadas en el CLC2006 original como terrenos agrícolas con espacios de vegetación natural, el 20% en realidad eran secanos, 19% diversos tipos de matorrales, 8% pastizales y 6% bosques (tabla 3). Por otra parte, en términos de superficie absoluta la cobertura con mayor diferencia entre el CLC original y revisado son los matorrales boscosos de transición por confusiones o errores con bosques, otros matorrales y pastizales. La causa de este problema pensamos que está en la propia definición de esta clase y en su carácter de transición entre el bosque y el matorral (ya sea esclerófilo o no), que hacen que sea muy difícil ser fotointerpretada con buena precisión a una escala de digitalización 1:100.000. La diferenciación con las clases bosque o vegetación esclerófila estriba en la altura y cabida de cubierta de los matorrales y de los árboles aislados¹², lo que resulta complejo a esa resolución, además de requerir en muchas ocasiones comprobaciones en campo o bien imágenes y cartografía auxiliar de mayor precisión. Así, en otros estudios de validación con el CORINE es frecuente que esta clase aparezca entre las que tienen más confusión o grado de error¹³.

¹² OSE (2006): "Cambios en la ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad", Observatorio de la Sostenibilidad en España, Ministerio de Medio Ambiente, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España, 485 pp. Ver página 475.

¹³ Barreira, P., González, V., y Bosque, J. (2012): "Detección de errores temáticos en el CORINE Land Cover a través del estudio de cambios: Comunidad de Madrid (2000-2006)", *Estudios Geográficos*, 73(272), pp. 7-34.

Teniendo en cuenta los cambios metodológicos producidos y en caso de querer analizar la dinámica temporal de usos y coberturas en España, la recomendación por parte del CNIG de España, consiste¹⁴ en trabajar con los datos provenientes de las bases de datos de cambios, ya sea 2000-2006 o 2006-2012 (ambas con polígonos de tamaño mínimo de 5 ha), y no por diferencia de superficies de clases para cada año, es decir cruzando las capas de cobertura, que como hemos visto tienen un tamaño mínimo de 25 ha. A pesar de ello creemos que no debería haber problema en hacerlo de esta última manera, siempre que se explique qué parte de los cambios de cobertura producidos no son reales, sino debidos a la mejora cartográfica. En ese caso, si se utiliza la versión CLC2006 revisada, así como la última actualización CLC2012, se apreciarán diferencias importantes para algunas coberturas y cambios y se obtendrán algunas conclusiones diferentes a las de otros estudios basados en la versión original del 2006¹⁵. Los valores de sobrestimación y subestimación por categorías y niveles CLC presentados en este estudio pueden ser de gran utilidad para justificarlo, y así comprender que clases se encuentran más o menos afectadas.

CONCLUSIONES

El cambio metodológico en la producción de la cartografía CORINE Land Cover en España a raíz de la actualización del año 2012 y de la revisión de la versión de 2006, debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar adecuadamente las tendencias a lo largo de toda la serie (1987-2011). Si no, puede llegarse a conclusiones equivocadas ya que en realidad parte de los cambios de coberturas

Caetano, M., F. Mata, y Freire, S. (2006): "Accuracy assessment of the Portuguese CORINE Land Cover map". In: *Global Developments in Environmental Earth Observation from Space* (A. Marçal, editor), Millpress, Rotterdam, pp. 459-467.

¹⁴ Según un documento técnico que se adjunta al descargar el fichero shapefile del CLC2012

¹⁵ Martínez-Fernández, J., Ruiz-Benito, P. y Zavala, M.A. (2015): "Recent land cover changes in Spain across biogeographical regions and protection levels: Implications for conservation policies". *Land Use Policy*, 44, pp. 62-75.

OSE (2011): "Biodiversidad en España. Base de la sostenibilidad ante el cambio global". Observatorio de la Sostenibilidad en España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino; Fundación Biodiversidad y Fundación General de la Universidad de Alcalá, Madrid, España, 503 pp.

Bonet, A.; Ruiz, P.; Terrones, B.; Martínez-Fernández, J.; Zavala, M.Á. (2016). "Diagnóstico: Ocupación del suelo en España. Documento de apoyo a la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas". Pág. 49-84. MNCN-CSIC. Inédito.

ocurridos a partir de esta última actualización se deben al cambio en el proceso de elaboración cartográfica del CLC2012, que ha pasado a realizarse a partir de una generalización del SIOSE, que tiene una escala más detallada y mayor precisión de digitalización en la fotointerpretación. La estimación de este cambio metodológico ha sido posible gracias a que se ha comparado para un mismo año de referencia (2005) el CLC2006 en su versión original y revisada, detectando así que algunas coberturas hasta ese momento han sido o bien sobrestimadas (principalmente zonas agrícolas heterogéneas o matorrales boscosos) o bien subestimadas (principalmente superficies artificiales, cultivos, bosques o pastizales).

Jesús Martínez-Fernández

CIFOR. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria martinez.jesus@inia.es.

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-0686-6206>

Paloma Ruiz-Benito

Grupo de Ecología y Restauración Forestal, Dpto. Ciencias de la Vida, Universidad de Alcalá palomaruizbenito@gmail.com.

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-2781-5870>

Andreu Bonet Jornet

Departamento de Ecología. Universidad de Alicante
andreu@ua.es.

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-4210-9966>