

Proyecto Lacoast. Cambios en la cobertura del suelo en las costas europeas

A. EZQUERRA CANALEJO
E. MORENO CUESTA
J. URBANO LÓPEZ DE MENESES

RESUMEN

El artículo describe el Proyecto Lacoast cuyo objetivo principal ha sido el estudio de la evolución de las costas europeas entre los años 1975 y 1987.

Partiendo de la base de datos de cobertura de suelo a escala 1:100.000 Corine Land Cover (CLC), realizada sobre imágenes de satélite Landsat TM, se actualizan retrospectivamente al año 1975 con apoyo de las imágenes Landsat MSS. Finalmente se cartografían los cambios ocurridos y se realiza un sencillo tratamiento estadístico de las superficies que cambian de uso en franjas de 0-1 Km, 0-5 Km y 0-10 Km desde la línea de costa.

Se concreta esta metodología para un área geográfica determinada como es la Comunidad Valenciana (España).

PALABRAS CLAVE: Proyecto Lacoast, costas europeas, metodología, Comunidad Valenciana (España).

ABSTRACT

This article describes the Lacoast Project whose main objective has been the study of the evolution at the European coasts between 1975 and 1987.

Starting from the ground cover database, scale 1:100.000, Corine Land Cover (CLC) made on Landsat TM images, they are updated retrospectively to 1975, with support of Landsat MSS images.

Finally the changes are mapped and made a simple estadistic processing of the change's surfaces in strips of 0-1 Km, 0-5 Km and 0-10 Km from the coastline.

KEY WORDS: Lacoast Project, European coasts, metodologie, Comunidad Valenciana (Spain).

RÉSUMÉ

Le article décrit le Project Lacoast, le objectif de cette Project est l'étude de l'évolution de l'occupation du sol des côtes Européennes de l'année 1975 à l'année 1987.

A partir du banc de données d'occupation du sol à l'échelle 1:100.000 Corine Land Cover (CLC), procédant des images du satellite Landsat TM, se fait la comparaison avec les images de 1975 procédant du satellite Landsat MSS. Finalement se fait la cartographie des échanges et un traitement statistique des zones de échange dans une frange de 0-1 Km, 0-5 Km et 0-10 Km depuis le côte.

Cette méthodologie s'applique à le territoire de la Comunidad Valenciana.

MOTS CLÉS: Project Lacoast, cost european, metodología, Comunidad Valenciana (España).

1. INTRODUCCIÓN

El nacimiento del proyecto Corine Land Cover, del que parte el proyecto Lacoast, en el año 1985 tiene como fin «Un proyecto experimental para la recogida de datos, la coordinación y la homogeneización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en la Comunidad (Decisión CE/338/85).

Los objetivos concretos Corine Land cover se establecieron en 1992:

- 1.º Proporcionar información cuantitativa, consistente y comparable para todos los países de la Comunidad sobre la ocupación del suelo, punto de partida para el desarrollo medioambiental de Europa.
- 2.º Generar una base de datos de cobertura del suelo a escala 1:100.000 y leyenda preestablecida.
- 3.º Extender el proyecto a los países de la Europa Central, del Este y a los del Norte de África.

Para la realización del mismo se emplearon imágenes del satélite Landsat TM, siendo la interpretación de tipo visual. Se partió de ortofotos sobre las que se hicieron la interpretación y marcado de los distintos polígonos de usos. Posteriormente se digitalizaron los polígonos.

En la actualidad el proyecto Corine Land Cover, ya finalizado en la mayoría de los países de la UE, se centra ahora en los países del Centro, Este de Europa y Marruecos, manteniendo la metodología de interpretación visual, aunque se han realizado algunos estudios para intentar realizarlo mediante procedimientos de clasificación supervisada.

El proyecto Lacoast nace del convencimiento de que los análisis retrospectivos de los usos de suelo nos dan unos conocimientos de la evolución en ese período de tiempo, y nos permite establecer criterios para la planificación territorial. En suma,

el proyecto Lacoast trata de elaborar un mapa de cambios de usos de suelo de las costas Europeas desde el año 1975 al 1987. Los resultados del proyecto se componen de una cartografía de los polígonos que cambian de uso y de un análisis estadístico sencillo de estos cambios. Las costas españolas, salvo Andalucía y Canarias, han sido realizadas por el Instituto Geográfico Nacional, quien ha contado para su realización con distintos equipos. A continuación se citan los equipos y las Comunidades Autónomas asignadas a cada uno:

| <i>Equipo</i> | <i>Provincias</i> | <i>Comunidades Autónomas</i> |
|---------------|---|---|
| CEA | Guipúzcoa, Vizcaya | País Vasco |
| ETSIM | Asturias Cantabria Castellón, Valencia y Alicante | Principado de Asturias Cantabria Comunidad Valenciana |
| ICC | Barcelona, Tarragona, Gerona | Cataluña |
| IGN | Murcia | Región de Murcia |
| SITGA | La Coruña, Pontevedra, Lugo | Galicia |

La presente publicación expone la metodología y los resultados obtenidos en la Comunidad Autónoma de Valencia.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto ha sido el estudio de los cambios acaecidos en la cobertura (y uso) del suelo en una franja de 10 Km. tomados desde la línea de costa hacia el interior. Para ello se han utilizado imágenes Landsat MSS de 1975 (aproximadamente), y las imágenes TM que se utilizaron para realizar el proyecto Corine Land Cover en 1987.

Los cambios se obtienen por comparación de dos coberturas vectoriales y de sus bases de datos. Una de ellas estaría compuesta por polígonos de los usos de suelo de 1987 y la segunda por los usos de 1975. La primera es la propia CLC; la segunda tiene que elaborarse.

El proceso de elaboración ha consistido en la foto-interpretación asistida de la imagen MSS (1975) ajustando los vectores del CLC (1987) a los polígonos de interpretación sobre ella observados. A las imágenes MSS (1975) se superpone la cobertura vectorial de 1987 y con el software adecuado se comprueban que los polígonos digitalizados en 1987 coinciden con los de 1975 y en caso de que existan variaciones se alteran los polígonos de la cobertura vectorial.

Finalmente la comparación de ambas bases de datos ha permitido la realización de cartografía de los cambios ocurridos, así como la generación de estadísticas que expliquen la evolución de la cobertura del suelo en las zonas costeras.

La información de la que se ha partido han sido las imágenes MSS y TM correspondientes a 1975 y 1987 respectivamente, y las hojas CLC en formato digital correspondientes a los usos del suelo del año 1987. El software debe permitir superponer una cobertura vectorial sobre la imagen satélite, digitalizar sobre la cobertura vectorial alterando topología y generando nuevos polígonos.

El proyecto se puede dividir en tres fases: ajuste CLC vectorial sobre la imagen TM, como preparación y validación previa; actualización retrospectiva (downdating), superponiendo imágenes MSS y hojas CLC; y análisis estadístico de los cambios.

Procedemos, a continuación, a analizar detalladamente las fases seguidas en este proyecto.

FASE I: AJUSTE CLC VECTORIAL SOBRE LA IMAGEN TM

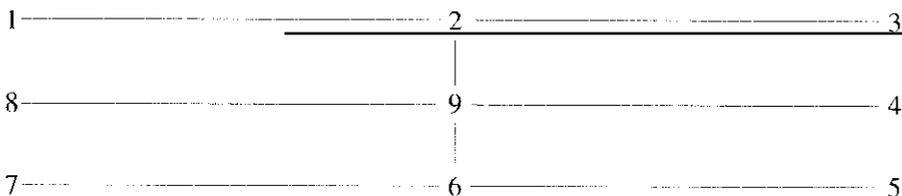
Se ha de verificar que el ajuste entre la base CLC y la imagen TM es correcta. Para ello se visualizará el vector de la hoja Corine (1:100.000) correspondiente y se procederá a la revisión de su geometría por hojas. Esta revisión se debe realizar bajo dos puntos de vista:

1. Detección y corrección de errores geométricas, topológicos y semánticos

Comprueba que la realización de las hojas CLC que se van a emplear son válidas como cobertura vectorial y que el case entre ellas es aceptable. Estas comprobaciones son importantes teniendo en cuenta que el CLC en España lo realizaron distintos equipos según zonas.

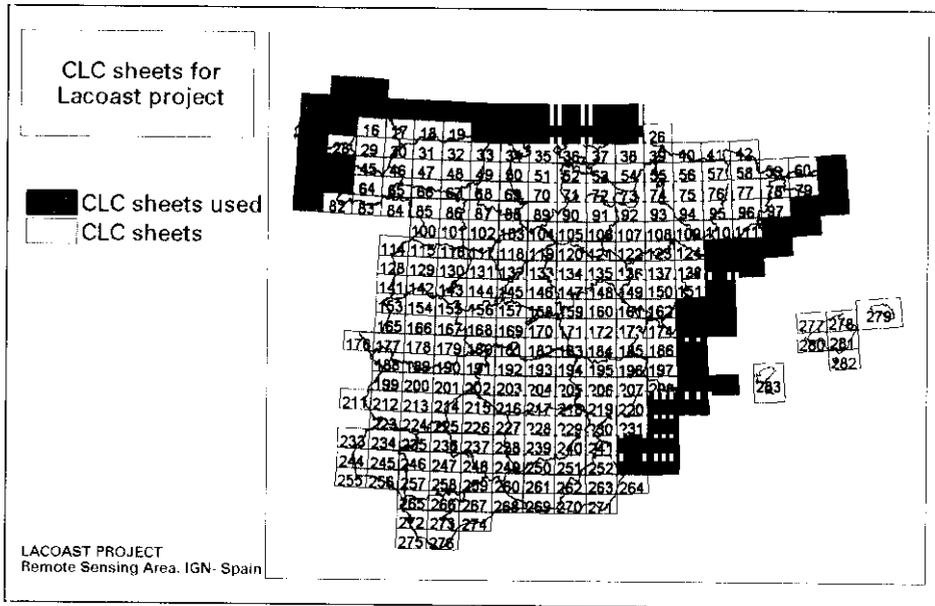
- Geometría: Se ha comprobado que los tics de las hojas Corine (1:100.000) corresponden con las esquinas de las hojas del MTN (1:25.000) con una tolerancia cartográfica inferior al metro. Posteriormente se han corregido aquellos que no cumplían con esta tolerancia.

La nomenclatura seguida para los nueve puntos de cada hoja Corine ha sido:



En caso de no existir algún punto se ha dejado vacío el dato.

Mostramos a continuación el mapa de hojas de Corine, donde están señaladas en tonos más oscuros las hojas utilizadas para el estudio de las zonas encargadas al IGN.



Mapa 1. Hojas Corine.

Como ejemplo, mostramos en la página siguiente los resultados obtenidos para la hoja número 209, correspondiente al huso 30.

- Case de hojas:

Tics: los 4 tics de cada hoja se han hecho corresponder con las esquinas adyacentes. Los requisitos de tolerancia han sido de 1 m.

Cases de polígonos: se ha comprobado que los polígonos a caballo entre varias hojas tienen la misma etiqueta y se ha establecido la continuidad de sus límites entre hojas, de forma que finalmente se obtengan al unirlos un todo continuo y homogéneo. El nodo que forman los polígonos con el marco en cada hoja tiene el mismo valor que el del polígono de la hoja adyacente que corresponda a su continuidad.

Topología: se ha creado una topología de polígono con superficie cerrada y sin duplicidad de etiquetas. Las tolerancias fuzzy y dangle requeridas por el software ARCINFO se han establecido en 0,1 m en aquellas hojas en que sea superior y se ha mantenido en las que resultaba inferior.

Semántica: se han eliminado los errores debido a polígonos con la misma etiqueta o clase en el caso de que la fointerpretación sobre la imagen TM corro-

| Hoja n.º 209 (huso 30) | Punto | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
|---------------------------|------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| | MTN | 714796 | 4319915 | 643667 | 4320751 | 772539 | 4321997 | 773177 | 4303196 |
| | CORINE | 714796 | 4319915 | 643667 | 4320751 | 772539 | 4321997 | 773177 | 4303196 |
| | Diferencia | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | Punto | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
| | | X | Y | X | Y | X | Y | X | Y |
| | MTN | 773814 | 4284695 | 744806 | 4283753 | 715800 | 4282916 | 715299 | 4301414 |
| | CORINE | 773814 | 4284696 | 744806 | 4283753 | 715800 | 4282916 | 715299 | 4301414 |
| | Diferencia | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| | Punto | 9 | | | | | | | |
| | | X | Y | | | | | | |
| | MTN | 744237 | 4302253 | | | | | | |
| | CORINE | 744237 | 4302253 | | | | | | |
| | Diferencia | 0 | -1 | | | | | | |

Tabla 1. Comprobación de los tics para la hoja núm. 209.

borara que su valor era el mismo. En caso contrario se ha procedido a asignarle su código correcto. Por otro lado se ha procedido a eliminar los errores groseros de etiquetas, así como las etiquetas duplicadas en aquellos polígonos con dos o más labels o centroides.

2. Control y ajuste de los polígonos de fotointerpretación

Esta segunda comprobación se refiere directamente a la calidad de digitalización de las hojas CLC. En ocasiones se trata de errores del operador que digitaliza y otras del fotointerpretador.

Para validar la digitalización se ha superpuesto sobre la imagen TM y sobre la cobertura CLC, una malla de diez por diez kilómetros. El operador ha anotado en el punto más próximo posible a cada nodo de la malla, la distancia entre el punto en el vector y su homólogo en la imagen, no debiendo el error medio cuadrático de estas mediciones exceder de 100 m.

$$Emc = [\sum(XR_i^2 + YR_i^2)/(N - 1)]^{1/2} \leq 100 \text{ m}$$

Donde: Xr_i = X residual del Punto de muestreo i.

Yr_i = Y residual del Punto de muestreo i.

N = Número total de puntos en la muestra.

Emc = Error medio cuadrático.

COMUNIDAD AUTÓNOMA VALENCIANA

| <i>Hoja CORINE núm.</i> | <i>Emc (m)</i> |
|-------------------------|----------------|
| 152 | 56.35 |
| 164 | 58.50 |
| 163 | 81.54 |
| 175 | 78.25 |
| 187 | 80.00 |
| 198 | 83.17 |
| 209 | 85.43 |
| 210 | 43.50 |
| 222 | 64.59 |
| 232 | 70.58 |

Los valores del error cuadrático medio obtenidos para cada una de las hojas han sido los siguientes:

El error permitido es muy elevado teniendo en cuenta la escala de la cartografía. Pero si tenemos en cuenta la información contenida y el uso que se quiere dar a la información se puede considerar aceptable.

FASE II: ACTUALIZACIÓN RETROSPECTIVA («DOWNDATING»)

Los trabajos realizados de esta fase se han realizado sobre una franja de 10 Km. de ancho desde la línea de costa hacia el interior, siendo el propósito de los mismos determinar los cambios ocurridos en el uso de suelo entre los años 1975 y 1987. El proceso se ha llevado a cabo en un entorno multiventana de tal manera que el operador mediante la comparación visual de las imágenes localizó los cambios acaecidos en la cobertura/uso del suelo entre ambas fechas.

El software utilizado para esta segunda fase han sido Co-Pilot, Pc-Arcinfo y Arcinfo estación.

Con Pc-Arcinfo se hace una preparación de las coberturas. Se ha extraído de la base de datos de CORINE original una franja de 15 Km. de ancho, de tal forma que al ser mayor que el área de estudio, la interpretación visual no adolezca de falta de referencia en los bordes. Del mismo modo se preparan coberturas de 10,5 y 1 Km. de CLC. Estas coberturas representarán la situación inicial de 1987 sobre la que se digitalizarán los cambios (CLC-75). Se conserva una copia de estas coberturas sin alterar (CLC-87) para hacer el análisis estadístico posteriormente.

Después de determinar el área de trabajo, los polígonos afectados por cambios en su uso del suelo fueron identificados, pero sin tener en cuenta el tipo de cambio. Para ello, los polígonos de la base CLC-75 y CLC-87 se superpusieron y compararon en ambas imágenes. La escala visual para llevar a cabo la comparación fue de 1:100.000, trabajándose al quinto nivel de la leyenda CORINE.

Una vez encontrados los cambios en la base de datos, el siguiente paso consiste en identificarlos. Posteriormente se corrigió el código de aquellos polígonos que habían cambiado el uso de suelo, dándosele el código correspondiente a 1975. Para determinar este «downdating», se usó, además de la propia imagen MSS, el Mapa de Cultivo y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, cuando su utilización se consideró conveniente.

Aparte de los cambios en el uso de suelo que afectan a polígonos en su totalidad, en otros casos la variación sólo afecta a una parte de uno o más polígonos, de tal manera que es necesario redigitalizar su frontera en pantalla.

La precisión de esta base de datos se ha controlado, asegurando un error medio cuadrático inferior a 100 m, para ello se ha utilizado el procedimiento de la malla. Sin embargo, a diferencia de la validación del ajuste de la base Corine Land Cover sobre la imagen TM, la intensidad de muestreo en esta fase ha sido menor que la dada por la malla de 10 Km.

Una vez obtenida la base de datos Corine acorde con la información MSS, se ha superpuesto dicho vector sobre el CLC-87 y se ha elaborado un mapa de cambios.

En las páginas siguientes se muestran algunos ejemplos de cambios detectados entre 1975 y 1987 para la Comunidad Autónoma Valenciana.

FASE III: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS CAMBIOS

La base de datos asociada a las coberturas generadas por los SIG dan la posibilidad de un rápido análisis estadístico. En este caso tenemos los polígonos de ocupación del suelo de una zona —agrupadas por códigos— en dos momentos distintos-CLC75 y CLC87. El análisis de evolución en los distintos usos es directo.

Se quiere que el análisis de cambios se haga por Comunidades Autónomas y distinguiendo los distintos usos del suelo al tercer nivel de CLC.

Como la fase de actualización retrospectiva se hizo con los datos de ocupación del suelo al quinto nivel se debe crear un campo en las coberturas que sólo contenga los usos a tercer nivel (CLC75-3; CLC87-3). De igual manera como la salida gráfica final reflejará sólo los cambios de uso en el primer nivel se crea otro campo con los usos a primer nivel (CLC75-1; CLC87-1).

Teniendo en cuenta que la actualización retrospectiva se ha realizado al quinto nivel y que la digitalización de las hojas CLC se hicieron, por la escala, pensando en ser utilizadas al máximo a tercer nivel, cabe pensar que, aunque los resultados no se vean invalidados por los datos apuntados, se ha trabajado con poca lógica, en lo que a homogeneidad de escalas se refiere.

PROVINCIA DE ALICANTE

Imagen TM

Imagen MSS

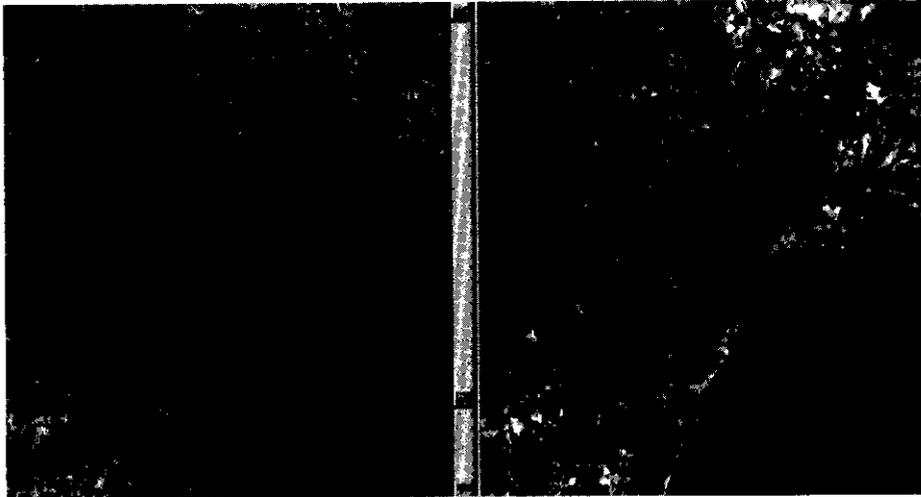


Figura 1. Cambio en Santa Pola: de marismas en el año 1975, clase 421, a salinas, clase 422, y mosaico de cultivos, clase 242, en 1987.

PROVINCIA DE VALENCIA

Imagen MSS

Imagen TM

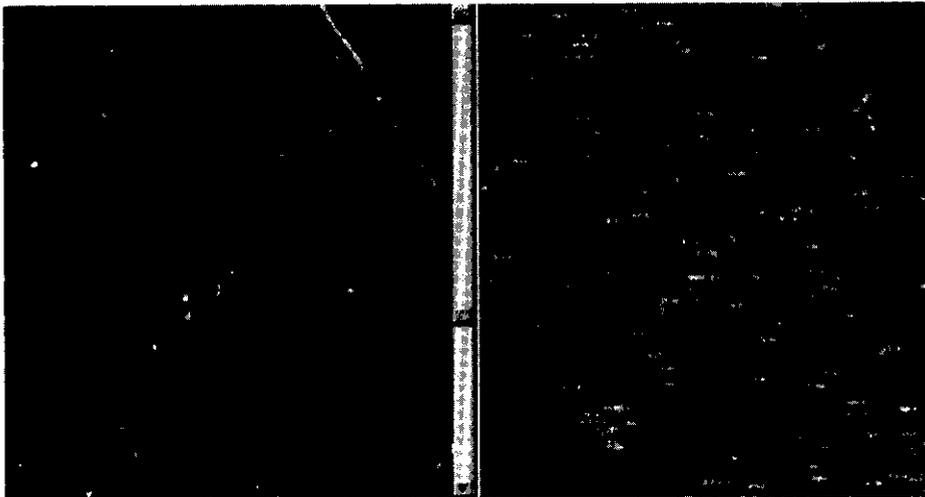


Figura 2. Construcción de la circunvalación de Gandía, así como la autopista.

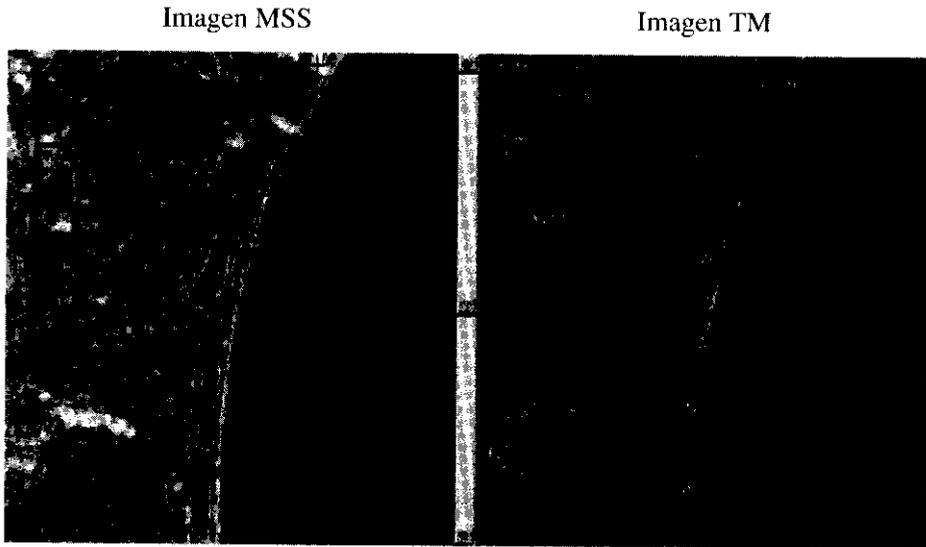


Figura 3. Cambio de mosaico de cultivos en 1975, clase 242, a terrenos regados permanentemente, clase 212, en 1987.

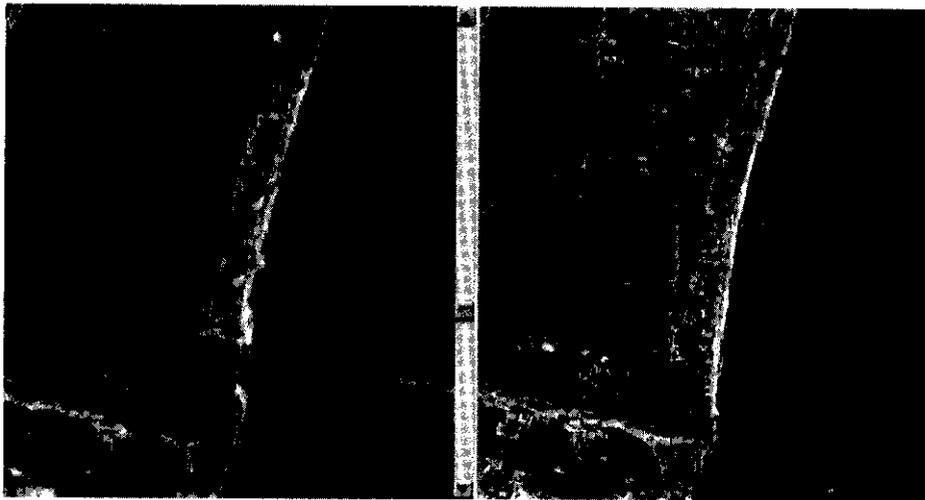


Figura 4. Desaparición de un arrozal situado en el límite de las provincias de Castellón y Valencia existente en 1975, clase 213, pasando a mosaico de cultivos, clase 242, en 1987.

Imagen MSS

Imagen TM

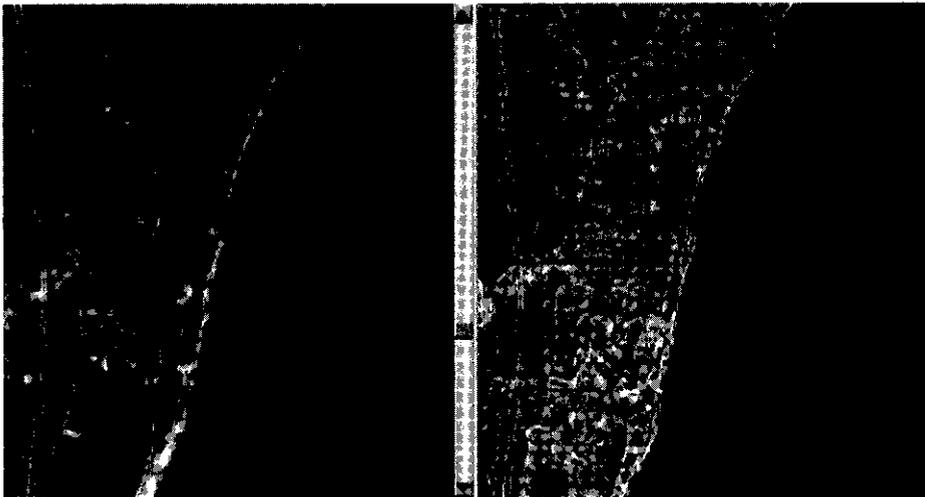


Figura 5. Cambio en un área situada a 7 Km de Sagunto de mosaico de cultivos, clase 242, en 1975 a terrenos regados permanentemente, clase 212 en 1987.

Imagen MSS

Imagen TM

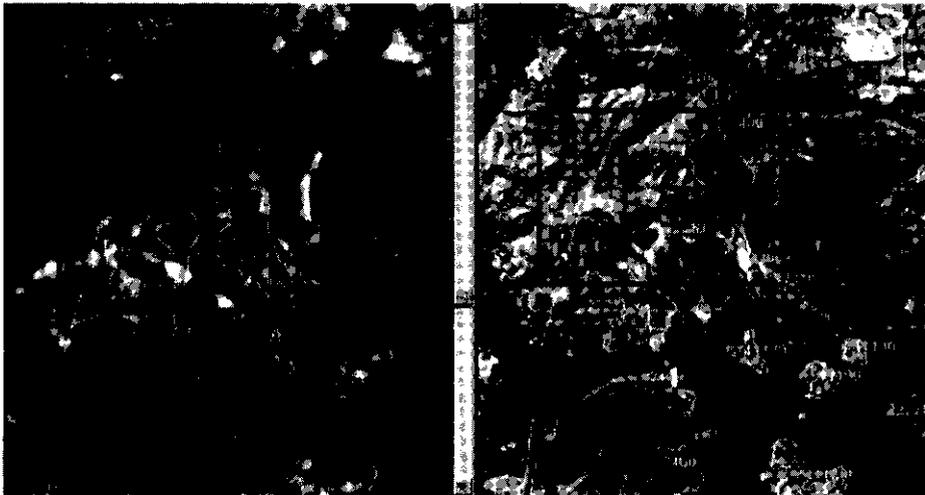


Figura 6. Transformación de terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural, clase 243, en 1975 a frutales, clase 222, en 1987.

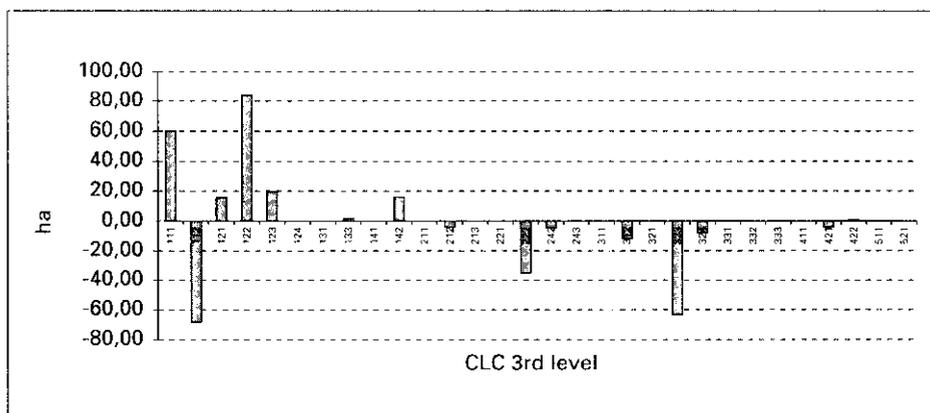
Se ha calculado el cambio experimentado, en hectareas, para cada clase, reflejándose este incremento/decremento en un histograma. Asimismo se ha medido la dinamicidad de cada categoría calculando el porcentaje de cambio experimentado por cada clase con respecto a la situación inicial (1975).

Estos cálculos se han llevado a cabo tanto para toda la franja de 10 Km, como por bandas de diferente ancho (buffers de 0 a 1 Km, y de 0 a 5 Km).

En el análisis ha resultado muy útil considerar usos «asociados» para hacer un análisis que explique globalmente los cambios en la Comunidad Autónoma. Así, por ejemplo, considerar un aumento de tejido urbano denso llevará asociado un aumento en autovías y carreteras; un aumento de tejido urbano laxo se asocia con un retroceso de la agricultura, generalmente de huerta o extensiva de las zonas periurbanas.

Finalmente se ha efectuado un análisis de los mismos para cada uno de los buffers. Como las bandas son «concéntricas» pueden desdibujarse la importancia de los datos de una a otra, por contener una a la anterior. Se aconseja, por ser en casos muy ilustrativo, que se consideren las bandas de 0-1 km; de 1-5 km; y de 5-10 km. No hay más que hacer la diferencia. Estas comparadas unas con otras darán una idea interesante de la evolución de los usos en la costa.

Mostramos a continuación los resultados obtenidos en la Comunidad Valenciana.



| Código | Clase | Área 1975 (ha) | Área 1987 (ha) | 1987-1975 (ha) |
|--------|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| 111 | Tejido urbano continuo | 3333,03 | 3393,14 | 60,11 |
| 112 | Tejido urbano discontinuo | 4929,45 | 4858,25 | -71,2 |
| 121 | Zonas industriales o comerciales | 732,82 | 747,52 | 15,70 |
| 122 | Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados | 138,20 | 192,34 | 54,14 |
| 123 | Zonas portuarias | 891,25 | 983,06 | 91,1 |
| 124 | Aeropuertos | 28,07 | 28,07 | 0,00 |
| 131 | Zonas de extracción minera | 44,40 | 44,41 | 0,02 |
| 133 | Zonas en construcción | 190,99 | 192,99 | 2,00 |
| 141 | Zonas verdes urbanas | 32,78 | 32,81 | 0,02 |
| 142 | Instalaciones deportivas y recreativas | 209,27 | 225,23 | 15,96 |
| 211 | Tierras de labor en secano | 76,02 | 76,02 | 0,00 |
| 212 | Terrenos regados permanentemente | 1866,24 | 1862,07 | -4,18 |
| 213 | Arrozales | 360,10 | 360,10 | 0,00 |
| 221 | Viñedos | 182,34 | 182,35 | 0,01 |
| 222 | Frutales | 7060,65 | 7015,67 | -44,97 |
| 242 | Mosaico de Cultivos | 4236,72 | 42323,15 | -4,58 |
| 243 | Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural | 978,83 | 979,30 | 0,46 |
| 311 | Bosques de frondosas | 9,76 | 9,76 | 0,00 |
| 312 | Bosques de coníferas | 1179,43 | 1167,78 | -11,66 |
| 321 | Pastizales naturales | 885,18 | 885,21 | 0,03 |
| 323 | Vegetación esclerofila | 2911,38 | 2818,69 | -92,69 |
| 324 | Matorral boscoso de transición | 1084,15 | 1076,30 | -7,85 |
| 331 | Playas, dunas y arenales | 1618,97 | 1619,01 | 0,04 |
| 332 | Roquedo | 185,08 | 185,05 | -0,03 |
| 333 | Espacios con vegetación escasa | 59,03 | 59,03 | 0,00 |
| 411 | Humedales y zonas pantanosas | 37,13 | 37,13 | 0,00 |
| 421 | Marismas | 980,75 | 976,59 | -4,17 |
| 422 | Salinas | 459,85 | 460,85 | 1,01 |
| 511 | Cursos de agua | 98,69 | 98,68 | -0,01 |
| 521 | Lagunas costeras | 12,73 | 12,73 | 0,00 |

Tabla 2. Cambio de uso entre 1975 y 1987 (Comunidad Valenciana + 1 Km).

Existe un aumento de las zonas comerciales (121) de un 2,14 %, asociado fundamentalmente al desarrollo turístico.

Asimismo se da un aumento de los kilómetros de autovía (122) de un 39,17 %.

Se registra un aumento de las zonas portuarias (123) de un 10,30 %, encontrándose una tendencia de aumento fundamentalmente en puertos deportivos. En esta línea se da un aumento de instalaciones deportivas y recreativas (142) de un 7,62 %.

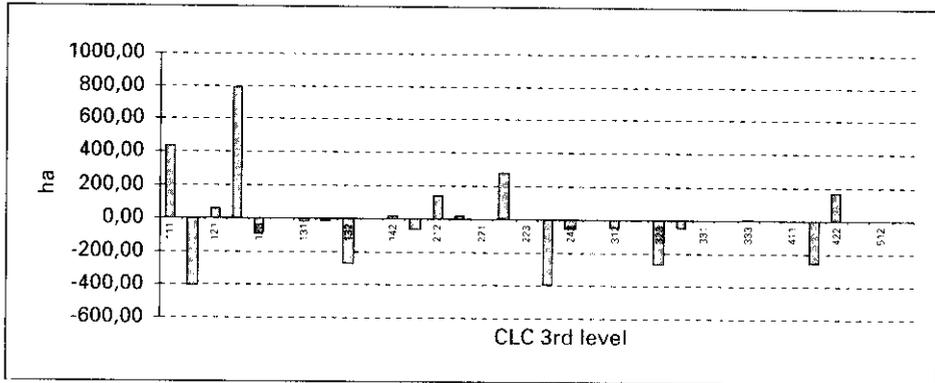


Gráfico 2. Cambios de uso entre 1975 y 1987 (Comunidad Valenciana + 5 Km).

| Código | Clase | Área 1975 (ha) | Área 1987 (ha) | 1987-1975 (ha) |
|--------|--|----------------|----------------|----------------|
| 111 | Tejido urbano continuo | 8179,94 | 8615,52 | 435,57 |
| 112 | Tejido urbano discontinuo | 12279,98 | 11877,61 | -402,37 |
| 121 | Zonas industriales o comerciales | 2845,49 | 2901,43 | 55,95 |
| 122 | Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados | 1057,72 | 1760,60 | 702,88 |
| 123 | Zonas portuarias | 891,16 | 982,17 | 91,00 |
| 124 | Aeropuertos | 216,02 | 216,02 | 0,00 |
| 131 | Zonas de extracción minera | 541,16 | 526,11 | -15,05 |
| 132 | Escombreras y vertederos | 103,22 | 92,77 | -10,45 |
| 133 | Zonas en construcción | 836,10 | 563,03 | -273,07 |
| 141 | Zonas verdes urbanas | 146,03 | 146,08 | 0,04 |
| 142 | Instalaciones deportivas y recreativas | 551,62 | 567,57 | 15,95 |
| 211 | Tierras de labor en secano | 879,48 | 814,42 | -65,06 |
| 212 | Terrenos regados permanentemente | 8654,15 | 8791,29 | 137,14 |
| 213 | Arrozales | 9561,74 | 9582,45 | 20,71 |
| 221 | Viñedos | 2235,05 | 2235,09 | 0,03 |
| 222 | Frutales | 56188,06 | 56372,39 | 184,34 |
| 223 | Olivares | 12,32 | 12,32 | 0,00 |
| 242 | Mosaico de Cultivos | 29517,27 | 29126,18 | -391,09 |
| 243 | Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural | 7352,81 | 7302,19 | -50,62 |
| 311 | Bosques de frondosas | 9,77 | 9,77 | 0,00 |
| 312 | Bosques de coníferas | 5740,19 | 5695,28 | -44,91 |
| 321 | Pastizales naturales | 3611,35 | 3603,68 | -7,66 |
| 323 | Vegetación esclerofila | 20782,64 | 20519,03 | -263,61 |
| 324 | Matorral boscoso de transición | 7374,10 | 7328,65 | -45,45 |
| 331 | Playas, dunas y arenales | 1618,97 | 1619,09 | 0,13 |

| Código | Clase | Área 1975 (ha) | Área 1987 (ha) | 1987-1075 (ha) |
|--------|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 332 | Roquedo | 279,73 | 279,71 | -0,02 |
| 333 | Espacios con vegetación escasa | 261,40 | 270,24 | 8,84 |
| 334 | Zonas quemadas | 63,11 | 63,11 | 0,00 |
| 411 | Humedales y zonas pantanosas | 878,43 | 878,41 | -0,02 |
| 421 | Marismas | 3447,62 | 3194,45 | -253,17 |
| 422 | Salinas | 1520,22 | 1689,92 | 169,70 |
| 511 | Cursos de agua | 926,63 | 926,79 | 0,16 |
| 512 | Láminas de agua | 62,38 | 62,39 | 0,01 |
| 521 | Lagunas costeras | 3100,65 | 3100,75 | 0,10 |

Tabla 3. Cambios de uso entre 1975 y 1987 (Comunidad Valenciana + 5 Km).

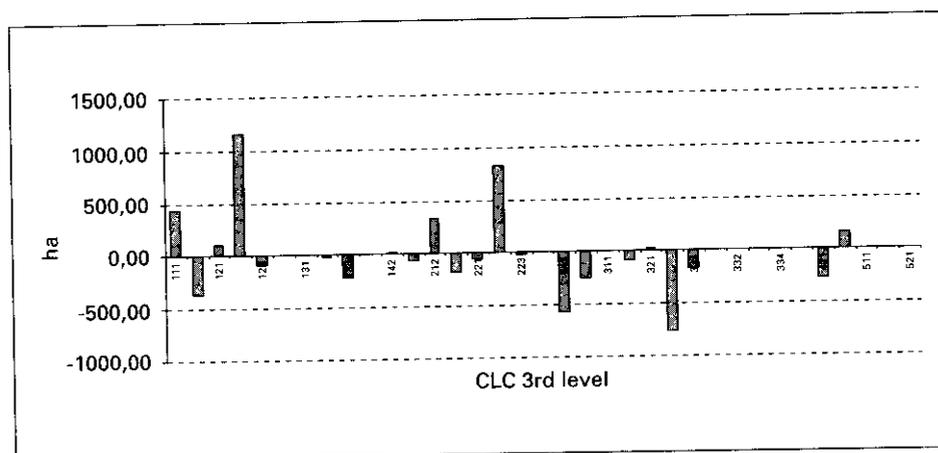


Gráfico 3. Cambios de uso entre 1975 y 1987 (Comunidad Valenciana + 10 Km).

| Código | Clase | Área 1975 (ha) | Área 1987 (ha) | 1987-1075 (ha) |
|--------|--|----------------|----------------|----------------|
| 111 | Tejido urbano continuo | 12872,51 | 13308,05 | 435,55 |
| 112 | Tejido urbano discontinuo | 15557,81 | 15193,78 | -364,03 |
| 121 | Zonas industriales o comerciales | 4805,43 | 4907,19 | 101,75 |
| 122 | Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados | 1599,99 | 2664,39 | 1064,4 |
| 123 | Zonas portuarias | 891,25 | 983,06 | 91,82 |
| 124 | Aeropuertos | 234,57 | 234,58 | 0,01 |
| 131 | Zonas de extracción minera | 1333,35 | 1343,22 | 9,87 |
| 132 | Escombreras y vertederos | 180,43 | 163,68 | 16,74 |
| 133 | Zonas en construcción | 996,70 | 781,18 | -215,52 |

| Código | Clase | Área 1975 (ha) | Área 1987 (ha) | 1987-1075 (ha) |
|--------|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| 141 | Zonas verdes urbanas | 224,82 | 224,85 | 0,04 |
| 142 | Instalaciones deportivas y recreativas | 635,75 | 651,69 | 15,94 |
| 211 | Tierras de labor en secano | 1028,94 | 963,86 | -65,09 |
| 212 | Terrenos regados permanentemente | 13352,25 | 13685,26 | 333,01 |
| 213 | Arrozales | 16607,82 | 16434,71 | -173,10 |
| 221 | Viñedos | 3838,30 | 3789,87 | -48,43 |
| 222 | Frutales | 115167,84 | 115906 | 738,2 |
| 223 | Olivares | 934,07 | 911,47 | -22,60 |
| 241 | Cultivos anuales asociados con permanentes | 30,80 | 30,80 | 0,02 |
| 242 | Mosaico de Cultivos | 69978,72 | 69417,72 | 560,99 |
| 243 | Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural | 16398,18 | 16156,60 | -241,50 |
| 311 | Bosques de frondosas | 9,77 | 9,77 | 0,00 |
| 312 | Bosques de coníferas | 10723,77 | 10632,06 | -91,71 |
| 321 | Pastizales naturales | 6371,87 | 6394,96 | 23,09 |
| 323 | Vegetación esclerofila | 53773,76 | 53013,49 | -760,27 |
| 324 | Matorral boscoso de transición | 18945,94 | 18780,59 | -165,35 |
| 331 | Playas, dunas y arenales | 1618,97 | 1618,96 | 0,01 |
| 332 | Roquedo | 335,93 | 335,92 | -0,02 |
| 333 | Espacios con vegetación escasa | 977,83 | 986,68 | 8,85 |
| 334 | Zonas quemadas | 69,52 | 69,51 | 0,01 |
| 411 | Humedales y zonas pantanosas | 984,55 | 984,54 | -0,01 |
| 421 | Marismas | 4239,52 | 3972,38 | -267,15 |
| 422 | Salinas | 1534,74 | 1704,44 | 169,70 |
| 511 | Cursos de agua | 1555,51 | 1555,68 | 0,16 |
| 512 | Láminas de agua | 102,79 | 102,80 | 0,01 |
| 521 | Lagunas costeras | 4810,12 | 4810,23 | 0,11 |

Tabla 4. Cambios de uso entre 1975 y 1987 (Comunidad Valenciana + 10 Km).

Reseñar finalmente la disminución de los frutales (222), fundamentalmente naranjos en un 0,63 %, que aunque pequeña en porcentaje es significativa debido al cambio de tendencia que se va a producir en las siguientes áreas de estudio. Asimismo tiene lugar una disminución de vegetación esclerofila (323) de un 3,18 % debido a la presión turística.

ANÁLISIS DE CAMBIOS DENTRO DEL BUFFER DE CINCO KILÓMETROS

Se mantiene la tendencia de paso de tejido urbano discontinuo (112) que disminuye en un 3,27 % a tejido urbano continuo (111), el cual aumenta en un 5,32 %.

| <i>CLC3</i> | <i>Porcentaje de cambio (%)</i> | | |
|---------------|---------------------------------|-------------|--------------|
| | <i>1 Km</i> | <i>5 Km</i> | <i>10 Km</i> |
| <i>Buffer</i> | | | |
| 111 | 1,80 | 5,32 | 3,38 |
| 112 | -1,44 | -3,27 | -2,33 |
| 121 | 2,14 | 1,96 | 2,11 |
| 122 | 39,17 | 66,45 | 66,52 |
| 123 | 10,30 | 10,21 | 10,30 |
| 124 | 0 | 0 | 0 |
| 131 | 0,04 | -2,78 | 0,74 |
| 132 | - | -10,12 | -9,27 |
| 133 | 1,04 | -32,65 | -21,62 |
| 141 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 142 | 7,62 | 2,89 | 2,50 |
| 211 | 0 | -7,39 | -6,32 |
| 212 | -0,22 | 1,58 | 2,49 |
| 213 | 0 | 0,21 | -1,04 |
| 221 | 0 | 0 | -1,26 |
| 222 | -0,63 | 0,32 | 0,64 |
| 223 | - | 0 | -2,41 |
| 241 | - | - | 0,06 |
| 242 | -0,10 | -1,32 | -0,80 |
| 243 | 0,04 | -0,68 | -1,47 |
| 311 | 0 | 0 | 0 |
| 312 | -0,98 | -0,78 | -0,85 |
| 321 | 0 | -0,21 | 0,36 |
| 323 | -3,17 | -1,26 | -1,41 |
| 324 | -0,72 | -0,61 | 0,87 |
| 331 | 0 | 0 | 0 |
| 332 | -0,01 | 0 | 0 |
| 333 | 0 | 3,38 | 0,9 |
| 334 | - | 0 | -0,01 |
| 411 | 0 | 0 | 0 |
| 421 | -0,42 | -7,34 | -6,30 |
| 422 | 0,21 | 11,16 | 11,05 |
| 511 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 5. *Porcentajes de cambios en la Comunidad Autónoma de Valencia.*

Las zonas comerciales siguen aumentando, pero a un ritmo inferior al del primer kilómetro, lo hacen en un 1,96 %.

Dentro de este buffer es donde se refleja fundamentalmente la construcción de la autovía del mediterráneo (122), con un aumento del 66,45 %.

Existe una disminución importante de zonas en construcción de un 32,65 %.

Las tierras de labor en secano (211) disminuyen en un 7,39 %, registrándose un aumento del regadío (212) en un 1,58 %.

Los naranjos (222), superan la «presión turística» del primer kilómetro y empiezan a aumentar su superficie en un 0,32 %, apropiándose de superficies que previamente se dedicaban a mosaico de cultivos (242) las cuales disminuyen en un 1,32 %.

Por último destacar la disminución de las marismas (421) en un 7,34 %, que en buena parte se compensa por el aumento de las salinas (422) en un 11,16 %.

ANÁLISIS DE CAMBIOS DENTRO DEL BUFFER DE DIEZ KILÓMETROS

Se mantiene la tendencia de aumento de tejido urbano continuo (111) en un 3,38 %, y disminución de 112 en un 2,33 %.

Las zonas comerciales e industriales (121) aumentan en un 2,11 %.

Las zonas en construcción disminuyen en un 21,62 %, lo que supone un aumento relativo respecto a la franja de 0 a 5 Km. de un 11,03 %.

Las tierras de labor en secano (211) disminuyen en un 6,32 %, encontrándose un aumento del regadío (212) de un 2,49 %.

En los arrozales (213) encontramos una disminución del 1,04 %, debido fundamentalmente a la sequía de los años previos.

Existe un aumento del 0,64 % en naranjos (222), que aunque pequeña en porcentajes es importante en hectáreas debido a la gran cantidad de superficie dedicada a la misma. Este aumento de superficie se nutre de mosaico de cultivos (242) que disminuyen en un 0,8 %, y de terrenos principalmente agrícolas pero con importantes espacios de vegetación natural (243) que disminuyen un 0,87 %, así como vegetación-esclerófila (323) que disminuye en un 1,41 %.

La disminución de masas de coníferas (313) en un 0,85 % se puede justificar debido a incendios forestales, degradándose estas zonas fundamentalmente a matorral y vegetación esclerófila.

Se mantiene la tendencia de disminución de marismas (421) en un 6,30 % y de aumento de salinas (422) en un 11,05 %.

CONCLUSIONES

1. La metodología diseñada es válida para los objetivos marcados. Si se quieren realizar trabajos o estudios de este tipo se debe pensar mejor, el software que se empleará. Debe primer en la elección un programa que puede realizar

todas las fases del método. En este caso la elección de Co-Pilot ha supuesto un retraso en los trabajos y, en ocasiones la repetición de pasos al no estar totalmente conseguida la compatibilidad entre programas. Co-Pilot tiene la ventaja de poder alterar una cobertura vectorial rehaciendo la topología, y de tener una interface Windows que hace su uso intuitivo y ameno; de otra parte no está totalmente desarrollado y no permite realizar operaciones propias de un SIG, los pasos entre programas compatibles dan lugar a frecuentes errores y por tanto se debe repetir la operación.

2. Se confirma la utilidad y ventajas de las imágenes satélite en los trabajos medio ambientales. A partir de ellos se puede obtener información muy actual y se puede realizar cartografía temática según necesidades concretas de un proyecto (escala, leyenda,...). No se está limitado a la cartografía temática publicada que puede no ser adecuada en actualidad, leyenda y escala. Contra esto decir que la realización de cartografía de grandes superficies puede resultar muy cara y que la escala de detalle que se puede obtener debe estar de acuerdo con la información que se desea contener en la misma.
3. Por los resultados obtenidos se ve que tanto metodología como herramienta son válidos para trabajos del tipo: análisis de dinámicas de población por ocupación del suelo; avance de la desertificación (estudio que se está llevando a cabo en este mismo Departamento universitario); introducción e implantación de nuevos cultivos en una zona;... en definitiva todos aquellos estudios en que la información de la cartografía inicial varía con el paso del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- BOSQUE, J. et al. (1994): *Sistemas de Información Geográfica: prácticas con PC ARC-INFO e IDRISI*. Editorial Ra-Ma.
- BOSQUE, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Rialp. Madrid.
- CARTHA FOR WINDOWS. User Guide.
- CHUVIECO, E. (1993): *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Editorial Rialp. Madrid.
- CORINE LAND COVER. Technical Guide.
- GONZÁLEZ ALONSO, F. (1982): *Satélites de Recursos Naturales y sus aplicaciones en el campo forestal*. INIA. Ministerio de Agricultura.
- GUTIÉRREZ, J. y GOULD, M. (1994). *Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Síntesis. Madrid.
- OTERO, I. et al. (1995): *Diccionario de cartografía, topografía, fotogrametría, teledetección, SIG, GPS y modelos digitales del terreno*. Ediciones de las Ciencias Sociales. Madrid.
- PINILLA, C. (1995): *Elementos de Teledetección*. Editorial Ra-Ma.
- SEQUÍ, J. M. y RUIZ, M. (1995): *Análisis espacial y Sistemas de Información Geográfica*. Editorial Oikos-tau. Barcelona.