

USO DE HERRAMIENTAS SIG EN LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE CAMBIOS EN CAUCES DE RAMBLAS COSTERAS (MURCIA, ESPAÑA)

*Esther Castillo Montoya, Francisco Belmonte Serrato¹,
Elizabeth Andrade Limas²*

Universidad de Murcia
Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)

RESUMEN

Se ha comprobado la validez de algunas herramientas SIG en la identificación y caracterización de los cambios en algunos cauces de ramblas costeras, comparando su morfología en dos fechas distintas, 1956 y 2002. Los resultados reflejan cambios muy importantes en la morfología de las redes de drenaje en el área estudiada, tales como ocupación por plantaciones agrícolas, desvío de cauces, uso para caminos agrícolas y, sobre todo, una disminución considerable de su extensión.

Palabras clave: Ramblas, SIG, usos agrícolas, modificación de cauces

USING GIS TOOLS IN THE IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF CHANGES IN COASTAL GULLIES CHANNELS (MURCIA, SPAIN)

ABSTRACT

He has checked the validity of some GIS tools in the identification and characterization of changes in some of these channels by comparing their morphology on two different dates, 1956 and 2002. The results reflect significant changes in the morphology of the drainage networks in the study area, such as occupation by agricultural plantations, diversion of rivers, roads for agricultural use and, above all, a significant decrease in its extension.

Key words: Ephemeral channels, GIS, agricultural uses, changing channels

Fecha de recepción: 26 de septiembre de 2011. Fecha de aceptación: 23 de noviembre de 2012.

1 Departamento de Geografía. Universidad de Murcia E-mail: franbel@um.es

2 Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas (México). E-mail: eandrade@uat.edu.mx

1. INTRODUCCIÓN

Las ramblas son el rasgo morfológico por excelencia de los climas semiáridos, constituyendo uno de los elementos paisajísticos más peculiares del Sureste peninsular. Estas, al definir su flujo hídrico por el carácter torrencial de las precipitaciones, se caracterizan por carecer de caudal durante largos periodos, pero poder evacuar grandes caudales en breves intervalos de tiempo (Gómez Cerezo *et al.*, 2002).

En el área de la Marina de Cope, al Sur de la Región de Murcia, en el Sureste de España, los periodos “secos” pueden durar décadas, incluso las grandes avenidas pueden tener un periodo de retorno de cien o más años. Estos largos periodos provoca en la población el “olvido” de la función de esos grandes cauces y su peligrosidad. Siendo, en muchos casos, desviados, modificados e, incluso, utilizados para uso agrícola.

El escaso valor que tienen las ramblas para los habitantes frente a los beneficios que pueden obtener por su transformación y uso agrícola, ha llevado a que los dueños de los terrenos adyacentes hayan empezado a explotarlos sin tener en cuenta la opresión que esa transformación provoca en el cauce.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen numerosas ventajas respecto a la cartografía convencional, puesto que de forma automática permiten manejar datos espaciales internamente referenciados, producir mapas temáticos y procesar información de tipo digital (Conesa García, 1996).

Actualmente los SIG están siendo aplicados en múltiples campos de las ciencias medioambientales: Climatología, Hidrología, Geología, Geomorfología, Ecología, etc Su utilidad en estas disciplinas se encuentra en la realización de tareas de inventario, planificación y gestión, y en las ventajas que ofrece por su capacidad de integración con modelos específicos inherentes a cada una de ellas (Conesa García, 1996).

Entre las áreas de aplicación más usuales dentro de este ámbito figuran los estudios de protección medioambiental, la caracterización y evaluación de riesgos naturales (inundaciones, deslizamientos, degradación del suelo,...) y antrópicos (residuos industriales y contaminación, incendios provocados,...), la elaboración de modelos hidrológicos integrados y el análisis morfológico (Conesa García, 1996).

Para la realización de este trabajo se ha utilizado el programa GRASS, en sus versiones 6.2 y 6-4. El programa *GRASS* (*Geographic Resources Analysis Support System*), este es un Sistema de Información Geográfica (SIG) bajo licencia GPL (software libre) utilizado para la gestión de datos, procesamiento de imágenes, gráficos, producción de modelos espaciales, visualización de muchos tipos de datos y que puede soportar información tanto raster como vectorial.

Fue desarrollado en 1982 por el Cuerpo de Ingenieros del Laboratorio de Investigación de Ingeniería de la Construcción del Ejército de los Estados Unidos (USA-CERL) como herramienta para la supervisión y gestión medioambiental de los territorios bajo administración del Departamento de Defensa.

En 1991 se pone a disposición pública a través de internet y a partir de ese momento se convierte en una herramienta con una amplia gama de aplicaciones en muchas áreas diferentes de la investigación científica.

Actualmente se usa en los ambientes académicos y comerciales de todo el mundo, así como en muchas agencias gubernamentales, incluyendo la NASA, NOAA, USDA, DLR, CSIRO, el Servicio de Parques Nacionales, la Oficina del Censo de EE.UU., USGS, y muchas empresas de consultoría ambiental. (Neteler, M. and H. Mitasova).

Este trabajo pretende, por un lado, el estudio mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), de los cambios ocasionados en los cauces de las ramblas de la Marina de Cope, en el litoral Sur de la Región de Murcia (Sureste de España). Para ello se ha tomado como base de partida la fotografía aérea de 1956, como estado inicial “natural” de la red hidrológica; y la imagen de satélite de 2002 que representa el estado actual de los cauces; y por otro, testar la validez de esta metodología en el análisis de la identificación y valoración de dichos cambios

ÁREA DE ESTUDIO

El área de Marina de Cope ocupa parte de los municipios de Lorca y Águilas, al sur de la Región de Murcia. En la costa está limitada por Cabo Cope, al Sur y Puntas de Calnegre, al Norte. En el interior sus límites se ajustan a la divisoria de aguas que forman los relieves de Lomo Bas, Sierra de Bas, Sierra de la Cuesta de Gos, Cerro de la Peña Rubia, Barranco de los Lobos, Loma de los Peñones, Barranco del Carvajal y el Cocón de Cabo Cope, que delimitan un área de 68,5 Km². (Figura 1).

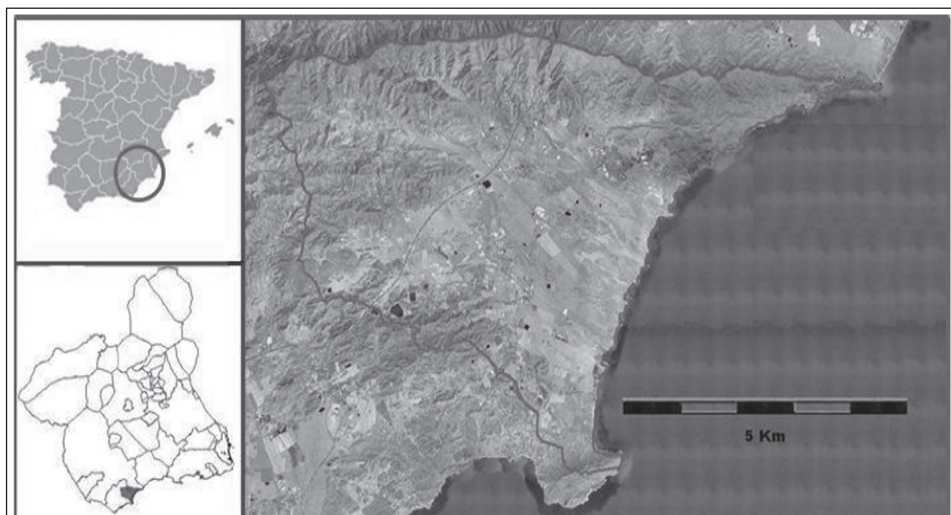


FIGURA 1. Localización de la Marina de Cope (Murcia)

2. ANÁLISIS MEDIANTE GRASS

2.1. Cálculo de las cuencas y redes de drenaje

En el estudio de los cambios de ocupación de las ramblas durante el periodo 1956-2002 se ha elaborado dos capas de cauces, uno para cada año considerado. El objetivo ha sido contrastar las diferencias en la superficie que ocupa el cauce, así como las modificaciones de dirección (desvíos, rectificaciones) de las propias ramblas. El estudio se ha completado al adjuntar un modelo digital de elevaciones con el que se han obtenido las capas hidrológicas de acumulación y dirección de flujo que, a su vez, han permitido conocer el límite de las cuencas.

Las posibles cuencas de drenaje se han calculado utilizando el modelo digital de elevaciones y las capas digitalizadas, mediante los módulos de *GRASS*.

Tras comprobar que la simple aplicación del mapa de elevaciones ofrecía una escala de detalle inadecuada para trabajar, se recurrió a la técnica *stream burning*. Siguiendo este método digitalizamos los cauces basándonos en la imagen digital del mapa topográfico nacional y la combinamos con el Modelo Digital de Elevaciones para obtener un mapa de elevaciones donde aparezcan excavados los cauces que nos interesan, estos definirán los cauces principales de la red de drenaje que se calcule.

La digitalización se realizó con el módulo *v digit*, obteniendo una capa vectorial de cauces principales. Este módulo es la herramienta de digitalización de *GRASS* y permite la digitalización en pantalla, con el ratón, a partir de una imagen escaneada y georreferenciada.

Tras obtener la capa vectorial de cauces, esta se rasterizó mediante el módulo *v.to.rast* que permite rasterizar capas de formato vectorial. Después se creó una capa única donde estuvieran juntos todos los cauces rasterizados (pues los cauces se digitalizaron y rasterizaron individualmente) mediante el módulo *r.patch*.

Con esta nueva capa de información, que contenía los cauces principales, elaboramos el modelo digital de elevaciones mediante el módulo *r.mapcalc* utilizando la sentencia lógica *if*. Así, obtuvimos un modelo digital de elevaciones con nuestros cauces demarcados como las cotas más bajas (Figura 2), los cuales acumularían de forma mayoritaria la escorrentía de la zona.



FIGURA 2. Modelo digital de elevaciones

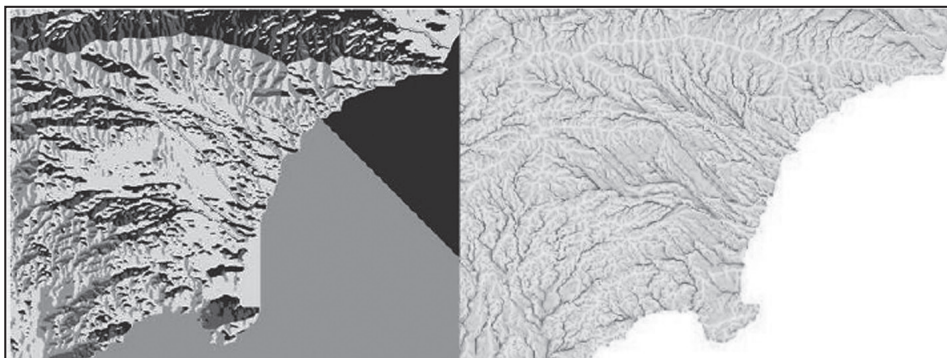


FIGURA 3. Capas de dirección de drenaje y de drenaje acumulado con transposición logarítmica

Partiendo de este nuevo modelo de elevaciones y mediante el módulo *r.watershed* de GRASS se calculó la acumulación y la dirección de drenaje (Figura izquierda) para cada cuenca. Con esta capa de acumulación y utilizando el módulo *r.mapcalc* se calculó el logaritmo de la acumulación, pues este módulo ofrece una distribución de los valores que facilita su visualización (Figura 3 derecha).

Una vez calculada la capa de drenaje acumulado, se obtienen las coordenadas UTM de la desembocadura de cada rambla, conociendo que la desembocadura coincide con la celdilla de drenaje acumulado que mayor valor tenga, mediante una consulta con el módulo *d.what.rast*, seleccionamos esta celdilla dentro del mapa (raster) de drenaje acumulado.

Añadiendo esta última información y la capa de dirección de drenaje, y utilizando el módulo *r.cuencas* obtenemos la cuenca de drenaje del cauce principal, definida por su divisoria de aguas y cuyo drenaje confluye en la desembocadura seleccionada.

Una vez calculada la capa de drenaje acumulado, se obtienen las coordenadas UTM de la desembocadura de cada rambla, conociendo que la desembocadura coincide con la celdilla de drenaje acumulado que mayor valor tenga, mediante una consulta con el módulo *d.what.rast*, seleccionamos esta celdilla dentro del mapa (raster) de drenaje acumulado.

Añadiendo esta última información y la capa de dirección de drenaje, y utilizando el módulo *r.cuencas*, obtenemos la cuenca de drenaje del cauce principal, definida por su divisoria de aguas y cuyo drenaje confluye en la desembocadura seleccionada (Figura 4).

Como primera fase de análisis, se procedió a la extracción automática de redes de drenaje a través de la información derivada del Modelo Digital de Elevaciones. Para ello se recurrió a la utilización de máscaras con las que limitar los cálculos a la extensión de cada una de las cuencas estudiadas; para ello se ha utilizado el módulo *r.mask*. Tras la implantación de cada máscara, se calculó con *r.mapcalc* la red de drenaje que cada cuenca ofrecía, cambiando el nivel mínimo de acumulación que se consideraría cauce, es decir, se hicieron para cada cuenca, varias pruebas cambiando en cada una el umbral de celdas que debían haberse acumulado como consecuencia de su drenaje aguas arriba. Al final se optó por un valor medio de 500 celdillas. El proceso seguido se presenta en la figura nº 7.

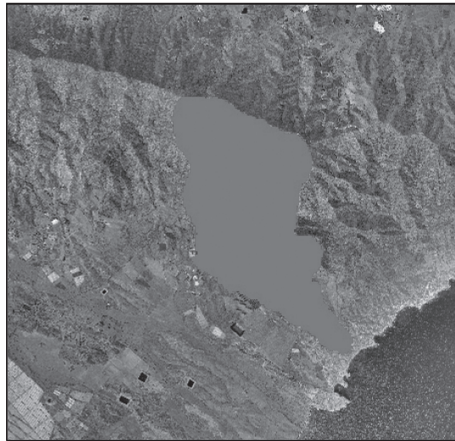


FIGURA 4. Cuenca de la rambla del cantal

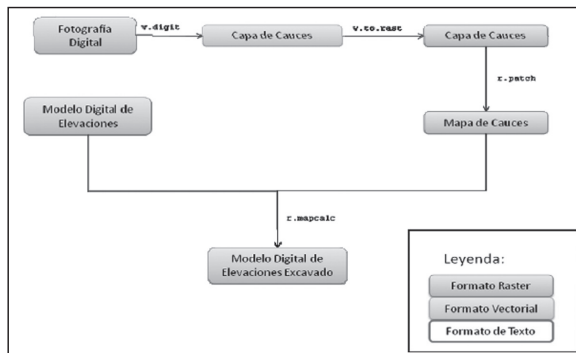


FIGURA 5. Esquema de realización del modelo digital de elevaciones

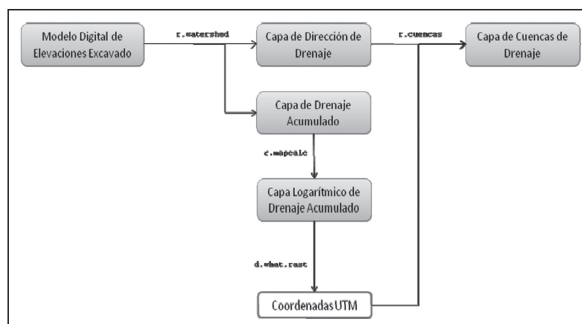


FIGURA 6. Esquema de realización de la capa de cuencas de drenaje

Para poder superponer las capas con las redes de drenaje obtenidas a las fotografías aéreas digitalizadas, se vectorizaron estas capas por medio del módulo *r.stream.to.vect*. Este módulo ofrece la posibilidad de vectorizar una capa raster, tratando la información contenida como flujos de agua, lo que permite suavizar contornos y aproximar los resultados a los flujos naturales.

Aún así se observó que estas redes de drenaje, tras compararlas con las fotografías digitalizadas, no concordaban con los cauces reales, lo que era de esperar, debido a la resolución del modelo digital de elevaciones utilizado y la escala de detalle del presente estudio. Por lo que, basándonos en las cuencas establecidas, hubo que digitalizar manualmente los cauces.

Los esquemas del proceso seguido en la realización del Modelo Digital de Elevaciones y la capa de cuencas de drenaje se presentan en las figuras 5 y 6.

2.2. Fotointerpretación

Puesto que el trabajo pretende la identificación de los cambios en los cauces inducidos la actividad agrícola, es necesaria la comparación de la situación de las ramblas principales en dos fechas diferentes. Esta comparación es posible tras la digitalización manual de los cauces basándonos en las fotografías aéreas de 1956 y de 2002. Por ello la fotointerpretación es esencial.

La digitalización se llevó a cabo utilizando como base las imágenes antes mencionadas tras superponer la máscara correspondiente a cada rambla, para evitar digitalizar dos veces el mismo tramo.

Así mediante el módulo *v.digit* se digitalizó el cauce de cada rambla teniendo en cuenta el curso mismo de la rambla, la excavación que provoca en los materiales adyacentes, así como la llanura de inundación para posibles avenidas: y se obtuvieron así los seis cauces independientes en formato vectorial, correspondiendo estos a cada año descrito (Figura 7).

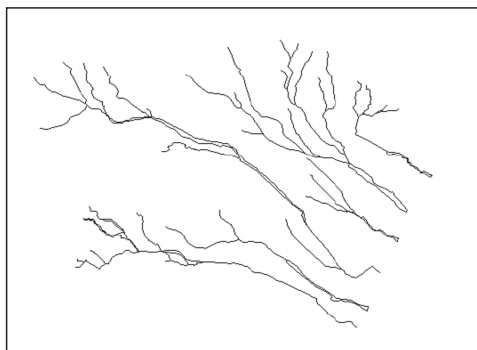


FIGURA 7. Capa vectorial de los cauces en 2002

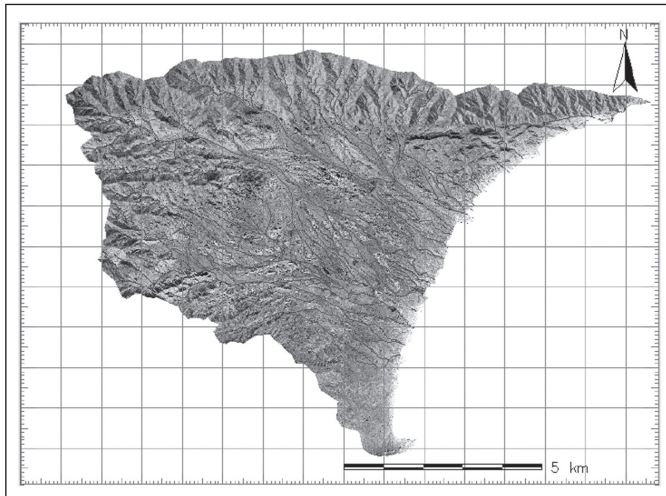


FIGURA 8. Red hidrográfica en 1956

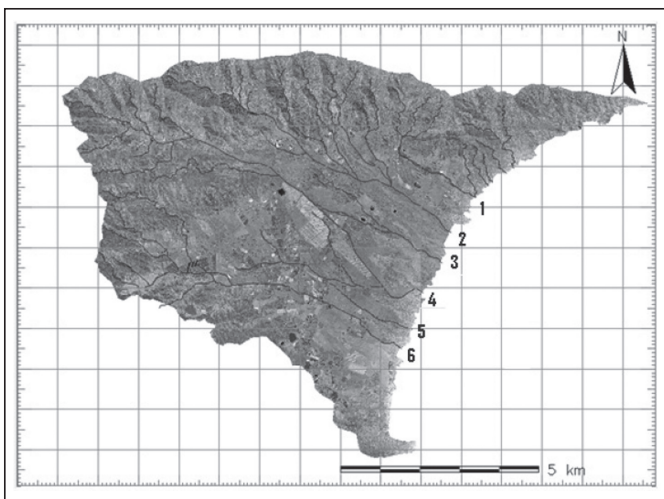


FIGURA 9. Red hidrográfica en 2002

3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MEDIANTE SIG

3.1. Cambios en la hidrográfica de la zona

Como se ha explicado previamente, la fotointerpretación de la zona se ha llevado a cabo digitalizando los cauces hídricos de los años de estudio (1956 y 2002), esta digitalización ha ayudado a delimitar los cauces y a determinar el cambio de superficie hídrica que ha sufrido la zona.

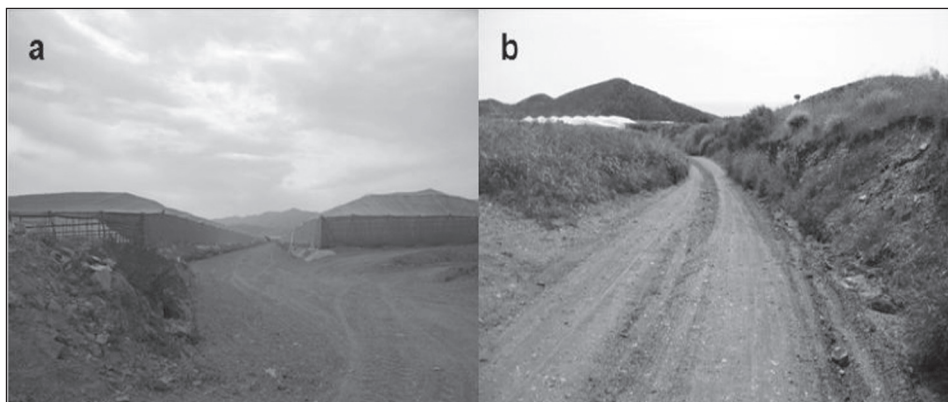


FIGURA 10. Cauces reducidos a caminos agrícolas. (a) rambla de Los Pinares; (b) rambla de El Cantal

Estos cambios se observan a simple vista al comparar las imágenes de ambos años, y son mucho más patentes al superponer la red de drenaje.

Se observa cómo en 1956, la Marina de Cope conformaba una red hídrica anastomosada a partir de sus tramos medios, donde los cauces principales, difíciles de diferenciar, se bifurcan en ramales que acaban mezclándose entre sí.

Sin embargo, en la imagen del 2002 la red hidrográfica obtenida del análisis SIG, presenta una red de drenaje diferenciada, con seis cursos principales que se diferencian claramente en la desembocadura. El Cantal (1), El Garrotillo (2), La Galera (3), La Cuesta de Gos (4), Elena (5) y Los Pinares (6). El carácter anastomosado, prácticamente ha desaparecido, dando paso a una red mucho más simple y ya en muy pocos casos, como en los tramos medios de los cursos 3, 4 y 5, no se aprecian canales secundarios o redes mezcladas.

Analizando y comparando los cauces de estas seis ramblas se observa (Tabla 1) que en 1956 los cauces de las ramblas ocupaban una extensión de 7.086.388m² dentro de la Marina de Cope, mientras que en la actualidad el área ocupada por estas supone unos 119.171m². Esto indica que, en los 46 años que separan las dos tomas de imágenes, se ha perdido una media del 87,76% de la superficie de cauces, lo que equivale a una pérdida total de 6.225.400 m² dentro de los 68.585.236 m² que supone la superficie total de la zona de la Marina de Cope.

La disminución de estos cauces se debe a que actualmente están encauzados, roturados como campos de cultivo, modificados y/o usados como caminos agrícolas (Figura 10) (MARÍN SANLEANDRO et al, 2011a; MARÍN SANLEANDRO et al, 2011b).

Todas estas modificaciones son efectuadas por el hombre para adaptar el entorno y los cauces mismos a las nuevas necesidades agrícolas de la zona. Se debe destacar la falta de flujo hídrico y de aportación de sedimentos, la ausencia de estos últimos se denota en la pérdida de espesor en las playas de la Marina de Cope donde desembocan las ramblas principales, con un notable retroceso de la línea de costa (BELMONTE SERRATO et al. 2011a).

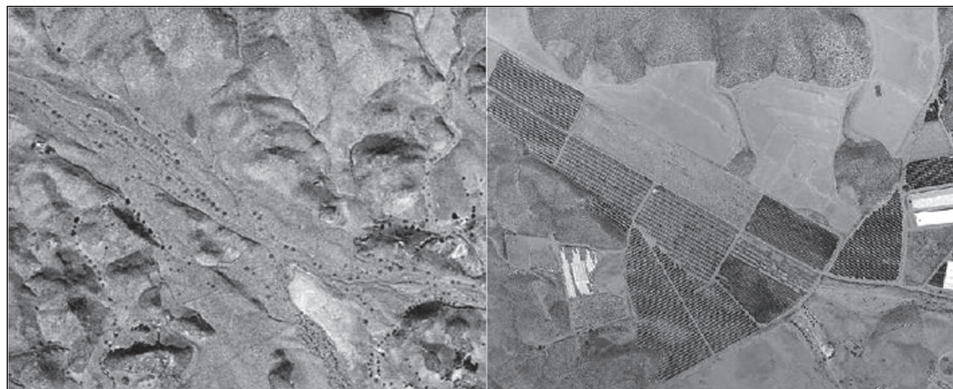


FIGURA 11. Situación de un tramo del cauce medio de la rambla del Cantal en 1956 (izquierda) y en 2002 (derecha)

TABLA 1. Relación de superficie de cauce para cada rambla

Rambla	Superficie ocupada en 1956 (m²)	Superficie ocupada en 2002 (m²)	m² perdidos	% de Pérdida
El Cantal	723.651	44.352	679.299	93,87
El Garrobillo	1.433.757	197.436	1.236.321	86,23
La Galera	349.452	39.728	309.724	88,63
Cuesta de Gos	1.425.727	335.172	1.090.555	76,49
Elena	913.136	119.171	793.965	86,95
Los Pinares	2.240.665	125.129	2.115.536	94,42
Total	7.086.388	860.988	6.225.400	87,76

3.2. El ejemplo de la rambla del cantal

La rambla del Cantal constituye el ejemplo más dramático de ocupación agrícola, no solo del cauce de crecida si no, incluso, de un amplio tramo en el que se ha ocupado todo el cauce convirtiéndolo en un camino agrícola (Figura 10). El cauce de la rambla en 1956 era completamente natural existiendo algunos cultivos de temporada en la parte media, así como algunas casas fuera de la influencia de la rambla. Su amplitud indica la importancia de los caudales a desaguar en momentos de precipitaciones intensas, con periodos de retorno que pueden durar décadas. Pero en 2002, en su tramo central, la capacidad de desagüe ha desaparecido por completo y el cauce de la rambla es un camio agrícola de unos 4 m de anchura.

En total, esta rambla tenía en 1956 un área de cauce de crecida de 723.651m² Actualmente a quedado reducido a unos 44.352m², con el cauce de crecida desaparecido debido a su encauzamiento y al aprovechamiento de las zonas de inundación como tierras de cultivo (Figura 11) (BELMONTE SERRATO et al. 2011b).

CONCLUSIONES

Se ha constatado la efectividad del SIG *GRASS* como herramienta de gran utilidad en el estudio y evaluación de los cambios ocasionados en la morfología de la red hidrográfica como consecuencia de la actividad humana, agrícola en este caso.

La red hídrica de la zona estudiada ha disminuido considerable en relación a los cauces de las ramblas y regueros que existían en 1956, año de referencia inicial de este trabajo, configurándose una red de drenaje que ha pasado de anastomosada a mucho más simple y lineal.

La mayor parte de los cauces de crecida han sido utilizados para la actividad agrícola, convertidos en terrenos de cultivo o caminos. Una superficie inicial de más de 7 millones de m², ha quedado reducida a poco más de 860.000 m².

Los cauces están, además, muy deteriorados debido a los vertidos de escombros y residuos agrícolas (plásticos) que se depositan en ellos, lo que afecta negativamente al paisaje así como a las características del cauce, afectando indirectamente a la flora y fauna de la zona.

REFERENCIAS

- BELMONTE SERRATO, F.; ROMERO DÍAZ, A.; RUPÉREZ TIRADO, E.; MORENO BROTONS, J. (2011a): El impacto de la agricultura intensiva en el uso turístico de la de Marina de Cope (Murcia). *Cuadernos de Turismo*, Universidad de Murcia, Murcia
- BELMONTE SERRATO, F.; ROMERO DÍAZ, A.; RUIZ SINOGA, J. D. (2011b): Desarrollo agrícola y retroceso de la línea de costa en playas del sur de la Región de Murcia. *Scripta Nova* (aceptado).
- BELMONTE SERRATO, F.; RUPÉREZ TIRADO, E.; MORENO BROTONS, J.; ROMERO DÍAZ, A. (2011c): Erosión en playas en el sistema litoral de Marina de Cope (Murcia), por la disminución de aportes derivada de la ocupación agrícola de las ramblas. En: Montoya Montes, I.; Rodríguez Santalla, I.; Sánchez García, M. J. (eds.): *Avances en Geomorfología Litoral*, 155-158. Tarragona.
- CONESA GARCÍA, C. (1999): "Cambio Ambiental y equilibrio dinámico de los cauces". *En Papeles de Geografía n° 30*. Universidad de Murcia. Dep. Legal: MU-94-1984. ISSN: 0213-1781. 31-47 pp.
- GÓMEZ CEREZO, R.; HURTADO MELGAR, I.; VIDAL ABARCA, M. R.; SUÁREZ ALONSO, L. (2002): "Las ramblas de la Región de Murcia: Valores Naturales, Paisajísticos y Medidas para su Conservación". Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. 11 pp.
- MARIN SANLEANDRO, E.; BELMONTE SERRATO, F.; CASTILLO MONTOYA, E. (2011b): Influencia de los cultivos en la granulometría de los suelos de rambla de la

Marina de Cope. En: Ortíz Silla, R y Sánchez navarro, A. (Eds.). *Control de la degradación y uso sostenible del suelo*. 443-446. Murcia.

MARÍN SANLEANDRO, P.; DÍAZ PEREIRA, E.; BELMONTE SERRATO, F.; CASTILLO MONTOYA, E. (2011a): Influencia de los cultivos en las propiedades químicas de los suelos de rambla de la Marina de Cope. En: Ortíz Silla, R. y Sánchez Navarro, A. (Eds.). *Control de la degradación y uso sostenible del suelo*. 447-450. Murcia.