

Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisaje: Aplicación al espacio natural protegido de El Rebollar

Methodological design for landscape mapping production: application to Protected Natural Environment of El Rebollar

J.M. Sanz ⁽¹⁾, J.L. Goy ⁽²⁾, I. de Bustamante ⁽¹⁾ y F.M. González Hernández ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Geología, Edificio Ciencias, Campus Universitario, Univ. de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares. juana.sanz@uah.es

⁽²⁾ Dpto. de Geología, Fac. de Ciencias, Univ. de Salamanca. Plaza de la Merced s/n, 37008 Salamanca. joselgoy@usal.es

ABSTRACT

A methodological approach to the study of landscape is proposed in this work, applied to a specific scenario such as the protected Landscape of El Rebollar (Spain). The elaboration of different thematic and synthetic maps (geomorphological, vegetation, litologic,...) will allow to obtain a landscape map which give information about the capabilities, qualities and limits of the physical environment, making easier the management and conservation duties.

Key words: Environmental mapping, Landscape, GIS, El Rebollar, Salamanca.

Geogaceta, 33 (2003), 39-42

ISSN:0213683X

Introducción

Las Ciencias Ambientales se fundamentan en los conocimientos y avances de otras disciplinas para llegar a una gestión integral del medio natural, por lo que en este trabajo plantea una metodología de análisis del medio físico y biótico, como soporte y base para la elaboración de cartografías sintéticas e interpretativas, que conduzcan a la confección de mapas de paisaje.

La zona de estudio se circunscribe al Paisaje Protegido de El Rebollar (definidos estos paisajes, en la Ley 8/1991, de espacios naturales de la Comunidad de Castilla y León, como "aquellas áreas del medio natural que, por sus valores estéticos y culturales, sean merecedoras de una protección especial"), que por sus características naturales de gran valor, ha sido incluido dentro de la Red de Espacios Naturales de esta Comunidad y zonas aledañas.

Metodología

Los análisis cartográficos de los diferentes elementos del medio físico en sentido amplio en donde se incluyen los parámetros físicos (geológicos y climáticos), bióticos (vegetación), así como los aspectos antrópicos y paisajísticos, nos lleva a la realización de un inventario cartográfico y una posterior superposición de estos parámetros elementales, con el fin de obtener varios tipos de cartografías: las que dan una información temática (inven-

tario de parámetros elementales), aquellos que utilizan más de un tipo de información (mapas integrados), los que se obtienen de generar nuevas unidades a partir de la unión de dos o tres parámetros elementales (mapas sintéticos) y aquellos que se elaboran a partir de determinadas cualidades (mapas interpretativos).

El conjunto de estas cartografías nos lleva a obtener numerosa información de las características y cualidades más significativas del Medio Natural.

La metodología general que se plantea en este trabajo, consiste en primer lugar, en la elección de las variables básicas que se estima influyen más en el análisis del territorio desde el punto de vista del paisaje, y en segundo lugar, en la representación de estos parámetros básicos, de forma clara y sencilla, para poder ser interpretados y utilizados por no especialistas, así como para facilitar la transcripción de estas capas cartográficas a un SIG.

Se ha partido, de la metodología propuesta en Villota *et al.*, 1996 y Villota *et al.*, 2002, así como en Forteza *et al.*, 2000, y González *et al.*, 2002, con las correspondientes modificaciones debidas a las características del tipo de trabajo y área de estudio.

La cartografía generada, no se limita únicamente al Paisaje Protegido de El Rebollar, sino que se ha ampliado a todo el territorio que abarcan las hojas 1:50.000 550, 551 y 573. La escala de trabajo es 1:50.000, por ser la base en la que está toda la cartografía nacional.

En la figura 1, aparece el esquema metodológico que se está utilizando para la

obtención de estas cartografías, con los diferentes mapas temáticos y sintéticos que se están generando. Todos los datos se han trasladado a un SIG, que permite almacenar, analizar, actualizar y representar datos espaciales referenciados, complejos y voluminosos.

CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Los estudios paramétricos se hacen en base a los análisis temáticos tradicionales (climático, geológico, de vegetación, etc) que permiten en muchos casos extraer una información útil para estudios mediambientales. Sin embargo es necesario utilizar sistemas de

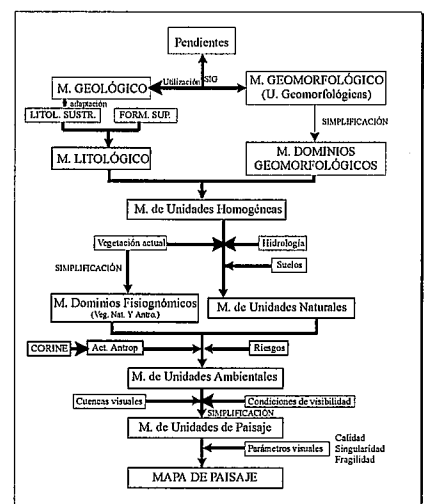


Fig. 1.- Esquema metodológico

Fig. 1.- Methodological scheme

cartografías específicas que sinteticen las cualidades que se consideran para este tipo de problemas ambientales, así como cartografías integradas, necesaria su aplicación en cuestiones de ordenación territorial.

Los parámetros simples considerados para la obtención de estas variables complejas son:

1. *Parámetros físico-climáticos*: temperatura, precipitación y evapotranspiración.

2. *Parámetros físico-geológicos*: litología y estructura.

3. *Parámetros físico-geomorfológicos*: pendientes, morfología y procesos actuales y riesgos

4. *Parámetros físico-hidrológicos*: cursos de aguas superficiales y fuentes.

5. *Parámetros biológicos*: vegetación natural y cultivos.

6. *Parámetros antrópicos*: accesibilidad, actuaciones humanas y valores culturales.

7. *Parámetros visuales*: calidad, singularidad y fragilidad visual.

Para realizar el inventario de los elementos simples citados, se realizan mapas descriptivos, monotemáticos o integradores de dos o más variables independientes.

Los mapas básicos que se han utilizado son:

Mapas Climáticos. Solamente se han utilizado los datos de precipitación, temperatura y evapotranspiración, necesarios para el estudio hidrológico del sector estudiado, elaborándose mapas de isoyetas, isotermas y de evapotranspiración potencial, y utilizando el índice de Thornthwaite para caracterizar los aspectos catenales del clima, que se relacionan con el relieve y la vegetación.

Mapa Geológico. La litología y las estructuras son las componentes de este mapa temático. La unión de estos dos parámetros se hace para mejor comprensión de los fenómenos estructurales que han controlado o determinado la organización litológica de la zona.

Litología. A la hora de elaborar las distintas unidades litológicas (figura 2a) se han englobado los términos que se considera presentan características afines o similares en cuanto a composición y comportamiento. Esto permite separar, en un primer paso, dos grandes grupos: sustrato (materiales muy potentes, endurecidos, de gran homogeneidad, etc) y formaciones superficiales (materiales blandos, poco consolidados, con poco espesor, edad reciente -Cuaternario-, origen diverso, etc).

Para la representación del sustrato, se ha tomado como base el Mapa Geológico Nacional (MAGNA), agrupando los materiales en términos más amplios de acuerdo a su composición y propiedades (sectores homogéneos), mientras que las formaciones superficiales se han elaborado en base a fotointerpretación y campo, dada la escasa información existente.

Estructura. En este caso sólo se han considerado las fallas, en cuanto que pueden produ-

cir en determinadas zonas (debido a su densidad), áreas de mayor alteración por fracturación. A nivel morfoestructural pueden interesar, ya que en muchos casos condicionan el relieve y la red de drenaje. Además, tienen importancia para otras cartografías, como para el mapa de unidades hidrogeológicas, el de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación y el de paisaje.

Mapas Geomorfológicos. La importancia de esta cartografía, radica en su influencia sobre gran parte del resto de los parámetros utilizados: climatología (relieve), geología (formaciones superficiales), suelos, hidrología, vegetación y paisaje, además de ser el elemento esencial para la elaboración de los mapas de unidades homogéneas, al definir *dominios básicos* para la zonación del territorio, con el fin de establecer relaciones de homogeneidad respecto a los diferentes parámetros utilizados.

Dentro de este tipo de cartografías paramétricas, se han utilizado tres mapas diferentes: Mapa de Pendientes, Mapa de Unidades Geomorfológicas y Mapa de Dominios Geomorfológicos.

a) Mapa de Pendientes: la pendiente es uno de los parámetros básicos para el análisis del medio ambiente. Llevado al terreno, se convierte en una cualidad específica de cada punto del territorio, cuyo conjunto representado en planta, da la posición y extensión de pendientes del mismo valor, facilitando una representación de la zona en las distintas superficies que configuran en espacio natural, referidas a su inclinación con el plano que se considera como horizontal (MMA, 2000).

Este parámetro es una de las consecuencias más visible de los procesos responsables de la configuración básica del paisaje, tanto desde el punto de vista de apoyo como desde el perceptivo, además es una variable determinante de las distintas capacidades de uso del suelo.

Los mapas de pendientes se han elaborado a partir de un MDT (modelo digital del terreno). Se ha añadido como capa básica, las curvas de nivel simplificadas, para facilitar la percepción del relieve.

b) Mapa de Unidades Geomorfológicas: las unidades geomorfológicas representan sectores de diversas formas (unidades irregulares extensas) originadas por acciones específicas de agentes geológicos, en un contexto temporal y sobre un sustrato determinado.

Este mapa proporciona información de las formas del terreno, de los materiales que constituyen los distintos depósitos superficiales y de los procesos actuales y pasados, por lo tanto, de las posibles modificaciones de determinados procesos que pueden originar distintos tipos de riesgos geológicos externos, al interferir con la actividad humana.

Una aplicación de estos mapas, es la de servir de base para la elaboración de otras

cartografías más específicas, como son los mapas de formaciones superficiales, de procesos activos (actuales), de riesgos geológicos (externos), y de dominios geomorfológicos; así mismo, son el soporte básico de los mapas de suelos y paisaje.

La leyenda de este mapa refleja mediante un cuadro de doble entrada, los aspectos generales de la fisiografía (interfluvios, superficies y valles) y la génesis y tipo de forma de cada unidad (figura 2b).

c) Mapa de Dominios Geomorfológicos: está elaborado a partir del mapa de unidades geomorfológicas, mediante la sintetización y simplificación de las unidades cartografiadas, con el fin de obtener, las características fisiográficas más representativas, como componentes fundamentales del paisaje. Este mapa se va a utilizar para la obtención del de unidades homogéneas (figura 2c).

Mapa Hidrológico. Este mapa sólo refleja la red superficial obtenida a partir de los mapas topográficos de referencia, necesaria para la elaboración de los mapas de unidades hidrogeológicas, de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación y de calidad de aguas superficiales.

La representación de las diversas masas de agua (ríos, lagunas, embalses, etc), permiten su utilización en la cartografía de paisaje.

El mapa de unidades hidrogeológicas se ha realizado a partir de la caracterización de los materiales desde un punto de vista fundamentalmente litológico, teniendo en cuenta las características hidráulicas de los materiales, así como la estructura de los mismos.

Mapas de Vegetación. Se han realizado en base a las características estructurales y fisionómicas, basado en la forma externa de las plantas y comunidades vegetales.

a) Mapa de Vegetación Actual: representa la vegetación actual, incluyendo formaciones mixtas en los casos donde los cambios son frecuentes en poco espacio.

El hecho de representar la vegetación actual, permite incluir usos agrícolas y ganaderos, lo que le confiere una componente antrópica a esta cartografía

b) Mapa de Dominios Fisiognómicos: dado el gran número de unidades que incluye el mapa de vegetación actual, y que su utilidad última va a ser el análisis del paisaje, se ha realizado una síntesis y simplificación cartográfica para generar grandes dominios vegetales, agrupados en clases (formaciones arbóreas, arbustivas, herbáceas y mixtas), ya que estos son la expresión de los paisajes vegetales dominantes.

La actividad antrópica viene reflejada en este mapa fundamentalmente, dentro de los dominios mixtos y completada mediante la utilización de la cartografía de usos del suelo del Proyecto CORINE.

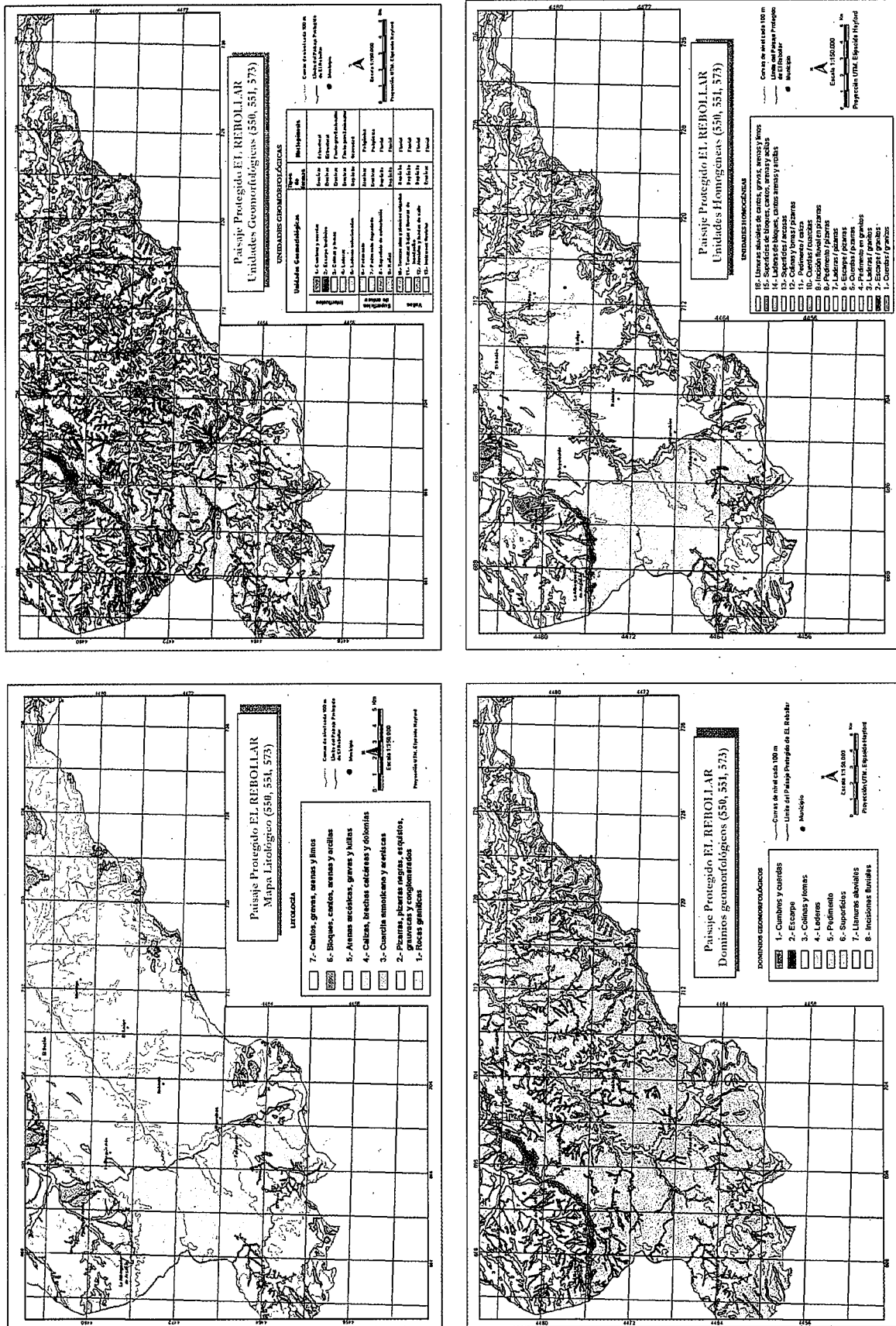


Fig. 2.- Ejemplos cartográficos: 2a Mapa Litológico; 2b Mapa de Unidades Geomorfológicas; 2c Mapa de Dominios Geomorfológicos; 2d Mapa de Unidades Homogéneas

Fig. 2.- Mapping examples: Lithological map; 2b Geomorphological Units Map; 2c Geomorphological Domains Map; 2d Homogeneous Units Map

CARTOGRAFÍAS SINTÉTICAS

Mapa de Unidades Homogéneas. Se ha realizado a partir de los mapas litológico y de dominios geomorfológicos (figura 2d), dando lugar a áreas cuyas características físicas son similares (zonas del territorio geomorfológicamente –morfología y litología- semejantes).

Dentro de las unidades homogéneas obtenidas, hay que considerar los distintos tipos de pendientes, ya que éstas van a condicionar los procesos actuales que generan diferentes tipos de riesgos y por lo tanto, dan lugar a limitaciones de uso del territorio.

Mapa de Unidades naturales. Las unidades homogéneas caracterizadas por su forma, litología y edad, deben llevar asociadas necesariamente tipos de suelos característicos y la aportación de la vegetación y la hidrología a esta capa nos genera las unidades naturales.

En este caso sólo se han utilizado los parámetros hidrológicos, dado que los suelos no son visibles en el paisaje debido a la espesa cubierta vegetal.

Mapa de Unidades Ambientales. Se obtiene mediante la superposición de la actividad antrópica y de los riesgos (procesos activos), a el mapa de unidades naturales.

Para la confección de este mapa, se ha utilizado el mapa de dominios fisiognómicos (vegetación natural y antrópica) con la aportación del mapa de usos del suelo (Proyecto Corine), no considerándose los riesgos geológicos, debido a su poca incidencia en este paisaje.

La aplicación a este mapa de unidades ambientales, de las condiciones de visibilidad, accesibilidad, orientación, y las características de las cuencas y panorámicas visuales, permite mediante una simplificación y sintetización de datos, generar amplias **Unidades de Paisaje**, que caracterizadas mediante parámetros visuales de calidad, singularidad y fragilidad, dan lugar al **Mapa de Paisaje**, esencial para determinar las áreas del territorio que necesitan protección, que requieren restauración y las que deben ser conservadas.

En cuanto al software utilizado en el tratamiento de los datos, se comenzó a trabajar con Ilwis 2.2 (Integrated Land and Water Information System desarrollado por el International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, ITC), pero a medida que se iba desarrollando el trabajo, el volumen de datos generados era tal, que se hizo necesario el uso de otros SIG complementarios, como ArcView 3.2 (que además de permitir consultar y analizar los datos, permite presentar los resultados como mapas con mejor calidad de presentación), y ArcInfo 7.2.1 (de mayor po-

tencia que Ilwis y ArcView a la hora de procesar y manipular datos espaciales), ambos desarrollados por Environmental Systems Research Institute (ESRI).

El tratamiento de los datos mediante SIG se ha dividido en tres fases: captura, procesamiento y representación.

La **fase de captura** es una fase compleja en la que hay que tener especial cuidado, puesto que es en la que se van a incluir todos los datos en el SIG, tanto los elementos gráficos como los temáticos, y es en este momento en el que se deben evitar todos los errores posibles y hacer todas las correcciones necesarias. En este caso se han introducido los datos digitalizando (con tableta digitalizadora) en Ilwis, de las diferentes coberturas, que previamente se habían generado de forma analógica, a partir de fotografías aéreas, mapas analógicos y trabajos de campo. Se han digitalizado los mapas Litológico, Unidades Geomorfológicas y Vegetación. Para evitar durante la digitalización y el posterior análisis, las deformaciones que puedan tener los mapas base, se utilizaron las cuadrículas UTM oficiales georeferenciadas en formato digital.

Durante la **fase de procesamiento** (realizada de forma simultánea con Arcinfo y Arcview), se reclasificaron los atributos del Mapa de Unidades Geomorfológicas y del de Vegetación, obteniéndose los Mapa de Dominios Geomorfológicos y de Dominios Fisiognómicos respectivamente. Consistió en sintetizar las unidades cartografiadas teniendo en cuenta aquellos parámetros relevantes para paisaje.

Los mapas de polígonos de Dominios Geomorfológicos y Litológico se rasterizaron, con una malla 50 x 50 m. Estos mapas se superpusieron para obtener unidades integradas en un mapa sintético de Unidades Homogéneas.

También se generó durante esta fase el mapa completo de El Rebollar, para lo que se unieron las tres hojas contiguas en Arcinfo.

El siguiente paso consistió en obtener, mediante superposición, el Mapa de Unidades Ambientales a partir del Mapa de Unidades Homogéneas (al que se le superpone la hidrología, obteniéndose el Mapa de Unidades Naturales) y del Mapa de Dominios Fisiognómicos previamente rasterizado. Este nuevo mapa debe ser tratado de la misma forma que el anterior, siendo éste el camino que se seguirá para llegar a obtener el mapa de paisaje.

En la tercera fase, la de **representación de los datos** (realizada en Arcview), es en la que se muestran las coberturas y las bases de datos asociadas a ellas tanto en pantalla como en formato impreso.

En la figura 3 aparecen cuatro ejemplos de los mapas generados: el mapa litológico (3a), el mapa de unidades geomorfológicas (3b), el mapa de dominios geomorfológicos (3c) (cartografías temáticas) y el mapa de unidades homogéneas (3d) (cartografía sintéticas).

Conclusiones

La metodología utilizada en este trabajo, mejora sensiblemente el análisis del medio físico del sector estudiado, además, el emplear distintas capas de información, permite resaltar y/o eliminar aquellos elementos que no sean relevantes para el paisaje.

Se ha elaborado un banco de datos georeferenciado y un inventario cartográfico digitalizado de las diferentes capas temáticas, así como nuevas cartografías sintéticas (mediante SIG) a partir de estos elementos.

El uso de SIG es aconsejable para este tipo de estudios y para aquellos trabajos que requieran cartografías ambientales, ya que permite almacenar, manejar, actualizar y representar un número elevado de datos cartográficos.

Agradecimientos

Trabajo financiado con los Proyectos: REN2000-0759-C02-01 y 02; CAM 07M/0061/2001 y FEDER-CICYT 1FD97-0222.

Referencias

- Forteza, J.; Cruz, R.; Goy, J. L.; Barrera, I.; Villota, I de; Zazo, C.; González-Hernández, F. M. (2000): *Soil representation in landscape and geomorphology for the regulation of the Candelario Natural Reserve (Salamanca, Spain). GIS use and limitations*. Book of Abstracts (Rubio, J. L., Asins, S., Andreu, V., Paz, J. M., Gimeno, E., Editores), pág. 427.
- González - Hernández F. M.; Goy, J. L.; Sanz, J.; Forteza, J.; Barrera, I.; Zazo, C.; de Bustamante, I.; de Villota, I.; Sanz, R. (2002): *Geogaceta*, 31: 155-158.
- MMA, (2000): Guía para la elaboración de Estudios del Medio Físico. *MMA. Madrid*. 809 pp.
- Villota, I. de; Goy, J.L.; Zazo, C.; Barrera, I.; De Bustamante, I. (1996): *Geogaceta*, 20: 1131-1134.
- Villota, I.; Luxan, M.; Goy, J.L.; De Bustamante, I.; Zazo, C. (2002). Geoenvironmental mapping applied to urban settlements: La Vall de Gallinera, Alicante, Spain. *En: Geoenvironmental mapping: method, theory and practice. International Union Geological Sciences. Ed: Balkema Publishers*. 451-472.