

ESTADOS EROSIVOS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO ANDARAX

Emilio FERRE BUENO *

Aceptado: 30-VI-97. BIBLID [0210-5462 (1997); 27; 153-169]

PALABRAS CLAVE: credibilidad, estado erosivo, escorrentía, cubierta vegetal laderas, paisaje natural.

RESUMEN

Este trabajo pretende analizar los estados erosivos en la cuenca del Andarax (prov. de Almería), basándose en una evaluación cualitativa según la metodología de la PAP/RAC/UNEP. El territorio estudiado está situado en el sureste de la Península Ibérica y, en mi opinión, es de gran interés porque abarca distintas unidades de paisaje (montaña, piedemonte y valle) que responden de manera diferencial frente a los procesos erosivos derivados de la escorrentía superficial; pero todas comparten una situación de equilibrio inestable o muy inestable, considerándose que están en la frontera de la desertificación.

RÉSUMÉ

Ce travail veut mettre en évidence les états érosifs du bassin de l'Andarax (prov. d'Almería. Espagne), sur la base de l'évaluation qualitative, d'après la méthodologie de la PAP/RAC/UNEP. Le territoire étudié se trouve situé au sudest de la Péninsule Ibérique et son intérêt réside au fait qu'il comprend unités différentes de paysage (la montagne, le piémont. et la vallée) qui répondent différemment aux processus érosifs dérivés de l'écoulement superficiel, bien qu'elles aient toutes en commun un équilibre instable ou très instable très proche de la désertification.

ABSTRACT

This article aims at clarifying the erosion status across the Andarax basin (Almeria area). This paper contains a qualitative assesment folloving a PAP/RAC/UNEP methodology. The mentioned area covers the eastern southern part of the Iberian Peninsula, wich. in our opinion, is quite interesting from the point of view that it consists of various landscapes units (mountains, piedmonts and valleys) behaving differently according to the erosive processes derived from the ru-noff. However, all these landscapes possess a similar situation of unstable balance due to the fact that they border the desertification status.

Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Málaga.

Cuadernos Geográficos. 27 (1997). 153-169

1. INTRODUCCIÓN

Es conocido que las investigaciones sobre la erosión a lo largo de este siglo han seguido, principalmente, dos corrientes: una cuantitativa, con mediciones, parcelas experimentales, control de cuencas hidrográficas, etc; y otra cualitativa, más generalista, que emplea haremos de puntuación para las diversas variables que analizan y establecen clasificaciones en virtud de valores integrados finales (Pedes, 1997).

Unas de las direcciones de la vía cualitativa es el establecimiento de los estados erosivos, entendiéndose como tales la manifestación de marcas de erosión, actuales y heredadas, en un territorio observado en un momento determinado (ICONA, 1982). La intensidad y diversidad de dichas marcas califican al estado erosivo en orden a la mayor o menor degradación producida en el territorio.

El área escogida es la cuenca media del Valle del Andarax (Fig. 1) cuyo equilibrio morfogenético es bastante frágil. En este territorio se distinguen las siguientes unidades de paisaje (Fig. 2):

- la Sierra de Gádor, en el límite sur del espacio considerado.
- el piedemonte del flanco norte de dicha sierra, que está constituido por un sistema de conos de deyección y de glacis-conos escalonados.
- el sistema de terrazas aluviales del Río Andarax.
- el sistema de cárcavas modelado sobre las litologías neógenas de la cuenca sedimentaria del Andarax, localizado al N. y NE. del territorio estudiado.

1.1. *La Sierra de Gádor*

Ocupa más del 80 % del territorio cartografiado y es una alta montaña cuyas laderas tienen pendientes, con frecuencia, superiores al 80 % (sobre todo en los flancos de la Sierra) y los desniveles relativos superan los 1.000 m. Las alturas absolutas pueden rebasar los 2.100 m.

Está constituida por rocas pertenecientes a varios mantos de corrimiento de la zona interna de las Cordilleras Boticas, plegados en un enorme anticlinorio. En definitiva, constituye un imponente edificio de dolomías y calizas alpujárrides pertenecientes al Manto de Gádor (= Manto de Lujar) que significan el 85 % de la Sierra.

Pero, además, aparecen otras litologías. Así en el flanco norte de la Sierra, al este de Alhama, aflora un retazo del zócalo del Manto de Gádor constituido por esquistos calcáreos y margas; como también, en este mismo sector del flanco norte aparecen importantes afloramientos del Manto de Félix (= Manto de Murtas), constituidos por amplias zonas de filitas subyacentes a algunos retazos de su cobertera dolomítica. Estas áreas del Manto de Félix vienen a suponer el 10 % de la Sierra.

Aparte de la tectónica de "unidades desplazadas" (mantos de corrimiento), la Sierra de Gádor está afectada por una importante red de fallas que, en líneas generales, pertenecen a un sistema de dirección NO-SE que sigue, sensiblemente, la alineación de la Sierra al que se puede llamar longitudinal, y otro sistema de fallas, menos desarrollado, de dirección NNE-SSO. y, por lo tanto, transversal al anterior. Estos sistemas de

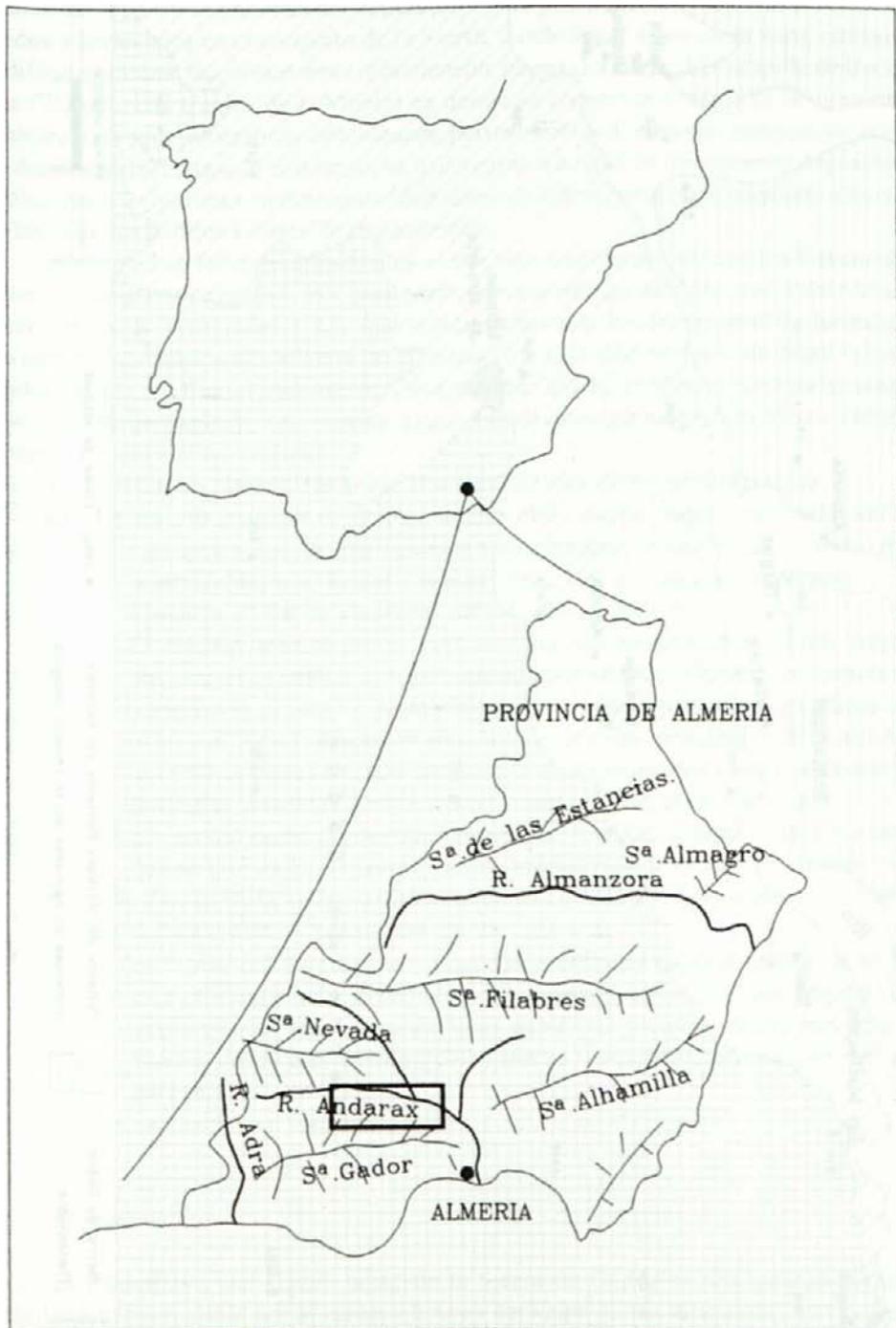


Fig. 1.—Situación del territorio estudiado.

fallas han troceado la bóveda del anticlinorio y ha provocado un juego de bloques hundidos y levantados en el conjunto de la Sierra, dando lugar a que en la zona central del edificio aparezcan frecuentes áreas relativamente planas (La Zarba, El Campillo de Huécija, La Chanata, Los Cantos de la Muela) en donde se conservan retazos de la cubierta de calcarenitas conglomeráticas tortonienses, pertenecientes al episodio neógeno de la zona y donde también, pasado el tiempo, se han venido a acumular importantes depósitos de coluviones y aluviones cuaternarios (depósitos de ladera, pequeños abanicos aluviales) a favor de los débiles valores de la pendiente.

El sistema de fallas longitudinales es también responsable de que los flancos de la Sierra sean tan escarpados. Por otra parte, estos sistemas de fallas son relativamente recientes, son funcionales y hay que relacionarlos con los fenómenos de termalismo existentes en la zona de Alhama de Almería. La actividad reciente de estas fallas ha inducido a la red fluvial a un intenso encajamiento que ha producido profundas gargantas en el último tramo de todos los barrancos importantes que salen de la Sierra (Huéchar, Fuerte, Colomina, Alcora, etc.).

En la Sierra se pueden distinguir dos subunidades de paisaje diferentes:

- a) La zona de cumbres constituye una de ellas, cuyos rasgos principales son:
 - La altura absoluta, que aumenta sensiblemente desde la zona oriental hacia la occidental y se llegan a rebasar los 2.100 m., aunque en notables extensiones la altitud se mantiene entre 1.400 y 1.800 m.
 - El aspecto amesetado en amplias zonas como consecuencia del juego de bloques antes aludido que ha hundido gran parte de la bóveda del anticlinorio y explica la existencia de amplias zonas con pendientes comprendidas entre el 30 y el 40 % (incluso en áreas importantes las pendientes están alrededor del 8%). Algunas de estas áreas amesetadas coinciden con afloramientos de litologías neógenas (calcarenitas) y con rellenos cuaternarios.
 - El uso del suelo es predominantemente forestal, aunque la relativa debilidad de las pendientes ha permitido los cultivos de secano en algunas zonas.
- b) Los flancos de la Sierra son otra subunidad de paisaje. El que está cartografiado es el flanco norte y sus rasgos dominantes son:
 - escarpidad muy fuerte, ya que las pendientes pueden superar el 80 %.
 - está profundamente disectado por barrancos, cuyos perfiles longitudinales experimentan bruscas rupturas de pendiente y cuyos cauces han de salvar fuertes desniveles en muy corto trecho, encajados, además, en estrechas gargantas.
 - uso exclusivo forestal.

1.2. *El piedemonte*

El piedemonte del flanco norte de la Sierra de Gádor es otra unidad de paisaje fácilmente perceptible por el cambio brusco del valor de las pendientes, por la distinta litología y por las morfologías menos abruptas.

Las pendientes oscilan entre el 12 y el 20 % y los desniveles relativos se encuentran

entre 50 y 200 m. Por lo tanto son paisajes con topografías moderadamente escarpadas, con colinas numerosas constituidas por restos de importantes acumulaciones escalonadas, que han sido acarreadas por los elementos fluviales que bajan de la Sierra. Son retazos de conos de deyección y de glaciares-conos que debieron adaptar su nivel de acumulación a los sucesivos cambios de su nivel de base, que ha correspondido siempre al nivel de profundización de la red fluvial del río Andarax instalada en la cuenca neógena.

La red de fallas que accidentan el flanco de la Sierra ponen en contacto brusco la enorme masa calizo-dolomítica de la montaña (cuyas características estructurales le permite ser una importante reserva hidrogeológica) con las litologías de la cuenca neógena. En dicho contacto han funcionado numerosos manantiales cuya intensidad ha variado en función de los cambios climáticos de los últimos 2 millones de años (pluviales e interpluviales cuaternarios). De su actividad en períodos pluviales quedan manifestaciones en forma de restos de lo que debieron ser importantes mantos de travertinos. Además, los niveles de glaciares-conos más antiguos presentan importantes encostramientos tanto en la superficie como en la base de la cubierta.

Se pueden distinguir dos subunidades de paisaje en el piedemonte:

a) Las cubiertas de los glaciares-conos y de los conos de deyección, formados por acumulaciones detríticas, con frecuencia encostrados o fosilizados por importantes bancos de travertinos. Son las coronas de las numerosas colinas anteriormente citadas y, en general, están poco cultivadas.

b) Los valles y vaguadas inter-conos, modelados por la profundización de la red fluvial desde el cuaternario medio, junto con algunos niveles de aplanamiento más recientes. La litología es un poco diferente ya que, además de las coberteras detríticas poco encostradas, son frecuentes los afloramientos de rocas margosas pertenecientes a la cuenca neógena que, por otra parte, son siempre el soporte de todas las cubiertas detríticas antes mencionadas.

Esta subunidad de paisaje está ocupada en gran parte por cultivos de regadío que han necesitado una previo acondicionamiento en bancales.

1.3. *Las terrazas aluviales del Río Andarax*

Se localizan en una franja cercana al cauce principal del Río Andarax. En realidad se trata de las terminaciones de los glaciares-conos citados en las unidades de paisaje del piedemonte. Son glaciares-terrazas de las que sólo se conservan pequeños retazos colgados algunas decenas de metros sobre el lecho actual y que se distinguen por su cobertera detrítica y por su relativa planitud. Sólo en los alrededores de Santa Fé de Mondújar (Los Millares) alcanzan una extensión considerable; pero en los demás sitios los pocos restos que quedan de las terrazas más antiguas están difuminados por las bancales de cultivo.

El lecho de inundación del Río Andarax ha sido organizado por el hombre, de manera que se han construido terrazas aluviales en tiempos históricos, mediante riegos de boquera, para soportar cultivos. Estas terrazas recientes se localizan, de manera casi continua a lo largo del Andarax y de sus principales tributarios.

1.4. *El sistema de cárcavas de la cuenca neógena*

La cuenca neógena del Valle del Andarax se originó en una etapa distensiva post-orogénica y separa la Sierra de Gádor, al sur, de la Sierra Nevada al noroeste.

El relleno marino de la cuenca comienza por calcarenitas y margas arenosas que constituyen una facies de borde y afloran al este de Alhama; sigue con una facies de cuenca profunda, formada por potentes series de margas con algunas intercalaciones de arenas y yesos, que aflora entre Rágol y Alhama, coincidiendo con el eje de la cuenca, y finaliza con una serie regresiva constituida por margas arenosas y conglomerados y que se localiza al norte del territorio estudiado. Por último, entre la confluencia del Río Nacimiento y el extremo NE. del área de estudio aparecen afloramientos de margas y conglomerados continentales pliocenos así como el comienzo de un cuerpo deltaico, también conglomerático y arenoso, que se extiende hasta las cercanías de la desembocadura del Río Andarax.

La red fluvial ha explotado con relativa facilidad estas litologías poco resistentes a la erosión lineal y ha modelado un extenso paisaje de cárcavas que dejan entre sí numerosas colinas alargadas, a la manera de espigones, en los que las laderas tienen pendientes comprendidas entre el 12 y el 20 % y cuyos desniveles relativos oscilan entre 50 y 200 m. El resultado es una topografía moderadamente escarpada.

En cuanto al uso por el hombre hay que señalar que la naturaleza estructural de estas rocas (poca permeabilidad débil cohesión) las hace muy poco resistentes frente a la erosión hídrica superficial, su contenido en arcilla y yesos las hace proclives a deslizamientos en masa y la aridez de la región se une para limitar el uso agrícola sólo a aquellas zonas concretas a las que, mediante encauzamiento, ha podido llevarse agua para riego.

2. METODOLOGÍA

Se ha aplicado un método cualitativo consistente en la superposición de diferentes mapas temáticos y en la baremación de las distintas variables mediante tablas de contingencia, según la metodología de la PAP/RAC/UNEP (MAP/UNEP/FAO, 1996), de fácil manejo en las regiones mediterráneas como se ha demostrado en su utilización en el territorio estudiado.

Los mapas temáticos utilizados proceden unos de información básica:

- mapa de litofacies, a partir del mapa geológico a escala 1:50.000.
- mapa clinométrico, elaborado sobre la base del mapa topográfico a escala 1:25.000.
- mapa de vegetación actual y mapa de niveles de recubrimiento, elaborados a partir del mapa de cultivos y aprovechamientos a escala 1:50.000 con información de 1977, rectificada con la fotografía aérea (a escala 1:20.000 aprox.) del vuelo de noviembre de 1989 y con trabajo de campo durante el verano de 1995.

El resto de los mapas son derivados, a partir de la superposición de los mapas básicos y de la baremación según las tablas de contingencia utilizadas.

Todos los mapas derivados y el producto final (mapa de estados erosivos) son a escala 1:25.000, que es la escala de trabajo seleccionada.

Se han utilizado como unidades fisiotopográficas de referencia *unidades homogéneas* según el concepto de Christian y Stewart (Christian y Stewart, 1958), largamente utilizado hasta la actualidad (Francés, et al, 1989; Cendrero, et al, 1986; Díaz de Terán, et al, 1991).

3. CARTOGRAFÍA DE LAS UNIDADES DE DIAGNOSTICO

Para su elaboración se ha tenido en cuenta, en una primera etapa, el mapa de pendientes y el mapa de litofacies.

a) El mapa de pendientes se ha realizado según el método de los intervalos móviles (DENNES, 1976), previa regulación de la escala móvil a cinco intervalos clinométricos (Cuadro nº 1).

CUADRO Nº 1
MAPA DE PENDIENTES

1 (S)	0 - 3 %	pendiente de nula a suave
2 (SM)	3 - 12 %	pendiente se suave a moderada
3 (MA)	12 - 20 %	pendiente de moderada a alta
4 (AM)	20 - 35 %	pendiente de alta a máxima
5 (MMi)	más de 35 %	pendiente máxima.

El resultado es una cartografía muy detallada que hizo necesario elevar el nivel de generalización integrando pequeñas unidades poco representativas en las unidades vecinas; lo que permitió un mayor grado de legibilidad.

La mayor superficie con pendientes máximas ocupa, como es natural, la Sierra de Gádor, siendo particularmente fuertes en su flanco norte, que se corresponde con un sistema de escarpes de fallas longitudinales, en los que alcanzan inclinaciones superiores al 70%. Sin embargo en la cumbre de la Sierra hay una amplia franja con pendientes suaves o moderadas (Charcón Grande, El Campillo, Llano de la Fuente de la Encina) que se corresponde con fosas que hundan el techo del anticlinorio y donde se han acumulado sedimentos neógenos y cuaternarios.

Por otro lado las fuertes pendientes vuelven a aparecer en el piedemonte y en la cuenca sedimentaria del Andarax ligados a los encajamientos producidos en las litologías arcillo-arenosas de dichas unidades fisiográficas por los barrancos y ramblas tributarias del Río Andarax. Sin embargo, fuera de la Sierra de Gádor predominan sobre las demás las pendientes de clase 2 y 3. Las de grado 1 se limitan a las estrechas llanuras aluviales actuales, principalmente la del Río Andarax.

b) El mapa de litofacies se ha obtenido a partir del mapa geológico 1:50.000, al que se le ha ampliado la escala a 1:25.000. Las unidades litológicas se han delimitado agrupando las facies según los criterios del cuadro nº 2.

Estos criterios generales clasifican las unidades litológicas de mayor a menor resistencia frente a la erosión por escorrentía superficial, fundamentalmente. Teniendo en cuenta el contexto regional, al aplicar el modelo al territorio estudiado se han agrupado las litofacies que se describen en el Cuadro nº 3.

CUADRO Nº 2.
GRUPOS DE LITOFACIES.

a	Rocas compactas no meteorizadas, conglomerados fuertemente cementados, costras (calizas masivas, rocas ígneas).
b	Rocas coherentes pero fracturadas o meteorizadas medianamente.
c	Rocas sedimentarias o metasedimentarias medianamente compactas (pizarras, esquistos margas compactas).
d	Rocas poco resistentes o fuertemente meteorizadas (margas, yesos, pizarras arcillosas).
e	Rocas sedimentarias no cohesionadas (arcillas, arenas, limos y restantes materiales detríticos).

CUADRO Nº 3.
GRUPOS DE LITOFACIES EN LA CUENCA DEL ANDARAX

a	Dolomías y calizas
b	Calizas arrecifales. costras calcáreas y travertinos
c	Filitas. cuarcitas, argilitas y micasquistos Calcarenitas Conglomerados de cantos angulosos con arcillas y limos medianamente cementados Conglomerados cementados de la terraza más alta Conglomerados y arcillas de cubierta de glaciés
d	Margas arenosas con yesos y calcarenitas Margas con intercalaciones arenosas Margas, arenas, conglomerados, limos, arcillas y yesos Arcillas rojas y conglomerados Conglomerados y arenas deltaicas
e	Coluviones Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas de las terrazas fluviales recientes

Fuente: Mapa geológico 1:50.000 (Hoja 1.044) y elaboración propia.

Los grupos *a* y *c* son las litologías que arman la Sierra de Gádor, siendo las dolomías y las calizas las coberteras de los mantos alpujárrides (Lujar y Murtas) y las filitas, cuarcitas, argilitas y micasquistos los zócalos de dichas unidades desplazadas.

El resto de los grupos de litofacies se corresponden con la Cuenca neógena del Andarax; ya sea con las litologías margosas, yesíferas y arenosas del relleno marino que conforman el soporte de las cubiertas cuaternarias, ya sea con dichas cubiertas cuaternarias formadas por travertinos, conglomerados y depósitos aluviales construidos por los acarrees de la escorrentía, superficial difusa o concentrada, o por manantiales kársticos del piedemonte de la Sierra de Gádor.

La superposición del mapa clinométrico y el mapa de litofacies proporciona las primeras unidades homogéneas clasificadas según su pendiente y litología. De tal modo que con cualquier cambio producido por distinto intervalo de pendiente o por diferente grupo litológico surge una nueva unidad. Dichas unidades se han clasificado de acuerdo con la baremación proporcionada por una tabla de doble entrada en la que se confrontan los tipos de pendientes y los grupos litológicos (Tabla nº 1). Los resultados obtenidos en dicha tabla indican los niveles de erodibilidad del territorio frente a la escorrentía superficial.

TABLA Nº 1
NIVELES DE ERODIBILIDAD

Tipo de pendiente	Grupo litológico				
	a	b	c	d	e
1. SS	1 (EN)	1 (EN)	1 (EN)	1 (EN)	2(EB)
2. SM	1 (EN)	1 (EN)	2(EB)	3 (EM)	3(EM)
3. MA	2(EB)	2(EB)	3 (EM)	4(EA)	4(EA)
4. AM	3 (EM)	3 (EM)	4(EA)	5 (EX)	5 (EX)
5. MM	4 (EA)	4 (EA)	S (EX)	5 (EX)	5 (EX)

Fuente: Elaboración propia.

Claves de los niveles de erodibilidad

- 1 (EN). Baja
- 2 (EB). Moderada
- 3 (EM). Media
- 4 (EA). Alta
- 5 (EX). Extrema

Al clasificar las unidades antes mencionadas según el baremo de la Tabla nº 1 se elaboró el mapa de erodibilidad, en el que los valores más altos coinciden con las pendientes más fuertes y con las litologías menos resistentes.

Las unidades referidas a la cubierta vegetal se han elaborado considerando el tipo de asociación, en el caso de que sea vegetación natural, o el tipo de cultivo, cuando es un espacio agrícola. Además, en ambos casos es necesario evaluar la densidad de dicha cubierta vegetal.

El tipo de cubierta vegetal (natural o cultivos) se ha clasificado según los grupos del cuadro nº 4.

En cuanto a la densidad de la cubierta vegetal se han establecido las clases del cuadro nº 5.

Bajo el criterio de la cubierta vegetal se pueden distinguir varias unidades de paisaje:

a) La Sierra de Gádor, en donde predominan los espacios forestales pero con formaciones arbóreas muy reducidas. Las deforestaciones de centurias pasadas, ligadas a la minería, (Sánchez Picón, 1996) dejaron reducida la superficie de encinares a meros elementos aislados y a la toponimia (Fuente de la Encina, La Encinilla) (García de la Torre y García de la Torre, 1996, a y b) . La vegetación arbórea forestal actual se debe fundamentalmente a parcelas de repoblación a base de pinar en fases diversas de crecimiento. Pero la repoblación dista mucho de ser continua y la constituyen manchas dispersas que alcanzan mayor entidad en la Sierra de Instinción y Rágol y en la Sierra de Alhama de Almería. El resto del conjunto serrano es un matorral a base de genistas y romeros, en el que también tienen importancia los lastonares ya que estas son de las primeras comunidades que se desarrollan tras los incendios. También hay algunas parcelas de cultivos de secano en la cumbre de la Sierra, aprovechando las suaves pendientes de las fosas tectónicas citadas y los afloramientos de litologías poco cohesionadas. El nivel de recubrimiento se mantiene, en líneas generales, entre el 50 y el 75%, alcanzado niveles mayores sólo en los pinares de repoblación más desarrollados.

CUADRO Nº 4
TIPOS DE CUBIERTA VEGETAL

1 (AH)	Cultivos herbáceos de secano
2 (AA)	Cultivos arbustivos y leñosos de secano (olivos, almendros, viñedos, higueras)
3 (AR)	Cultivos de regadío
4 (FA)	Forestal arbóreo
5 (FM)	Forestal matorral
6 (FX)	Forestal mixto y campos abandonados

CUADRO Nº 5
NIVELES DE CUBIERTA VEGETAL

1	Menos de! 25%
2	Del 25 al 50%
3	Del 50 al 75%
4	Más del 75%

b) El piedemonte y el sistema de terrazas del Andarax es el ámbito de los cultivos. En décadas pasadas coexistieron cultivos de secano (almendros, olivos, higueras) con la expansión de los cultivos de regadío (Saenz Lorite, 1977). Pero en la actualidad los cultivos de secano se han abandonado (campos abandonados) y sólo quedan cultivos de regadío con dos tipos dominantes: el parral de uva de mesa y los agrios (naranjos fundamentalmente). El nivel de recubrimiento para el piedemonte es del 50 - 75%; mientras que las vegas fluviales alcanzan más del 75% de cubierta vegetal.

c) La zona de cárcavas de la cuenca neógena del Andarax es la tercera unidad de paisaje. Su cubierta vegetal es un tomillar con un nivel de recubrimiento muy pobre. En su mayor parte no alcanza el 25% y sólo en ciertas zonas mas desarrolladas (tomillar-espartal) se llega al 25-50%. Unas pequeñas parcelas de pinar de repoblación en el margen izquierda del Río Andarax, entre Alhabia y Santa Fé de Mondújar, con una densidad de 50-75%, completan el escenario.

Con la superposición del mapa de vegetación actual y el de los niveles de recubrimiento se han delimitado unidades homogéneas desde la perspectiva de la cubierta vegetal. Para su clasificación se ha utilizado la baremación que resulta de oponer las dos variables (tipo de cubierta vegetal y niveles de recubrimiento) según una tabla de doble entrada (Tabla nº 2).

La clasificación de las unidades de vegetación según esta baremación ha permitido obtener el mapa de grados de protección del suelo. En dicho mapa se observa que el conjunto de la Sierra de Gádor tiene un grado de protección de media a alta (3-2-1), las zonas de cultivo del piedemonte y las terrazas fluviales tienen un grado alto o muy alto; mientras que las cárcavas de la cuenca neógena tienen un grado de protección bajo o muy bajo (4-5).

TABLA Nº 2
GRADOS DE PROTECCIÓN DEL SUELO

<i>Tipo de cubierta vegetal</i>	<i>Niveles de recubrimiento</i>			
	1	2	3	4
1 (AH)	5 (MB)	5 (MB)	4 (B)	4 (B)
2 (AA)	5 (MB)	5 (MB)	4 (B)	3 (M)
3 (AR)	3 (M)	2 (A)	1 (MA)	1 (MA)
4 (FA)	4 (B)	3 (M)	2 (A)	1 (MA)
5 (FM)	5 (MB)	4 (B)	3 (M)	2 (A)
6 (FX)	5 (MB)	4 (B)	3 (M)	2

Fuente: Elaboración propia

Claves de los grados de protección del suelo

- 1 (MA) Muy alto
- 2 (A) Alto
- 3 (M) Medio
- 4 (B) Bajo
- 5 (MB) Muy bajo

4. CARTOGRAFÍA DE LOS ESTADOS EROSIVOS

La superposición del mapa de erodibilidad y del mapa de grados de protección del suelo conjuga el potencial erosivo de las laderas en función de su litología y pendiente con el corrector de la cubierta vegetal frente a la escorrentía superficial. De esta manera se ha elaborado un mapa de unidades homogéneas en función de cuatro variables: pendiente, litología, tipo de cubierta vegetal y nivel de recubrimiento. Estas unidades se clasifican en función de una nueva tabla de doble entrada (Tabla nº 3) que es la que determina los estados erosivos del territorio.

El análisis de los estados erosivos cartografiados (Figura nº 3) permite distinguir

TABLA Nº 3
ESTADOS EROSIVOS

<i>Grado de erodibilidad</i>	<i>Grado de protección del suelo</i>				
	5 (MB)	4 (B)	3 (M)	2 (A)	1 (MA)
5 (EX)	5	5	5	4	4
4 (EA)	5	5	4	3	2
3 (EM)	5	4	3	2	2
2 (EB)	4	3	3	1	1
1 (EN)	4	3	2	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Clave de los estados erosivos

- 1. Estado erosivo muy grave
- 2. Estado erosivo grave
- 3. Estado erosivo medio
- 4. Estado erosivo bajo
- 5. Estado erosivo muy bajo

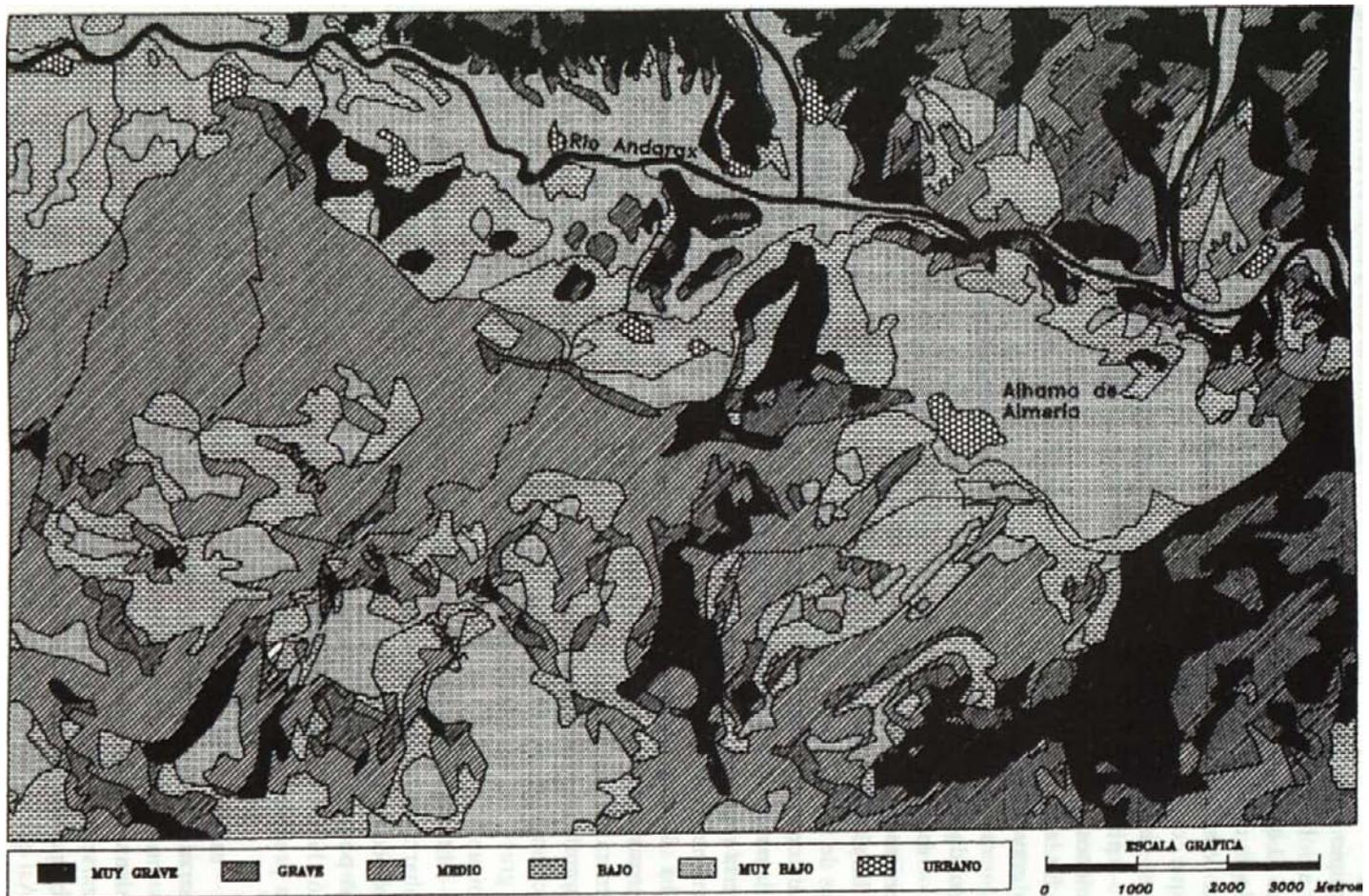


Fig. 3.—Mapa de evaluación de los estados erosivos en la cuenca media del Río Andarax.

tres grandes conjuntos que coinciden con las unidades de paisaje descritos desde el principio.

a) La Sierra de Gádor en donde predominan estados de erosión de medio a muy bajo. El que ocupa la mayor extensión es el estado erosivo medio, en función de una litología cohesionada y de un matorral casi cerrado que, combinados, neutralizan el valor de las pendientes. Le siguen en extensión los estados erosivos bajo y muy bajo en los que concurren:

— pinar de repoblación bien desarrollado con litología cohesionada

— pinar de repoblación medianamente desarrollado con matorral y con pendientes menos fuertes.

En la Sierra sólo se han estimado pequeños enclaves de estados erosivos grave y muy grave que combinan:

— matorral degradado con bajo nivel de cubrimiento y litología medianamente consolidada (filitas)

— matorral degradado con bajo nivel de cubrimiento y fuertes pendientes por encajamiento de los barrancos.

En el conjunto de la Sierra las marcas de erosión más relevantes son los profundos valles de los barrancos (sobre todo en su tramo medio) que avenan hacia el Río Andarax, en cuyo encajamiento ha contribuido, sin duda, la neotectónica reciente. Además son llamativos los reguerones producidos en los afloramientos de filitas siempre que la cubierta vegetal sea poco densa. Por lo demás, sólo se perciben manifestaciones difusas de arroyada laminar.

b) En el piedemonte y en los sistemas de terrazas fluviales del Andarax los estados erosivos que dominan son bajo y muy bajo. Ello es debido a que las pendientes son, en general de menor grado que en la Sierra, pero, sobre todo, al alto grado de protección que significan los cultivos arbóreos de regadío y a la protección de las laderas mediante abancalamiento. Sin embargo existen pequeñas extensiones de estados erosivos grave y muy grave que se corresponden con las áreas de cárcavas no cultivadas en donde se combinan:

— litología poco consolidada (margas, yesos) con pendientes de moderadas a fuertes (abarrancamientos y disección de los torrentes a la salida de la Sierra) y bajo grado de protección vegetal.

A pesar de que predominan los estados erosivos bajo y muy bajo, las marcas de erosión heredadas son muy numerosas en cuanto que esta unidad de paisaje está sometida a procesos crónicos de erosión un poco diferentes de la anterior. Estos procesos son:

— erosión en barranqueras que explotan la fragilidad de las cubiertas detríticas no encostradas y los niveles de margas arcillosas subyacentes.

— movimientos en masa de laderas (desprendimientos de la cubierta superior, deslizamientos, solifluxión, etc.) facilitados por la propensión de las margas arcillosas a deslizarse en presencia de agua (manantiales o precipitaciones abundantes) siempre que se sobrepase la pendiente límite o de despegue.

Así que se puede considerar al piedemonte como un medio penestable que mantiene un precario equilibrio gracias a los cultivos y al abancalamiento. Pero en cuanto las

precipitaciones rebasan cierta intensidad (30 l. en 24 h., aunque los aguaceros se pueden producir en menos tiempo) o se abandona una parcela de cultivo, los movimientos en masa se manifiestan de forma crónica, así como los abarrancamientos. Unos y otros están ayudados por un proceso que no es estimado en esta metodología de evaluación de estados erosivos: *el piping*. Este proceso es funcional, incluso en los campos cultivados, a favor de una litología predominantemente margo-arcillosa con intercalaciones de yesos.

c) Los sistemas de cárcavas de la cuenca sedimentaria del Andarax son los que presentan los estados erosivos graves o muy graves. Fuera del ámbito de los cultivos, la combinación de una litología poco consolidada (margas, arenas, conglomerados) con pendientes de moderadas a fuertes y una cubierta vegetal escasa (tomillar-espartal) dan lugar a los estados erosivos más intensos del territorio estudiado. Sólo se mitigan (de muy grave a grave) cuando disminuye la pendiente en las cumbres de los promontorios alomados o sobre las cubiertas poco consolidadas de algunos glaciais. Sin embargo entre los términos de Alhabia y Santa Fé de Mondujar repoblaciones de pinos llevadas a cabo en los años cincuenta hacen que dos pequeñas superficies de pinar-matorral presenten estados erosivos bajo o muy bajo; pero no son más que casos muy localizados.

En este ámbito las marcas de erosión por arroyada son muy abundantes y actuales, manifestándose todos los tipos: laminar, en surcos, en reguerones y en cárcavas. También son frecuentes los procesos de piping que, cuando se colapsan, se complementan con la arroyada para producir barranqueras. Finalmente el rápido encajamiento y zapamiento de los cauces provocan numerosos desprendimientos de paños de ladera a lo largo de los elementos de la esconrentía concentrada: reguerones, barrancos, ramblas y Río Andarax.

El abarrancamiento producido por un patrón de drenaje dendrítico es el rasgo común de este sistema de paisaje; pero las distintas litologías introducen matices en dicho patrón de drenaje y permiten distinguir varias subunidades de paisaje:

- a) Sobre las litologías más conglomeráticas el patrón de drenaje es menos denso y los interfluvios presentan con frecuencia lomas convexas.
- b) Sobre las margas con arenas y yesos de la facies profunda el patrón de drenaje es más denso, los interfluvios tienen cumbres más estrechas y, además son frecuentes otros procesos como:
 - poligonación de las laderas en la estación seca.
 - movimientos en masa de las laderas durante la estación húmeda.
 - eflorescencias salinas en superficie por capilaridad y evaporación.
- c) Sobre las margas, arenas, y limos del cuerpo deltaico el patrón de drenaje se hace extremadamente denso y los interfluvios muy estrechos y poco resistentes. En este caso la erosión por escorrentía superficial alcanza los valores máximos.

No está ocupado por cultivos y sólo soporta un matorral ralo y algunas manchas de repoblación con pinar.

5. CONCLUSIONES

A la vista del mapa final, que recubre todas las unidades de paisaje existentes en la parte central del Valle del Andarax, podría pensarse que, si bien hay importantes superficies en estado erosivo grave o muy grave, los piedemontes o la Sierra de Gádor se encuentran con estados erosivos menos alarmantes. Sin embargo nada más lejos de la realidad en cuanto que la Sierra como el piedemonte son ámbitos con limitaciones ambientales de índole regional donde el precario equilibrio existente se puede desestabilizar con facilidad.

En la Sierra, la mayor parte está en estado erosivo medio bajo una cubierta de matorral-lastonar muy proclive a ser arrasada por el fuego como ha sucedido varias veces en las últimas décadas. La sola modificación de la variable vegetación pondría este espacio serrano en estado de erosión grave o muy grave.

El piedemonte es un medio con equilibrio difícil en cuanto que, aún manejado cuidadosamente con las prácticas de cultivo, se manifiestan procesos de degradación regularmente (*piping*) o periódicamente (deslizamientos, zapamientos); procesos que se agravarían si se dejase de cultivar (FERRÉ et al., 1994).

Por lo tanto se puede afirmar que la Sierra y el piedemonte están en la frontera de la desertificación y es en estos ámbitos donde cualquier ruptura de equilibrio se manifestaría con mayor riesgo, en cuanto que en la Sierra y, sobre todo, en el piedemonte es donde se encuentran los recursos agrarios del territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENDRERO, A., et al., 1986, *Mapa geocientífico de la provincia de Valencia*. Diputación Provincial de Valencia, Universidad de Valencia, Universidad de Cantabria.
- CHRISTIAN, C.S. y STEWART, G.A., 1958, "The concept of land units and lands systems". *Proc. 9th Pacific Science Congress*. pp. 74-81.
- DENNES, B. y GRAINGER, P., 1976, "The preparation of slope maps by the móvil interval method". *Área*. pp. 213-219.
- DÍAZ DE TERÁN, J.R. et al., 1991. *Geomorfología y edafología de Guipúzcoa*, Departamento de Urbanismo, Arquitectura y Medio Ambiente de la Diputación Foral de Guipúzcoa.
- FERRÉ, E., ASENSI, A., SENCIALES, J.M., 1994. "Procesos de erosión y dinámica de la vegetación en bancales abandonados en el Valle del Andarax (prov. de Almería)" en GARCÍA RUIZ, J.M., y LASANTA, T., (Eds.): *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. S.E.G.. Inst. Pirenaico de Ecología. Institución "Fernando el Católico", pp. 31-42.
- FRANCÉS, E., CENDRERO, A., MOREY, M., 1989, "Un modelo de evaluación del territorio para la planificación, con base geomorfológica, aplicado a la vertiente cantábrica". *Cuaternario y Geomorfología*. pp. 106-115.
- GARCÍA LATORRE, J. y GARCÍA LATORRE, J., 1996.
- a) "Los bosques ignorados de la Almería árida. Una interpretación histórica y ecológica", en SÁNCHEZ PICÓN (Ed.): *Historia y medio ambiente en el territorio almerense*. Universidad de Almería. Almería, pp. 99-126.
- b) "Los bosques del desierto almerense". *Queráis*, 128. pp. 31-33.
- GRIESBACH, J.C., ROJO, L., RUIZ, D., GIORDANO, A., PASOVIC, 1996, *Guidelines for the Application of a Common Consolidated Methodology for Mapping of Rainfall-Induced Erosion Processes in the Mediterranean Coastal Areas*. Priority Actions Programme Regional Activity Centre (MAP/UNEP) & *Cuadernos Geográficos*. 27 (1997). 153-169

- Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCONA) with the cooperation of FAO, Ed., PAP/RAC, Split, HOpp.
- ICONA.1982: *Paisajes erosivos en el Sureste español. Ensayo de metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación*. Monografías del Proyecto LUCDEME, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 67 pp. + 10 mapas.
- PERLES ROSELLÓ, M\ J., 1997. *Problemas en torno a la erosión hídrica. Conceptos y Métodos de análisis*. Universidad de Málaga. Malaga, 104 pp.
- SÁENZ LORITE, M., 1977, *El Valle delAndaraxy el Campo de Níjar*, Universidad de Granada. Granada. 422 p.
- SÁNCHEZ PICÓN, A., 1996, "La presión humana sobre el monte en Almería durante el siglo XIX", en SÁNCHEZ PICÓN (Ed.): *Historia y medio ambiente en el territorio alménense*. Universidad de Almería. Almería. pp. 169-202.