

APORTACION DE LA GEOMORFOLOGIA APLICADA A LA ORDENACION DEL TERRITORIO Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL OCCIDENTE ANDALUZ

*Joaquín RODRIGUEZ VIDAL**

1. INTRODUCCION

La Geomorfología es la ciencia que estudia las formas del terreno, las clasifica y explica su génesis. Esta aparente simplicidad de objetivos se complica enormemente cuando analizamos en profundidad el relieve de una región y estudiamos la interrelación de los modelados funcionales con los paleomodelados, generados en otras épocas geológicas y bajo distintas circunstancias.

El carácter actualista de la geomorfología es el que confiere a esta ciencia su mayor aplicabilidad. La interferencia de los procesos y de los agentes de la dinámica externa con las actividades y actuaciones humanas, y sus consecuencias, en algunas ocasiones catastróficas (inundaciones, maremotos, desertización, etc.), ponen de relieve el interés de estos estudios. Recientemente, GUTIERREZ ELORZA y PEREZ GONZALEZ (1984), en un estudio estadístico sobre los trabajos de Geomorfología y Cuaternario publicados en España entre 1975 y 1982, evidencian la escasez de los de carácter aplicado (2,7 % del total consultado) y la necesidad, sobre todo, de profundizar en la cartografía geomorfológica y de riesgos, evaluación de terrenos y en la geomorfología aplicada a la Agricultura, Urbanismo y Obras Públicas.

(*) Profesor Titular de Geodinámica. Universidad de Sevilla.
Presidente de AEQUA-Grupo Andaluz de Cuaternario.

La relativa juventud de la geomorfología, como ciencia aplicada, ha sido el mayor impedimento para su correcta utilización. El enorme esfuerzo que supone el poner a punto un equipo de geomorfólogos bien formados, con material adecuado y utilizando técnicas depuradas, ha limitado las posibilidades de desarrollo de la geomorfología en casi todos los países. Sólo en estas dos últimas décadas, algunos buenos ejemplos de desastres ingenieriles o de planificación territorial, han permitido a la geomorfología jugar el papel que le corresponde, sobre todo en el ámbito de *cartografía de riesgos*.

La investigación aplicada que España realiza en este campo de las Ciencias de la Tierra es escasa y mal planificada, tanto desde la Universidad como en otros entes estatales o autonómicos, ya que aún no se han fijado con seguridad las líneas de trabajo a seguir. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en su programación sectorial para 1988-92, prevee un subprograma cuyo título es "Dinámica de sistemas naturales y bases para la gestión de recursos y medio ambiente", una de cuyas líneas principales es la relativa a la *dinámica geomorfológica*. El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es otro organismo que también dedicará recursos económicos a la investigación de geología ambiental, como la protección del medio ambiente, riesgos geológicos y ordenación territorial, en los que los estudios geomorfológicos serán bien valorados.

Dentro del contexto nacional, la Comunidad Autónoma de Andalucía ocupa un lugar destacado en la búsqueda de soluciones humanizables a la política medioambiental y ordenación del territorio. La Agencia de Medio Ambiente está desarrollando varios programas, modélicos en su concepción (S.I.N.A.M.B.A., Recursos Naturales, Inventario permanente de litorales,...), que en un futuro próximo supondrán la mayor base de datos sobre medio físico, disponibles para los estudios de geomorfología aplicada, sobre todo de carácter preventivo. De igual manera, la geomorfología tiene un gran futuro en los estudios de Impacto Ambiental, donde las características estáticas y dinámicas del relieve juegan un papel primordial, al ayudar a predecir y valorar los tipos de impactos existentes en una zona y, consecuentemente, tomar las medidas correctoras oportunas.

Para poder iniciarnos en los estudios geomorfológicos de esta región, se hace preciso un amplio conocimiento pluridisciplinar de materias básicas referentes al medio físico, como son la geología de procesos externos, la geografía física, la hidrología, etc. Al mismo tiempo, es necesario realizar observaciones a varias *escalas* (de espacio y de tiempo), puesto que tanto los modelados como los procesos que los generan actúan de distinta forma a escalas diferentes.

Dentro de este contexto múltiple, en el que la geomorfología se desenvuelve, vamos a realizar un recorrido por entre aquellas problemáticas más evidentes en las que esta ciencia puede aportar soluciones, al mismo tiempo que se enumeran algunos ejemplos aplicados.

2. SISTEMAS MORFOCLIMATICOS Y PROCESOS MORFOGENETICOS

Una de las ramas más importantes en la geomorfología, sujeta a profundos y rápidos cambios, es la climática; es decir, el clima como generador de relieve.

Los estudios meteorológicos y climáticos en Andalucía Occidental han sido hasta ahora abundantes y precisos, analizando las variaciones espaciales y temporales de la precipitación, temperatura, evapotranspiración, etc. y orientando su carácter aplicado, en algunas ocasiones, hacia el control de las inundaciones del río Guadalquivir (VANNEY, 1970) y la génesis de las avenidas fluviales (DURAN y LAMAS, 1985), o hacia los medios periglaciales de montaña (DIAZ DEL OLMO y RUBIO, 1984).

La importancia creciente que los procesos de la dinámica externa ejercen sobre la actividad humana, sobre todo los de tipo catastrófico, y su estrecha vinculación climática, obliga al geomorfólogo a realizar un estudio morfoclimático de la región, donde se contemple una distribución cartográfica de aquellos procesos que actúan dominantemente en cada zona y sus consecuencias en la transformación del relieve y evolución del paisaje (RODRIGUEZ VIDAL, 1982).

En este marco morfoclimático deben enmarcarse las variaciones reales observadas, respecto del modelo teórico cartográfico, buscando las circunstancias climáticas, litológicas, antrópicas, etc., que han provocado dichas desviaciones. De igual manera, es de gran importancia conocer los *umbrales* que controlan la efectividad morfogenética de cada proceso físico-químico y establecer sus curvas de variación.

El establecimiento de este complejo rompecabezas, que relaciona la morfoclimatología teórica con la morfogénesis real, va a ser la base adecuada que nos ayudará a comprender mejor la dinámica de los procesos externos, el por qué de su existencia en ese lugar y momento y los cambios morfológicos presentes y futuros del relieve. Cambios, en algunas ocasiones, débiles e imperceptibles; rápidos y catastróficos en otras.

3. CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA Y DE RIESGOS

Las técnicas instrumentales en fotogrametría y teledetección han sufrido una verdadera revolución en estos últimos años, sobre todo a partir de la información aportada por los satélites de recursos naturales, como el Landsat o el reciente Spot. El tratamiento informatizado de las imágenes obtenidas por dichos satélites, y su posterior contraste con los datos de campo, está suponiendo en la actualidad una total innovación en las cartografías de dinámicas de procesos y en la

predicción de riesgos naturales. Todo ello sin olvidar, por supuesto, la cartografía geomorfológica, a diferentes escalas, obtenidas con fotointerpretación y laboriosos trabajos de campo.

La cartografía geomorfológica supone un compromiso gráfico, al representar en el espacio y en el tiempo una serie de modelados, generados por varios procesos. La elaboración de este trabajo permite un detallado conocimiento morfodinámico de la región y localizar así, con más precisión, los problemas de tipo aplicado y su distribución areal.

Los trabajos cartográficos realizados hasta ahora por la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, permiten disponer de una base de datos suficiente a pequeña escala, como para empezar a situar objetivos de mayor interés a media escala (VANNEY y MENANTEAU, 1985) y, más adelante, resolver problemas a escalas mayores (menor de 1:10.000) en áreas de interés preferente; como núcleos urbanos, zonas rurales o costeras. Estos últimos tipos de escala de mapas geomorfológicos, a los que se superponen los procesos que actúan y sus impactos areales presentes y previsibles en un futuro próximo, constituyen las *cartografías de riesgos naturales* que de tanta utilidad son en la planificación territorial y que aún no se utilizan, con la suficiente asiduidad, como herramienta de trabajo.

A la vista de este planteamiento se hace evidente, por tanto, la necesidad de que los organismos oficiales competentes dispongan de una cartografía geomorfológica regional, a escala media (1:50.000 ó 1:25.000), capaz de ser utilizada en problemas de carácter amplio y, a su vez, ser reconvertida en otra cartografía aplicada, a mayor escala, en aquellas zonas propensas a riesgos naturales o donde sean previsibles determinados impactos ambientales.

4. GEOMORFOLOGIA E HIDROLOGIA

Desde el momento en que el agua de lluvia cae sobre la superficie terrestre, comienza su viaje hasta encontrar un nivel de base estable. Dependiendo de la modalidad del transporte, el agua puede penetrar en el suelo y favorecer la actividad vegetal, junto con un desarrollo de los procesos de meteorización química, o bien escurrir por su superficie y establecer una permanente dinámica erosivo-acumulativa capaz de transformar el aspecto del relieve.

La irregularidad de las precipitaciones es una característica fundamental en el clima de esta región, aunque los casos más extremos se localizan en la provincia de Almería. El análisis estadístico de estas variaciones, a lo largo de todos los años de los que disponemos de registro, permiten encontrar una posible periodicidad en su ritmo y, tal vez, predecir su comportamiento futuro.

Las características del medio físico (geología, suelos, orografía, etc.) y, en gran medida, el régimen de las precipitaciones, condicionan la potencial erosionabilidad de los terrenos y las repercusiones del agua transportada hacia zonas distantes (crecidas e inundaciones). De esta manera, la hidrología de una cuenca incide directamente sobre aspectos geomorfológicos locales, como los deslizamientos de vertiente, acarcavamientos y fenómenos de colapso; o bien sobre otros de carácter más general, como la desertización o las inundaciones.

Los estudios geomorfológicos deben orientarse, por tanto, en dos direcciones: los que afectan al comportamiento de cuencas hidrográficas y los relativos a procesos locales. La magnitud del impacto ambiental va en relación directa con la del fenómeno y las medidas previsoras a tomar deben de guardar la misma proporción.

El análisis de cuencas debe tener en cuenta la realización de mapas geoambientales, la repoblación con especies adecuadas de la cubierta vegetal en las vertientes, una agricultura y pastoreo en consonancia con los caracteres físicos del medio y una localización de obras públicas (presas, carreteras, puentes,...) en los lugares y con las características idóneas. En este sentido habría que decir: el ingeniero diseña y construye, el geomorfólogo ubica. Ninguna administración debe olvidar los errores cometidos en este sentido y tiene la obligación de evitar que sus actuaciones sean la causa de males mayores.

Deben estudiarse con decisión la pérdida de suelo agrícola por el acarcavamiento (badland) o sufosión (piping) en materiales limo-arcilloso; las áreas preferentes de acumulación aluvial rápida, como son los conos de deyección; el aterramiento de presas; la estabilidad de márgenes fluviales y su dinámica de vertientes asociada. En general, todos aquellos fenómenos ligados a la hidrología y que son capaces, en ocasiones, de ser reproducidos en modelos a escala, tanto en el campo como en el laboratorio.

5. DINAMICA DE VERTIENTES

Las vertientes son unidades morfológicas en las que se verifica un trasiego de materia y energía, desde sus partes más elevadas hasta el fondo de los *thalveg* correspondientes. Los mecanismos de esta dinámica y su velocidad de desplazamiento están vinculados sobre todo a las pendientes, naturaleza litológica y disponibilidad de agua (precipitación o arroyada).

El equilibrio alcanzado por una vertiente, a lo largo de centenares o miles de años, puede romperse por causas naturales (socavamiento fluvial, sismicidad, karstificación) o antropogénicas (vías de comunicación, minería, desforestación) y la respuesta suele ser casi siempre rápida o, incluso, inmediata.

Los movimientos a lo largo de una vertiente son estudios relativamente fáciles de realizar, muy vinculados con la Mecánica de suelos y de rocas, y aunque se realizan sólo en aquellos casos más llamativos, como por ejemplo el deslizamiento de Olivares en Granada (DURAN, 1986), no existe en nuestra región una cartografía que plasme aquellas vertientes con mayor riesgo potencial al desplazamiento.

La inestabilidad de laderas supone una amplia gama de tipos de movimientos (COROMINAS y ALONSO, 1984), que implican tanto a formaciones superficiales como a substrato rocoso y con mecanismos muy variados: desprendimientos, vuelcos, deslizamientos rotacional y traslacional, flujos (coladas de barro, soliflucción) y movimientos complejos.

Entre las áreas más propensas a estos movimientos en laderas figura la zona Subbética (DIAZ DEL OLMO, 1981), donde las arcillas y margas del Trías, al pie de elevaciones calizas, provocan una gran inestabilidad; y la amplia extensión de margas y arcillas terciarias en el Bajo Guadalquivir. En esta última zona, por ser asiento de la ciudad de Sevilla y su área de influencia, junto con el previsible desarrollo que experimentará de cara a la próxima Exposición Universal de 1992, se deben realizar todos los estudios geomorfológicos necesarios para prevenir la gran interferencia que la actividad antrópica ejercerá sobre el medio físico y sus posibles repercusiones.

Varios ejemplos de esta dinámica de proceso-respuesta en vertientes las tenemos en las edificaciones de los diversos pueblos asentados en el borde de la margen oriental de los Alcores (Carmona, El Viso, Mairena, Alcalá de Guadaira) (DRAIN et al., 1971), donde se observan numerosos deslizamientos históricos de paquetes de calcarenitas y de antiguos depósitos de vertientes a favor de margas miocenas (*margas azules*). Las orientaciones de las fracturas en la formación calcarenítica (RODRIGUEZ VIDAL y GONZALEZ DIEZ, 1987) condicionan la morfología del frente del escarpe y su paulatino retroceso por desprendimientos de grandes bloques que, como indicó BONSOR (1918), pudieron iniciarse por actividad sísmica. La funcionalidad de estos fenómenos aún puede comprobarse en algunas de las edificaciones que se localizan en el mismo borde del escarpe, como ocurre con el Parador Nacional de Carmona, cuya fachada meridional se asienta sobre una amplia fractura de dirección ENE-OSO (figura 1) que correspondería con la cicatriz de despegue de un deslizamiento histórico (año 1504, según BONSOR), aún no estabilizado, que está provocando grietas con desplazamiento hacia el S en el edificio.

La construcción en estas zonas inestables de cabecera de vertiente, comportan un riesgo que debe ser prevenido o evitado; tanto por las pérdidas económicas en el Patrimonio histórico o, incluso, humanas que puedan suponer.

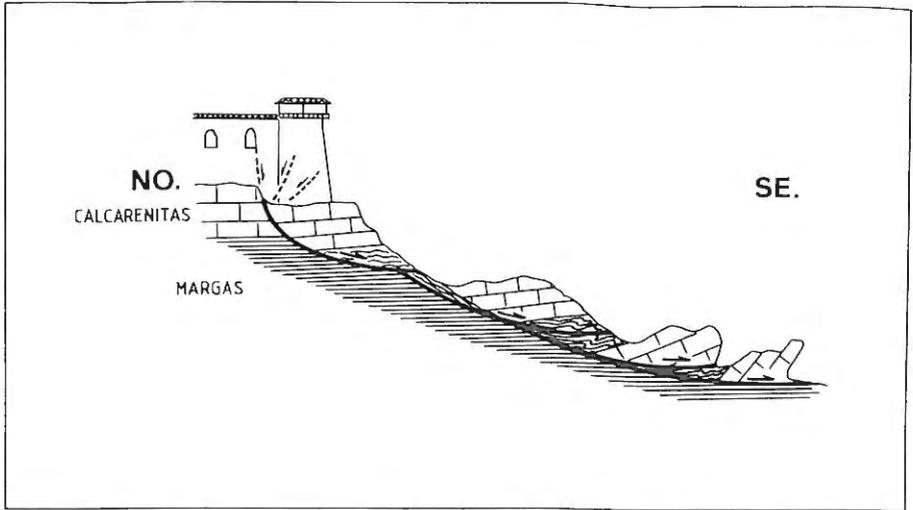


Figura 1. Corte esquemático, sin escala, de los sucesivos deslizamientos rotacionales que configuran la vertiente S. y SE. de los Alcores en Carmona. El deslizamiento más reciente, aún funcional, afecta a la estructura del Parador con grietas sintéticas y antitéticas.

6. KARSTIFICACION

La meteorización química de las rocas carbonatadas origina modelados superficiales y subterráneos muy típicos y bien diferenciados. Estas circunstancias han atraído, desde los inicios de la geomorfología, a un gran número de investigadores que se ocupaban de estas zonas denominadas kársticas.

La disolución de las calizas es un proceso muy lento a nivel humano pero, en ocasiones, puede ser motivo de impactos ambientales o de acarrear riesgos a la actividad humana; como son los hundimientos en el fondo de dolinas, inundación de poljes utilizados con fines agrícolas, inutilización de presas por escapes subterráneos de agua, grandes deslizamientos de ladera, etc.

El fenómeno de la karstificación no es exclusivo de las rocas calizas, sino que afecta a todas aquellas que son capaces de ser disueltas; produciéndose, en muchos casos, una *convergencia de formas*. Si la roca es fácilmente soluble, como sucede con el yeso, la morfología kárstica es más efímera y su evolución puede ser contemplada a lo largo de la vida del hombre. Es por ello, que las regiones con karst yesífero aflorante o con cubierta aluvial, son tan poco recomendables para la actividad humana; ya que la ubicación de cualquier edificio, vía de comunicación o labor agrícola, por ejemplo, va a estar sometida a asentamientos paulatinos del terreno.

Los afloramientos de yeso en Andalucía son muy amplios y están siendo recientemente estudiados (DURAN y MOLINO, 1986), sobre todo en aquellas zonas donde ocupan una mayor superficie. En Andalucía Occidental hay buenos afloramientos en Coripe-Pruna (Sevilla), Morón de la Frontera (Sevilla), Puente Genil-Ecija (Córdoba-Sevilla) y Medina Sidonia (Cádiz), pertenecientes al Trías en facies germano-andaluz. En estas zonas, la karstificación está bien desarrollada, con profusión de morfologías superficiales (cañones, dolinas, torcas, lagunas,...) y subterráneas (cuevas y simas).

Desde el punto de vista aplicado, la problemática más frecuente de la disolución de los yesos es la relacionada con sus aspectos geotécnicos; sobre todo en Ingeniería Civil. La cartografía geomorfológica de estas regiones se hace necesaria para localizar los focos actuales de mayor actividad, estudiar su génesis y predecir su comportamiento y, a partir de esa información, elaborar mapas a mayor escala (1:1.000 a 1:5.000) que permiten delimitar áreas de riesgo y sus tipos.

7. GEOMORFOLOGIA COSTERA

La costa ha supuesto para la humanidad, desde tiempos remotos, una fuente inagotable de recursos y un lugar de asentamiento para su industria, comercio, etc. La importancia de este hecho viene marcada por la ocupación actual que la humanidad ejerce sobre estas zonas, del orden de los dos tercios del total de habitantes del planeta.

La vocación marina de muchos pueblos y naciones ha estado condicionada por la longitud de sus costas y el uso ha dependido de sus características morfológicas (acantilados, playas, ensenadas,...). Los 7.880 km. que España posee, son un buen ejemplo de estas circunstancias y así lo demuestran los numerosos avatares históricos de nuestro país. La Comunidad de Andalucía también es representativa de estos hechos y añade la bipolaridad que marca su contacto con dos mares bien distintos, el Mediterráneo y el Atlántico.

Desde el punto de vista del medio físico, las zonas costeras son dinámicamente complejas. El continuo trasvase de materia y energía entre los medios marino y continental, junto con el amplio abanico de agentes y procesos actuantes a lo largo del espacio y del tiempo, motivan la profunda sensibilidad de los litorales a cualquier variación natural o antrópica de su equilibrio dinámico (DABRIO et al., 1980). Desde esta perspectiva, los estudios de geomorfología costera deben de plasmar la ordenación de sectores bien localizados dentro de un espacio geográfico mucho más amplio (p.e. litoral atlántico andaluz), donde la dualidad proceso-respuesta es evidente y, además, repercute a lo largo de prolongadas distancias y con efectos no previsibles en magnitud.

Si nos centramos en la fachada atlántica del litoral andaluz, existen algunos problemas actuales o previsibles que deben ser tenidos en cuenta de cara a una ordenación general y a su marco legal correspondiente (ley de Costas):

- Variaciones del nivel del mar.
- Actividad sísmica.
- Corrientes marinas.

Las variaciones experimentadas por el nivel del mar en tiempos recientes son fundamentales en este tipo de litorales, donde el relieve es muy suavizado y abundan las áreas inundadas (estuarios, marismas, lagunas). Las evidencias morfológicas de esta historia evolutiva proveen al investigador de una herramienta útil para predecir tendencias futuras y así ayudar a una mejor ordenación territorial. A este respecto, sería conveniente el hacernos algunas preguntas: ¿cual es la tendencia natural de las principales áreas inundables (marismas del Odiel y Doñana) frente a una elevación o descenso del nivel del mar? ¿qué áreas de localización preferente serían las adecuadas para el futuro desarrollo turístico de la costa atlántica (RUBIO, 1987)? ¿cómo debería ser la planificación urbana e industrial (Huelva y Bahía de Cádiz) frente a estas oscilaciones marinas? Las contestaciones adecuadas son por ahora difíciles de responder, aunque no por ello deben dejar de buscarse, ya que el fenómeno de ascenso o descenso del nivel del mar es históricamente comprobable y podría, a largo plazo, tener unas consecuencias muy graves.

La actividad sísmica, dentro del marco costero de este sector atlántico, es un riesgo igualmente constatado por varios autores (UDIAS et al., 1976), que ponen de manifiesto la posibilidad de que algún terremoto de elevada intensidad, que se produzca a lo largo de la falla Azores-Gibraltar, provoque maremotos capaces de causar importantes daños en aquellos puntos donde la morfología costera los facilite.

Las corrientes marinas son agentes de transporte cuyos efectos, a lo largo del litoral, provocan un continuo cambio en su morfología, debido al variable trazado de su circulación en superficie o en profundidad. Aunque se conocen las pautas generales de las corrientes atlánticas en el Golfo de Cádiz o la circulación mareal en los estuarios, muchos fenómenos detectados en la actualidad que afectan a la actividad humana (contaminación, acuicultura, enarenado de puertos), parecen no poder explicarse con los modelos propuestos, sino que serían necesarios nuevos estudios de carácter oceanográfico y de teledetección.

8. GEOMORFOLOGIA APLICADA A LA NEOTECTONICA

Los estudios de sismicidad y de tectónica reciente han demostrado que ciertas zonas de la corteza terrestre se encuentran sometidas a esfuerzos y en permanente desequilibrio interno. La manera en que dichos esfuerzos se liberan varía en el espacio y el tiempo, al igual que el aspecto que adopta el relieve tras la deformación.

La Sismotectónica trata de estudiar estos movimientos actuales, busca su génesis y se orienta hacia una predicción de la intensidad y localización de los sismos. Los movimientos algo más antiguos se estudian por referencias históricas y los de mayor antigüedad por medio de criterios tectónicos (análisis estructural). Sin embargo ciertas áreas corticales no son factibles de ser estudiadas por métodos convencionales y si necesitamos conocer su tradición sísmica, en épocas geológicas recientes (Plioceno-Cuaternario), es necesario utilizar otros criterios que puedan sernos de utilidad.

La cartografía geomorfológica regional y los caracteres morfométricos de determinados modelados ayudan a descubrir deformaciones en el relieve, tanto si afectan a formas erosivas o deposicionales, y a situarlas de manera relativa en el tiempo (GUTIERREZ ELORZA et al., 1984). Los métodos de datación radiométricos, arqueológicos y paleontológicos contribuyen a la elaboración de un cuadro cronológico más preciso de dichas deformaciones. En casos concretos, que así lo requieran, se realizan cartografías de procesos y modelados en áreas más reducidas, que suelen ser de gran utilidad a la hora de predecir inestabilidades en el relieve y elaboración de nuevos modelados sismogenerados (mapas de riesgos geológicos).

La actividad tectónica en Andalucía Occidental ha sido esbozada por VIQUIER (1974), que definió un conjunto de posibles alineaciones tectónicas y deformaciones domáticas (figura 2) que habrían actuado durante el Neógeno y Cuaternario. Futuros trabajos geomorfológicos más precisos podrán confirmar este modelo o cambiarlo parcialmente.

Se hace igualmente necesario el conocer la incidencia que tendría la sismicidad como iniciadora de procesos morfogenéticos; sobre todo en una zona, como la nuestra, con numerosos antecedentes de sismos históricos (UDIAS et al., 1976) y algunos tan intensos como el de Carmona en el año 1504.

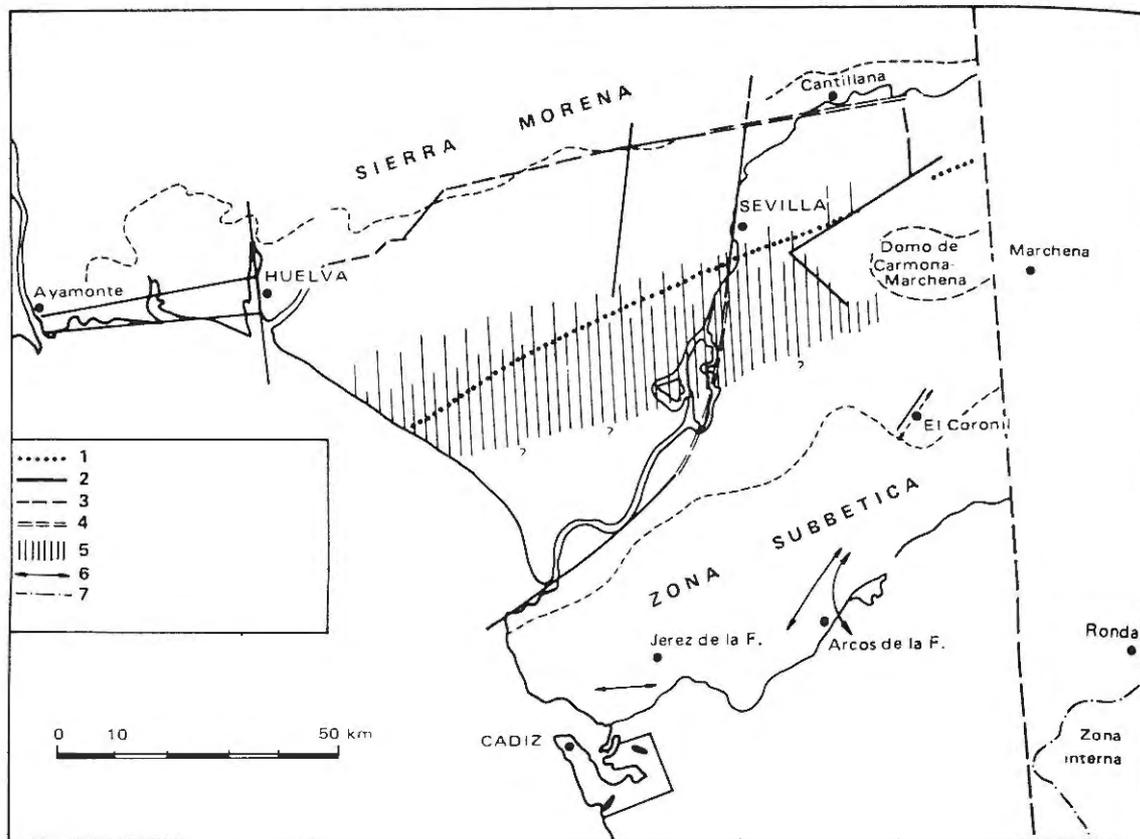


Figura 2. Principales elementos estructurales de la cuenca del Guadalquivir occidental (según VIGUIER, 1974). 1: Límite de los olitostromas hacia el N. 2: Falla. 3: Falla probable. 4: Flexión. 5: Inflexión del zócalo. 6: Eje anticlinal. 7: Límite de la zona interna-zona externa de las Béticas.

9. GEOMORFOLOGIA ANTROPICA

La incidencia de la actividad humana sobre el medio físico tuvo sus inicios durante el Neolítico. La importancia de la humanización del paisaje en la actualidad llega a tales extremos, que se evalúa la actividad antrópica como el principal agente morfogenético sobre el planeta, debido principalmente a la brusca ruptura de equilibrios que desencadena en los sistemas naturales y a la amplitud de actuación sobre cualquier tipo de medio. Además, hay que considerar que las actividades humanas sirven de catalizadores para que se acelere la dinámica de determinados procesos erosivos o, incluso, para que aparezcan otros nuevos.

La permanente desidia del hombre respecto del medio que le rodea y su continua e incontrolada actuación, ha acarreado la transformación de un paisaje equilibrado en otro en permanente inestabilidad. La climatología mediterránea que existe en nuestro territorio andaluz, con una estacionalidad bien marcada, cambios bruscos de temperatura y precipitaciones intensas e irregularmente repartidas, favorecen el fenómeno de la *desertización*, tan acentuado en la región de Almería, pero que es un problema igualmente grave en toda la Comunidad.

Aunque la actividad antrópica se ejerce en cualquier territorio, existen algunos medios naturales y determinados relieves que son más propensos, por sus caracteres dinámicos, a modificarse por la intervención humana. En este sector occidental se podrían citar: la modificación del perfil costero (diques y puertos), deforestación y prácticas agrícolas inadecuadas, edificaciones y vías de comunicación en vertientes y actividad minera o en canteras.

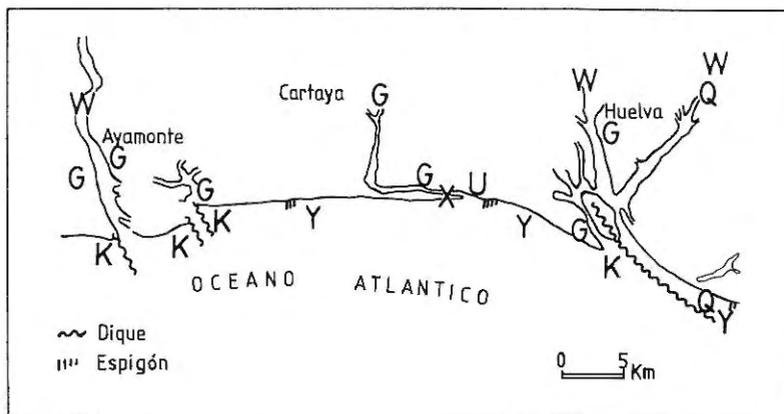


Figura 3. Impactos principales de la actividad humana en la costa de Huelva (según DABRIO y POLO, 1987). Y: erosión costera. K: sedimentación de limos. G: contaminación urbana. W: descenso de la carga fluvial. Q: contaminación química. X: movimiento de arena por actividad pesquera.

10. CONCLUSIONES

Los estudios geomorfológicos de una región son elementos indispensables de cualquier planificación territorial, puesto que ponen en evidencia la movilidad del medio físico, los agentes que la provocan y el origen de los mismos.

La aparente inmovilidad del relieve, por medirse su dinámica en tiempos geológicos, se vuelve en repentina inestabilidad si concurren las circunstancias adecuadas para ello; es decir, si se supera un determinado umbral morfogenético. No deben escatirmarse, por tanto, los necesarios recursos económicos para realizar esta labor de infraestructura, que es capaz de prevenir y evaluar la actuación catastrófica de los agentes naturales y de ordenar un territorio cada vez más poblado y utilizado.

La aplicación de estos estudios en la actividad humana de nuestro territorio se hace evidente, incidiendo directamente en los emplazamientos urbanos e industriales, en la ordenación rural, en el trazado de vías de comunicación, en instalaciones y obras hidráulicas, en los recursos mineros, en la ordenación del litoral o en la conservación de Parques Naturales.

BIBLIOGRAFIA

- BONSOR, J. (1918): "El terremoto de 1504 en Carmona y en los Alcores", *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 18: 115-123.
- COROMINAS, J. y ALONSO, E. (1984): "Inestabilidad de laderas en el Pirineo Catalán. Tipología y causas", En: *Inestabilidad de laderas en el Pirineo*, Barcelona, Enero 1984.
- DABRIO, C.; BOERSMA, J.R.; FERNANDEZ, J.; MARTIN, J.M. y POLO, M.D. (1980): "Dinámica costera en el Golfo de Cádiz: sus implicaciones en el desarrollo socioeconómico de la región", *I Reunión Nac. Geol. Ambiental y Ord. Territ.*, Santander, 19 p.
- DABRIO, C. y POLO, M.D. (1987): "Holocene sea-level changes, coastal dynamics and human impacts in Southern Iberian Peninsula", *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 10: 227-247.
- DIAZ DEL OLMO, F. (1981): "Planteamientos para el análisis geomorfológico de la sierra del Tablón (área subbética de Sevilla)", *Estudios geográficos*, 164: 325-330.
- DIAZ DEL OLMO, F. y RUBIO RECIO, J.M. (1984): "Rasgos geomorfológicos de la vertiente septentrional de la Sierra del Pinar (Cordilleras Béticas, Cádiz)", *Estudios geográficos*, 175: 175-192.
- DRAIN, M.; LHENAFF, R. y VANNEY, J.R. (1971): *Les Bas Guadalquivir. Introduction géographique*, Casa de Velázquez (CNRS), 82 p., París.
- DURAN, J.J. (1986): "El deslizamiento de Olivares (Granada)", *El geólogo*, 20: 29-32.
- DURAN, J.J. y LAMAS, J.L. (1985): "Las inundaciones en Andalucía", *Geología y prevención de daños por inundaciones*. I.G.M.E., 335-393.

- DURAN, J.J. y MOLINO, J.A. (1986): "Karst en los yesos del Trías de Antequera (Cordilleras Béticas)", *Karstología Mémoires*, 1: 36-46.
- GUTIERREZ ELORZA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1984): "Los estudios del Cuaternario y Geomorfología en España", *I Congr. Español de Geología*, Segovia, t. V: 87-97.
- GUTIERREZ ELORZA, M. y RODRIGUEZ VIDAL, J. (1984): "Fenómenos de sufosión (piping) en el depresión media del Ebro", *Cuad. Invest. Geogr.*, Logroño, t. X (1-2): 75-83.
- GUTIERREZ ELORZA, M.; RODRIGUEZ VIDAL, J.; SIMON, J.L. y PEÑA, J.L. (1984): "Criterios geomorfológicos aplicados al estudio de la Neotectónica en áreas continentales (ejemplos en la Cadena Ibérica, Depresión del Ebro y Pirineos)", *Energía Nuclear*, 149-150: 217-222.
- MEZCUA, J. y LOPEZ-ARROYO, A. (1976): "Problemas relacionados con la determinación del riesgo sísmico en el Sur de España", *Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y Mar de Alborán*, Granada: 235-241.
- NEBOIT, R. (1983): *L'Homme et l'Erosion*. Faculté des Lettres et Sciences humaines de l'Université de Clermont-Ferrand II, n.s. 17, 183 p.
- PIRAZZOLI, P.A. (1985): "Las variaciones del nivel del mar", *La naturaleza y sus recursos*, UNESCO, vol. 21, n.º 4: 2-9.
- RODRIGUEZ VIDAL, J. (1982): "Distribución morfoclimática de la depresión media del Ebro: procesos dominantes y modelado actual", *Estudios geológicos*, 38: 43-50.
- RODRIGUEZ VIDAL, J. y GONZALEZ DIEZ, I. (1987): "Dinámica de vertiente en los Alcores (Carmona, Sevilla)", *Actas VII Reunión sobre el Cuaternario*, Santander, 143-145.
- RUBIO, J.C. (1987): "Uso público de los espacios protegidos en la provincia de Huelva: presente y futuro", *Revista de Estudios Andaluces*, 8: 137-164.
- UDIAS, A.; LOPEZ-ARROYO, A. y MEZCUA, J. (1976): "Sismotectónica de la región de las islas Azores a la Península Ibérica", *Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y Mar de Alborán*, Granada: 47-58.
- VANNEY, J.R. (1970): *L'Hydrologie du Bas Guadalquivir*. Inst. Geogr. Apl. del Patr. "Alonso de Herrera" C.S.I.C., 176 p.
- VANNEY, J.R. y MENANTEAU, L. (1985): *Mapa fisiográfico del litoral Atlántico de Andalucía, E.. 1:50.000. M.F. 02: Punta Umbría-Matalascañas, M.F. 03: Matalascaña-Chipiona*, Junta de Andalucía y Casa de Velázquez, 48 p.
- VIGUIER, C. (1974): *Le Néogène de l'Andalousie Nord Occidentale (Espagne). Histoire du Bassin du bas-Guadalquivir*, Tesis Doct., Univ. Bordeaux, 450 p.