

DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PAISAJES EROSIVOS DE UNA MONTAÑA MEDITERRÁNEA: SIERRA DE LA CONTRAVIESA, PROVINCIAS DE GRANADA Y ALMERÍA¹

María Teresa CAMACHO OLMEDO*

I. Presentación

El área analizada se sitúa al Sur de Sierra Nevada, formando parte del arco montañoso penibético que bordea el litoral de Andalucía oriental (Figura nº 1). Participa de los condicionamientos abióticos propios de una montaña de origen alpino y de los efectos de la actividad antrópica característica del área mediterránea. En este sentido, la Sierra de la Contraviesa ha sido objeto de una explotación humana intensiva que supuso en su día la deforestación casi total del territorio y posteriormente la ocupación agrícola de todas aquellas tierras aptas para los cultivos arbóreos y leñosos de secano, predominantes en esta región. La conquista de espacios menos adecuados, tanto desde el punto de vista topográfico como debido a su falta de accesibilidad, ha provocado el progresivo abandono de muchas de estas parcelas. Todo ello convierte a la Sierra de la Contraviesa en un amplio territorio caracterizado por la agricultura marginal.

Frente a la decadencia de las laderas altas y medias, la franja litoral participa de los efectos revulsivos que ha supuesto la expansión de la agricultura de cultivos forzados por la costa oriental andaluza. Las consecuencias medioambientales no han sido tan

1. Este trabajo es un resumen parcial de la Tesis Doctoral dirigida por el Dr. R. Rodríguez Martínez y presentada por la autora bajo el título "Cartografía de los Paisajes Erosivos de la Sierra de la Contraviesa (Provincias de Granada y Almería)". Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Granada. 1992.

"Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Granada.

**Profesora Ayudante. Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física.
Universidad de Granada.**

Figura nº 1. Localización de la Sierra de la Contraviesa en Andalucía



satisfactorias como las de índole socioeconómica, puesto que la conquista de las laderas bajas por los enarenados e invernaderos ha supuesto la desaparición de comunidades climáticas, o la potenciación de fenómenos erosivos tras los procesos de abancalamiento.

Los parámetros estructurales, morfológicos y climáticos propios a la Sierra (un sustrato compuesto principalmente por materiales esquistosos, un relieve caracterizado por las formas abarrancadas y un clima mediterráneo de tendencia semiárida) son factores confluyentes que agravan el estado de degradación provocado por la explotación antrópica.

Esta situación es compartida, con diferentes matices, por una amplia zona que corresponde al vértice sureste de la Península Ibérica. La degradación ecológica y los fenómenos erosivos han forzado el interés de las instituciones implicadas y la puesta en marcha de proyectos de investigación, caso del LUCDEME, o de medidas de corrección como las que figuran en el Plan Forestal Andaluz. En este sentido, para el conjunto del área agrícola de la Sierra de la Contraviesa se prevee una repoblación masiva de coníferas, lo que supone una continuidad respecto a la política de repobla-

ción de las últimas décadas, la cual hasta el momento no ha conllevado resultados plenamente satisfactorios. Es por todo ello por lo que se justifica el estudio de un área tan fuertemente degradada y sobre la que se prevén cambios no del todo consensuados.

II. Objetivos

Movidos por esta problemática, nos planteamos una serie de objetivos básicos:

- Realizar un análisis geográfico y paisajístico de una montaña mediterránea en avanzado estado de degradación.
- Caracterizar los paisajes naturales de la Sierra de la Contraviesa desde un punto de vista integrado y dinámico, primando el papel de los procesos erosivos y entendidos desde un enfoque cualitativo.
- Obtener una cartografía temática de detalle de todo el macizo, unificando escalas y subsanando una laguna que persistía en la mayor parte de los estudios realizados previamente sobre la misma zona. Nos interesaban los parámetros de índole geomorfológica, orográfica, bioclimática y de usos del suelo. Esta base cartográfica sería explotada posteriormente para la obtención de una cartografía de síntesis.
- Comparar las posibilidades de la Teledetección con respecto a los métodos tradicionales, tanto para el análisis de los usos del suelo como para la aproximación al estudio de los paisajes.

III. Metodología

Desde un punto de vista teórico y metodológico esta investigación se inscribe dentro de la amplia corriente paisajística, sobre la que hoy día se observa un renacimiento desde muy diversas perspectivas. Por nuestra parte nos hemos adscrito por el momento al marco que nos parecía el más adecuado según nuestros objetivos de partida: la clasificación de los paisajes establecida por G. Bertrand (1968).

Sin embargo no hemos adoptado de forma ortodoxa los principios tradicionales formulados en esta escuela paisajística, que, por otra parte, ha renovado muchos de sus supuestos en el sentido de sobrepasar los contenidos estrictamente naturalísticos en orden a una mejor inteligencia del "paisaje intencional". Como se ha indicado, pretendíamos caracterizar los paisajes naturales de la zona de estudio marcando las pautas que determinan los procesos erosivos, bajo un prisma cualitativo y no cuantitativo. Este objetivo nos ha conducido al estudio de una serie de variables concretas. A partir del análisis de estas variables hemos obtenido un primer grado de síntesis que define

unidades homogéneas, aunque éstas no se correspondan con el nivel de geofacies de G. Bertrand. En nuestro caso el esfuerzo de síntesis ha perseguido la plasmación cartográfica de uno de los parámetros que mejor definen el desencadenamiento de la erosión: la protección del suelo por la vegetación.

Sólo a partir de este momento, para la caracterización de los paisajes erosivos, hemos decidido adoptar la tipología de G. Bertrand. No se trata aquí, sin embargo, de una clasificación estrictamente fisionómica ya que incorpora la componente dinámica, basándose en la teoría de la bio-rexistasia, en la que los fenómenos erosivos adquieren un papel relevante especialmente en un área mediterránea de las características de la estudiada. Por consiguiente, esta tipología, una de las más adecuadas para la caracterización, clasificación y cartografía de los paisajes, ha supuesto la culminación lógica de una investigación cualitativa sobre la erosión. Por lo demás, la taxocorología de los paisajes de la Sierra de la Contraviesa se adapta fielmente a la tipología de geosistemas establecida por G. Bertrand aunque, según lo anteriormente expuesto, hemos identificado geosistema y paisaje erosivo, entendidos no tanto como una magnitud espacial sino como una expresión sistemática.

Por otro lado, para la puesta en práctica del enfoque global y holístico característico del análisis del paisaje, hemos seguido un método de aproximación por confrontación progresiva de las informaciones sectoriales y, para la obtención de la cartografía, por recubrimiento y superposición, aunque esta metodología no ha sido explotada de manera exclusiva con lo que hemos atenuado las limitaciones inherentes a la propia naturaleza del método.

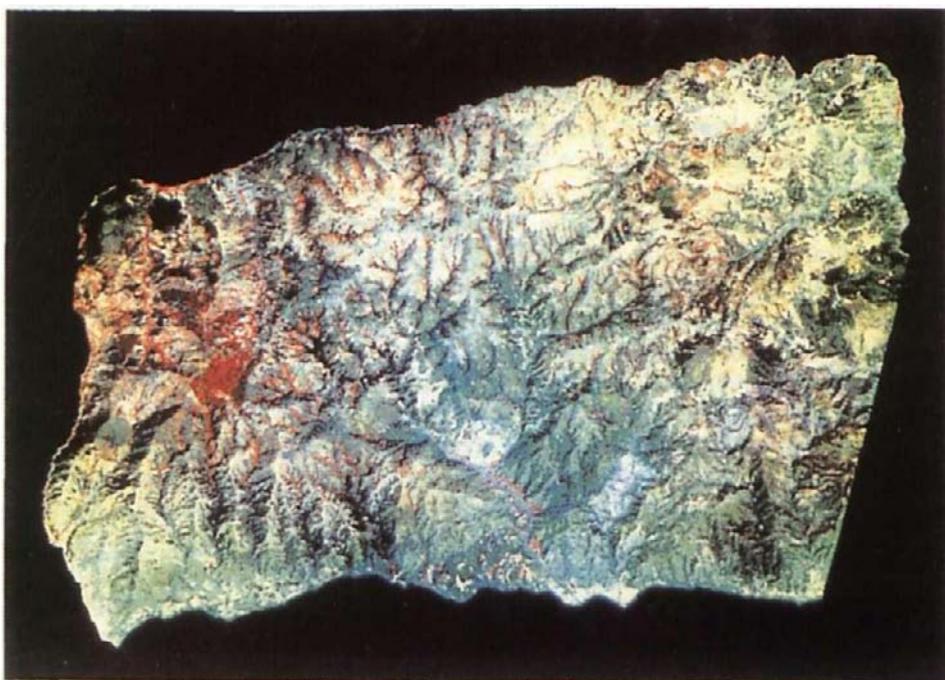
IV. Plan de trabajo. Técnicas adoptadas. La teledetección de los usos del suelo

El plan de trabajo ha estado condicionado además por la utilización de diversas fuentes y técnicas, lo que ha motivado la realización de dos estudios paralelos. Así sobre un área de 16 por 10 km. situada en la zona central de la Sierra, se ha realizado el estudio de lo que hemos venido en llamar "área piloto", basado principalmente en la explotación de las Imágenes XS del satélite SPOT 1 de dos fechas (15 de junio de 1987 y 21 de octubre de 1988), y sobre las que hemos aplicado una metodología acorde a la fuente empleada, tanto en lo que se refiere a los tratamientos digitales como a la interpretación analógica.

Por otra parte hemos llevado a cabo un estudio cartográfico del conjunto de la Sierra de la Contraviesa, para lo que hemos utilizado principalmente fuentes clásicas como la fotografía aérea, y del que se ha obtenido una cartografía a escala 1:25.000 (dividida en once hojas equivalentes a las del Mapa Topográfico Nacional) y 1:50.000.

De manera complementaria, hemos extraído las áreas correspondientes al macizo en las Imágenes de satélite citadas, siendo sometidas tanto a tratamientos numéricos (correcciones geométricas, clasificaciones automáticas o creación de nuevos canales), como a procesos de interpretación visual, y de las que hemos obtenido una información explotada principalmente para la caracterización de los paisajes erosivos (Figura nº 2).

Figura nº 2. Imagen SPOT XS del 15 de junio de 1987. composición en falso color (XS1-azul. XS2-verde. XS3-rojo)



La utilización de fuentes y técnicas diferentes, lejos de desviarnos de nuestros objetivos, ha enriquecido nuestra investigación al permitir comparar sus aportaciones, respondiendo de esta manera a uno de los objetivos expuestos. Por otra parte se ha logrado mantener una coherencia temática y técnica, y así, por ejemplo, frente al Mapa de Usos del Suelo y Vegetación, realizado tras la interpretación de fotografías aéreas, en el área piloto hemos obtenido una imagen clasificada digitalmente según la ocupación del suelo; de igual forma frente al Mapa analógico de pendientes, en el área piloto

hemos creado un Modelo Numérico del Terreno y las imágenes derivadas de orientación y pendientes.

Al margen de estos dos estudios paralelos, el plan de trabajo se caracteriza por la unidad de criterios, habiéndose concebido en dos fases principales tras una etapa de preparación de fuentes.

4.1. *Primera fase: elaboración de mapas temáticos y análisis sectoriales*

Esta etapa ha estado encaminada hacia la obtención de una cartografía de detalle. Es por ello por lo que la jerarquización de las leyendas o la plasmación cartográfica de las unidades excede a la información necesaria para su posterior explotación en la fase de síntesis.

4.1.1. Geomorfología

Su plasmación cartográfica es un Mapa a escala 1:50000, para cuya elaboración hemos extraído información de la cartografía topográfica y geológica existente, así como de las fotografías aéreas, imágenes de satélite y del propio trabajo de campo. Nos interesaba muy especialmente la variable litológica y el tipo de modelado, como parámetros condicionantes de la erosionabilidad del suelo, así como la huella de los sistemas morfoclimáticos. Por ello, y aún adaptándonos en lo posible a leyendas más o menos establecidas, hemos ampliado la simbología referida al sustrato, principalmente al esquistoso y calcáreo. El resto de la leyenda alude a la información altimétrica, hidrográfica y estructural, a las formas del modelado de las vertientes ligadas a procesos erosivos de carácter puntual (caso de las cárcavas), y finalmente a la morfología fluvial y litoral.

El análisis de cada una de estas formas y elementos nos muestra un macizo de características estructurales complejas dada su configuración tras la Tectónica de Corrimiento y tras los efectos de una Neotectónica. Predomina el sustrato esquistoso, impermeable y fácilmente alterable, al margen de algunos enclaves calcáreos en ventanas e isleos tectónicos. El modelado es el resultado de la evolución de sistemas morfoclimáticos diferenciados que han provocado un relieve de cumbres suaves y laderas abarrancadas y en el que los fenómenos erosivos se agudizan ante el actual dominio de un sistema de tipo semiárido en la mayor parte de su superficie.

4.1.2. Pendientes

El Mapa de Pendientes ha sido realizado a escala 1:25.000, y para ello se han interpretado las curvas de nivel de las hojas del Mapa Topográfico Nacional a la

misma escala, delimitando áreas de igual pendiente tras la utilización del método de los intervalos o escalas móviles. La leyenda adoptada responde a la clasificación utilizada por el Ministerio de Agricultura, aunque en la cartografía hemos incorporado unidades mixtas. En el área piloto hemos creado un Modelo Numérico del Terreno tras la digitalización de las curvas de nivel y hemos obtenido las imágenes derivadas de pendientes y de orientaciones.

El análisis del Mapa de Pendientes, del Modelo Numérico del Terreno y de las imágenes derivadas, así como la superposición numérica de las mismas, nos muestra las condiciones orográficas de la Sierra de la Contraviesa. Este macizo se erige como un gran bloque formado por un eje de cumbres con sentido W-E a altitud constante, oscilando entre los 1000 y 1300 m, de lomas suaves y redondeadas. De estas cumbres desgastadas parten una multitud de cuencas que en las cabeceras se abren en abanicos, contrastando con los cursos medios y bajos en donde la red encajada provoca el fuerte desnivel y pendientes de las laderas. Estas fuertes pendientes caracterizan el conjunto de la Sierra y justifican el interés de su estudio, dado el papel que juegan en el desencadenamiento de los procesos erosivos.

4.1.3. Usos del suelo y vegetación

El Mapa de Usos del Suelo y Vegetación a escala 1:25.000 ha sido realizado tras un proceso de identificación e interpretación sobre fotogramas aéreos verticales a escala 1:18.000 de todo el área de estudio, complementado con la información obtenida en las campañas de campo. Aunque hemos adoptado parcialmente leyendas preestablecidas, las características inherentes a la Sierra de la Contraviesa nos han conducido a la plasmación de una leyenda que ha recogido estas particularidades en un orden jerárquico de detalle, así como la complejidad del uso predominante en la zona: los cultivos arbóreos y leñosos de secano. Con respecto a las unidades de vegetación, hemos considerado como marco más apropiado para su comprensión la distribución en pisos bioclimáticos y series potenciales, con lo que además se incorpora la componente climática y bioclimática, no explotada como temática independiente en este estudio.

Con respecto al área piloto, hemos realizado una clasificación numérica de las Imágenes XS del satélite SPOT 1, según la distribución de usos del suelo. Sin embargo, en un primer momento, nos enfrentamos a un obstáculo que presentan las imágenes que corresponden a zonas montañosas, especialmente si la toma coincide con una posición solar de fuerte inclinación. Nos estamos refiriendo a la variación de las respuestas radiométricas en función del relieve. Por consiguiente, las imágenes del área piloto, tanto de junio como de octubre, han sido sometidas a un proceso de corrección radiométrica de los efectos topográficos desarrollado por C. J. Yang (1990),

principalmente de los efectos de sombras, para lo que ha sido necesario una corrección geométrica previa, y la creación y utilización del Modelo Numérico del Terreno a que hemos hecho referencia. Los resultados han sido particularmente significativos en la imagen de octubre donde la presencia de sombras era mayor, y sólo a partir de este momento ha sido posible plantearse una clasificación supervisada, una vez eliminadas las confusiones provocadas por la presencia de sombras topográficas.

Para ello, en una primera etapa, hemos procedido a la identificación visual de unidades a partir de reproducciones fotográficas a escala 1:50000 de las imágenes (VIZIR COLOR), basándonos en criterios de color, forma y textura. A continuación, las clasificaciones automáticas o no supervisadas han permitido confirmar las unidades previamente definidas y la complejidad de los cultivos de secano, con respuestas próximas a las del suelo desnudo o a las del matorral. Seguidamente, el proceso de mejora de las imágenes y la creación de bandas artificiales ha tenido como objetivo mejorar visualmente las imágenes corregidas así como eliminar la información reiterativa de los canales brutos. La posterior interpretación, a partir de las composiciones en color y las adaptaciones de la dinámica, nos han permitido distinguir en algunos casos las unidades complejas, como es el caso de los almendros y las viñas, o bien diferenciar las zonas desnudas o semidesnudas de las zonas activas desde un punto de vista vegetativo, como en el caso del Análisis en Componentes Principales.

Como paso previo a la clasificación supervisada, hemos realizado la fase de entrenamiento, que consiste en la elección de parcelas y en la elección de las clases definitivas, como resultado del estudio estadístico y de la clasificación de las parcelas recogida en la matriz de confusión. El estudio de las curvas de respuestas espectrales de las diferentes clases tanto en los canales brutos como en las bandas artificiales, así como las diferentes combinaciones para la clasificación baricéntrica de las parcelas, nos han conducido a la utilización del canal 1 del Análisis en Componentes Principales de la imagen de junio y de los índices de Vegetación de ambas fechas, como los canales más adecuados para la clasificación, puesto que el primero permite una buena distinción de las unidades de suelo desnudo o semidesnudo, mientras que la combinación de los índices de Vegetación muestran una diferenciación de comportamiento de los usos más conflictivos. Finalmente, un clasificador de tipo baricéntrico ha permitido la obtención de la Imagen clasificada en función de la ocupación del suelo.

La cartografía de la ocupación del suelo, tanto la elaborada a partir de las fotografías aéreas como la imagen clasificada, nos muestra un macizo donde la superficie agrícola representa un alto porcentaje respecto al total, especialmente la que corresponde a los cultivos de secano. Aunque en décadas pasadas la viña se extendía por buena parte de las laderas medias, hoy día se circunscribe a las cumbres, habiendo cedido terreno frente al almendro, que en grandes áreas forma un verdadero monocul-

tivo. Aún así, la mezcla y asociación de cultivos leñosos y arbóreos caracteriza el paisaje agrícola del macizo. En la franja litoral, las parcelas de enarenados e invernaderos han sustituido los regadíos tradicionales de las vegas y los cultivos de secano de las laderas, contribuyendo al espectacular cambio sufrido en las últimas décadas. Respecto a las unidades de vegetación, las comunidades climácicas han desaparecido en su mayor parte y, a excepción de comunidades arbóreas como el alcornocal del Haza del Lino o los enclaves donde se conservan algunos encinares, en el macizo predominan las formaciones de matorral serial y las comunidades nitrófilas desarrolladas en buena parte tras el abandono de los cultivos. A estas formaciones hay que añadir las áreas aterrazadas y repobladas con coníferas, tanto de las cumbres occidentales como de la cuenca de Benínar.

4.2. *Segunda fase: elaboración de los mapas de síntesis y caracterización de los paisajes erosivos*

En una primera etapa hemos combinado mediante una matriz (Figura n' 3) el factor de cobertura de la vegetación, adaptando la leyenda del Mapa de Usos del Suelo y

Figura n° 3. Matriz del índice de Protección del Suelo por la Vegetación

| índice de protección | | Pendientes | | | | | |
|----------------------|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| | | A <3% | B 3-10% | C 10-20% | D 20-30% | E 30-40% | F >50% |
| Usos del suelo | Encinares | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Alcornocal, pinar denso y matorral alternante con arbolado | 1 | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| | Matorral y pinar disperso | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| | Comunidades nitrófilas, pastizales y cultivos abandonados | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | Cultivos arbóreos, viñedos y cultivos alternales con vegetación natural | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0 |
| | Cultivos anuales de secano y cultivos en regadío | 0,9 | 0,9 | 0,5 | 0 | 0 | 0 |
| | Zonas improductivas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Vegetación, y el factor pendientes, para la obtención de un índice de protección del suelo por la vegetación (de 0 a 1), al que hemos añadido la constatación de obras de modificación de las laderas o aterrazamientos, ya recogidos en el Mapa de Usos del Suelo y Vegetación. La delimitación cartográfica de las unidades se ha realizado tras la superposición de los Mapas citados y el resultado se presenta igualmente a escala 1:25.000. De esta forma hemos obtenido un primer grado de síntesis de las informaciones sectoriales analizadas que nos permite constatar la protección que ejerce la vegetación sobre el suelo en función del grado de pendiente, y que muestra un predominio de unidades con escasa o nula protección.

En el área piloto, y persiguiendo el mismo objetivo, hemos combinado la imagen de pendientes y las bandas artificiales. Entre ellas hemos elegido el canal ACPI, que reúne la información de los suelos desnudos y semidesnudos, y el canal ACP2, que muestra las áreas más activas desde un punto de vista vegetativo. Entre las dos fechas, hemos optado por la imagen de octubre puesto que la cobertura vegetal es menor que en junio y, por lo tanto, representa el estado mínimo que persiste a lo largo del invierno. La composición a color de estos canales permite interpretar las zonas desnudas o cubiertas y su grado de pendiente. El proceso llevado a cabo en el área piloto, desde la creación del MNT hasta la clasificación digital de la imagen, tenía como objetivo la segmentación de la imagen en función del *riesgo erosivo potencial*. Las unidades delimitadas no equivalen a los paisajes erosivos o geosistemas, aunque en algunos casos coincidan. Se trata de unidades homogéneas, caracterizadas por uno o diversos parámetros que determinan su riesgo erosivo. La composición a color anterior nos ha servido como fondo de referencia para la delimitación de las unidades aunque el resultado integra la información referida a la pendiente y el relieve, la cobertura vegetal, la ocupación del suelo, el sustrato litológico y el tipo de suelo.

Finalmente, en la última fase de nuestra investigación hemos procedido a delimitar los paisajes erosivos. Partiendo de las unidades de protección del suelo por la vegetación, hemos estudiado el estado alcanzado en relación a la climax y el sentido general de la dinámica, y hemos identificado ámbitos en biostasia, aunque en ningún caso bajo un equilibrio subclimácico y ámbitos en rexistasia, que corresponderían a la mayor parte de la superficie de la Sierra, especialmente los de origen antrópico. A partir de esta constatación hemos identificado y delimitado los paisajes erosivos o geosistemas, conjugando los factores geomorfológicos (sobre todo la componente litológica), orográficos y de pendiente, bioclimáticos, de usos del suelo y los factores antrópicos (Figura n° 4).

Figura nº 4. Mapa de los paisajes erosivos

GEOSISTEMAS EN BIOTASIA

GEOSISTEMAS EN EQUILIBRIOS PARACLIMACICO

- 1.- Geosistema de los Calares de las cumbres orientales
- 2. • Geosistema de las sierras calizas de la umbría occidental

GEOSISTEMAS DEGRADADOS CON DINÁMICA REGRESIVA

- WSk 3. - Geosistema de las altas cumbres húmedas occidentales

GEOSISTEMAS EN REXISTASIA

GEOSISTEMAS CON GEOMORFOGENESIS NATURAL

-  4.- Geosistema de los cañones calizos de la Ventana Tectónica de Albuñol
- 15. - Geosistema del dominio de los matorrales semiáridos del piedemonte suroriental

GEOSISTEMAS REGRESIVOS CON GEOMORFOGENESIS UNIDA A LA ACCIÓN ANTROPICA

- Paisajes en mosaico con geofacies en rexistasia y geofacies en biotasia

- 16. - Geosistema de las laderas filíticas y esquistosas de la umbría noroccidental
- 7. - Geosistema de la montaña nororiental de cumbres calizas y laderas filíticas
- Geosistemas en rexistasia bioclimática con geomorfogénesis activada por el hombre
- N. - Geosistema de las altas cumbres esquistosas
- 19. • Geosistema de las cuencas de la solana litoral
- 11" Gensimema de los matorrales semiáridos y laderas de cultivos abandonados orientales.
- //.- Geosistema de la franja y VigOS litorales
- / 2. - Geosistema de las laderas orientales desnudas y abarrancadas sobre esquistos v/litas

V. Conclusión

La delimitación y caracterización de los paisajes erosivos constituye el resultado más relevante de esta investigación. A modo de síntesis diremos que en la Sierra de la Contraviesa dominan las condiciones rexistásicas, agravadas por la intervención antrópica. En el macizo no existen zonas que presenten las características originarias de un medio biostásico en los que la climax está conservada. Sin embargo algunos geosistemas mantienen un cierto equilibrio a pesar de la actuación antrópica, del estado de degradación y de la evolución regresiva. Es sólo en este sentido en el que hemos delimitado geosistemas denominados por G. Bertrand como en biostasia. El *geosistema de los Calares de las cumbres orientales* y el *geosistema de las sierras calizas de la umbría occidental*, ambos desarrollados sobre sustrato calizo, mantienen un *equilibrio paraclimácico*, a pesar de situarse en una fase regresiva con respecto a la climax. El *geosistema de las altas cumbres húmedas occidentales*, correspondiente al alcornocal del Haza del Lino, puede considerarse un sistema en biostasia pero *degradado con dinámica regresiva*. Se trata de un área muy humanizada y alterada. Aunque el equilibrio ecológico esté comprometido, el potencial existente permite vislumbrar posibilidades de una recuperación, de no continuar la destrucción del sotobosque. En estos ámbitos biostásicos los procesos erosivos y sus manifestaciones son poco significativos, así como las pérdidas edáficas, puesto que se trata de las zonas donde la protección edáfica por la vegetación es más elevada.

El resto del macizo presenta una situación rexistásica generalizada. En el primer grupo (*geosistemas con geomorfogénesis natural o erosión climática dominante*) es el clima, de tipo semiárido, el que provoca los procesos erosivos, y la intervención humana, aunque existe, influye débilmente. Es el caso del *geosistema de los cañones calizos de la Ventana Tectónica de Albuñol*, donde los procesos erosivos son principalmente de tipo gravitacional, y del *geosistema del dominio de los matorrales semiáridos del piedemonte suroriental*, donde la erosión climática es muy activa, traduciéndose en fenómenos de erosión remontante.

En el segundo grupo (*geosistemas en rexistasia regresivos con geomorfogénesis unida a la acción antrópica o erosión antrópica dominante*), es la intervención humana la que ha producido el desequilibrio del potencial ecológico. Este conjunto corresponde a una gran parte del macizo. Según la clasificación de G. Bertrand, se puede hacer una subdivisión. Así, hemos identificado como *paisajes en mosaico con geofacies en rexistasia* y *geofacies en biostasia*, el *geosistema de las laderas filíticas y esquistas de la umbría noroccidental* y el *geosistema de la montaña nororiental de cumbres calizas y laderas filíticas*, en los que conviven ámbitos en rexistasia antrópica con pequeños enclaves que guardan un cierto equilibrio paraclimácico, motivado por

la paralización de la actividad humana, e incluso una tendencia progresiva si las condiciones persisten. Por otra parte los denominados *geosistemas en re.xistasia bioclimácica con geomorfogénesis activada por el hombre* (*geosistema de las altas cumbre esquistas, geosistema de las cuencas de la solana litoral, geosistema de los matorrales semiáridos y laderas de cultivos abandonados orientales, geosistema de la franja y vegas bajas litorales, y geosistema de las laderas litorales desnudas y abarrancadas sobre esquistos y filitas*) son paisajes que sufren condiciones re.xistásicas ligadas al clima pero fuertemente agravadas por la acción antrópica, hasta tal punto que no podría comprenderse su estado actual sin la consideración de ambos factores.

En todos estos ámbitos que han sufrido y sufren la acción antrópica, afectados por un sistema morfoclimático semiárido, la erosión en barrancos y cárcavas es generalizada, aunque se agudiza en las áreas más orientales y costeras, mientras que en las cumbres predomina la erosión laminar. Los suelos, escasa o nulamente protegidos, experimentan pérdidas anuales muy elevadas, lo que convierten a la Sierra de la Contraviesa en una zona crítica.

El Plan Forestal Andaluz (1989) prevee para las áreas biotásicas y re.xistásicas de origen climácico el mantenimiento de la cobertura vegetal y la posible recuperación de los estados climácicos. En las zonas calizas se plantea la repoblación de *Quercus* y otras frondosas, mientras que en el alcornocal se intentará la recuperación del sotobosque y la conservación de la comunidad.

Sin embargo, en las zonas agrícolas el Plan Forestal prevee una repoblación masiva de coníferas. Las condiciones re.xistásicas del medio, agravadas por el avance de la xericidad de Este a Oeste, plantean graves problemas a una política de repoblación basada en el abandono de los campos y el aterrazamiento de las laderas para la plantación de las coníferas, como testimonian muchos de los casos fracasados de la zona oriental.

En otro orden de cosas, y respecto a la metodología y técnicas empleadas en esta investigación, hemos de indicar que la tipología de G. Bertrand se ha adaptado muy satisfactoriamente a nuestros objetivos, de tal manera que la aproximación cualitativa a la erosión ha resultado factible en el marco cualitativo e integrado derivado de la caracterización de los paisajes. La utilización del método de la superposición para la obtención de la cartografía de paisajes, aún siendo conscientes de sus limitaciones, nos ha permitido acceder a un cierto grado de síntesis. Movidos por esta exigencia hemos elaborado una cartografía temática de detalle que si bien, dado su interés, ofrece una información que supera el objetivo inicial, tanto en lo que se refiere a la jerarquización de las leyendas como a la plasmación cartográfica de las unidades, sí puede considerarse otro de los resultados originales de este trabajo. En cualquier caso, hemos intentado que prevalezca el interés cartográfico y, por ello, cuando la falta de infonna-

ción nos ha impedido la realización de una cartografía rigurosa, como es el caso de la climatología, hemos optado por estudiar estas variables para cada uno de los geosistemas delimitados.

La utilización de imágenes de satélite para los estudios de paisaje parte de una de las propiedades más favorables de las mismas; ya que permiten la integración de hechos múltiples en una vista sintética. Pero en su propia naturaleza, las respuestas espectrales, está su mayor limitación (Rougerie y Beroutchavili. 1991). Respecto a su empleo para el estudio de los usos del suelo, creemos que la interpretación visual, unida a los tratamientos numéricos tendentes a la obtención de nuevos canales, permite obtener resultados muy satisfactorios. La clasificación supervisada en una imagen tan compleja como la que corresponde a la zona de estudio sólo puede ser adecuada si se aplica a áreas reducidas, como el área piloto. Es la utilización de una u otra fuente la que condiciona el resultado cartográfico y por consiguiente la leyenda que hemos establecido a partir de la interpretación de fotografías aéreas no se corresponde con aquella que ha partido de la clasificación digital de la imagen, mostrando cada una de ellas las ventajas inherentes a cada fuente. En definitiva, dada su mayor versatilidad en las aplicaciones y la reducción de costes y tiempo empleados, las imágenes de satélite han confirmado su idoneidad para los estudios geográficos, sin que ello implique la exclusión de otras fuentes sino, al contrario, su complementariedad.

Bibliografía

- BEROUTCHAVILI. N. et ROUGERIE, G. (1991), *Geosystèmes et Paysages. Bilan et méthodes*. Armand Colin, Paris.
- BERTRAND, G. (1968), «Paysage et Géographie Physique globale. Esquisse méthodologique». *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, pp 249-272.
- MAY, T. (1988), *Naturraumliche Bedingungen, Landnutzung und Landschaftsdegradation in der Sierra de la Contraviesa (Provincia de Granada, Hochandalusien). Eine Fallstudie aus dem sudwestlichen Mittelmeergebiet*. Tesis Doctoral. Universidad de Friburgo.
- JUNTA DE ANDALUCÍA, (1989), *Plan Forestal Andaluz*. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto Andaluz de Reforma Agraria, Agencia de Medio Ambiente.
- MARTÍNEZ MARTÍNEZ. F. (1979), *Análisis cuantitativo de la erosión hídrica en la Sierra de la Contraviesa*. Memoria de Licenciatura. Universidad de Granada.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1982), *Paisajes erosivos en el Sureste Español. Ensayo de Metodología para el estudio de su cualificación y cuantificación*. Proyecto LUCDEME. ICONA.
- (1990), *Mapas de Estados erosivos. Cuenca Hidrográfica del Sur de España*. ICONA.

- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1986), *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, F. (1985), *Granada. Medio Físico y Desarrollo*. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Granada.
- SCANVIC, J. Y. (1983), *Utilisation de la Télédétection dans les Sciences de la Terre*. BRGM. Manuel et Méthodes n" 7. Orléans.
- VALLE TENDERO, F. (1987), «Dinámica de la Vegetación en el sureste de la Península Ibérica». *Colloques phytosociologiques XV*. Strasbourg.
- YANG, C. J. (1990), *Corrections radiométriques des effets topographiques sur les images satellitaires*. Tesis Doctoral. Universidad de Paul Sabatier de Toulouse. Laboratoire Commun de Télédétection CEMAGREF/ENGREF, Montpellier.