

INVESTIGACIÓN PLURIDISCIPLINAR DE UNA CUENCA EN PROCESO DE DESERTIZACIÓN: INSTRUMENTACIÓN Y ESTUDIOS TEMÁTICOS (Cuenca del Almanzora, provincia de Almería)

GARCÍA-ROSSELL, L.; BERRAD, F. Y MARTÍN-VALLEJO, M.
IACT - CSIC - Facultad de Ciencias, Universidad de Granada

RESUMEN

En el marco del proyecto LUCDEME, se inició en 1987 un estudio pluridisciplinar de la cuenca del río Almanzora:

Objetivo de la investigación es el proceso de desertización, que se ha abordado de acuerdo con los criterios preconizados por la Conferencia de Nairobi (1974): procesos naturales de degradación/regeneración - procesos antrópicos- recursos naturales. El balance entre estas tres facetas permite definir el estado del proceso de desertización así como las perspectivas futuras y medidas de actuación.

Las cartografías temáticas (edafología -geomorfología - geología - vegetación e hidrogeología) han revelado una situación del medio físico (biótico y abiótico), donde las áreas en proceso de regeneración son mucho más extensas de lo esperado. La metodología para evaluar cuantitativamente los procesos de erosión hídrica y de estabilidad de laderas frágiles, se basa en experimentación sobre parcelas y cuencas instrumentalizadas.

Se exponen algunos de los métodos de trabajo y se analizan y discuten los resultados más significativos; entre estos cabe resaltar que sólo un 17% del territorio está sometido a una erosión realmente severa.

ABSTRACT

The Almanzora basin has been studied since 1986 from multidisciplinary point of view.

The main objective is the desertification process affecting the SE. corner of Spain and the methods are those preconized by Nairobi Conference of U.N. (1974): natural processes of degradation/regeneration-anthropic action-natural resources.

The thematic mapping (edaphology-vegetation-cover-geomorphology-geology-hydrology) together with the quantitative measurements in some experimental catchments reveals the true balance between degradation/regeneration of the soil and vegetation, the idoneity of different types of land uses and the degree of utilisation of hydric resources.

INTRODUCCIÓN

El problema medioambiental que caracteriza al Sudeste peninsular, y muy especialmente a la Prov. de Almería, es el de la desertificación; por ello se vienen realizando numerosos estudios desde hace medio siglo, cuyos objetivos pueden ser temáticos (vegetación, hidrología, uso del suelo) o areales (cuenca del río Adra, de Albuñol, «desierto» de Tabernas...). El Proyecto LUCDEME (lucha contra la desertización en el área mediterránea) es el intento más globalizador para abordar el problema desde las diversas facetas implicadas en el mismo, las cuales fueron definidas en la Conferencia de Nairobi (1974). Allí se reseñaron los factores implicados en tal proceso, que evidencian cómo concurren causas de carácter natural (clima, geología, edafología) otros histórico-sociales (uso del suelo, explotación de recursos naturales), así como políticos y culturales. En suma, que el conocimiento del avance (o retroceso) de la desertificación en un área definida requiere de estudios pluridisciplinarios, extendidos en espacio y en el tiempo.

Con tales perspectivas se planteó en 1987 una investigación en una de la cuencas más representativas del sudeste: la del Río Almanzora, de 2611 km² de extensión, situada en el extremo septentrional de la prov. de Almería, colindante con las de Granada y Murcia (fig. 1).

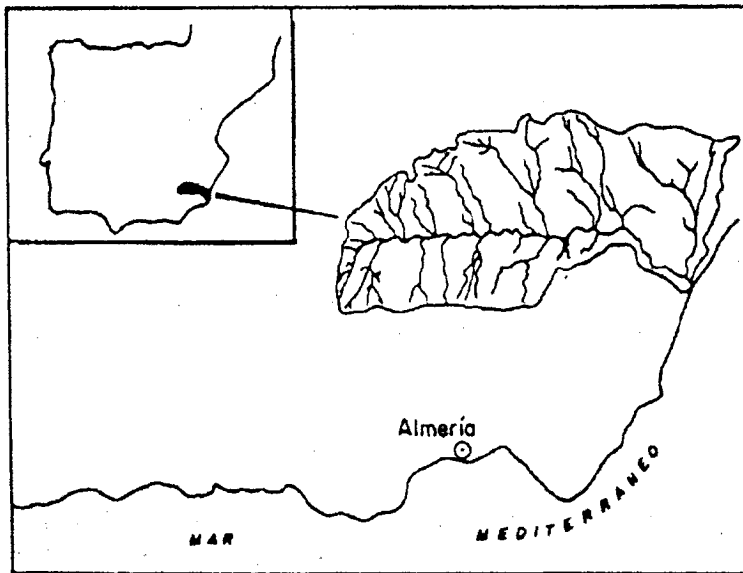


FIG. 1.- Situación y contorno de la Cuenca del Almanzora

Tal investigación contemplaba el estudio de los siguientes objetivos:

1) El medio Natural	Factores bióticos Factores abióticos	Vegetación Clima Hidrología Hidrogeología Geomorfología Minería Edafología	Erosión y paisajes erosivos: Evaluación y experimentación
2) El Medio socio económico y cultural	Explotación de recursos Aspectos históricos	Uso del suelo Recursos hídricos Otros	

Ese esquema muestra que la erosión constituye el resultado final de múltiples factores, entre los cuales el Clima es fundamental, pero no el único. Por otra parte, el trabajo no se limita al diagnóstico y cuantificación sino que también se reproducen experimentalmente algunas de los procesos, mediante simulación de lluvia y revegetación.

EL MEDIO NATURAL

La cuenca del Almanzora está orientada E-W, comprende 29 términos municipales, sus alturas oscilan entre 0 m (desembocadura del río) y 2168 m s.n.m. (Pico Calar Alto). Está situada entre la Sierra de los Filabres al Sur y la de Estancias y Enmedio al Norte.

De acuerdo con la Clasificación de las Cuenas Hidrográficas, la Cuenca del Almanzora corresponde administrativamente a Cuenca Sur de España e incluye las siguientes subcuencas:

Río Alcóntar (64002)	60,8 km ²	Rambla de Albox (64001)	205.0 km ²
Río Herrerías (64004)	119,4 km ²	Rambla de Oria (6400102)	111.3 km ²
Río Bacares (64006)	113.9 km ²	Rambla de Canalejas (04003)	369.0 km ²

El resto de la superficie de la Cuenca está drenada por una serie de pequeñas subcuencas de tipo torrencial y de ramblas encajadas en las amplias superficies planas y subhorizontales de los glacis.

En sentido amplio, el Valle del Almanzora constituye la depresión que encuadran los macizos montañosos antes aludidos. Empieza en su extremo occidental con una altitud de 800 m en los alrededores de Serón y disminuye lentamente hacia el este: 400 m en Albox, 300 m en Zurgena y Huércal-Overa, 100 m en Cuevas del Almanzora. Ahora bien, esta depresión no es homogénea ya que una serie de colinas y umbrales en su

interior rompen la uniformidad e individualizan algunas pequeñas cuencas y depresiones secundarias más o menos comunicadas entre sí.

A esta subdivisión del Valle del Almanzora en pequeñas depresiones secundarias, hay que añadir las desigualdades topográficas provocadas por el encajamiento de los ríos la densa red de ramblas y torrentes. Resulta así, que el paisaje morfológico de la depresión está lejos de ser uniforme.

La distribución areal de las cotas topográficas es la siguiente: (fig. 2)

Intervalos en m.s.n.m.	Superficie	%
- 0 - 100 m	74.01 km ²	3
- 100 - 200 m	95.42 km ²	4
- 200 - 400 m	457.45 km ²	17
- 400 - 700 m	636.47 km ²	24
- 700 - 1000 m	587.1 km ²	22
1000 - 1500 m	564.63 km ²	22
1500 - 2000 m	177.38 km ²	7
- > 2000 m	18.79 km ²	1

El paisaje se caracteriza por el contraste entre los macizos montañosos y las llanuras centrales del valle, ambos hendidos por una densa red de drenaje de fuertes pendientes, lo cual condiciona una alta intensidad del relieve, cuya expresión numérica viene dada por la siguiente distribución areal de las pendientes (clasificadas de acuerdo con FAO (1973) y Soil Survey Staff (1981).

CLASE			PENDIENTE EN °		km ²	%
A	Inferior	0	Superior	1-3	33	1
B	Inferior	1-3	Superior	5-8	629	24
C	Inferior	5-8	Superior	10-16	629	24
D	Inferior	10-16	Superior	20-30	732	29
E	Inferior	20-30	Superior	45-35	523	20
F	Inferior	45-65	Superior	Ninguno	65	2

Se determinan igualmente los demás índices y parámetros que definen los rasgos morfológicos de la Cuenca que son necesarios para los cálculos de los valores de erosión, de acuerdo con la Fórmula Universal de pérdida de suelo (U.S.L.E., Wischmeier, 1963). Tales datos se calculan a nivel de la cuenca en conjunto y de las diferentes subcuencas, en las que se instalan los instrumentos de medida y experimentación. El número total de subcuencas, superficiales tributarias directamente del Almanzora es de 152. De ellas se eligieron un total de 12 como representativas del conjunto y a los resultados obtenidos se extrapolan a la Cuenca principal.

Desde el punto de vista **climático**, se trata de la región más árida de la península, si bien están presentes otros dominios climáticos más húmedos y fríos, tal como muestra el diagrama de Emberger de la figura 3. El estudio no aborda estos aspectos climáticos

de tipo regional, sino que analiza los datos existentes y, en función de ellos elabora ciertos índices numéricos que luego se utilizan en cálculos de diversa índole.

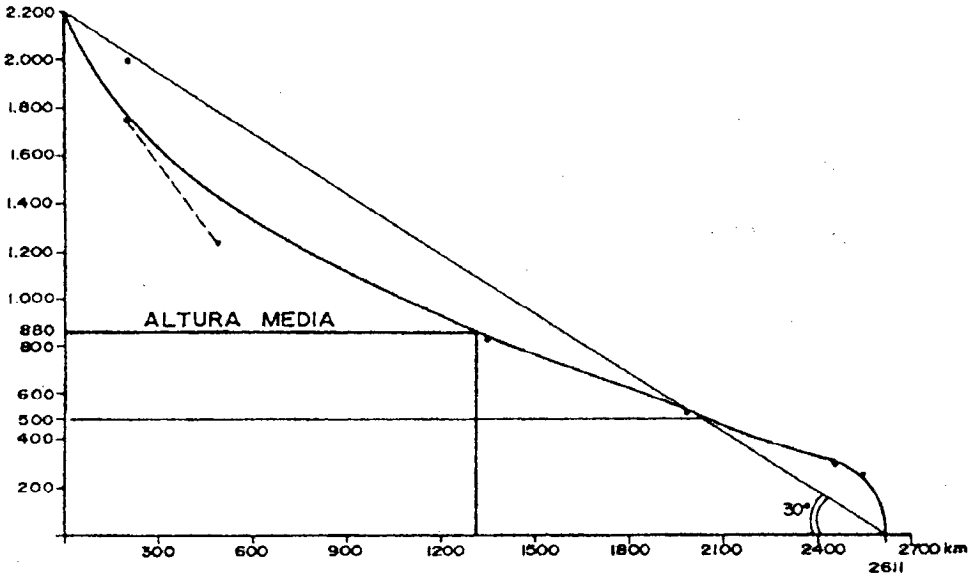


FIG. 2.- Curva hipsométrica de la Cuenca del Almanzora.

Por el contrario, sí que mide con gran precisión el microclima en las estaciones elegidas para este fin se ha dispuesto de un total de 36 puntos de medida de la pluviometría y uno de ellos (situado en Albox) consta de estación micrometeorológica que registra en continuo los siguientes parámetros:

- Pluviometría
- Temperatura del aire
- Temperatura del suelo
- Radiación solar
- Albedo
- Velocidad y dirección del viento.

La intensidad de la lluvia, es el dato más significativo en cuanto a los valores de erosión, así como los umbrales de precipitación para inicio de la escorrentía superficial, lo cual se determina en las parcelas experimentales.

COEFICIENTE DE ARIDEZ DE EMBERGER (anual)
 APLICADO A LA PROVINCIA DE ALMERIA

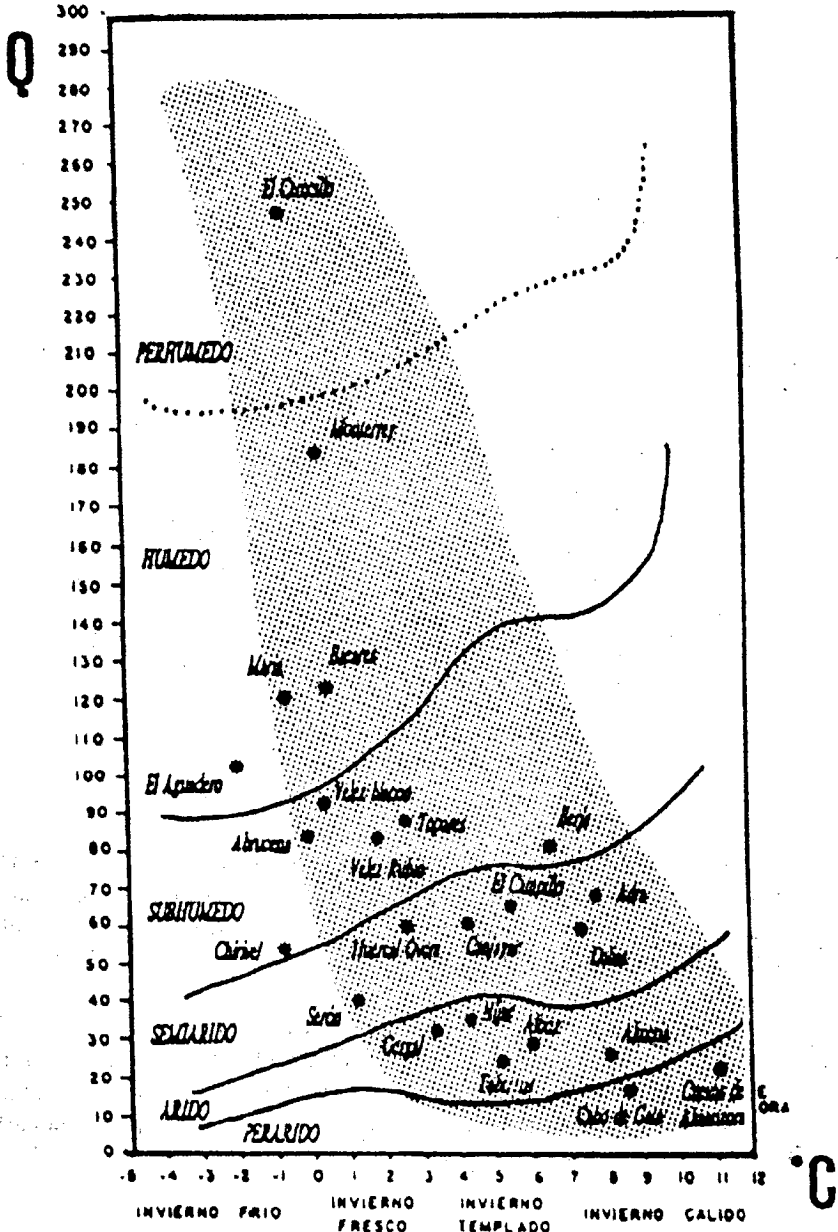


FIG. 3.- Dominios climáticos existentes en la Cuenca del Almanzora

II.3.- De las **características geológicas**, expresadas en cartografía a escala 1:50.000 para el conjunto de la cuenca y de más detalle (incluso 1:5.000) para las subcuencas, los dos rasgos que más significación tienen en los procesos implicados en la desertización son:

- Litología
- Neotectónica.

La primera condiciona la erosionabilidad, tipos de suelos (al menos parcialmente) y quimismo del agua de escorrentía que discurre en superficie y de la subterránea que circula a su través. Por ello, es el análisis químico de las diferentes litologías un trabajo fundamental para comprender muchos de tales procesos; la fig. 4 muestra el quimismo de las margas limosas neógenas sobre las que se desarrolla la mayor parte de los badlands.

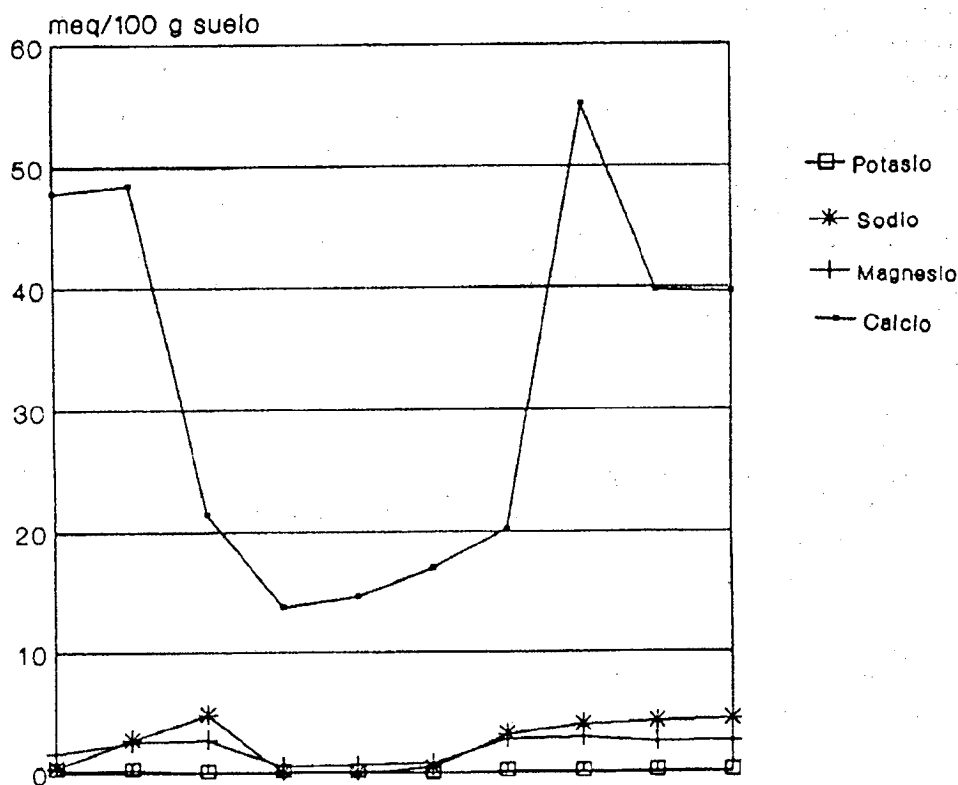


FIG. 4.- Oscilaciones de las bases de cambio en perfiles de arcillas limosas neógenas, acaravadas en Albox.

La actividad neotectónica se traduce (a efectos de su repercusión sobre procesos erosivos) en el desarrollo y encajamiento de la red de drenaje, condicionada por la red de fracturas activas y la consiguiente inestabilidad mecánica, productora de erosión masiva por movimientos de masas en laderas.

Situación biogeográfica y Rasgos generales de la vegetación

La Cuenca está situada dentro de la Provincia Biogeográfica Murciano-Almeriense y, dentro de la misma, en el Sector Almeriense.

El paisaje vegetal de la comarca constituye una realidad compleja, en cuanto que asocia, por un lado la adaptación de unas especies a unas condiciones ecológicas determinadas y, por otro, la respuesta a una acción humana muy antigua.

La Cuenca pertenece al dominio climático de dos alianzas comprendidas en el orden *Querçetalia ilicis*: la alianza *Quercion ilicis* y la alianza *Oleo-Ceratonion*. La primera presenta dos variedades, una del grado esclerófilo mediterráneo, representado por el grado *Quercus ilex* y otra variedad montana perteneciente al subgrado *Quercus lusitanica-Acer monspessulanum-granatensis*, que se encuentra en las zonas más húmedas de las Sierras. La segunda es más termófila y también presenta dos variedades: una en subclimax húmedo en especies como la *Nerium oleander*, y otra con especies como la *Tetraclinis articulata*. Estas alianzas y asociaciones se adaptan bien al tipo de clima de la comarca. Ello no quiere decir que la vegetación actual se encuentre en el estadio del clímax, sino que más bien representa fases subseriales y, generalmente, las más bajas.

Los pisos bioclimáticos representados, de acuerdo con el índice de Termicidad ($It=(T+m+M)10$); serían los Infra, Termo, Meso, Supra, Oro y Criomediterráneo, pues su clima oscila entre árido-semiárido de Cuevas al nivel de la Tetica, en Filabres. Pero en el conjunto de la Cuenca, las series de vegetación más **frecuentes** son:

1.- *Serie termomediterránea murciano-almeriense y alpujárride semiárida del lentisco* (*Pistacia Lentiscus*).

2.- *Serie termomediterránea murciano-Almeriense semiárida-árida del azufaifo* (*Ziziphus lotus*): **Zizipheto loti Sigmetum**

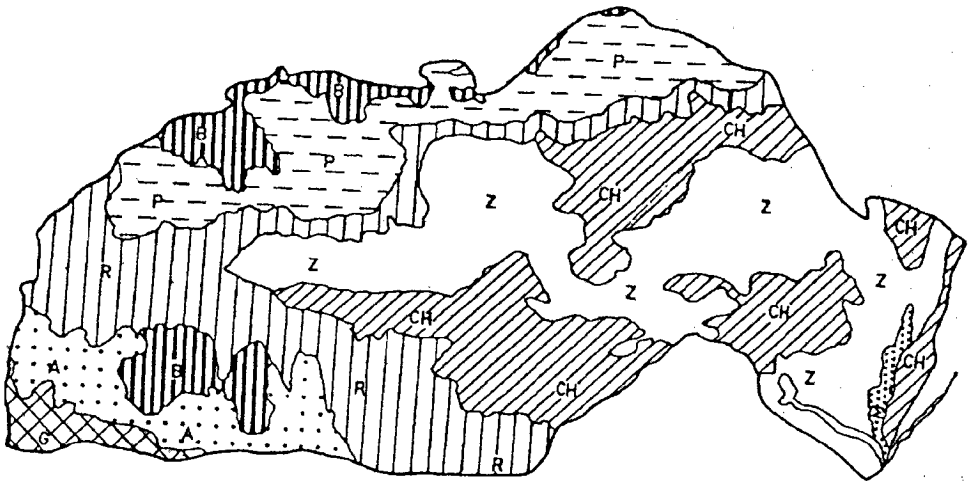
Esta serie es endémica de la provincia murciano-almeriense y ocupa las zonas más xéricas, fácilmente erosionables.

3.- *Serie termomediterránea murciano-almeriense litoral semiárida del cornical* (*Periploca Laevigata*).

La vegetación madura consiste en un espinal abierto y de baja talla con *Periploca* subsp. *angustifolia*, como especie dominante, junto a *Rhamnus angustifolia*, *Witania frutescens*, *Olea europea* subsp. *sylvestris*, *Ephedra fragilis*, etc.

Además de elaborar la cartografía de vegetación a escala 1:50.000 para el conjunto de la cuenca, es necesario disponer de otra de mayor detalle (la más adecuada ha resultado ser la 1:18.000, en función del soporte aerofotográfico). Con ello se definen los índices de Protección a la erosión, que oscilan entre 1 y 10.

La fig. 5 muestra la distribución de la vegetación a nivel de cuenca.



LEYENDA

M.- Serie termomediterránea murciano-almeriense litoral semiárida del cornical.- **Z.**- Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido-árida del azufaífo.- **CH.**- Serie termomediterránea murciano-almeriense y alpujarreña semiárida del lentisco. **R.**- Serie mesomediterránea murciano-bética, murciano-almeriense y guadaciano-bacense semiárida de la coscoja. **P.**- Serie mesomediterránea bética basófila de la encina o carrasca. **B.**- Serie mesomediterránea filábrica y nevadense silicícola de la encina. **A.**- Serie supramediterránea filábrica y nevadense silicícola de la encina. **G.**- Serie oromediterránea filábrico-nevadense silicícola del enebro rastrero.

FIG. 5.- Series de vegetación en la Cuenca del Río Almanzora

Desde el punto de vista **edáfico** es necesario disponer de la siguiente información:

- Cartografía
- Caracteres geomecánicos
- Humedad

La cartografía a escala 1:50.000 ha sido completada por el propio proyecto Lucdeme y es adecuada para el conjunto de la Cuenca, pero insuficiente para el análisis de las subcuencas. La información adicional sobre mineralogía y granulometría de cada tipo de suelo permite extrapolar las características geomecánicas puntuales a superficies más extensas. Tales análisis de las propiedades geomecánicas se hace en parcelas experimentales, mediante análisis in situ y en laboratorio de muestras inalteradas, de partes de suelos, desde 0 a 30 cm de profundidad.

El control de la humedad del suelo es imprescindible, por cuanto ésta desempeña una función esencial en relación con la susceptibilidad ante procesos de erosión y degradación, no solamente por su influencia en el comportamiento mecánico del suelo, sino también por constituir un factor limitante en el desarrollo de la cubierta vegetal. El estado hídrico se expresa mediante el contenido en agua (en %), la conductividad hidráulica (K) y la carga hidráulica, ϕ , o energía potencial total asociada a la cantidad de agua.

Se combina las medidas in situ en continuo mediante métodos no destructivos con otros destructivos, consistentes en obtención de columnas de sondeos mecánicos y determinación en laboratorio.

Es de resaltar que, en algunos suelos ligados a materiales esmectíticos, y en condiciones de mínima humedad (meses de Julio y Agosto) la densidad se hace inferior a 1; ello explica muy satisfactoriamente el comportamiento de tales suelos en los procesos erosivos en badlands.

Las **disponibilidades hídricas** son, obviamente, un factor decisivo en los procesos de desertización; se necesita conocer las disponibilidades cuantitativas y cualitativas de las corrientes superficiales y de las subterráneas. El problema de la salinización de suelos es inherente a las regiones sometidas a aridificación, por lo cual el uso del suelo y los tipos de cultivos forman parte de la información indispensable para una diagnosis global.

Una cuestión relacionada con la circulación hídrica superficial y el tipo de clima es el de los Aguaceros extraordinarios y Avenidas catastróficas, típicas de las regiones áridas y responsables directas de los rasgos biogeográficos más peculiares de las mismas.

El análisis de la actividad humana ha de comprender los siguientes aspectos:

- Usos del suelo
- Actividad industrial
- Explotaciones mineras y de cantería

Con ello se pueden definir las distintas vocaciones del territorio hacia un uso adecuado para ralentizar o, incluso, detener total o parcialmente los procesos de desertificación así como determinar los focos y modalidades de contaminación real o potencial del suelo, del agua o de la atmósfera.

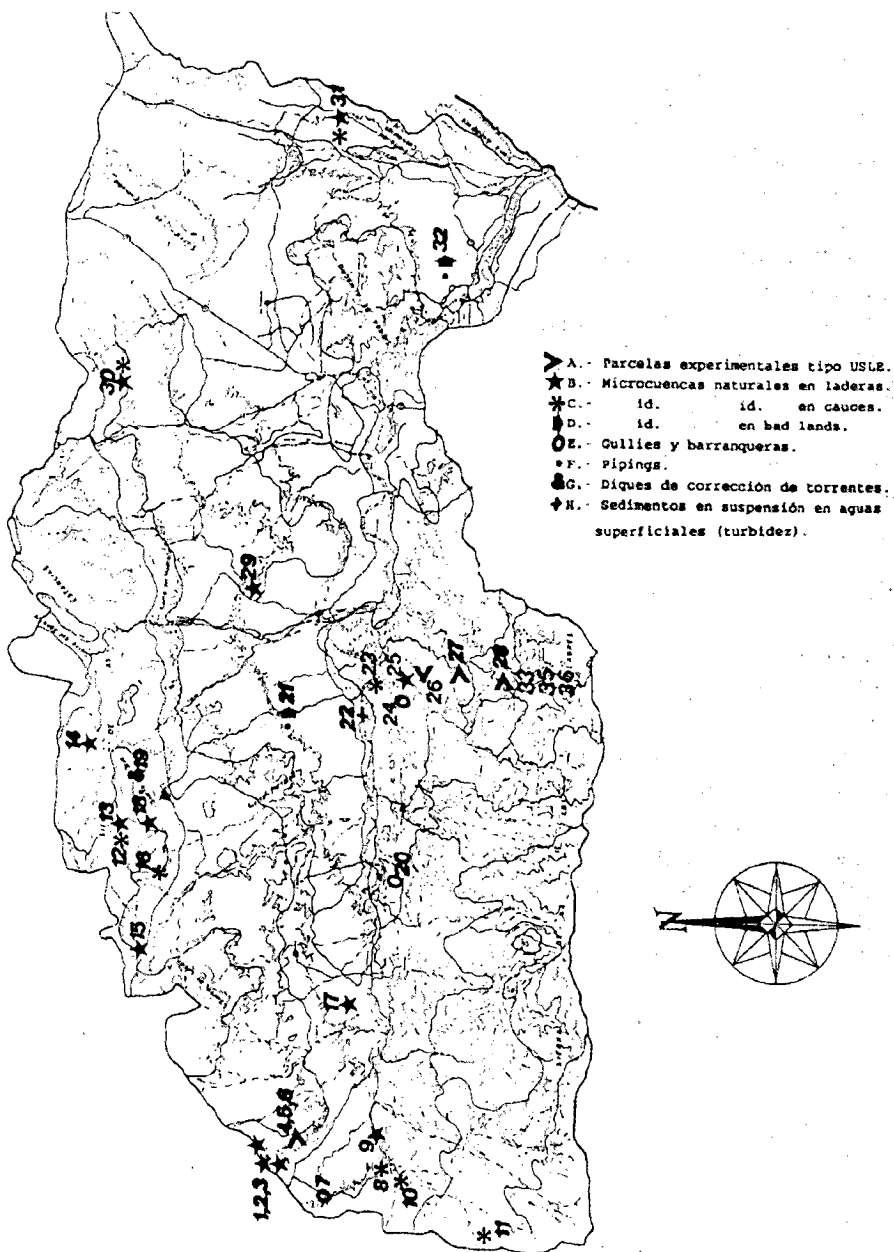


FIG. 6.- Situación y tipos de estaciones experimentales ubicadas en la Cuenca.

EL MEDIO HUMANO Y SOCIAL

El carácter pluridisciplinar de tales estudios se completa con análisis de tipo económico, social e histórico, así como con estudios de campo tendentes a determinar la percepción de los propios problemas medioambientales por la población directamente afectada, lo cual suele llevar a resultados imprevistos (García-Rossell, et. al., 1990).

Con ello se completan los objetivos temáticos preconizados en el proyecto Lucdeme: Erosión-Desertificación-Geomorfología-Edafología-Hidrogeomorfología-Vegetación y Zoología-Ganadería-Ordenación del Territorio.

Sobre el tema de los **Campos abandonados** inciden casi todos los factores enumerados y habida cuenta de su reciente planteamiento y notable incremento, ha sido objeto de una atención preferencial, tendente a cuantificar su repercusión en el territorio. Los primeros resultados muestran que la regeneración de suelos y de la vegetación es más significativa cuantitativamente de lo habitualmente admitido (Jiménez Martínez, et al., 1992).

INSTRUMENTACIÓN

De lo anteriormente reseñado se desprende que las escalas de los diversos estudios pluridisciplinarios son muy diversas, desde las puntuales a las del conjunto de la Cuenca. Además, la mayor parte han de referirse a un lapso de tiempo suficientemente amplio para ser realmente representativo. Otro aspecto de la investigación es que algunos de los parámetros han de tener un registro continuo en el tiempo y disperso en el espacio para que se refleje significativamente el área en estudio. Para ello se construyó e instrumentalizó una red e microcuencas y parcelas experimentales distribuidas en las diferentes unidades de paisaje, tal como muestra la fig. 5.

En total, son 32 los puntos de toma de muestras de agua y sedimentos, susceptibles de experimentación. Tal como se indica en el plano de situación, hay 8 tipos:

- A.- Parcelas experimentales tipo USLE.
- B.- Microcuencas naturales en laderas
- C.- id. id. en cauces
- D.- id. id. en bad lands.
- E.- Gullies y barranqueras.
- F.- Pipings.
- G.- Diques de corrección de torrentes.
- H.- Sedimentos en suspensión en aguas superficiales (turbidez).

Los rasgos distintivos de las de cada uno de los ocho tipos son los siguientes:

Parcelas experimentales Tipo USLE

Sus características son suficientemente conocidas y las 12 que hemos construido se ajustan exactamente a las dimensiones preconizadas (5 x 22 m). Las doce parcelas están agrupadas en 4 conjuntos, situados en las subcuencas de Hijate-Jauca-Ramil y de Geva.

Microcuencas naturales en laderas

Se interceptan anchuras de 1,5 m a pie de las laderas y se recogen las escorrentías y sedimentos en sendos recipientes, cuya capacidad y número se han calibrado tras las primeras medidas. Se instalan uno o varios pluviómetros y, allí donde el suelo lo permite, se hicieron medidas de infiltración y humedad.

Se han controlado tales parámetros en filitas y esquistos triásicos, en formaciones superficiales cuaternarias, en calizas y dolomías esquistos paleozoicos y laderas calizo-dolomíticas.

En cauces

Se eligieron microcuencas en cauces de primer orden, los cuales se dimensionan con taquímetro y podómetros en campo, reduciendo la superficie a su valor en proyección horizontal. No se sobrepasaban los 200 m, pues la capacidad de las trampas de recogida era desbordada, a pesar de los dispositivos de partición.

En Badlands

Además de las instalaciones de Albox, se han instalado en otros puntos, pero fueron destruidas a la primera lluvia intensa (Lúcar, Santa María de Nieva, Saliente, etc.). Ha sido, pues, preciso, limitarlos a microcuencas de no más de 20 m, y las medidas no merecen mucha confianza cuantitativa, aunque sí revisten gran valor en cuanto a la composición física y química de los arrastres.

En gullies y barranqueras

Han sido muy útiles y permiten cuantificar con un grado de credibilidad razonable la erosión anual en los regueros que cada lluvia origina, además de evaluar la evolución morfométrica de las mismas. Para ello se ha dispuesto en dos puntos (subcuencas, de Alcóntar y de Jauca) de un control fotográfico en puntos fijos. (Gurrea Guerrero et al., 1990).

En Pipings

Se construyeron la mayor parte por arrastre o por anegamiento, aunque, no obstante, algunas medidas pueden ser útiles. Es, pues, preciso en un futuro diseñar otro tipo de instrumentación.

En diques de corrección de torrentes

Ha funcionado bien únicamente uno, situado junto a Oria; las otras instaladas en Filabres fueron ampliamente desbordados.

Sedimentos en suspensión

Aunque este parámetro se ha medido reiteradamente en toda la Cuenca, dada la importancia que revisten, sólo se ha instrumentalizado uno situado al W de Cantoria, junto al río Almanzora. Allí se ha seguido periódicamente la oscilación de la turbidez, tipo y volumen de los sedimentos, variaciones en los depósitos en el cauce del Almanzora, calidad química y contaminación especialmente por CO_3Ca procedentes de la industria marmolera.

La experimentación en las microcuencas se circunscribe a:

- Revegetación
- Simulación de lluvia.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los 7 planos temáticos y los datos cuantitativos procedentes de los puntos de medida permiten definir una serie de conjuntos coherentes del paisaje, que son sistematizados en tres categorías o escalones: Zonas, Sectores y Unidades. Con ello se definen finalmente los diferentes Paisajes Erosivos, tal como muestra la fig. 7.

Probablemente, se procede a la modelación de los procesos hídricos que condicionan la erosión y la evolución de las laderas, así como el flujo de sedimentos a nivel de cuenca.

ALGUNAS CONCLUSIONES.- UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL ALMANZORA EN EL PANORAMA REGIONAL DE LA EROSIÓN

La Cuenca del Almanzora está situada en la región del Mediterráneo donde insistentemente se enfatiza sobre su avanzado estado de desertización. Ningún territorio europeo tiene un bioclima tan árido y tampoco ningún otro muestra unos ecosistemas vegetales tan originales y distintos al resto del territorio.

Tratándose de una región accidentada, con abundancia de suelos calizos o lixiviados degradables, donde el cultivo se ha extendido hasta áreas a veces con menos de 200 mm de precipitación, y el pastoreo de ganado ovino o caprino ha presionado secularmente sobre unos ecosistemas frágiles, no es de extrañar las consecuencias en este prolongado fenómeno de desertificación.

En cuanto a la erosión hídrica, presenta esta Cuenca prácticamente todas sus formas.

- **La erosión laminar** afecta a la totalidad de la superficie, con excepción de las zonas forestales. En el terreno raso o de erial, dicha erosión actúa en forma relativamente limitada de no existir laboreo que remueva la tierra.

Un cultivo de cereal en pendiente del 15% puede perder en elementos fertilizantes hasta el 40% de la dosis de abonado con lluvias del orden de 25/35 mm en 24 horas, lo que prácticamente ocurre todos los años. La repercusión de estos hechos en cuanto a fertilidad, suponen la pérdida anual del 1% de la productividad en cultivos de maíz en pendientes del 5% sin precauciones conservacionistas.

La erosión en regajos y cárcavas se presenta también con gran amplitud pudiéndose encontrar todas las situaciones, desde las extremas en que ya no aumentan apreciablemente por haberse arrastrado prácticamente todo el suelo, hasta las que crecen a gran velocidad en zonas de poca pendiente, (pero con grandes superficies).

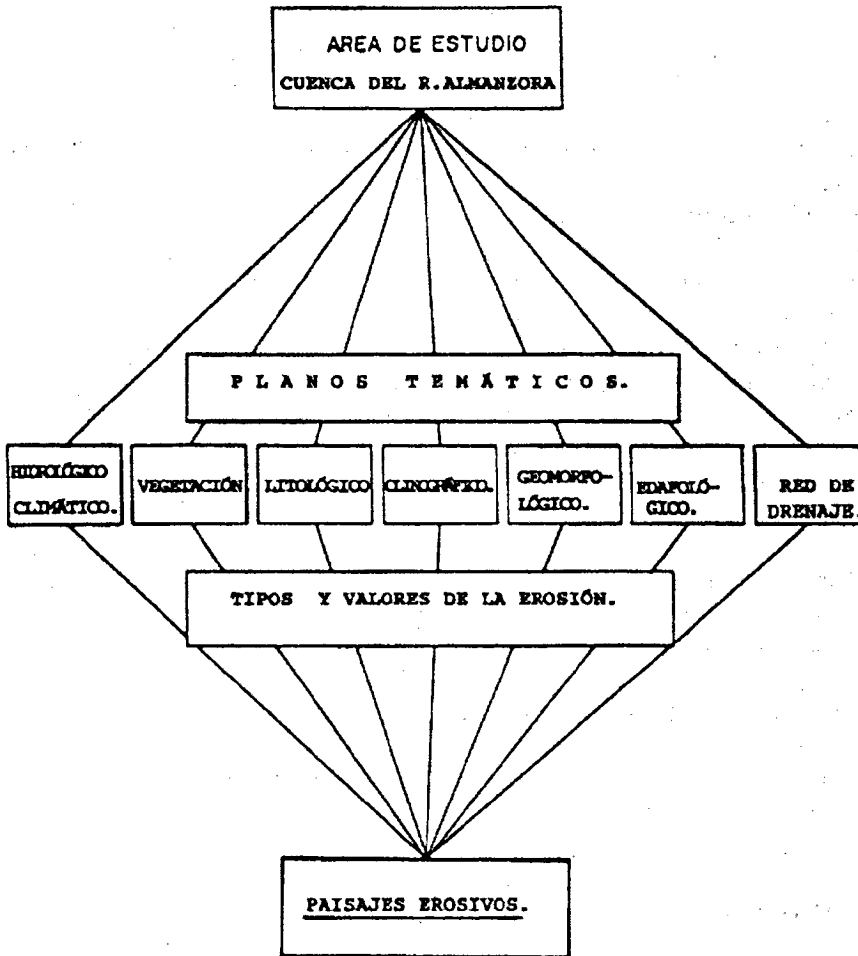


FIG. 7.- Esquema del método de síntesis utilizado.

Como todo tipo de fenómenos cuyos resultados son erosivos, deben mencionarse los deslizamientos favorecidos por la infiltración en zonas irrigadas, que al afectar a espesores grandes del suelo, *arrastran incluso cubierta forestal cuando existe*, y además pueden ser seguidos de fenómenos de erosión remontante.

- Tratando de cuantificar la erosión en áreas representativas, se han hecho aplicaciones puntuales del modelo de Wischmeier obteniéndose los valores siguientes:

Pinar carrasco, 10 Tm/ha/año; eriales a pastos, 100 Tm/ha/año y cultivos (viñas y almendros) en pendientes, 305 Tm/ha/año. Las pérdidas admisibles para estas tierras no debieran exceder de las 12 Tm/ha/año.

En cuanto a las **avenidas**, la reseña cronológica de las inundaciones que sufrió esta región se resumen en dos períodos: desde 1535 hasta las devastadoras riadas de 1879. Y en segundo período en el siglo transcurrido desde 1879, donde las inundaciones catastróficas, como la de octubre de 1973, evidenciaron, por un lado, la ineficacia de las obras de encauzamiento en aquellos casos en que no fueron precedidas de la rehabilitación de las cuenca, y por otro, que en aquellas cuencas restauradas, con acciones repobladoras y correctoras de cauces, el fenómeno torrencial fue controlado y las aguas divagaron sin ocasionar daños de importancia.

Pero no hay que olvidar que existe un dominio nival con precipitaciones sólidas y que, además, existe un clima periglaciario. La característica esencial de este tipo de clima es la alternancia de hielo-deshielo. La erosión es en este clima la más intensa de cuantas se conocen y sus mecanismos de actuación son:

a) Crioclastia, o sea destrucción del roquedo por la helada.

b) Deslizamientos gravitatorios de materiales, ya sea afectando a una capa de suelo de 1 o más de 2 metros de profundidad («creeping»), o bien a masas de suelos y de rocas de grandes dimensiones (coladas de barro, bujeos, canchales, etc).

El tipo climático preponderante, que condiciona una intensísima erosión, es el semiárido, es decir el que tiene una precipitación inferior a los 600 mm y temperatura media superior a 15°C, pero caracterizado por la irregular distribución de las lluvias, con episodios catastróficos.

Los procesos de **erosión y modelado eólico** se han manifestado por primera vez con toda claridad en Enero de 1994, cuando la sequía redujo la humedad de los primeros 10 cm del suelo en margas neógenas al 3% y la densidad a 0,7.

Finalmente, reseñar que sólo el 17% de la Cuenca está sometido a una erosión del tipo Severa, asociada al área de influencia del encajamiento de la red de drenaje.

BIBLIOGRAFÍA

- BERRAD, F.; GARCÍA-ROSSELL, L. y MARTÍN VALLEJO, M. (1994).- «¿Sólo control litológico en la génesis y evolución de los badlands?. *Geomorfología en España. Soc. Esp. de geomorf. Logroño, tomo II, p. 17-28.*
- BERRAD, F.; GARCÍA-ROSSELL, L. y MARTÍN VALLEJO, M. (1994).- «Les propriétés géomécaniques, un facteur de contrôle de l'érosion: cas d'une zone aride du sud-est espagnol». *7^e éme Cong. Associ. Inter. Geol. de l'Ingenieur. Liboa.*
- CARSON, M.A. y KIRKBY, M.J. (1972).- «Hillslope forme and process». *Cambridge univ. press.*
- CONSEIL DE L'EUROPE.- (1975).- «Relative aux zones sensibles des hautes montagne...» *Resolution (75) 9*
- GARCÍA-ROSSELL, L. y MARTÍNEZ FRÍAS, J. (1993).- «Recursos Naturales y Medio Ambiente en Cuevas del Almanzora». *ISBN-84-8108-008-X; 263 pág.*
- GURREA GUERRERO, M.M.; GARCÍA-ROSSELL, L.; JIMÉNEZ MARTÍNEZ, M.A. y VEGA DE PEDRO, R. (1990).- «Tipos de erosión en la subcuenca del Río Sierro (Prov. de Almería). *Medio Ambiente en Andalucía, ISBN-84-87034-66-7 p. 160-171; 7 fig.*
- ICONA (1982).- «Paisajes erosivos en el sudeste español. Ensayo de metodología para cuantificación y cualificación». *Monografías MAPA*

- IMESON, A.C., y EMMER, I.M. (1988).- «Implication of climatic changes in land-degradation in the mediterranea». *UNEP (OCA)/WG 2/7*; 35 pág.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, M.A.; BERRAD, F. y GURREA GUERRERO, M.M. (1992)«Distribución de la vegetación, microtopografía y humedad en relación con unidades morfológicas, en una zona de badlands (Albox-Almería).*Estudios de geomorfología en España*; pp. 139-149. *Actas de la II reun. nacion. de geomorf.*