

7039

¿SÓLO CONTROL LITOLÓGICO Y CLIMÁTICO EN LA
GENESIS Y EVOLUCIÓN DE LOS BADLANDS?

Farida Berrad (1), Luis G. Russell (1) & Myriam M. Vallejo (1)

GEOMORFOLOGÍA
EN ESPAÑA



(1) I.A.C.T. CSIC-UNIV. GRANADA. Proyectos LUCDEME y AMP-93-0844-C06-02 Y de la CICYT.

I.S.B.N. Obra completa: 84-89054400-7

Tomo II: 84-89054-02-9

Depósito legal: Z. 2496 - 1994

¿SÓLO CONTROL LITOLÓGICO Y CLIMÁTICO EN LA
GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE LOS BADLANDS?

Farida Berrad (1), Luis G.-Rossell (1) & Myriám M.-Vallejo(1)

GEOMORFOLOGÍA EN ESPAÑA



(1) I.A.C.T.-CSIC-UNIV. GRANADA. Proyectos LUCDEME y AMB-93-0844-C06-02 Y de la CICYT.

I.S.B.N.: Obra completa: 84-89054-00-2

Tomo II: 84-89054-02-9

Depósito legal: Z. 2.406 — 1994

Donación
ff Rossell

Geomorfología en España
J. Arnáez, J. M. García Ruiz & A. Gómez Villar, Edrs.
1994, Sociedad Española de Geomorfología
Logroño

R- 7039

¿SÓLO CONTROL LITOLÓGICO Y CLIMÁTICO EN LA GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE LOS BADLANDS?

Farida Berrad (1), Luis G.-Rossell (1) & Myriám M.-Vallejo(1)

(1) I.A.C.T.-CSIC-UNIV. GRANADA. Proyectos LUCDEME y AMB-93-0844-C06-02 Y de la CICYT.

RESUMEN. El modelado en badlands ocupa en la cuenca del río Almanzora extensiones importantes; su existencia supone ausencia de vegetación, incremento de la escorrentía, e inestabilidad de laderas.

Es el tipo de paisaje que expresa con mayor contundencia el estado de desertización de la cuenca, donde se han tipificado cuatro grupos de badlands.

El fenómeno afecta una larga gama de materiales y su localización no muestra ninguna restricción a un clima especial ya que aparece en distintos puntos de la cuenca.

En contra de la opinión más generalizada, el análisis morfológico y de los procesos nos lleva a la conclusión de que la acción antrópica ha sido positiva y que el incremento del proceso erosivo se produce cuando la erosión en la base de las laderas supera el flujo de sedimentos, pues se trata de laderas tipo Richter. Se analiza y discute el alcance y significación de la acción humana.

Palabras clave: Badlands, cruce del río Almanzora, acción antrópica.

ABSTRACT. The areas of badlands are widely extended in the Almanzora basin, so that they are the best exponent of the desertified landscape.

Four types have been established, according to their lithological supports; nevertheless, the morphological characteristics are similar, specially with reference to the shape of the facets.

The morphological analysis and the simulation of the erosional processes taking place in the slopes, show us that the main factors are: climate-lithology-level changes in the drainage network. The slopes appear as the Richter type and the anthropic action have been positive, contributing to stop their development.

Key words: Badlands, Almanzora basin, anthropic action.



INTRODUCCIÓN

La génesis y desarrollo de la morfología de badlands o cárcavas es el objeto de interpretaciones no siempre concordantes, en función del papel que se asigne a la acción antrópica, parámetro este difícil de definir y menos aún de cuantificar.

Sin embargo, este modelado se considera habitualmente como expresión de un tipo de clima (árido-semiárido) y de una litología (arcillas y margas), fuertemente afectado por la acción antrópica.

El estudio sistemático de esta morfología en la región árida del sudeste peninsular (norte de la provincia de Almería) permite discernir sobre el papel que desempeña el factor litológico, y ello en base a datos cuantitativos de significación regional y representatividad climática.

En la cuenca del Almanzora se encuentran áreas de badlands desarrolladas en cualquier punto, con independencia del uso del suelo, de la litología o del clima. No obstante el análisis estadístico muestra que la mayor frecuencia y desarrollo coincide con litologías cuyas características físicas y geomecánicas tienen los siguientes valores medios:

Litología	Margas, limos y arcillas esmectitas, con más del 45% de la fracción arcillosa.
Límite líquido	50%
Límite plástico	35%
Hinchamiento	1.5 kp/cm ²
Vb	4 g/ 100 g de suelo

Se han sistematizado en 4 tipos las áreas de badlands en esta región. En todos los casos, el factor determinante para que se desarrolle una morfología de badlands en un sector es su ubicación en el Ciclo Geomorfológico: siempre aparecen en el Estadio de Juventud y representan un Episodio Pasajero, que evoluciona a gran velocidad.

Este es justamente el aspecto que se propone enfatizar aquí, pues supone una decidida minusvaloración del factor antrópico en cuanto a desencadenante o coadyuvante del desarrollo del proceso de abarrancamiento o formación de badlands.

El análisis comparativo de las cartografías geomorfológicas en las diferentes áreas, de badlands de tan extensa zona de investigación (la Cuenca del Almanzora, de 2.611 Km²) muestran sin la menor duda que es la conjunción *clima-litología-encajamiento de la red* lo que propicia el desencadenamiento de la morfología de badlands.

La acción antrópica permite una perversa interpretación en cuanto se le atribuye ser la causa de tan acelerado proceso erosivo como, ciertamente, supone el badland; en efecto: el *abandono* de muchos campos de cultivo *reactiva* la badlandarización, precisamente porque *la había frenado con anterioridad*. No es, por tanto, la causante, sino justamente al contrario y cuando cesa su actuación es cuando se produce el efecto no deseado.

Ello implica, pues, la necesidad de estudiar conjuntamente el sistema paisajístico formado por (fig. 1):

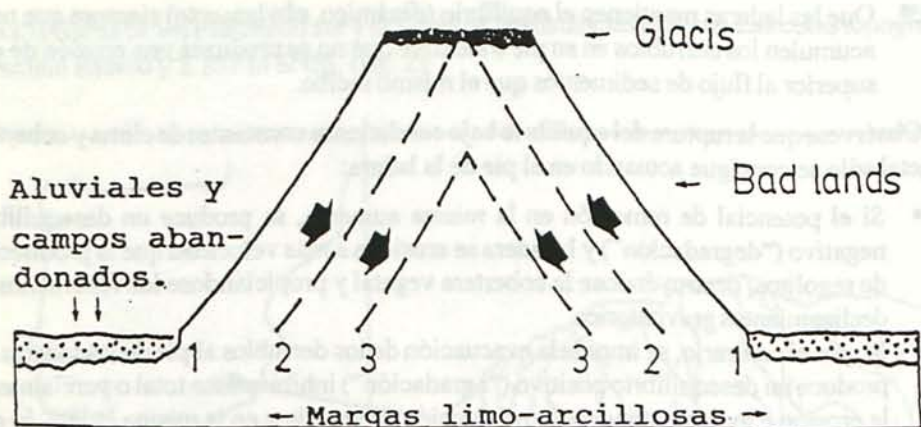


Fig. 1. Esquema de la evolución de laderas de Bad lands.

- Fondo del valle
- Campos de cultivo
- Laderas de badlands
- Superficies limitantes superiores (glacis), en el caso que las hubiera.

El análisis morfométrico de las laderas de badlands en tales conjuntos muestra un hecho que es sorprendente en principio:

La constancia en las pendientes de las laderas de badlands, con independencia del estado evolutivo de los mismos. Es decir que tales laderas evolucionan *paralelamente* a sí mismas, sin que disminuyan las pendientes al progresar el proceso erosivo, o sea, el grado de madurez (en el sentido de Davies). La expresión matemática que regula tal proceso es, consecuentemente (Scheidegger, 1963)

$$y = \sqrt{2 h \times \operatorname{tg} \theta} \quad ; \text{ o bien: } \quad \frac{dy}{dt} = -a \sqrt{1 + \left(\frac{\sigma y}{\sigma x}\right)^2} \frac{\sigma y}{\sigma x} \quad (\text{Fairbridge, 1968})$$

estando regido su desarrollo por la ley geomorfológica de Bakker-Le Heux (1952), y el tipo de ladera es Richter.

Ello implica, ante todo, y de acuerdo con la ley antes reseñada, varias cuestiones de importancia capital en cuanto a los procesos erosivos, a la valoración y a las posibilidades de actuación:

- 1º. Que los derrubios o sedimentos procedentes de la denudación de las laderas no se depositan al pie de las mismas, sino que son evacuadas.
- 2º. Que el ángulo de reposo de los derrubios secos es similar a la pendiente de las laderas.

- 3º. Que las laderas mantienen el equilibrio (dinámico, obviamente) siempre que no se acumulen los derrubios en su pie o siempre que no se produzca una erosión de éste superior al flujo de sedimentos que el mismo recibe.

Obsérvese que la ruptura del equilibrio bajo condiciones constantes de clima y cobertura vegetal sólo se consigue actuando en el pie de la ladera:

- Si el potencial de remoción en la misma aumenta, se produce un desequilibrio negativo ("degradación") y la ladera se erosiona a más velocidad que la producción de regolitos, destruyéndose la cobertera vegetal y propiciándose los fenómenos de deslizamientos gravitatorios.
- Si, por el contrario, se impide la evacuación de los derrubios al pie de las laderas, se produce un desequilibrio positivo ("agradación") inhibiéndose total o parcialmente la erosión e incrementándose la producción de regolitos en la misma ladera, lo que propicia aumento de la densidad de su cobertera vegetal y de su grado de protección.

Es precisamente en el pie de las laderas de badlands donde inciden los dos agentes morfogenéticos de mayor entidad en los diferentes áreas de la Cuenca del Almanzora. Por una parte, cuando los fondos de las ramblas se estabilizan artificialmente mediante construcción de boqueras, pedreras, bancales o diques, se dificulta el arrastre de los derrubios arrastrados por la erosión en los badlands, y se produce el citado desequilibrio positivo o agradación, como consecuencia del cual se frena la erosión, aumenta el espesor de regolitos y se extiende la cubierta vegetal con independencia de otras actuaciones en las propias laderas del badland o en las superficies de glaciares que los limitan superiormente (pastoreo, tipo de cultivos etc.)

Por otra parte cuando se abandonan tales obras artificiales o se produce un rápido encajamiento de la red de drenaje, la erosión en la base de los badlands es mayor que el flujo de derrubios aportados por la ladera, produciéndose el desequilibrio negativo o degradación, también con independencia de las actuaciones en las laderas de los badlands antes citadas.

Para sustentar y justificar las anteriores apreciaciones se ha procedido durante 7 años a un trabajo de campo y de laboratorio cuyos objetivos esenciales fueron:

- 1º. Sistematizar cuantitativa y cualitativamente los tipos morfológicos de badlands en una extensa área (más de 2.000 Km²).
- 2º. Analizar las características litológicas y geomecánicas de los materiales que originan badlands.
- 3º. Análisis de las condiciones climáticas y geomorfológicas.
- 4º. Simulación artificial de los procesos erosivos.

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Almanzora está situada en el norte de la provincia de Almería. Administrativamente corresponde a la Cuenca sur de España (MOPU, 1965), su extensión es de 2611 km² ocupando una depresión sinforme alargada en dirección Este-Oeste, limitada

por la Sierra de los Filabres al sur y la Sierra de las Estancias al norte. Las cotas topográficas oscilan entre 0 y 2.167 m SNM. (fig. 2)

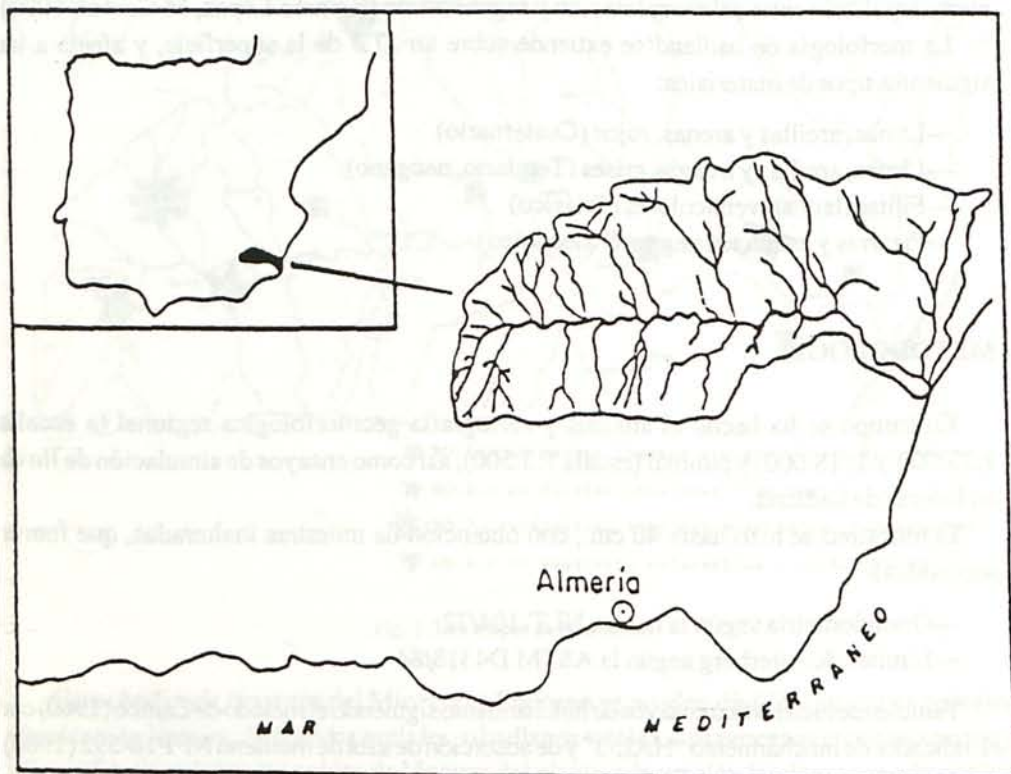


Fig. 2. La Cuenca del Almanzora, cuyos badlands se describen.

Geológicamente, pertenece a las zonas Internas de las Cordilleras Béticas caracterizadas aquí por un zócalo de materiales paleozoicos y triásicos en estructuras complejas en mantos de cabalgamiento, sobre los cuales se han depositado en discordancia una formación Neógena, que ocupa las partes más deprimidas topográficamente. Un extenso sistema de glaciais pliocenos y cuaternarios marca la impronta morfológica de la mayor parte de la cuenca.

Se debe insistir sobre el vivo contraste litológico y estructural entre los materiales metamórficos que constituyen las sierras y los sedimentos que rellenan la depresión.

En lo referente al clima la cuenca, se ubica en el sector de mayor aridez peninsular: la mayor parte del territorio corresponde a los dominios áridos y semi-áridos, pero con existencia de distintos pisos, hasta el nivel. Hay que recordar, además, la notable irregularidad pluviométrica, tanto espacial como temporal, de este sector.

El paisaje vegetal 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. Por otra parte, el uso del suelo viene caracterizado por un cierto equilibrio entre sobreexplotación y regeneración (Romero López, M.C. et al, 1990).

La morfología de badland se extiende sobre un 17% de la superficie, y afecta a los siguientes tipos de materiales:

- Limos, arcillas y arenas, rojos (Cuaternario)
- Limos, arcillas y margas grises (Terciario, neógeno)
- Filitas (launas) versicolores (Triásico)
- Pizarras y esquistos negros (Paleozoico)

METODOLOGÍA

En campo se ha hecho el análisis y cartografía geomorfológica regional (a escalas 1:33.000 y 1:18.000) y puntual (escala 1:3.500), así como ensayos de simulación de lluvia en laderas de badland.

El muestreo se hizo hasta 40 cm., con obtención de muestras inalteradas, que fueron sometidas a:

- Granulometría según la norma NLT-104/72
- Límites de Atterberg según la ASTM D4318/84

También se hicieron los ensayos de hinchamiento siguiendo el método de Lambe (1960) con el indicador de hinchamiento "HAL-3" y de adsorción de azul de metileno NFP18-592 (1980).

La composición mineralógica se determinó mediante difracción de R-X, tanto para análisis de polvo como para determinación de arcillas mediante tratamiento con etilenglycol, CMS y calentamiento a 550° c.

En adición a los análisis antes citados, hemos determinado bases de cambio mediante extracción con Acetato amónico 0.1 Na pH = 7, y posterior análisis del extracto utilizando un espectrómetro de ICP leemans Lab. y determinación de Ca, Mg, Na⁺ y K⁺ de las partes saturadas con el mismo equipo

El pH se midió en una suspensión 1:5 y la conductividad en el extracto de saturación. En el campo se tomaron medidas de la pendiente de un gran número de laderas.

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE BADLANDS SISTEMATIZADOS (Fig. 3)

TIPO BD.1. En margas limosas y/o arcillosas Neógenas, son indudablemente los más característicos y que, a escala regional, revisten más importancia en función de la destrucción de suelos, pérdida de vegetación, altos valores de escorrentía e inestabilidad de laderas.

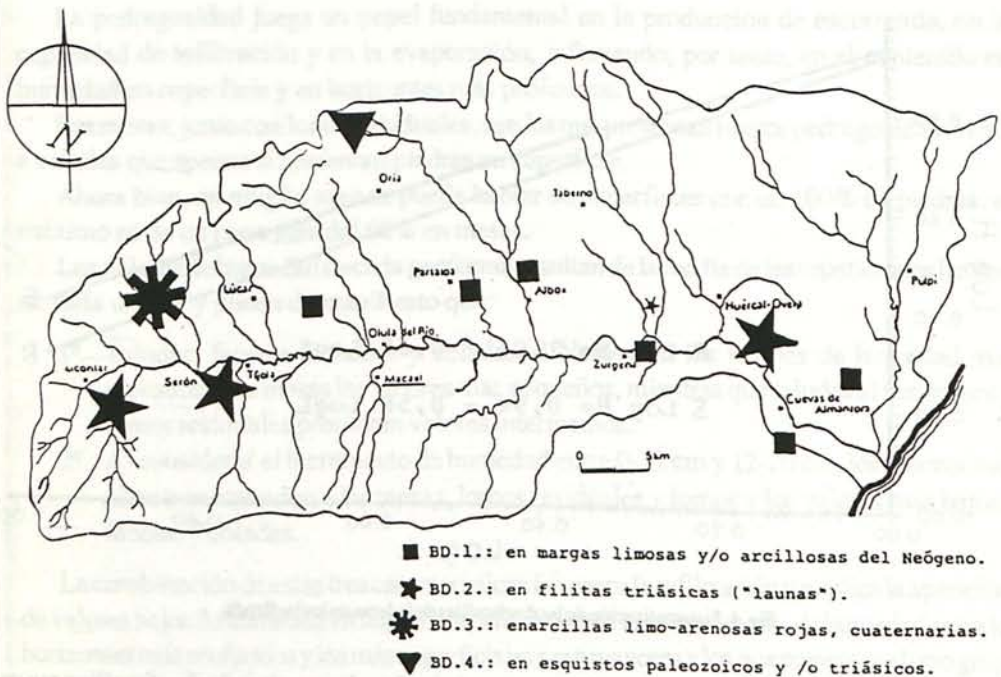


Fig. 3. Los 4 tipos de Bad-lands.

Estos badlands mayores del Mioceno y Plioceno se pueden dividir a su vez en paisajes de cárcavas lineales, badlands parciales, o badlands totales. Los procesos erosivos son muy diversificados: desde las caídas de bloques del glacis, a la erosión laminar pasando por los distintos movimientos en masa y la erosión en surcos; el fenómeno "piping" o sufusión está muy desarrollado en algunos puntos, adoptando diferentes diámetros y dirección según el material, el espesor del regolito y la presencia de fracturas. (Martín Penela, Jiménez Martínez, 1980) En el caso de abandono de bancales de cultivo en el fondo de las ramblás, aparece un sistema de pipes y gullies.

La cubierta vegetal es muy escasa, incluso en las laderas orientadas al norte.

Son, indudablemente, los más característicos y los que, a escala regional, revisten más importancia en función de la destrucción de suelos, pérdida de vegetación, altos valores de la escorrentía e inestabilidad de sus laderas.

Los dos factores que esencialmente controlan su desarrollo son:

- Erosión hídrica, tanto por arrastre como por fluencia plástica (mud-flow).
- Inestabilidad mecánica de sus laderas, condicionada por:

- 1º Litología.
- 2º Estructura: situación de las superficies de estratificación respecto a las laderas.
- 3º Grado de humedad.



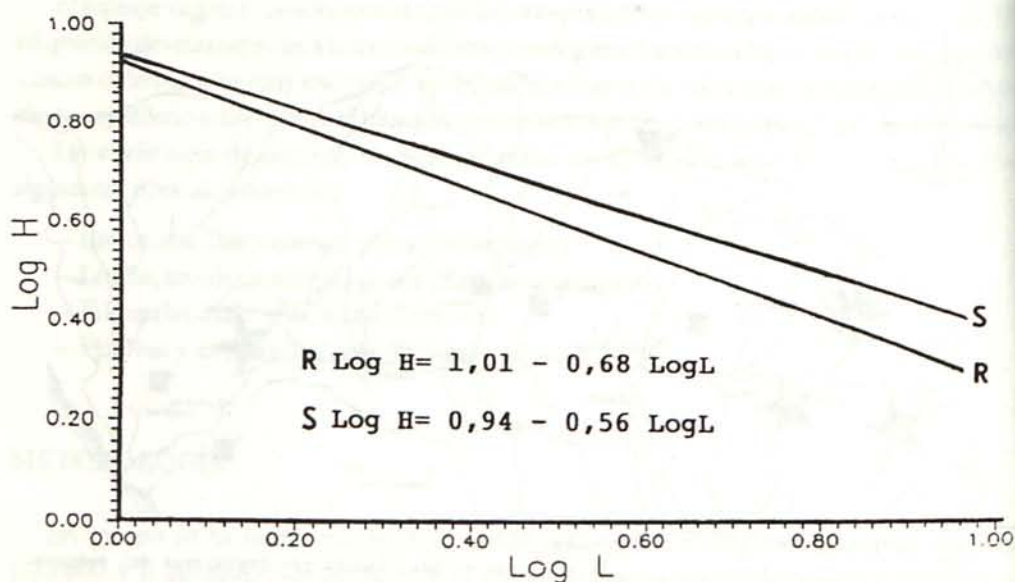


Fig. 4. Sistematización de las dos familias de laderas en los badlands.

Se han sistematizado las laderas de este tipo de badlands, resultando dos familias cuyas rectas representativa y respectivas ecuaciones se exponen en la fig. 4, que recoge estudio morfométrico de 245 laderas.

Las laderas más pendientes tienen mayor estabilidad mecánica y predominan los arrastres por erosión y flujo de barro sobre los deslizamientos, al contrario que en las otras. No obstante, la diferencia de pendientes no supera los 10° . La razón de ello está en factores estructurales.

Uno de los métodos de análisis, llevados a cabo en Albox, permiten identificar la siguiente geoformas o unidades geomorfológicas de detalle:

Taludes, facetas frontales, mesas, lomos, lomos residuales residuales, coladas, diques y cuaternario (Jiménez Martínez, *et al*, 1992).

Los inventarios de vegetación se hicieron a partir de 66 geoformas con distintas orientaciones, pendientes y orientación y tanto por ciento de pedregosidad. En cada una de éstas se emplazaron al azar 12 unidades de muestreo de 1 m^2 , para el caso de las vivaces, y 4 unidades de 0.25 m^2 , para terófitos, resultando un total de 792 unidades de muestreo para vivaces y 264 para terófitos.

Los datos de humedad se tomaron en cinco ocasiones en 25 geoformas, dos de los muestreos se hicieron inmediatamente después de una lluvia y el resto con intervalos de un mes cada uno.

En cada punto se tomaron tres muestras de suelo a 0, 12 y 20 cm. de profundidad y el método seguido para la determinación de humedad ha sido termogravimétrico.

La profundidad de regolitos varía en función de las geoformas. Las cumbres son las geoformas que mayor profundidad presentan (65 a 75 cm) seguidas de las facetas con 40 cm y en los taludes con 30 a 35 cm. Por último, los lomos con 8 cm son los que menos suelo tienen.

La pedregosidad juega un papel fundamental en la producción de escorrentía, en la capacidad de infiltración y en la evaporación, influyendo, por tanto, en el contenido en humedad en superficie y en horizontes más profundos.

Las mesas, junto con lomos residuales, son las que presentan mayor pedregosidad frente a coladas que apenas si presentan piedras en superficie.

Ahora bien, en ningún caso se puede hablar de superficies con un 100% de piedras: el máximo es de un poco más del 60% en mesas.

Los valores de humedad de cada geoforma resultan de la media de las repeticiones hechas en cada unidad y ponen de manifiesto que:

- 1º. Taludes, facetas frontales y coladas al Norte dan los niveles de humedad más elevados y las mesas los valores más pequeños, mientras que taludes al sur, lomos y lomos residuales presentan valores intermedios.
- 2º. Al considerar el incremento de humedad entre 0-12 cm y 12-20 cm, los valores más altos corresponden a las mesas, lomos residuales y lomos y los valores más bajos a facetas y coladas.

La combinación de estas tres características favorece la infiltración y explica la aparición, de valores bajos de humedad en superficie, así como que los incrementos de humedad entre los horizontes más profundos y los más superficiales sean mayores a los que presentan el otro grupo de geoformas que discrimina el análisis de correspondencias (taludes, facetas, coladas, diques).

En el resto de las geoformas, que forman el segundo grupo de análisis, no hay cobertura de piedras, la textura de los primeros niveles del regolito es limosa y limo-arcillosa y apenas hay unos centímetros entre la superficie del suelo y la marga no meteorizada, lo cual, determina una menor infiltración, mayor escorrentía y consecuentemente una cobertura mínima de vegetación.

Los ensayos de simulación de lluvia corroboraron las observaciones de campo en dos aspectos fundamentales:

- 1º. El ángulo del depósito de materiales arrastrados en la base era sensiblemente igual al de la ladera: 35-39°.
- 2º. La ladera retrocedía paralelamente a sí misma, no disminuyendo la pendiente en el segmento de ladera afectado.

TIPO BD.2. Corresponden a las filitas triásicas que bordean los macizos montañosos, siendo la zona Tijola-Alcántar, Sierra de Almagro y parte de Estancias-Lúcar donde mayor desarrollo alcanzan. Al igual que los otros tipos de badland, aparecen como primer episodio del encajamiento de la red.

Es frecuente la asociación de deslizamientos gravitatorios a estos badlands como se puede ver a 1000 m de altitud en el barranco de los Horcajados, al Este de Serón.

En las cercanías de Tijola, (a 700 m SNM) los materiales afectados por el abarrancamiento corresponden a esquistos y pizarras no muy homogéneos en su repartición espacial. Los badlands desarrollan microcuencas en forma de abanicos con perímetros 65 m y de pendiente media 60°; la falta de vegetación en los puntos abarrancados crea un fuerte contraste con respecto

a los bosques de pino de los alrededores. En estos materiales los "rills" se ven claramente asociados a una erosión laminar con lavado de finos y acumulación de gruesos en la base.

TIPO BD.3. Están muy localizados en sectores restringidos de la cuenca, pues corresponden a los depósitos pliocuaternarios de Hijate y en algunos otros sectores próximos a Carasoles, en el sector central de la cuenca.

También está en conexión con los barrancos en proceso de rápido encajamiento, aunque en este caso el fenómeno erosivo se ve acompañado no solamente por desprendimientos de bloques sino también por hundimientos en el frente de erosión y, en ocasiones, aguas arriba de éstos; ello origina pequeñas depresiones cerradas que conectan con el cauce mediante galerías de unos 80 cm. de diámetro. Se trata del denominado proceso de "sofusión", fácilmente observable a 1.3 Km. al este del Hijate, junto a la carretera. (Martín Penella, 1990). Los badlands son esencialmente de tipo "lineal gully" rodeados de campos de cultivo (a menudo abandonados), creando barrancos abruptos separados por interfluvios relativamente llanos (8° de pendiente). Finalmente, los badlands de tipo *BD-4* han sido descubiertos muy recientemente en el mismo extremo NW de la subcuenca de Albox, (en Cerro Pelado) en las estratificaciones septentrionales de la Sierra de las Estancias.

Se desarrollan sobre esquistos paleozoicos y/o triásicos, negros y compactos, y se originan por la rápida erosión del suelo (aquí de tipo coluvial) y la incisión rectilínea y casi vertical de los arroyos. Parece que el fenómeno se ha iniciado hace solamente unos 20 años, y afecta de manera masiva a la cubierta vegetal arbórea, cuyos troncos abatidos aparecen esparcidos por doquier. No puede por tanto achacarse el abarrancamiento a la desforestación, sino justamente al contrario.

Los siguientes datos en cuanto a composición litológica de los matorrales son bien explícitos de la diversidad y heterogeneidad litológica:

		A(%)	Q(%)	F(%)	C(%)	D(%)	G(%)	S(%)	I(%)	K(%)
Cuaternaria	60A	22	22	0	53	2	0	55	38	7
	60B	21	23	2	52	2	0	38	60	2
	61A	16	28	3	37	16	0	59	34	7
	61B	17	58	17	5	3	0	34	62	4
Trias	64	—	—	—	—	—	—	0	87	13
Neógeno	65K	34	22	6	34	3	1	66	30	4
	65G	46	31	9	11	3	0	28	56	17
	66	30	20	7	4	2	0	56	37	7

A: Arcillas C: Calcita S: Smectite
 Q: Cuarzo D: Dolomita I: Illite
 F: Feldspatos G: yeso K: Kaolinite

CONCLUSIONES

Tras de un estudio continuado a lo largo de 7 años en los modelados de badlands en la Cuenca del Almanzora, que incluye análisis geomorfológico a diversas escalas, simulación y experimentación en campo y en laboratorio y análisis del comportamiento geomecánico de los materiales afectados, se concluye en que se trata de laderas tipo Richter, con evolución rectilínea y paralela. De acuerdo con los planteamientos de la Teoría del Equilibrio Dinámico, estas laderas son especialmente sensibles (y, por ello, controlables) a la relación potencial de arrastre-potencia de remoción en su pie. El balance de la acción antrópica en este área es que no ha incrementado el desarrollo de badlands, sino al contrario

Referencias bibliográficas

- Abrahams, A.D. (1986): "Hillslopes processes". *Edit. Ellen, ISBN-0-40-551102-0*
- Asch, T. (1981): "Water erosion on slopes and landslides in a mediterranean landscape". *Tesis doct Univ. Utrech 239 pág.*
- Bakker, J.P. & Le Heux, J.W.N. (1952): "Evolution of slopes Richter". *Proc Koninkl Akad. Wetenshap. Amsterdam; B.55; p. 399-454.*
- Balash, J., Clotet, N. & Gallart, F. (1988): "Validación a escala temporal de tasas de erosión en áreas de Badlands". *Com. II Cong. Nac. Geol, Vol. I; p. 359-362*
- Berrad, F. & García-Rossell, L., Martín Vallejo, M. (1994): "Les propietés geomécániques, un facteur de control de l'érosion: cas d'une zone aride du sudest espagnol". *7^{me} Congr Associ. Inter Geol. Ingenieur.*
- Cuenca Payá, A. et al (1986): "Paleoclimatic, paleoenvironmental and anthropic interactions in S.E. Spain". *Est. geom. Esp., p.84.*
- De Ploey, F. (1983): "Rainfald simulation, rum off and soil erosion". *Cathen. suppl.; ISBN-0722-0773- p. 214*
- Delleur, J.M. & Lee, M.T. (1973): "Modelo precipitación-escorrentia en función de la densidad del drenaje". *Symp Proy. rec. hidraul. datos insuficientes. Madrid*
- Erner, P. (1877): "L'eau et l'équilibre des parties et des versants; effects des precipitations sur la stabilité". *Thes. doct. Univ. Orleans*
- Fairbridge, R.W. (1968): "Badlands". 43-48. *The encyclopedia of geomorphology*
- Ferre Bueno, E (1979): "El valle del Almanzora. Estudio geográfico" *Tesis doct.; Edit. Dip.Almería; 491 p. 79 fig.; ISBN-84-500-3319-7*
- García Manrique, E. (1977): "Las actividades humanas como favorecedoras de la erosión". *V. col Geog. Univ. Granada; n° extra, p. 45-55.*
- Francis, C.F., Thomes. J.F., Romero Diaz, F., López Bermúdez, F. & Fischer, G.C. (1986): "Topographic control of soil moisture, vegetation cover and land degradation in a moisture stressed mediterranean environment". *Catena, (13) p. 211-225.*
- Gilman, A. & Thomes, V.B. (1984): "El uso del suelo en la prehistoria del sudeste de España. *Publi. Fund. J. Marde, ser. Universitarios, n° 227.*
- Goudie (1981): "Geomorphologic techniques". *British Geom. reserch group. Edit. Allen, 343 p.*

- Jiménez Martínez, M. A.; Berrad, F; Gurrea Guerrero, M.M. (1992.- "Distribución de la vegetación, microtopografía y humedad en relación con unidades geomorfológicas en una zona de Badlands: Albox, Almería". *Estudios de Geomorf. en España*. p. 139-149.
- Hadley, R.F. (1985): "Long term monitoring of natural and man-made changes in the hidrological regime and related ecological environments". *UNESCO*, nº 46
- Harvey, A.M. (1986): "Quaternary erosional depositional landforms systems in southern Spain". *Stud. geom. Sur España*
- Martín Penela, A. & Jiménez Martínez, M.A. (1990): "Erosión por piping y desarrollo de la vegetación en campos abandonados en la Cuenca del Río Almanzora (prov. de Almería). *Com. I. Congrso. M.A. Andalucía, Córdoba*, p. 211-216.
- Krakov, S. (1979): "Changes of the geological environments under the influence of mans activity". *Symp. on.*
- Romero López, M.C. et al (1990): "Incremento de la cobertera vegetal en una zona semiárida, influencia de la acción antrópica". *1ª Reunión sobre el medioambiente en Andalucía 172-183 Córdoba*.
- Sala, M. (1988): "Métodos y técnicas para la medición en campo de procesos geomorfológicos". *Monogr. nº 1 Soc. Española Geomorf.*
- Sánchez Sanromán, J.F. (1986): "Evolución de laderas, Un modelo de simulación". *Rev.mat. proc. geol. vol. 4*, p. 29-45.
- Scheidegger, A. (1961): "Theoretical geomorphology". *Edit. springer-Verlag*, 333 p, 167 fig.
- Schumm.- (1987): "The study of small landsforms: experimental geomorphology and hidrology". *New Zeal. 0471-83077-1*.
- Thornes, J.B. (1974): "The rain in south spain". *Geograph magazine*, p. 330.
- Van Asch (1980): "Water erosion on slopes and landslides in a Mediterranean Landscapes". *Tes Univ. Utrech; ISBN 906-2660266*