



# RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE ALICANTE

**Pedro Alfaro<sup>1</sup>, José M. Andreu<sup>1</sup>, Susana Bautista<sup>2</sup>, José Delgado<sup>1</sup> y Jesús M. Soria<sup>1</sup>**

1. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE (UNIVERSIDAD DE ALICANTE).

2. DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA (UNIVERSIDAD DE ALICANTE).

La provincia de Alicante, debido a sus características geológicas, es una de las más perjudicadas por los riesgos naturales. Desde tiempos históricos, la ocurrencia de terremotos, inundaciones, movimientos de ladera, erosión de la costa, erosión de suelos, etc. ha generado cuantiosas pérdidas económicas. Desafortunadamente, algunos de estos fenómenos geológicos también han provocado la pérdida de vidas humanas. En este capítulo se incluyen breves comentarios sobre los principales riesgos que se manifiestan en la provincia (riesgo sísmico, de inundaciones, de movimientos de ladera, de erosión litoral y de erosión de suelos). Estos textos corresponden a resúmenes de las conferencias impartidas durante el curso «Riesgos geológicos» organizado por el Instituto de Ciencias de la Educación en la Sede Universitaria de Orihuela (Universidad de Alicante) durante el mes de octubre de 2003.

## 1. TERREMOTOS

La provincia de Alicante es una de las zonas con mayor actividad sísmica de la Península Ibérica. Se tiene constancia de la ocurrencia de varios terremotos históricos en el sector de Orihuela (1048, 1482 y 1484) y en el de Alcoy (series sísmicas de 1620 y 1644), pero el terremoto más importante ocurrido en la provincia, y uno de los más importantes de la Península Ibérica, es el de Torrevieja de 1829 (Fig. 1). Entre los años 1828

y 1830 ocurrieron numerosos terremotos entre los que destacan el evento principal del 20 de marzo de 1829 y la réplica del 18 de abril de 1829. Al terremoto de Torrevieja se le ha asignado una intensidad X (escala MSK) y una magnitud entre 6,3 (Delgado et al., 1993) y 6,9 (Muñoz y Udías, 1991). Este evento causó 389 víctimas mortales, la destrucción de 2965 viviendas y daños en otras 2396.

Desde que comienza la época instrumental, a principios del siglo XX, hay que destacar la serie sísmica de Jacarilla. El terremoto de Jacarilla puede ser considerado como un terremoto compuesto caracterizado por un evento de magnitud 5,2 y otro de magnitud 5,1. Durante este periodo instrumental también hay que mencionar el terremoto de Elda de 1958 (magnitud 4,7), el terremoto de San Miguel de Salinas de 1979 (magnitud 4,3), el terremoto ocurrido en 1981 en el mar, frente a la costa de Alicante-Benidorm (magnitud 4,9) y el terremoto del SO de Pego del año 2001 (magnitud 4,3). Sin embargo, la característica principal de este periodo instrumental es que la actividad sísmica está caracterizada por terremotos de magnitud inferior a 4,0. De hecho, la inmensa mayoría de terremotos se distribuye entre las magnitudes 2,0 y 3,0 (Giner et al., 2003).

En definitiva, la provincia de Alicante se sitúa en una zona con una actividad sísmica baja aunque, ocasionalmente, se pueden producir terremotos de magnitud moderada-alta, algunos de los cuales pueden



Figura 1. Ilustración histórica del terremoto de Torrevieja de 1829.

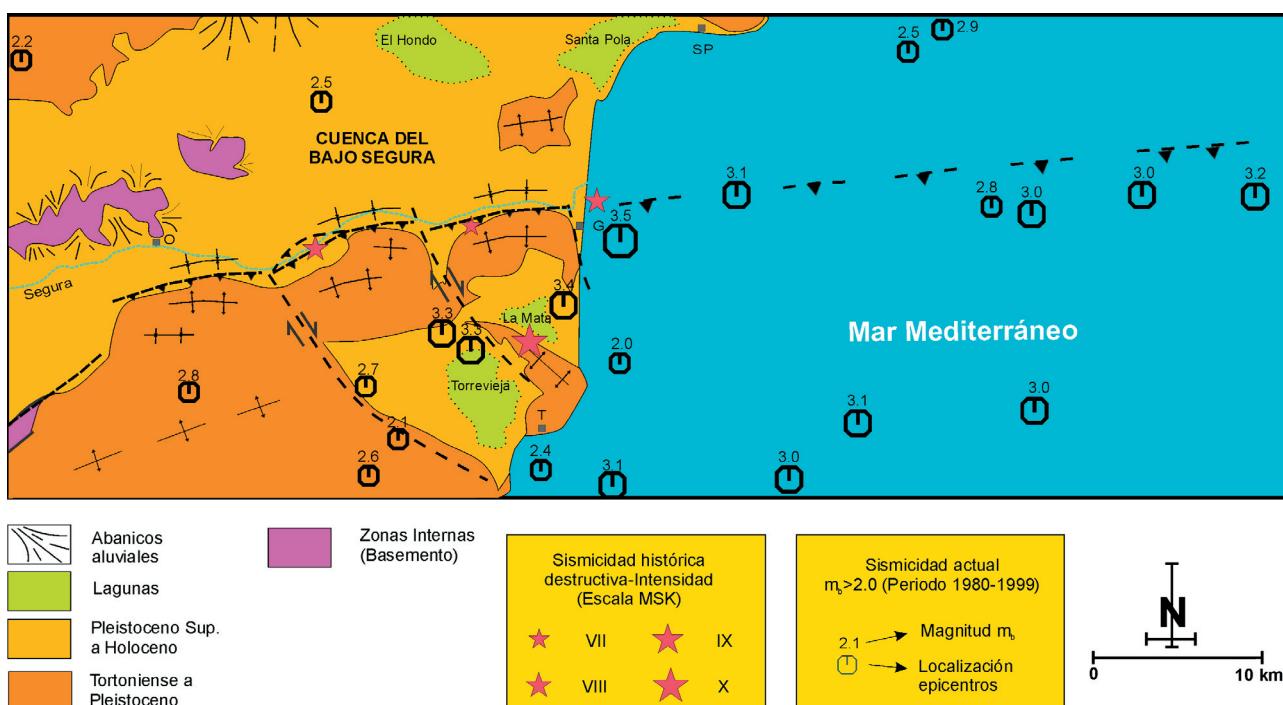


Figura 2. Mapa geológico esquemático en el que se han representado la falla del Bajo Segura, algunas fallas de dirección NW-SE y los pliegues activos situados al Sur del río Segura. Además se han localizado los epicentros de los principales terremotos instrumentales e históricos.



tener un carácter destructivo similar al de Torrevieja de 1829.

En nuestra provincia podemos separar, desde un punto de vista geológico, dos sectores principales que coinciden con los dos dominios más importantes de la Cordillera Bética: la Zona Externa al norte y la Zona Interna al sur. El límite entre ambos dominios transcurre, aproximadamente con un trazado rectilíneo de dirección NE-SO, desde la ciudad de Alicante hasta Abanilla (provincia de Murcia), pasando por el norte de Elche, Crevillente y Albatera. Tanto el análisis de la sismicidad como los estudios geológicos ponen de manifiesto que la mitad sur de la provincia de Alicante (Zona Interna de la Cordillera Bética) es más activa que la mitad septentrional (Zona Externa).

Los diversos autores que han estudiado la tectónica activa de este sector meridional de la provincia (Montenat, 1977; Bousquet, 1979; Somoza, 1993; Taboada et al., 1993; Alfaro, 1995) citan como fallas más activas, las fallas de Crevillente y Bajo Segura de dirección ENE-OSO, y varias fallas de dirección NO-SE (fallas de Guardamar, Torrevieja y San Miguel de Salinas) (Fig. 2). En el contexto geodinámico en el que se sitúa la provincia, que está caracterizado por compresión en la dirección NO-SE, las fallas de Crevillente y Bajo Segura funcionan como fallas inversas, y las fallas de Torrevieja, Guardamar o San Miguel de Salinas funcionan como fallas dextrosas. Al contrario de lo que ocurre en sectores más occidentales como Alhama o Lorca (provincia de Murcia), en la Cuenca del Bajo Segura las fallas no tienen una ruptura clara en superficie. Su expresión superficial principal es el plegamiento de los materiales más recientes de edad Mioceno Superior a Cuaternario.

## 2. INUNDACIONES

Las inundaciones son uno de los riesgos naturales más frecuentes en la vertiente mediterránea y, por tanto, en la provincia de Alicante. En los últimos 500 años se han contabilizado más de 415 inundaciones entre las cuencas del Júcar y Segura (COPUT, 2002). Dado que las inundaciones son un fenómeno natural intrínseco de los sistemas fluviales, el problema se genera cuando el hombre ocupa las áreas susceptibles de inundarse. Es entonces cuando estos eventos naturales conllevan una fuerte siniestralidad, por lo que se demandan medidas de protección por parte de la sociedad. En este sentido,

provincia de Alicante es una zona donde actualmente existe un importante proceso de concentración de población, así como de actividades industriales y agrícolas, muchas de las cuales se desarrollan en áreas con elevado riesgo de inundación.

La principal causa de inundaciones en la provincia de Alicante es consecuencia directa del régimen de precipitaciones al que está sometida. Éstas tienen lugar fundamentalmente en la época otoñal, concretamente entre septiembre y finales de noviembre, y frecuentemente suelen ser de carácter torrencial. La elevada concentración de lluvias intensas en otoño no es casual, sino que tiene su origen en una dinámica climática particular que favorece la inestabilidad atmosférica en esta estación. Así, las elevadas temperaturas del agua del mar en esta parte del Mediterráneo intensifican la evaporación durante el verano, de modo que el aire se carga de vapor de agua. Esta masa de aire puede ponerte en movimiento en la vertical, desestabilizándose si al llegar a las capas altas atmosféricas encuentra aire frío, originando descargas torrenciales de gran variedad espacio-temporal. Este tipo de situaciones producen importantes cuantías de precipitación, como los producidos en octubre de 1957 en Jávea con 871 mm (dato no oficial - Martín Vide, 2002), los 350 mm recogidos en Alcoi el 29 de septiembre de 1986 o los 270 mm caídos el 30 de septiembre de 1997 en Alicante. Por otro lado, es posible superar intensidades medias de 100 mm/h, como sucede con muchas células convectivas del litoral (Camarasa, 1994). Este tipo de lluvias provoca crecidas que concentran un gran caudal punta en un corto espacio de tiempo y causan inundaciones significativas.

Además, de las lluvias otoñales también otras precipitaciones pueden originar inundaciones. Así, las lluvias veraniegas ocasionan aguaceros y tormentas que, aunque muy localizadas y de cuantías escasas, son capaces de generar avenidas súbitas (*flash-flood*). Por último algunos episodios lluviosos primaverales o invernales asociados a frentes atlánticos pueden ser de gran cuantía y provocar situaciones de crecidas. Sin embargo, este tipo de eventos no son habituales en la provincia si exceptuamos la Vega Baja del Segura. La razón se debe a que la Vega Baja está afectada por la llegada de las crecidas procedentes de la Cuenca Alta del Segura, la cual sí está afectada por estas precipitaciones frontales (Camarasa, 2002).

Además de las inundaciones relacionadas directamente con las precipitaciones, existen diversas causas



**Figura 3.** Inundaciones del 30 de septiembre de 1997 en la ciudad de Alicante (Foto cortesía Enrique Aparicio).

derivadas de la acción humana capaces de amplificar y generar riesgos de inundación. Entre estas causas se destaca la creciente extensión de zonas urbanas que aumenta la escorrentía superficial y ocupa los cauces impidiendo su desagüe normal. Son frecuentes las ciudades que tienen calles o avenidas denominadas ramblas, como la propia ciudad de Alicante (Fig. 3). Por otro lado, el aumento de vías de comunicación asociado a este crecimiento urbanístico supone crear más barreras frente al flujo natural. También, la deforestación y las prácticas deficientes de cultivos incrementan las tasas de escorrentía y carga sólida. En la provincia de Alicante se ha producido un significativo abandono

de terrazas de cultivo y de incendios forestales que han acentuado el proceso de desertización y aumentado los caudales sólidos de las avenidas.

Existen diferentes emplazamientos y lugares susceptibles de sufrir inundaciones. En nuestra región los dominios geomorfológicos y naturales con mayor riesgo son los valles fluviales y las zonas endorreicas y semiendorreicas. En los valles fluviales aparecen los cursos medios y altos en los que las inundaciones se caracterizan por alcanzar calados y velocidades significativas y ser de corta duración. Estas singularidades corresponden a algunos tramos de ríos como el Serpis o el Vinalopó. Pero sin duda, son los cursos bajos, concretamente la llanura de inundación, la parte más vulnerable de un curso fluvial. Las inundaciones en este dominio son masivas. A veces el cauce se encuentra más elevado que la llanura por lo que se agudizan las dificultades de desagüe de la zona inundada y aumenta la duración de la inundación. Éste tipo de inundaciones son características en la Vega Baja del Segura.

Las zonas endorreicas o semiendorrécicas corresponden a zonas deprimidas a las que llega la escorrentía superficial reteniéndose al no disponer de desagüe natural. Algunas veces son susceptibles de presentar lagunas o saladeros. Sin embargo, cuando las condiciones litológicas e hidrológicas no son propicias para la acumulación de agua se caracterizan por una desaparición de los cauces. Este aspecto es especialmente peligroso, ya que el hombre tiende a ocupar estos espacios sin tener conciencia del riesgo que entraña. Las inundaciones presentan duraciones largas. Entre este tipo de zonas se puede destacar diversas áreas en las proximidades de Alicante entre las que se encuentran las ramblas de Rambuchar y Pepior entre otros. Un caso particular de zona endorreica, destacable por la abundancia en nuestro territorio, son las marjales. Corresponden a ambientes litorales de *lagoon* más o menos evolucionados. Se encuentran a escasa cota topográfica y a veces tienen agua de forma permanente. Estos ambientes han sido atractivos para el hombre, por lo que se han aprovechado para el desarrollo de la agricultura y últimamente incluso turístico. Su comportamiento frente a las inundaciones es semejante a las zonas endorreicas. Algunas de estas marjales litorales son la de Pego-Oliva o las salinas de Agua Amarga en Alicante.

Con el objeto de evitar o minimizar los daños ocasionados por las inundaciones se suelen realizar una serie de medidas, gran parte de las cuales conllevan la



realización de obras de infraestructura cuyo objetivo es reducir los caudales punta, los niveles de inundación y la duración de inundación. Entre las actuaciones más frecuentes en nuestro ámbito se destacan los encauzamientos o canalizaciones, con las que se pretende un aumento de la capacidad de desagüe. Son numerosos los ejemplos de encauzamientos de ríos y ramblas, entre las que se pueden destacar los barrancos de las Ovejas, Agua Amarga, y actualmente Juncaret, en Alicante, o el río Vinalopó a su paso por poblaciones como Elche, Elda o Novelda. Por otro lado, el encauzamiento más importante realizado corresponde al del río Segura entre Murcia y Guardamar. Otra de las actuaciones más significativas son las pequeñas presas o azudes hidrológico-forestales construidas en los torrentes y barrancos. Además de su efecto laminador reducen la carga sólida. En este mismo sentido, se encuentra la restauración hi-

drológico-forestal consistente en la actuación sobre los suelos y vertientes por medio de repoblaciones, introducción de cultivos y abancalamientos, entre otros. Este tipo de actuaciones disminuye y retarda la escorrentía superficial.

### 3. MOVIMIENTOS DE LADERA

La ocurrencia de movimientos de ladera obedece a un desequilibrio entre el peso del terreno, una de cuyas componentes actúa paralelamente a la ladera y hace que dicha masa tienda a desplazarse hacia la parte inferior de la ladera, y la resistencia al corte del material, que se opone a dicho movimiento. Cuando esta componente del peso excede la resistencia al corte del material, se produce la inestabilidad.

**ALICANTE**

**REPORTAJE** SEGURIDAD DE UNA IMPORTANTE OBRA

Un **fragmento** de la parte superior de la **Serra Grossa**, en la zona de la **Cantera**, **podría desplomarse**. Así opinan **expertos** consultados por este diario, quienes entienden que existe riesgo real de que caiga un talud similar al que se **desplomó** hace veinte años: nada menos que **2.800 toneladas** de roca. Las obras que se están acometiendo debajo de la sierra para la red del nuevo **travía** hacen **temer** a los **vecinos** que pueda ocurrir un grave **accidente**.

Sábado, 7 de febrero, 2004 INFORMACIÓN

INFORMACIÓN Sábado, 7

Vista tomada ayer desde lo alto de las rocas que permanecen inestables y en la que se aprecia en la parte de abajo las obras para construir el trazado del futuro travía

→ de la parte alta «está totalmente desprendida en una zona muy inestable»

**«Totalmente inestable»** Miguel Ángel Rodríguez no habla de «riesgo» porque «los riesgos siempre están ahí», señala que al ser «

«La detonación de las máquinas

# Con los ojos en las alturas

Vecinos y geólogos advierten del peligro de derrumbes en la Cantera junto a las obras del travía

CARRATALÁ

Figura 4. Artículo del Diario Información sobre los riesgos de desprendimientos rocosos en la zona de la Cantera (Serra Grossa, Alicante).



En este desequilibrio intervienen numerosos factores. Por una parte los hay que actúan como desencadenantes de la inestabilidad. Su acción consiste en modificar la morfología inicial de las laderas o las propiedades mecánicas de los materiales. Por su frecuencia e importancia, entre éstos destaca la acción del agua, que al saturar el terreno aumenta su peso y, a la vez, disminuye su resistencia al corte, y la del hombre, que en su actividad cotidiana puede modificar bruscamente la morfología de las laderas o construir estructuras que incrementen notablemente las fuerzas que deben soportar los materiales de las laderas. El agua, además, cuando circula sobre la superficie del terreno puede erosionar la base de las laderas, produciendo su descalce. Todo ello contribuye a modificar el equilibrio inicial de fuerzas que podía existir en la ladera y desencadena las inestabilidades.

Por otra parte existen factores intrínsecos al medio o condicionantes. Entre estos se encuentra el relieve (pendientes), necesario para la ocurrencia de las inestabilidades, o la propia naturaleza de los materiales. Así, estos fenómenos son frecuentes en materiales blandos (margas, arcillas), de baja resistencia al corte y que, además, modifican muchas sus propiedades resistentes en función de su contenido en agua, o en materiales competentes pero fracturados (p.e. areniscas, calizas).

La ocurrencia de este tipo de riesgo en la provincia de Alicante tiene una distribución muy desigual. En el sur de la provincia abundan los materiales margosos, propensos a sufrir inestabilidades pero, sin embargo, estos fenómenos son poco frecuentes debido a que el relieve es suave y la climatología, que aporta el agua al medio, es de árida a semiárida. Es por ello que los movimientos suelen estar relacionados con la actividad del hombre (excavaciones, construcciones a media ladera, etc.) (Fig. 4).

Una situación diferente existe en la mitad norte de la provincia. Aquí se suman la mayoría de los factores antes señalados. Así, son frecuentes las litologías susceptibles (amplios afloramientos de margas o de combinaciones de margas con calizas y/o areniscas), el relieve es abrupto, la red de drenaje está bastante encajada y, por último, el clima es más húmedo. Como consecuencia abundan los ejemplos de movimientos de ladera de diversa tipología cuya ocurrencia se desencadena de forma natural, sin necesidad de intervenir el hombre. Ejemplos espectaculares los podemos encontrar en la sierras de Aitana, Serrella, las márgenes de diversos ríos

(Serpis, Monnegre, Barchell, Molinar, Ceta, Guadalest, ...).

Por otra parte, en este sector el crecimiento de numerosos núcleos urbanos, sobre todo en la costa aunque también en el interior de la provincia, se está realizando a costa de invadir áreas desfavorables caracterizadas por pendientes importantes en materiales de baja calidad geotécnica (baja resistencia al corte) situadas, muchas veces, en las proximidades a cauces en donde se observa fenómenos activos de erosión. Como consecuencia, son numerosos los movimientos que afectan a zonas urbanizadas de El Campello, Villajoyosa, Finestrat, Benidorm, Altea, Alcoy, etc., así como a vías de comunicación de la provincia (A7, N340, CV70, CV756, trincheras de la red de FGV, etc.).

Un ejemplo de la problemática que plantea este riesgo geológico es el observado en la ciudad de Alcoy. La misma se encuentra sobre los cauces de los ríos Barchell, Molinar y Serpis. Diversas zonas del casco urbano se encuentran amenazadas por movimientos activos o inactivos (pero de potencial reactivación) como consecuencia de la erosión que estos ríos están efectuando de las laderas de los valles, la modificación por parte del hombre de muchas de las laderas naturales y de las sobrecargas que representan las construcciones. En los polígonos industriales de Sembenet y de Santiago Payá, de reciente creación, se puede observar los daños materiales y económicos que conlleva la ocurrencia de estos fenómenos en zonas urbanas (daños en construcciones, en viales, en redes de alcantarillado, disminución o cese de actividad productiva, etc.).

#### 4. EROSIÓN LITORAL

En las últimas décadas la mayor parte del litoral mediterráneo español se ha visto sometido a una progresiva pérdida de sedimento y, en consecuencia, a un retroceso de sus playas. Las causas de esta degradación del litoral son varias. De un lado, y como factor principal, está la falta de alimentación natural de la costa por retención de sedimento en presas construidas en las cuencas de drenaje. De otro lado, con incidencia más puntual, están la implantación de puertos y otras obras de defensa costera y la urbanización sobre los cordones de dunas. Recordemos que, en nuestras latitudes, donde la producción biogénica es moderada, las costas se alimentan fundamentalmente de sedimentos terrígenos (procedentes del continente) aportados por



los cursos fluviales; de hecho, si analizamos la composición de los sedimentos de las playas, observamos que más del 90% de sus componentes son fragmentos de rocas, que se reparten en porcentajes equivalentes de clastos carbonáticos y siliciclásticos. Los bioclastos, como elementos producidos en la propia costa, son minoritarios. De otro lado, la necesidad de construir instalaciones portuarias con sus correspondientes espigones de abrigo, ha provocado la retención local, corriente arriba, del escaso sedimento que circula por la costa, desabasteciéndose los sectores corriente abajo de los puertos. Otro elemento que puede jugar un papel en el retroceso de las playas, si bien de menor importancia que los anteriores, es la ocupación por viviendas de los cordones de dunas adyacentes a las playas; esta forma de retención de los sedimentos dunares impide que determinados vientos de componente hacia mar transporten material hacia las playas, de igual forma que anulan la erosión por tormentas de las dunas como otra vía de reciclado de sedimentos costeros. En condiciones de costas subalimentadas, las corrientes y derivas transportan el material a lo largo de la línea de costa, sin que éste quede retenido de forma estable en ningún segmento de la misma. El efecto de los intensos temporales (principalmente del levante) es la principal causa de que el sedimento sea transportado hacia mar, quedando depositado a profundidades tales que el oleaje es incapaz de moverlo de nuevo hacia tierra.

### Sector de Campello

Una parte de la costa alicantina donde se han realizado recientemente intervenciones para remediar el retroceso de las playas se localiza en la localidad de El Campello. Durante las décadas los años 1980 a 2000, esta costa quedó desprovista de sedimento, hasta tal punto que los temporales amenazaban con frecuencia las viviendas y obras civiles próximas a la misma. Es un ejemplo singular en el que las playas representan tanto un elemento protector contra las tormentas como un factor clave para el aprovechamiento turístico de la costa. En ausencia de sedimento natural, las intervenciones inicialmente realizadas consistieron en la construcción de un campo de espigones; con los que se perseguía un doble objetivo: 1) retener el volumen de material, si bien escaso, que transportan las corrientes y derivas, y 2) atenuar el efecto erosivo de las tormentas, dado que tales obras actúan como pantallas para la descarga de la energía del oleaje.



Figura 5. Regeneración de la playa de El Campello.

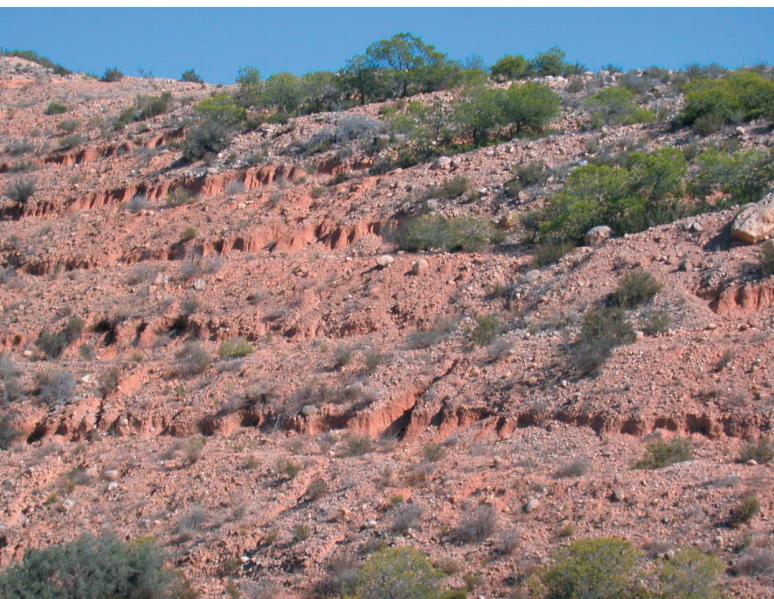
La construcción de espigones no remedió la situación de degradación de las playas, dado que el retroceso continuó hasta el año 2002. En este año fue cuando se ejecutó un proyecto de regeneración artificial, incorporando sedimento dragado de plataforma marina. Algunos detalles técnicos de esta regeneración artificial están recogidos en la figura 5.

### 5. EROSIÓN DEL SUELO

La erosión acelerada de los suelos se produce normalmente por la combinación sinérgica de la actividad humana y unas condiciones ambientales propensas a la erosión. En general, la destrucción de bosques y matorrales y el cultivo y pastoreo intensivos, especialmente en áreas marginales sin vocación agrícola, son las causas principales que generan problemas de erosión de suelos.

En la provincia de Alicante, se distinguen dos grandes áreas que representan diferentes condiciones de riesgo: la zona semiárida al sur (Fig. 6), caracterizada por una cubierta vegetal escasa, y el norte de la provincia, en donde la vegetación está bien desarrollada pero el territorio es muy propenso a los incendios forestales.

Las zonas semiáridas del sur de la provincia, como el resto de la vertiente mediterránea, han estado sometidas a diversos pulsos de explotación asociados a períodos de mayor necesidad o crecimiento de la población,



**Figura 6.** Erosión acelerada del suelo en una zona aterrazada para reforestación situada al N de Albatera (Fotografía cortesía de Alberto Vilagrosa).

el último de los cuales se inicia en los años cuarenta, tras la guerra civil, y se extiende hasta los años sesenta, cuando se inicia el abandono de las zonas agrícolas marginales. En estos periodos de mayor explotación, las actividades agrícolas y ganaderas han ocupado zonas de vocación forestal, zonas de pendientes elevadas y suelos poco profundos. De este modo, muchas zonas forestales del territorio han sido degradadas por el cultivo, el pastoreo, el carboneo y la recolección de

especies leñosas para combustible. Gran parte de estas zonas no se han recuperado de forma espontánea tras el abandono, debido a las condiciones ambientales extremas del territorio, y sufren procesos de erosión intensos. En muchos casos, el abandono es un factor de degradación y erosión añadido, ya que va acompañado del abandono de las estructuras de conservación de suelos —las terrazas— que caracterizan los cultivos mediterráneos en áreas de montaña.

En cuanto al sector septentrional de la provincia, el mayor factor de riesgo lo constituyen los incendios forestales. En los últimos años, se han puesto en marcha en la provincia de Alicante diversas estaciones experimentales para evaluar la erosión tras los incendios forestales en zonas secas y semiáridas.

En la zona experimental de Benidorm, la vegetación se estabilizó alrededor de valores de 30-55 % de suelo cubierto en los 3 primeros años tras el fuego; en este periodo, la capacidad de infiltración no recuperó los valores pre-incendio. Igualmente, la erosión tras el incendio no mostró ningún indicio de tendencia decreciente durante los 5 primeros años tras el fuego. Se desconoce la evolución a largo plazo del sistema, ya que la zona experimental fue destruida para la urbanización y construcción de un parque temático, pero los resultados obtenidos durante los primeros años apoyan la hipótesis de que las perturbaciones en medios muy limitados pueden conducir a su degradación irreversible.

En la estación experimental de Guadalest, la erosión post-incendio tampoco mostró ningún indicio de reducción durante los 3 primeros años, incluso se observó un ligero aumento. La estación sigue operativa y se podrá analizar la evolución a más largo plazo.

La severidad del incendio es uno de los factores de mayor peso en la erosión post-incendio. La permanencia sobre el suelo de parte de la vegetación o de restos vegetales y horizontes orgánicos sin quemar después de fuegos de baja intensidad es una de las causas de las bajas tasas de erosión registradas en estas condiciones. Estos restos actuarían de cubiertas protectoras frente a la desagregación del suelo por la lluvia, a la vez que incrementan la rugosidad de la superficie disminuyendo la velocidad del flujo y estableciendo áreas-trampa de sedimentos. Por otra parte, diversos ensayos de campo y laboratorio han puesto de manifiesto los efectos de la severidad de los incendios en el incremento de la erosionabilidad del suelo (Giovannini et al. 2001). La severidad del incendio determina, además, el grado de destrucción de semillas o de rizomas y otros órganos



vegetales subterráneos, afectando a la posterior colonización de los espacios quemados.

La severidad del fuego depende, entre otros factores, de la cantidad de combustible disponible y éste varía con los usos del suelo. En el norte de la provincia de Alicante se realizaron diversos ensayos para valorar los cambios en la erosionabilidad del suelo debidos al fuego para distintos usos del territorio (pinares, aulagares, cultivos abandonados y cultivos activos). La conclusión a la que se llegó es que los incrementos mayores en erosionabilidad se producen precisamente en aquellos usos con valores menores de erosionabilidad antes del incendio (pinares) y este resultado se atribuye a la mayor severidad que alcanza el fuego en estos usos debido a la mayor cantidad de combustible disponible.

En resumen, las áreas mediterráneas secas son particularmente sensibles a los incendios forestales debido a la conjunción de una vegetación muy inflamable, precipitaciones intensas en otoño y una lenta recuperación de la vegetación debido al déficit hídrico. De los distintos usos del territorio comunes en estas áreas, aquéllos en los que se acumula mayor cantidad de combustible —pinares, aulagares— son especialmente sensibles a los efectos del fuego.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, P. (1995). *Neotectónica de la Cuenca del Bajo Segura (Cordillera Bética oriental)*. Tesis doctoral, 211 p.
- Bousquet, J.C. (1979). Quaternary strike-slip faults in Southeastern Spain. *Tectonophysics*, 52, 277-286.
- Camarasa, A. (1994). La intensidad de precipitación. En: *Atlas climático de la Comunidad Valenciana (1961-1990)*. Ser. Publicaciones de Divulgación Técnica. Colección «Territori» nº 4. COPUT. Generalitat Valenciana. 209 p.
- Camarasa, A. (2002). Crecidas e inundaciones. En: *Riesgos Naturales* (Coord. F.J. Ayala-Carcedo y J. Olcina). Ed. Airel Ciencia: 859-877.
- COPUT (2002). *Plan de acción territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación*

en la Comunidad Valenciana

Dirección General d'Urbanisme i Ordenació Territorial. COPUT Generalitat Valenciana. Doc. 1, V.1. Memoria 79 p.

Delgado, J., Giner, J., López-Casado, C. y Auernheimer C. (1993). Análisis de la respuesta del suelo en intensidades. Aplicación al terremoto de Torrevieja. En: R. Ortiz (ed.). *Problemática Geoambiental y Desarrollo*, Murcia. Tomo II, 627-636.

Giner, J.J., Molina, S. y Jáuregui, P.J. (2001). *Sismicidad en la Comunidad Valenciana* (C.V.). Ed. Club Universitario, Alicante.

Giovannini, G., Vallejo, R., Lucchesi, S., Bautista, S., Ciompi, S. y Llovet, J. (2001). *Effects of land use and eventual fire on soil erodibility in dry Mediterranean conditions*. *Forest Ecology and Management*, 147, 1, 15-23.

Martín Vide, J. (2002). Las lluvias máximas diarias. En: *Riesgos Naturales* (Coord. F.J. Ayala-Carcedo y J. Olcina). Ed. Airel Ciencia: 913-920.

Montenat, C. (1977). Les bassins néogènes et quaternaires du Levant d'Alicante à Murcie (Cordillères bétiques orientales, Espagne). Stratigraphie, paléontologie et evolution dynamique. *Doc. Lab. Géol., Univ. Lyon*, 69, pp. 345.

Muñoz, D., Udías, A. y Moreno, E. (1984). Reevaluación de los datos del terremoto de 1829 (Torrevieja). En: Asociación Española de Ingeniería Sísmica (ed.). *Sismicidad Histórica de la Península Ibérica*, Madrid, 38-41.

Muñoz, D. y Udías, A. (1991). Three large historical earthquakes in Southern Spain. En: J. Mézcuia and A. Udías (eds.). *Seismicity, Seismotectonics and Seismic Risk of the Ibero-Maghrebian Region*. Publ. Inst. Geogr. Nac. Madrid, 8, 175-182.

Somoza, L. (1993). *Estudio del Cuaternario litoral entre Cabo de Palos y Guardamar (Murcia-Alicante). Las variaciones del nivel del mar en relación con el contexto geodinámico*. Instituto Español de Oceanografía, 12, 237 p.

Taboada, A., Bousquet, J.C. y Philip, H. (1993). Co-seismic elastic models of folds above blind thrusts in the Betic Cordilleras (Spain) and evaluation of seismic hazard. *Tectonophysics*, 220, 223-241.

