

Relación entre la extensión de conos de deyección y la de su cuenca. Cabo de Gata

por J. TRILLA ARRUFAT *

RESUMEN

En la vertiente occidental de las sierras del Cabo de Gata y tocando al mar, se extienden varios conos de deyección cuyas extensiones en superficie se ha comprobado son función de las de sus cuencas de drenaje, relacionándose ambas mediante una ecuación exponencial ya preconizada por DENNY (1967) y HOOKE (1968), para formaciones parecidas en zonas áridas, aunque de mucha mayor extensión; comprobándose así el amplio intervalo de validez de dicha relación, se preconiza su interés para acotar las extensiones que deberían ocupar conos de deyección actualmente erosionados, si se conoce la cuenca que actuó de área fuente.

Se discute además para el caso que nos ocupa, el proceso dinámico y las condiciones morfoclimáticas bajo las que se formaron dichos conos de deyección, sobre los cuales la dinámica actual en aquella área no parece actuar de forma eficaz.

SUMMARY

On the occidental slope of the Cabo de Gata mountain range and by the side of the sea, there are several alluvial fans whose extensions in area have been checked to be dependent upon those of their drainage basin, both being related through an exponential equation already preconized by DENNY (1967) and HOOKE (1968), for similar formations in arid zones, although of a much greater extension; thus, the ample interval of validity in that relation having been checked, we preconize its interest to fixint the extensions that the alluvial fans eroded at present should occupy, if the basin which acted assource area is known.

We discuss also, in this work, the dinamic process and the morphoclimatic circumstances under which the alluvial fans were developed and on which the present dynamic of that area do not seems to act affectually.

INTRODUCCIÓN

En la vertiente oeste de las sierras de San Miguel y Rellana, en Cabo de Gata (provincia de Almería), se extienden varios conos de deyección (*alluvial fan*) que sin ser muy extensos, están en cambio bien desarrollados y sobre todo muy bien delimitados y conservados, como si los agentes geomórficos externos

bajo las condiciones climáticas actuales no actuaran sobre ellos o no participaran en la dinámica externa actual de la región, cuyos procesos más sobresalientes se deben a avenidas torrenciales.

Estos conos de deyección acaban unos prácticamente en la línea de la playa y otros en una laguna litoral que constituye las Salinas del Cabo de Gata.

En la región donde se encuentran estos conos de deyección, se dan actualmente unas condiciones climáticas propias de zona árida con una pluviometría media anual de unos 200 l/m² y una temperatura media anual de unos 14°C; en el bien entendido de que esta pluviometría media no refleja la realidad de las precipitaciones, pues éstas son espaciadas e irregulares. Así, a finales del mes de mayo del año en 1973, sólo en unas doce horas se totalizaron cerca de 90 l/m² de lluvia.

MORFOLOGÍA

La extensión de los conos de deyección estudiados, seis en total, varía desde unos 222.150 m² a unos 3.991.050 m²; el detalle de sus respectivas extensiones se indica en la tabla I.

Estos conos se desparraman al pie de un sistema de sierras que se orientan de N a S a lo largo de unos cinco kilómetros, fosilizando la línea de falla que pone en contacto los materiales volcánicos que constituyen las sierras aludidas con el Mioceno que se extiende a poniente de las mismas.

La altitud máxima del relieve constituido por estas sierras volcánicas se encuentra en la cima de Rellana, con 353 m. En cuanto a los conos de deyección, su parte más distal está en general a una cota de unos 5 m sobre el nivel del mar y muy cerca del mismo, situándose sus vértices alrededor de la cota 60. Su geometría y extensión relativa en planta, puede observarse en la figura 1. Todos ellos presentan un per-

* Departamento de Geología, Universidad Autónoma de Barcelona.

fil longitudinal cóncavo, que finaliza en la parte alta de su vértice, con una parte prácticamente llana, la cual enlaza a su vez con otra concavidad topográfica más acusada que corresponde ya a las laderas de la cuenca vertiente hacia el cono respectivo. El perfil transversal en cambio, es en todos los conos convexo. Las pendientes topográficas de las partes terminales

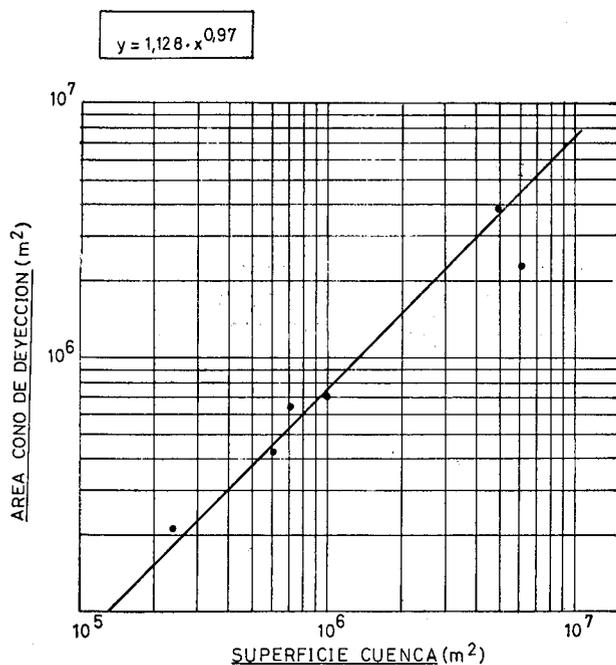


FIG. 2. — Representación gráfica de la relación extensión cuencas/conos.

se mantienen en todos los casos entre el intervalo de 1° 30' a 1° 53'; o sea que estos conos son bastante llanos en su parte terminal; en cambio en su parte proximal, más concretamente en zona del vértice, estas pendientes son más variables, acotándose entre 2° 43' y 9° 30', siendo las pendientes medias también variables y con una tendencia uniforme a ser más empinadas conforme la extensión de la cuenca de drenaje correspondiente es más pequeña. Así, el cono de deyección que presenta una mayor cuenca de drenaje, el IV, ofrece una pendiente media 3,4°; en cambio, el cono al que corresponde una cuenca menor, el II, presenta una pendiente media de 6,1°.

El área fuente de los materiales acumulados en los conos de deyección la constituyen las sierras antes comentadas, por lo que se encuentran en los conos los mismos materiales que en las sierras con una fracción arcillosa, parda, producto de alteración meteórica de éstos. Los cantos son angulosos en su totalidad y tamaño muy heterométrico, que varía desde gravillas de 2 mm hasta bolos de 70 cm; el tamaño medio es de unos 15 cm y no están cementados. Estas características de los cantos se ofrecen constantes tanto en superficie como en corte.

Hay que resaltar que el conjunto de este material es bastante permeable, permitiendo el drenaje de la pluviometría directamente incidente sobre los conos de deyección, así como la infiltración de los aportes que reciben de las cuencas hacia ellos versantes. En la figura 1 se ha intentado señalar los pequeños cauces abiertos en los conos de deyección, que prácticamente desaparecen todos antes de alcanzar el pie de los mismos. Estos cauces unos son continuación del principal, provenientes de las cuencas correspondientes a cada cono y que desaparecen ya prácticamente en el vértice de los mismos, sobre todo en los más empinados; y otros son cauces que nacen y acaban en el mismo cono de deyección.

El nivel piezométrico, pocos días después de cualquier episodio lluvioso —2 a 3 días— se establece al nivel del mar, alcanzándolo algunos pozos allí existentes, de los que antes se obtenía agua, salobre, para el ganado.

El aspecto general de la superficie de los conos estudiados y principalmente el de los cauces comentados, dan la impresión de que las lluvias actuales, ni siquiera las tormentosas, no son capaces remover ni trasladar el material de los conos. Comparando el trazado de los cauces observables en las fotografías aéreas obtenidas en 1956 con el que presentan actualmente, no se ha podido notar diferencia alguna, a no ser la de una cierta tendencia a hendirse.

RELACIÓN ENTRE EXTENSIÓN CONOS Y EXTENSIÓN CUENCAS

La extensión de los conos de deyección de una misma región, formados bajo unas mismas condiciones climáticas y a partir de un área fuente litológicamente homogénea en su conjunto —como el caso que nos ocupa— parece lógico que dependa fundamentalmente de la extensión de las cuencas de avenamiento respectivas hacia ellos versantes. Así lo han hecho resaltar ya varios autores: BULL (1964); DENNY (1967) y HOOKE (1968). De entre éstos el primero propuso la ecuación:

$$Af = c Ac^n \quad (1)$$

en la que Af es la extensión del cono de deyección; Ac la de la cuenca versante; c es área de un cono de deyección con una cuenca de drenaje de un kilómetro cuadrado y n es la pendiente de la línea de regresión, si representamos la ecuación en coordenadas logarítmicas.

Estudiando y aplicando esta ecuación HOOKE (1968) encontró a partir del estudio de varios conos de deyección, que el valor de n se sitúa alrededor de 0,9 siendo el valor de c variable de unas zonas climáticas a otras y dependiente, entre otras causas de la litología del área fuente. BEAUMONT (1972) recientemente, en la región del Elburz, en el Irán ha encon-

trado los siguientes valores para los conos de deyección de aquella región: $n = 0,946$ y $c = 1,181$.

En nuestro caso, midiendo la superficie de los conos de deyección y la de sus cuencas respectivas, hemos hallado los valores siguientes:

TABLA I

Cono de deyección	Superficie cuenca	Superficie cono de deyección
I	603.925 m ²	431.200 m ²
II	240.100 »	211.150 »
III	717.850 »	642.700 »
IV	6.110.100 »	2.320.155 »
V	5.072.725 »	3.991.050 »
VI	1.006.950 »	704.375 »

Aplicando reiterativamente la ecuación (1) con esta serie de valores, hemos observado que dicha ecuación se cumple en nuestro caso, habiendo encontrado para sus coeficientes n y c los siguientes valores: $n = 0,97$ y $c = 1,28$. Por lo tanto, la ecuación que nos liga la relación entre la extensión del cono de deyección y la de su cuenca resulta ser en la región estudiada $A_f = 1,128$ $A_c 0,97$; siendo A_f y A_c las variables ya comentadas.

En la figura 2 puede verse la representación gráfica de la ecuación hallada, en relación con los puntos reales medidos, observándose la mínima dispersión de los mismos. Es de destacar al respecto la particular separación del punto correspondiente al cono de deyección IV. Replanteado este caso particular sobre el terreno, se ha visto, que ello es debido a que su ex-

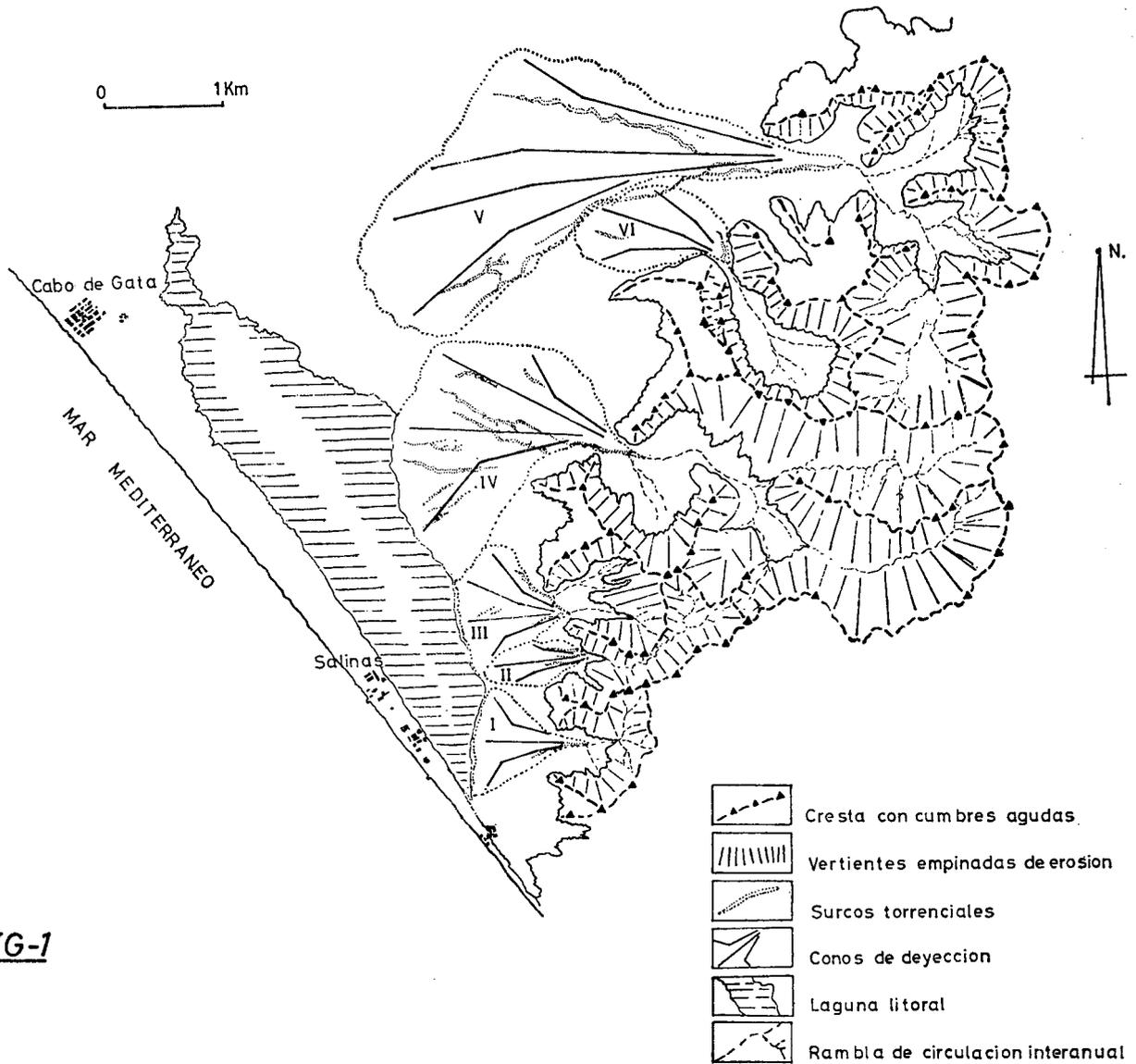


FIG-1

FIG. 1. Esquema geomorfológico de la zona estudiada.

tensión medida, viene dada por defecto, dado que este cono se sumerge por debajo del nivel de la laguna litoral que lo recubre en muy poca profundidad, pero en extensión apreciable, aunque no medible con los medios de campo de que hemos dispuesto.

La variedad en extensión que presenta la serie de conos estudiados que va desde $b.10^5$ a $b.10^6$, siendo b un número dígito— creemos que permite aceptar la ecuación hallada como totalmente válida.

ORIGEN Y GÉNESIS DE LOS CONOS DE DEYECCIÓN ESTUDIADOS

En general ha sido y es muy discutido el origen y génesis de los conos de deyección y puede que la denominación anglosajona *alluvial fan* aplicada a toda la gama de estas formaciones no ayude precisamente a aclarar el origen de las mismas. Así el poner el adjetivo *alluvial*, parece establecer ya unas condiciones climáticas y sobre todo una génesis determinadas, de las que se puede esperar un transporte de material en medio acuoso, con rodamiento de cantos y selección o al menos separación de tamaños de grano en función de la capacidad de arrastre, etc.

En el caso que nos ocupa, por los indicios ya comentados: permeabilidad del conjunto, desaparición de cauces, cantos angulosos, coexistencia muy heterométricos de tamaños tanto en extensión superficial como en profundidad y el aspecto general de formas fósiles de los pequeños cauces ya comentados, nos lleva a opinar que la acumulación del material no se debe, al menos de forma principal, ni mucho menos dominante, a transportes y deposición en medio acuoso. Téngase en cuenta al respecto, aunque sea reincidencia, que las avenidas de agua actuales provenientes de las cuencas versantes hacia los conos estudiados, muy intensas por su corto tiempo de concentración en función de las elevadas pendientes que estas cuencas presentan (del orden del 17 % de pendiente media), al llegar al vértice penetran en el cono de deyección según un pequeño curso hendido un metro aproximadamente y en término medio, desapareciendo en pocos metros el curso y así sus aguas, sin que se produzca derrame de material de arrastre. Precisamente para aprovechar estas aguas que desaparecen en el vértice, los lugareños construyeron hace años en uno de ellos un canal de fondo cementado, para recoger las aguas de la cuenca versante hacia el cono y dirigirlas a aljibes situados en la parte distal.

Por otra parte no hay que olvidar que previamente al transporte existe la fase de arranque de material, la cual nos resulta igualmente difícil admitir sea debida al agua de escorrentía, ya que ni incluso en casos de avenida, actualmente, no arranca ni traslada material de forma sensible.

Por todo ello nos inclinamos a opinar que el origen y génesis de los conos de deyección estudiados, hay

que buscarlos en condiciones climáticas bien diferentes de las actuales en aquella zona. Creemos así, al menos como teoría de trabajo, que el arranque de material —cantos, ángulos y aristas vivas— se debe a la acción del hielo sobre las laderas y cimas de las cuencas versantes y el transporte se debería a las nieves en fusión deslizando en conjunto según una masa densa. Así pues tendríamos unas condiciones climáticas de invierno frío, con hielos y nieve y una primavera o verano más suaves con fusión de nieves. En consecuencia opinamos que la época de acumulación de estos conos de deyección estaría en relación con un período glacial, probablemente el Wurm, durante el cual mientras en las altas latitudes europeas se establecieron los glaciares, en la zona estudiada existiría, como se ha dicho, un clima de invierno frío, seguido de una primavera y verano lo suficientemente cálidos como para provocar la fusión de las precipitaciones sólidas invernales.

Es debido a esta teoría de trabajo que hemos denominado cono de deyección a las acumulaciones de material estudiado, dado que esta expresión entraña principalmente significado morfológico, pero no morfogenético. Caso de que el agente dominante fueran las aguas de escorrentía, habríamos usado el término de abanico fluvial, que contiene significado morfológico y morfogenético. En consecuencia, dado que en castellano existen ya términos distintos que perfilan el concepto, no creemos exista razón de peso que obligue a usar el anglicismo *alluvial fan*, de significado un tanto ambiguo si no erróneo, al aplicarlo indistintamente.

CONCLUSIONES

La ecuación que estableció BULL en 1964 sigue cumpliéndose en conos de deyección de extensión incluso mucho más pequeña que los que la originaron. Así resulta que esta ecuación es válida para extensiones de algunos miles de millones de metros cuadrados, hasta extensiones de sólo algún centenar de miles de metros cuadrados, Intervalo: 10^9 m² a 10^5 m².

Si aceptamos la validez de esta ecuación, se puede acotar —método inverso— el orden de magnitud de la extensión que en su día tendría un cono de deyección del que actualmente se conservan solamente retazos, si se conoce el área de su cuenca.

En las condiciones climáticas actualmente existentes en la zona estudiada, parece que no existe deposición sensible de material en los conos de deyección estudiados, así como tampoco erosión natural eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

- BEAUMONT, P. (1972): Alluvial fans along the foot hills of the Elburz mountains, Iran. *Paleog. paleoclim. Paleoc.*, Vol. 12, n.º 4: 251-272.

- BULL, W. B. (1964): Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 352-E: 89-129.
- DENNY, C. S. (1965): Alluvial fans in the Death Valley region, California and Nevada. *U. S. Geol. Surv. Prof., Pap.* 446: 62 pp.
- DENNY, C. S. (1967): Fans and pediments. *Am. S. Sci.*, 265: 81-105.
- ECKIS, R. (1928): Alluvial fans of the Cucamonga district, southern, California. *J. Geol.*, 36: 224-247.
- HOOKE, R. LEB. (1968): Steady-state relationships on arid region alluvial fans in closed basins. *Am. S. Sci.*, 266: 609-629.
- MELTON, M. A. (1955): The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona. *J. Geol.* 73: 1-18.

Recibido para su publicación 22 enero 1974.