

EL ARROYO HUENES Y EL CONGLOMERADO ZUBIA. DISCUSION GEOMORFOLOGICA. SIERRA NEVADA. ESPAÑA

J.A. GALLEGOS

Catedrático Ciencias Naturales. Instituto Padre Suárez. Granada.

Several aspects are studied in this brief paper. First we review the related origin between the Zubia Conglomerate and the Huenes Watercourse. Then, the most outstanding features of the former are described, with special attention given to the crusts, or saltpetre flakes. Finally an outline is offered on the possible evolution in time and space of the Watercourse and its debris cone.

Analyse des relations génétiques entre le "Conglomerado de la Zubia" et l'Arroyo de Huenes, et des caractères les plus importants du premier, surtout les croûtes "caliches". Un schéma sur la possible évolution spatiale et temporelle de l'Arroyo et son cône de déjection.

I. INTRODUCCION

I.1. Objeto.

Algunas de las observaciones realizadas durante los últimos años en las vertientes nordoccidentales de Sierra Nevada, han permitido empezar a elaborar un pequeño cuadro, todavía parcial, de la evolución geomorfológica de este sector. En esta nota pretendo presentarlo como hipótesis de trabajo.

I.2. Localización geográfica

El conglomerado Zubia se encuentra junto al pueblo del mismo nombre, en el borde SE de la depresión de Granada. Presumiblemente ha sido elaborado por el Arroyo Huenes en una época anterior; actualmente, el arroyo discurre por el borde del mismo hasta su desembocadura en el río Monachil. La fig. 1 muestra claramente todas estas relaciones.

II. EL ARROYO HUENES

II.1. Generalidades

Nace a 1900 metros, de altitud, en la falda N del Pico del Trevenque, al pie de la Cortijuela, gracias

a la existencia de algunos manantiales que se alimentan del agua de infiltración de las calizas; el caudal es pequeño en general (800 l/s como máximo) y sufre variaciones importantes a lo largo del verano.

Discurre en dirección W, aprovechando varias fracturas que condicionan totalmente el curso, y presenta un cauce relativamente ancho, debido a que las dolomías están sumamente trituradas y pueden movilizarse fácilmente.

II.2. Observaciones geomorfológicas

Las voy a resumir muy esquemáticamente en ocho puntos.

1. Por encima de los 1420 m de altitud hay varios conos de deyección formados en tiempo relativamente reciente; están integrados totalmente por gravas dolomíticas y arenas cementadas por carbonato cálcico. En todos ellos se observa:

a) que el arroyo ha excavado el borde de estos conos, hasta hacer aparecer la roca subyacente; en algunos casos el valor de la excavación llega a ser de 30 m;

b) que el torrente actual se ha encajado en sus

propios depósitos y ha llegado a eliminarlos incluso (en potencias de 15 m como mínimo); c) que ha elaborado un nuevo cono en relación con el nivel actual.

Todo ello apunta a un cambio del nivel de base de estos torrentes, cambio que ha debido ser, además, muy reciente.

2. En el punto en que lo cruza la carretera forestal hay un salto relativamente apreciable (7 m); se puede interpretar como consecuencia de la ola de erosión regresiva originada por el último movimiento de las fallas de borde de la depresión de Granada.

3. A partir de esta ruptura de pendiente se encaja notablemente en las calizas de la Unidad de las Víboras; este es un hecho que se aprecia a simple vista (desciende 90 m de altitud en sólo 600 m de recorrido).

4. Se observan surcos y cavidades de disolución en las calizas en varios puntos (a 50 m sobre el nivel actual, cota 1500; a 155 m sobre el nivel actual, cota 1380, por ejemplo). De acuerdo con sus características, parece claro que han sido elaboradas por la acción de un curso de agua que discurriera por/o chocara con la pared rocosa, tal como se puede ver ocurre actualmente en ciertos meandros.

5. Al encontrar de nuevo las dolomías kakiríticas vuelve a perder su caudal casi enteramente, con lo que el cauce se abre y se tapiza de arena, consecuencia en parte, evidentemente, de la pérdida de potencia inherente a la pérdida de caudal.

6. A 1200 m de altitud cambia de dirección hacia el N; este cambio está claramente condicionado por fracturas.

7. Poco después, a cota 1100 cambia hacia el NW para volver de nuevo a la dirección anterior, a 1050 m.

8. Se encaja, finalmente, en el contacto entre las calizas y los materiales post-orogénicos y, dentro de éstos, a partir del Caserío Huenes; el hundimiento del arroyo en el conglomerado Zubia (con pendientes de 60° y desniveles de más de 100 m) es muy llamativo; gracias a él llegan a aflorar los materiales miocenos subyacentes.

III. EL CONGLOMERADO ZUBIA

III.1. *Generalidades*

Como se puede ver en la figura 1, se trata de una formación con aspecto típico de cono de deyección torrencial; muestra múltiples cauces divergentes, que podrían corresponder a los antiguos brazos del torrente, aprovechados posteriormente en las condiciones actuales. El vértice del cono se encuentra en el punto en que el arroyo Huenes sale de los materiales alpujárrides.

Descansa discordantemente tanto sobre materiales alpujárrides como miocenos (limos y margas) o posteriores (Formación Pinos Genil, Conglomerado Alhambra). Un rasgo interesante a tener en cuenta es que fosiliza una fractura antigua que delimita un afloramiento de Formación Pinos Genil; ello permite datarla relativamente.

El contacto con los alpujárrides se hace siguiendo una superficie de falla normal; ésta no parece cortar nunca al conglomerado, lo cual sugiere que existía ya cuando se verificó el depósito. No obstante, en las proximidades del cortijo Huenes se ve que la falla, que hunde el bloque SW, condiciona un arrastre importante en el conglomerado; esto indica que hay un movimiento posterior al depósito del cono. Además, el conglomerado se ve afectado, en diversos puntos, por fracturas de pequeño salto, aproximadamente paralelas a la anterior.

III.2. *Características sedimentario-estratigráficas*

Desde hace algún tiempo venía realizando observaciones para determinar los rasgos sedimentológicos más importantes del

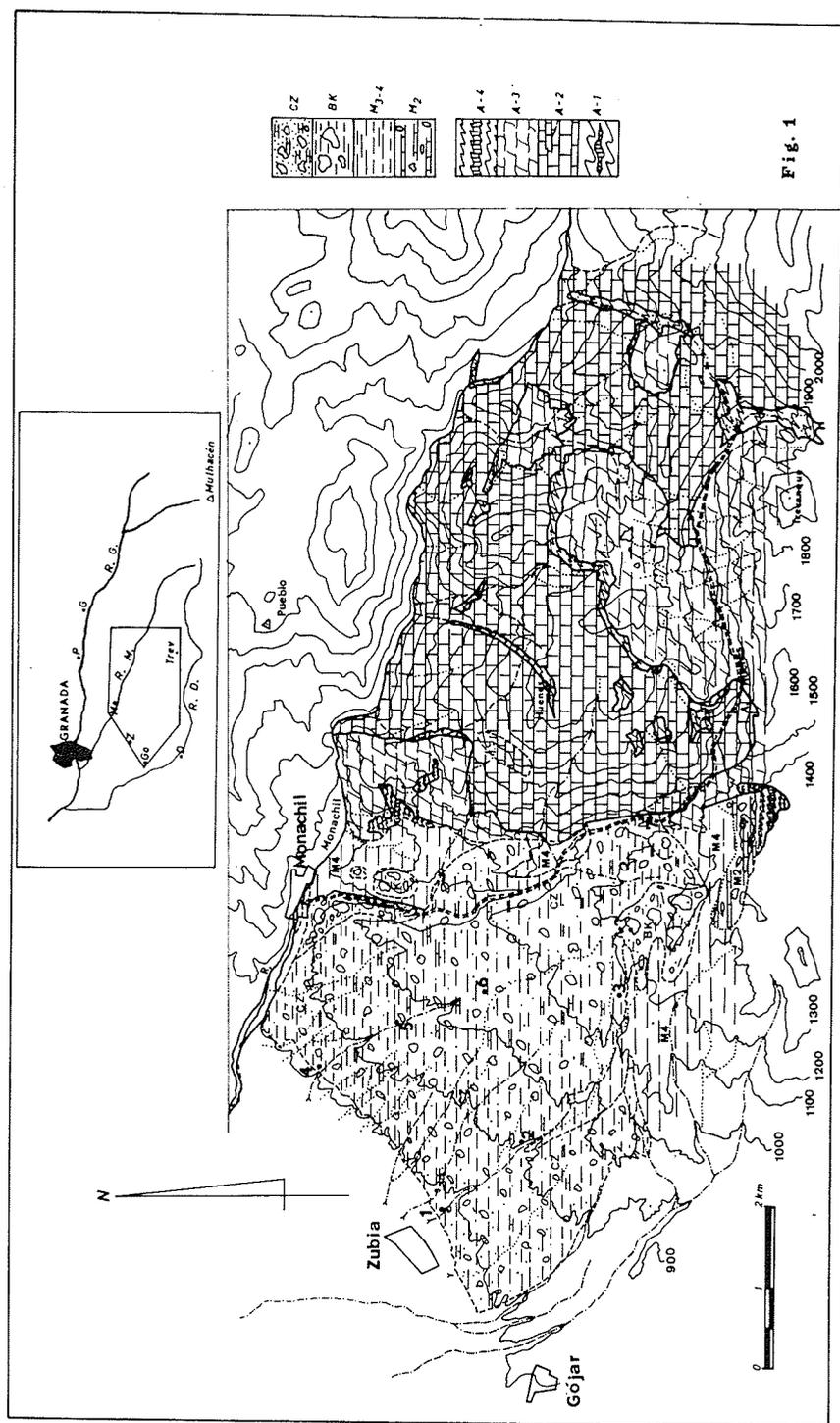


Fig. 1

Fig. 1. Mapa litológico del sector del arroyo Huenes y el conglomerado Zúbia. R. G.: Río Genil. R. M.: Río Monachil. R. D.: Río Dílar. D.: Dílar. G.: Güéjar Sierra. Go.: Gójar. M.: Monachil. P.: Pinos Genil. Z.: Zúbia. A-1: Filitas y cuarcitas. A-2: Calizas (y cal. tableadas). A-3: Dolomías. A-4: Micasquistos y cuarcitas. M-2: Conglomerado basal mioceno. M3-4: Margas miocenas. BK: Formación Pinos Genil ("Block Formation"). CZ: Conglomerado Zúbia.

conglomerado Zubia. Simultáneamente CASTRO realizaba un estudio minucioso desde el punto de vista sedimentario-estratigráfico. Como ha sido presentado a la VI Reunión del Grupo Español de Sedimentología remito al lector.

III.3. Génesis

El hecho de que presente estratificación cruzada, a veces graduada, indica claramente que el régimen del arroyo era torrencial en la época de depósito.

El escaso grado de redondeamiento puede sugerir que el transporte ha sido corto; de acuerdo con la composición de los cantos, el área fuente hay que situarla donde se encuentra actualmente, es decir, entre 2 y 7 km del vértice del cono. Como la dureza media de los cantos calizos y dolomíticos es de 3'5, cabría esperar un redondeamiento algo mayor en relación con el transporte. Sin embargo, esta dificultad se soslaya si se acepta que el transporte ha sido brusco y se ha hecho, en parte, por deslizamiento.

La buena selección de los cantos (paradójica en relación con la observación anterior) se explica teniendo en cuenta que la roca madre los ha proporcionado ya así por su kakiritización; pero se entiende aún mejor si se acepta que la gelifración ha jugado un papel apreciable sobre ella (además se explica que el escaso limo existente esté compuesto por granos calizos y dolomíticos también).

El problema de la formación de las costras calizas que presenta es más complejo.

Aunque se ha sostenido, durante mucho tiempo, que la génesis de las costras de carbonatos o sulfatos, respondían al depósito por evaporación ascendente de las aguas subterráneas, en los últimos años se ha demostrado que no puede ser así. Personalmente, estimo que este afloramiento permite aducir algunos argumentos concretos en contra de aquella hipótesis.

En primer lugar, que las aguas de ascenso por capilaridad, al evaporarse en superficie, no dan corazas o costras continuas lamelares, sino que tienden a dar cristales difusos o, a lo sumo, eflorescencias.

En segundo lugar, la acumulación de estos cristales sería muy irregular, dependiendo de la porosidad local de la formación; en los sitios en que la porosidad fuera muy alta y la ventilación notable, precipitarían antes que en el resto, donde la capilaridad podría jugar más tiempo.

En tercer lugar se puede añadir que, una vez comenzada la formación de la costra, el proceso quedaría frenado; se impediría el ascenso del agua, lo cual condicionaría la disminución de la evaporación.

Finalmente, se puede intentar hacer un cálculo estimativo de la cantidad de agua que debería haberse evaporado, para originar una costra de un determinado espesor; los resultados son totalmente demostrativos. Para que se deposite una columna de 1 cm de potencia en una superficie de 1 cm^2 , son necesarios 2'7 g de caliza:
 $V = 1 \text{ cm}^3$; $m = v.d = 1.2'7$ (densidad media de la caliza).

Admitiendo que el agua rica en CO_2 , viniera cargada con 100 mg/l de carbonato disuelto, para depositar los 2'7 g de caliza que se calculan, sería necesaria la evaporación de 27 l de agua:
 $2'7 \text{ g} / 0'1 \text{ gl} = 27 \text{ l}$ de agua pura.

Esto equivale a una columna de 270 m por cada cm^2 .

En un dominio árido-cálido se reúnen las siguientes condiciones:

- Las precipitaciones no superan los 400 mm.m^2 ($= 0'04 \text{ mm.cm}^2$)
- Las precipitaciones son muy torrenciales y no se infiltra más que una muy pequeña parte de la lluvia caída.

En nuestro caso, además:

- c) La pendiente topográfica es muy fuerte y colabora a la escorrentía pero no a la infiltración.
- d) No toda el agua infiltrada va a engrosar el acuífero puesto que existen varios manantiales.
- e) La estructura (calizas en anticlinal N-S que se hundien bajo limos y margas) imposibilita la utilización del agua que en aquéllas se infiltra.

De esta manera, aun cuando aceptemos que la recogida de sectores vecinos compensa estas pérdidas, y que se acumulan en el fondo del conglomerado Zubia los 400 mm de precipitaciones, es del todo imposible explicar la formación de una costra de 1 cm de potencia. El problema se agudiza si se trata de varias costras superpuestas separadas por gravas y arenas como ocurre aquí.

Por todo ello es obligado aceptar que las costras se han formado de una forma totalmente inversa, como ya demostró DURAND (1959).

En nuestro caso concreto, habría que pensar que las aguas de las precipitaciones eran recogidas por el arroyo; al extenderse sobre el cono se infiltraban, y la caliza disuelta precipitaba en esta formación tan porosa; esta precipitación de carbonatos que se desarrolla a partir de la superficie, va impermeabilizándola progresivamente; el límite inferior de la costra no es neto y presenta bastantes irregularidades; pero el efecto de impermeabilización condiciona que se acentúe el depósito de caliza en la superficie, lo cual implica también un endurecimiento de la costra; el proceso se autocataliza, y el depósito pulverulento primitivo pasa gradualmente, hacia arriba, a una costra dura formada por láminas delgadas superpuestas (de orden milimétrico). La superficie superior, en contraste con la inferior, queda muy neta, muy lisa, tal como se observa en el campo.

Se explican de esta manera todas las características de estas costras sin necesidad de invocar un

dominio excesivamente árido ni, sobre todo, muy cálido. Se debe pensar, por el contrario, que ha debido ocurrir en una fase de transición, al final de un periodo pluvial. A esta conclusión han llegado los autores que las han estudiado en Africa del Norte (Marruecos, Argelia y Túnez); sería, para ellos, el último acto de la génesis de los glaciares que, a continuación, empezarían a ser erosionados cuando el arroyamiento difuso fuera dejando paso al concentrado actual.

Dataciones absolutas cerca de Almería, dan una edad de 30.000 años en una costra caliza delgada sobre conglomerado; cerca de Alicante, la caliza que se encuentra epigeneizando unas margas, da edades de más de 25.000 años. Estas dos dataciones llevan a colocar el proceso de encostramiento en el periodo de calentamiento que separa el Würn I del II (BRINKMANN, R. et al., 1960).

Personalmente, aunque faltan dataciones similares en el conglomerado Zubia, me inclino a pensar que sus costras responden a una situación similar a aquéllas; por ello no tengo inconveniente en asignarlas al Würmiense.

IV. CONCLUSIONES

Para intentar explicar todos los hechos analizados anteriormente, se puede presentar el siguiente esquema evolutivo.

1. Se partiría de una situación en que Sierra Nevada es ya un relieve bien diferenciado; la Depresión de Granada está bien definida porque han actuado las fallas de borde. Lo primero está atestiguado por el hecho de que en la Formación Pinos Genil y en el Conglomerado Alhambra aparecen cantos de materiales Nevadofilábrides; lo segundo, por el hecho de que estas fallas afectan incluso a la Formación Alhambra. Estamos, pues ya, en el Pleistoceno con toda probabilidad (cf. AGUIRRE, 1957 y 1958).

El Arroyo Huenes sería un curso torrencial, con pendiente más pronunciada que la presente, que drenaría una cuenca similar a la actual, y que desembocaría al Genil a través de la Depresión de Granada paralelamente al Monachil, con el que no le ligaría ninguna relación.

2. Toda la zona se ve afectada por las oscilaciones climáticas cuaternarias. Aquí se manifiestan como influencias glaciares en las cimas más elevadas, periglaciares más abajo (variedad montañosa) y subáridas frescas a pluviales en la Depresión. Son condiciones propicias para que las calizas liberen grandes cantidades de materiales sueltos, gracias a la acción de la macrogelifracción; la microgelifracción, debido a la fuerte fisuración de las kakiritas, no jugaría apenas en ellas; sí podría hacerlo mejor en las calizas (GALLEGOS, 1971).

En el intervalo entre el Würm I y el II el incremento de temperatura y de pluviosidad haría que la potencia del torrente aumentase extraordinariamente; se cargaría de todos los materiales sueltos disponibles.

Ocurriría igual con los torrentes intermedios entre el Huenes y el río Monachil, que he representado en los esquemas de la fig. 2.

Los materiales transportados, de procedencia fundamental o exclusivamente alpujarride (como hoy día), quedarían depositados en el borde de la depresión, en discordancia erosiva entre los materiales de la misma (Mioceno, Pinos Genil, Alhambra), elaborándose un cono de deyección típico bastante considerable (fig. 2.1).

3. Después del depósito de los materiales correspondientes a cada una de estas espasmódicas crecidas mayores, las últimas aguas que discurrieran en manto (procedentes de los torrentes o de las lluvias caídas directamente sobre el conglomerado), originarían las costras de carbonato cálcico, tal como ya he discutido anteriormente.

Los canales serían variables de una crecida a otra y poco marcados, pero quizá los últimos utilizados quedarán suficientemente impresos como para encauzar las lluvias torrenciales posteriores y comenzar la disección (el representado en 2.1 de trazo grueso, por ejemplo).

El aporte de los torrentes paralelos al Huenes, a que se ha aludido, condicionaría que el agua de ese sector discurriera hacia el N hasta encontrar el río Monachil; se encajarían, pues, entre la confluencia del cono principal y de los secundarios, lo que permitiría que se pudiera aprovechar también la antigua superficie de falla que afectaba a la formación Pinos Genil (fig. 2.1).

4. Las fallas de borde de la depresión se vuelven a mover (este o estos nuevos movimientos se han representado de trazo continuo en la figura 2,2) y determinan:

Primero, el comienzo de una ola de erosión regresiva que va encajando los cursos; la acentuación relativa de la erosión en el labio levantado permitiría una mejor eliminación del Conglomerado Zubia que hubiera quedado en él. Segundo, la creación de una depresión marginal, respecto del cono principal, que obliga al Arroyo Huenes a desviar su curso hacia ella.

Tercero, una zona de debilidad relativa notable, condicionada por la trituración en la zona de fractura.

Aunque la primera tendencia sería aprovechar la superficie de falla, al encontrar los conos de deyección de los torrentes secundarios en contrapendiente, tiende a situarse en el borde; acaba desembocando en el cauce elaborado por aquéllos y adquiere un trazado muy similar al actual, para desembocar en el Monachil (2,2).

Simultáneamente con todos estos cambios, el clima fresco se va haciendo algo más cálido, convirtiéndose en un clima cada vez más similar al actual.

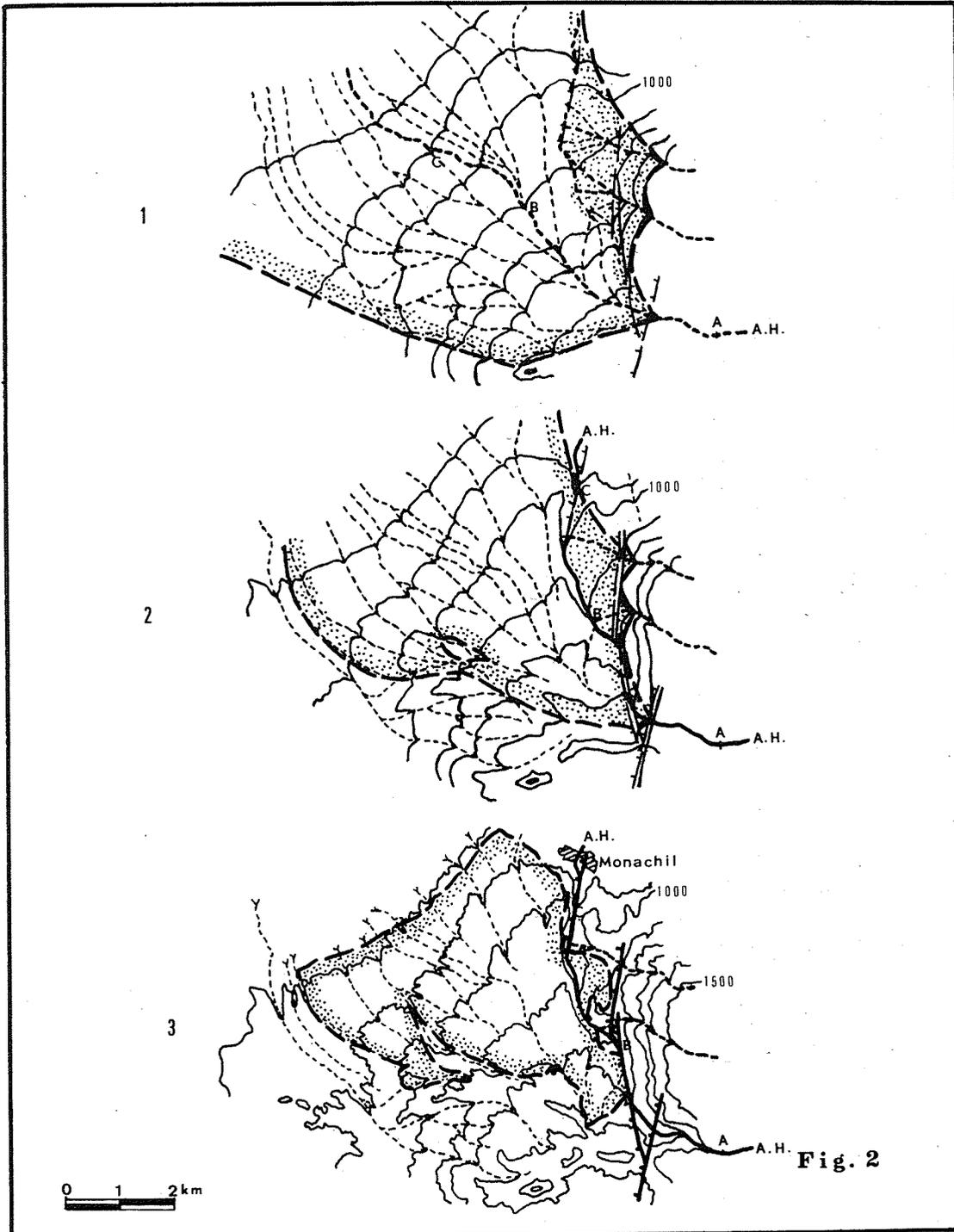


Fig. 2. Tres fases de la evolución hipotética del conglomerado Zulia en relación con el arroyo Huenes y con las fallas de borde de la Depresión de Granada.

5. Al llegar al Holoceno, esta situación se acentúa, teniendo en cuenta, además, que el caudal del Arroyo es mayor debido a la humectación del clima. Todos los cursos siguen encajándose; la ruptura de pendiente creada por los movimientos de las fallas va retrocediendo; la erosión de los torrentes secundarios (fijados en su curso por el encajamiento del Huenes y convertidos en sus afluentes), llega a eliminar sus propios depósitos en el labio levantado e incluso localmente en el hundido; así se explica que afloren los limos miocenos y que todavía quede un espolón de Conglomerado Zubia entre ambos.

La ruptura de pendiente llega hasta su situación actual en el Puente de los Siete Ojos.

La erosión torrencial, que tiende a fijarse por los antiguos canales existentes en el conglomerado, va permitiendo la eliminación del mismo

lateralmente, con lo que su extensión disminuye; aparecen al descubierto los depósitos de conglomerado mioceno que aflora sobre los micasquitos alpujárrides. Se individualiza el Cerro de las Pipas; adquiere su aspecto actual la Boca de la Pescá; finalmente, algunos de los cursos torrenciales del borde SW del cono son capturados por los subsidiarios del río Dílar, con lo que la situación adquiere el carácter que se puede observar en la actualidad (fig. 2,3).

Agradecimientos:

Agradezco al Dr. González Donoso su amabilidad al facilitarme la cartografía de los terrenos post-orogénicos. Agradezco también al Dr. Vera el haber puesto a mi disposición el trabajo presentado en la VI Reunión de Sedimentología, así como la aclaración de algunos detalles de las características sedimentarias.

BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, E. (1957). Una prueba paleomastológica de la edad cuaternaria del Conglomerado de la Alhambra (Granada. Est. Geol. v.XIII, n.34).

AGUIRRE, E. (1958). Novedades paleomastológicas de la Depresión de Granada y estratigrafía de su borde NE (Alfacar). Est. Geol. v.XIV, n.38.

BIROT, P. La Méditerranée et le Moyen-Orient. t.L. Pres. Univ. de France. Paris, 1964.

BRINKMANN, R.; MUNNICH, K.O. y VOGEL, J.C. (1960). Anwendung der C^{14} Methode auf Bodenbildung und Grundwasserkreislauf. Geol. Rundschau, XLIX, pp. 244-253. Citado en TRICART, J. "Traité de Géomorphologie" t.IV. Paris, 1969.

CASTRO, J.A.; GONZALEZ DONOSO, J.M. y VERA, J.A. (1972). Características sedimentológicas y estratigráficas de la formación Zubia. Presentado a la VI R. Grupo Esp. Sedimentología. Granada, 3-8 abril, 1972.

DURAND, J.H. (1959). Les sols rouges et les croûtes en Algérie. Dir. Hydr. Serv. Et. Sc. Gén. n.7.

GALLEGOS, J.A. (1965). Geología del borde de NW de Sierra Nevada (zona del Trevenque). Tesis de Licenciatura. Granada Mem. inéd.

GALLEGOS, J.A. (1971). Una colada de gelivación en calizo-dolomías. Sierra Nevada (Cord. Béticas). Cuad. Geol. Univ. Granada 2.1, pp. 31-40.

GIGOUT, M. (1960). Sur la genèse des croûtes calcaires pléistocènes en Afrique du Nord. C.R. Somm. S.G. France. pp. 8-10.

RAYNAL, R. (1961). Plaines et piémonts du bassin de la Moulouya (Maroc oriental). Etude géomorphologique. Rabat.

TRICART, J. Traité de Géomorphologie. T. IV. Sedes, Paris, 1969.