

## LA CARTOGRAFIA DE LAS ACUMULACIONES CUATERNARIAS DE LA DEPRESION DEL EBRO: METODOS DE REPRESENTACION

Asunción JULIAN ANDRES

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio  
Universidad de Zaragoza

**Resumen:** En este artículo se analizan los diferentes métodos aplicados hasta la fecha a la representación cartográfica de las acumulaciones cuaternarias de la Depresión del Ebro. Los criterios elegidos para organizar nuestro estudio son la escala de trabajo adoptada por los distintos autores y la incorporación o no del color en su cartografía. En cada uno de estos grupos se considera el tipo de información contenido en los mapas (morfometría, morfografía, morfogénesis y morfocronología), así como la simbología utilizada para su representación.

**Palabras clave:** Cartografía, acumulaciones cuaternarias, Depresión del Ebro.

**Abstract:** In this article we analyzed the different methods applied so far in the cartography of the Ebro Basin Quaternary accumulations. The criteria adopted to organize our study are the work-scale choose by the different authors and the incorporation or not of colour in their cartography. In each of these groups we consider the kind of information included in the maps (morphometry, morphography, morphogenesis and morphochronology), as well as the symbology used in its representation.

**Key words:** Cartography, Quaternary accumulations, Ebro Basin.

### INTRODUCCION

Desde el punto de vista geomorfológico, las formas de relieve que mejor definen el paisaje de la Depresión del Ebro son las acumulaciones cuaternarias (glacis y terrazas, fundamentalmente). Consecuencia de la acción modeladora de la red hidrográfica, aparecen dispuestas de forma escalonada, configurando extensos mantos

detríticos que recubren las áreas más deprimidas de la cubeta del Ebro y los piedemontes de las sierras marginales. Las representaciones cartográficas permiten concretar y plasmar gráficamente la distribución y configuración de estas formas sobre el terreno y, lo que es más importante de cara a la interpretación genética y evolutiva del relieve, establecer sus interrelaciones espaciales, dinámicas y cronológicas.

Existe en la actualidad una abundante bibliografía sobre el tema, así como una producción cartográfica considerable, fruto de las numerosas investigaciones realizadas hasta la fecha, mayoritariamente, por geomorfólogos de la Universidad de Zaragoza. Aunque en buena parte de estos trabajos aparecen esquemas cartográficos efectuados a diferentes escalas, centraremos nuestro análisis en aquellos, más extensos o específicos, en los que la cartografía geomorfológica constituye un objetivo básico y, por tanto, incluyen una leyenda elaborada y completa.

## **LA CARTOGRAFÍA DE LAS ACUMULACIONES CUATERNARIAS EN LA DEPRESION DEL EBRO**

### **Revisión bibliográfica**

La mayor parte de esta producción cartográfica se halla vinculada a la Universidad de Zaragoza, al grupo de geomorfólogos surgido en torno a los Departamentos de Geografía y Ordenación del Territorio y de Ciencias de la Tierra. Una línea de trabajo completamente distinta es la introducida por Van Zuidam en los años 70, en la que se aplica la metodología desarrollada en el ITC holandés a un sector del centro de la Depresión del Ebro.

Respecto a la cartografía elaborada en la Universidad de Zaragoza, las primeras aportaciones fueron las realizadas por los profesores Mensua e Ibáñez. El estudio de las acumulaciones cuaternarias interesó especialmente a estos geógrafos, a los cuales debemos la adopción de un método de investigación que ha marcado la mayor parte de los trabajos geomorfológicos posteriores desarrollados en nuestra Universidad. La Tesis Doctoral de IBÁÑEZ (1976), es el primer trabajo que cuenta con un anexo cartográfico a escala 1:50.000 referido a la Depresión del Ebro, dado que en estudios previos, como el de MENSUA (1960) sobre la Navarra Media Oriental, únicamente se incluían esquemas geomorfológicos y no mapas entendidos en sentido estricto. En 1977 estos dos mismos autores realizan el "Mapa de terrazas fluviales y glaciares del sector central de la Depresión del Ebro", a escala 1:100.000, donde se recoge la información existente hasta ese momento relativa a las formas de acumulación cuaternarias (terrazas, glaciares, conos y barrancos de fondo plano o vales) (MENSUA e IBÁÑEZ, 1977).

Bajo la influencia de esta escuela metodológica surgen en los años 80 una numerosa serie de trabajos -muchos de los cuales constituyen Tesis Doctorales o Memorias de Licenciatura- que suponen el recubrimiento cartográfico de buena parte de la Depresión del Ebro. Así, dentro del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio se realizan los estudios de GONZALO (1981), que abarca la totalidad de La Rioja, PEÑA (1983), sobre la Conca de Tremp y las Sierras Prepirenaicas comprendidas entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana, alcanzando hasta el sector N de los Llanos Leridanos, ECHEVERRIA (1984), centrada en el valle del río Aguasvivas, PELLICER (1984), sobre las Cadenas Ibéricas localizadas entre el Jalón y el Moncayo, abarcando el Piedemonte Ibérico, IBARRA (1985), sobre la Depresión del Arba de Biel, y PEÑA (1988), referente a los Llanos Leridanos. En el Departamento de Ciencias de la Tierra surgen los trabajos de Choliz (1984) sobre el piedemonte sudoccidental de la Sierra de Alcubierre, GRACIA (1985), sobre las Bardenas Orientales, RODRIGUEZ VIDAL (1986), sobre las Sierras Exteriores Oscenses y su Piedemonte, SANCHO (1988), sobre la Cuenca Baja del río Cinca, BENITO (1989), sobre la Cuenca Baja del río Gállego y SORIANO (1990), sobre el Piedemonte Ibérico en el Sector Central Aragonés. Al mismo tiempo, fruto de un proyecto interdisciplinar sobre el Cuaternario de la Depresión del Ebro en la Región Aragonesa, en el que colaboran miembros de ambos Departamentos junto a investigadores de la Estación Experimental "Aula Dei" de Zaragoza, se publica la cartografía geomorfológica de todo este sector a escala 1:200.000 (ALBERTO et al., 1982). Una aportación también muy interesante la representa el "Mapa Geomorfológico de Teruel". Elaborado bajo la dirección de Peña y publicado en 1984 incluye el sector bajoaragonés turolense de la Depresión del Ebro; a escala 1:200.000, supone una novedad dentro de los trabajos cartográficos de la escuela zaragozana, dado que por vez primera se incorpora en ellos el uso del color.

Ya en la década de los 90 disminuyen los trabajos de investigación geomorfológica en la línea de los efectuados durante los años 80, si bien todavía hemos de destacar el estudio de JULIAN (1990), sobre el tramo de meandros encajados del río Ebro en el sector aragonés y centrado en el análisis de acumulaciones cuaternarias; el "Mapa Geomorfológico del área de Alcañiz", de PEÑA y ECHEVERRIA (1991); y la Tesis Doctoral de LERANOZ (1993), sobre la Ribera de Navarra, que incluye cartografía a escalas 1:50.000 y 1:200.000. Pero, sin duda, lo más destacable de estos últimos años es, por una parte, la incorporación definitiva del color a la producción cartográfica (lo que conlleva un importante replanteamiento metodológico) y, por otra, la necesidad de realizar cartografías de síntesis que incorporen la numerosa -aunque frecuentemente dispersa- información disponible ya sobre el relieve de la zona. La elaboración del "Mapa Geomorfológico de Aragón", a escala 1:200.000, por parte del Equipo GEA del Área de Geografía Física de la Universidad de Zaragoza vino a satisfacer en parte estas demandas (PEÑA et al., 1983), junto a los trabajos, a escala 1:50.000, de JULIAN et al. (1994) para el proyecto

de "Cartografía Geomorfológica de La Rioja", o la Memoria de Tesis Doctoral de esta misma autora sobre las acumulaciones cuaternarias de la Depresión del Ebro (en la que se incluyen una cartografía básica de conjunto a escala 1:200.000 y varios esquemas a escala 1:50.000 de algunos sectores significativos) (JULIAN, 1995).

### **Métodos de representación cartográfica**

Para abordar el análisis de los distintos métodos de representación utilizados en todas estas cartografías, las hemos clasificado en función de la escala de trabajo, de manera que pueden diferenciarse de partida dos grandes grupos: cartografía de detalle (fundamentalmente a escala 1:50.000), y cartografía de escala media (a escalas 1:100.000 y 1:200.000). A su vez, y dada la considerable influencia que supone la incorporación del color en un proyecto cartográfico, dentro de cada uno de estos tipos hemos considerado dos categorías: cartografía en blanco y negro y cartografía en color.

#### **A. Cartografía de detalle**

##### **1.- Cartografía en blanco y negro**

En este tipo se engloba el grupo más numeroso de trabajos cartográficos examinados; a pesar de que existan pequeñas variaciones en el sistema de representación, en general, podemos afirmar que en todos ellos se refleja un mismo método cartográfico, método representativo de lo que se ha dado en llamar "escuela cartográfica de Zaragoza". Por orden cronológico (resaltemos que la fecha corresponde en algunos casos a la de publicación de los trabajos, y en otros a la de su realización, aunque permanezcan inéditos) las cartografías aquí consideradas son las de IBÁÑEZ (1976), GONZALO (1981), PEÑA (1983), ECHEVERRIA (1984), PELLICER (1984), IBARRA (1985), CALVET (1986), RODRIGUEZ VIDAL (1986), SANCHO (1988), PEÑA (1988), BENITO (1989), SORIANO (1990), JULIAN (1990) y LERANOS (1993). Todas ellas son a escala 1:50.000, a excepción del trabajo de PEÑA (1988) en el que se ha utilizado una escala aproximada de 1:75.000 y el de JULIAN (1990) presentado a una escala también aproximada de 1:30.000. El "Mapa Geomorfológico del área de Alcañiz", de PEÑA y ECHEVERRIA (1991), realizado a una escala original de 1:18.000, constituye hasta el momento el trabajo cartográfico más detallado de la Depresión del Ebro.

La información básica relativa a acumulaciones cuaternarias que se recoge en estos mapas se refiere a terrazas, glaciares, conos, valles de fondo plano y, muy frecuentemente también, a vertientes regularizadas; si bien la concepción del límite de las morfologías que deben incluirse a una escala 1:50.000 ha ido variando desde los primeros trabajos donde, por ejemplo, las formas de ladera estaban prácticamente ausentes hasta la Tesis Doctoral de PEÑA (1983) en que éstas aparecen bien

detalladas. En general, terrazas, glacis, conos y vertientes suelen incluirse en la leyenda dentro de un apartado denominado Formas de Acumulación Cuaternarias, aunque excepcionalmente las vertientes pueden aparecer dentro de Otras Formas y los conos aluviales dentro de la Red Fluvial. En los barrancos de fondo plano o vales se tiende a priorizar el aspecto morfológico sobre el acumulativo, por lo que en la mayor parte de las ocasiones aparecen clasificados dentro de Formas de Denudación, asociados a la red fluvial. Tan sólo cuando se quiere resaltar el interés de los depósitos sobre las formas se incluyen en el mismo apartado que los otros tipos de acumulación. En cuanto a los niveles pliocuaternarios, en las primeras cartografías se destaca el aspecto cronológico sobre el morfológico y genético, de manera que en la leyenda se contemplan como un elemento individualizado; más tarde, se tenderá a englobarlos dentro de un tipo genético determinado (glacis o terrazas).

Respecto a los rasgos morfométricos y morfográficos, a esta escala de trabajo existe una estrecha correspondencia entre el mapa y la realidad, tanto en lo que se refiere a los contornos que configuran cada una de las entidades como a la superficie representada (Fig. 1).

La delimitación de terrazas y glacis se realiza para el borde externo de la acumulación con el símbolo de escarpe, sin que, en general, se establezca una valoración métrica del desnivel. El borde interno, por el contrario, se marca bien con una línea continua, con una línea discontinua o incluso se deja sin delimitar (la trama indicaría el límite aproximado), siendo lo más habitual la línea discontinua. Cuando no existe ruptura topográfica entre un depósito de glacis y de terraza correspondientes al mismo nivel, la zona de contacto se señala con una línea discontinua, aunque en la mayor parte de los casos es el cambio de trama lo que indica el área de transición, por otra parte no siempre fácil de delimitar. De entre todos estos símbolos reseñados el único que aparece contemplado en las leyendas es el del borde externo (escarpe en depósitos cuaternarios), pero no siempre en el mismo apartado: habitualmente se incluye dentro de Otras Formas o Símbolos, pero también podemos encontrarlo dentro de Formas Acumulativas Cuaternarias, en Modelado Estructural o en Modelado Fluvial. En cuanto a los conos o abanicos aluviales, aunque en algunos casos el grafismo de representación puede ser utilizado únicamente con el valor simbólico de localización, en general, en el mapa se tienden a plasmar la forma y extensión reales de la acumulación. Por último, la delimitación morfológica de los valles de fondo plano se realiza mediante una línea que puede ser continua o discontinua, aprovechándose en ocasiones esta doble posibilidad para diferenciar entre vales de límites nítidos y vales de límites difusos, o entre vales excavadas sobre diferentes litologías.

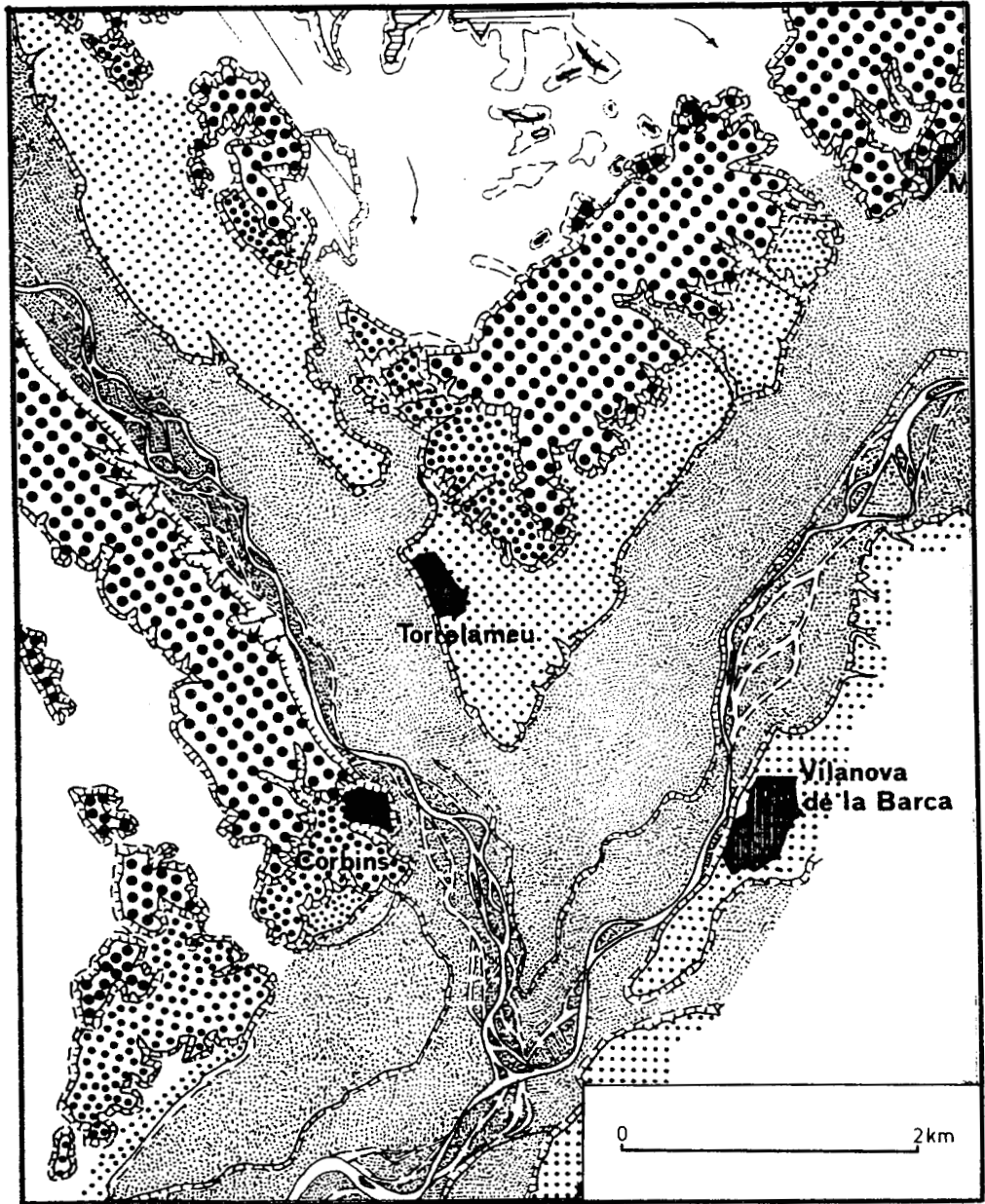


Figura 1.- Cartografía geomorfológica de PEÑA (1983); sector de confluencia de los ríos Cinca-Segre.

La información referente a aspectos genéticos y cronológicos se indica a través de las tramas con las que se rellenan las áreas delimitadas para las distintas formas acumulativas. El diseño de la trama nos da idea de aspectos cualitativos de las acumulaciones, y el grado de cubrimiento y textura refleja la ordenación jerárquica en el tiempo de las mismas. Así, en el caso de las terrazas se utiliza una trama de puntos y/o círculos que intenta simbolizar los cantos redondeados que caracterizan a este tipo de depósitos; por el contrario, para los glacis se recurre a las tramas de líneas con las que se busca remarcar la componente longitudinal de la génesis de estas formas, indicándose mediante la disposición de las líneas la dirección de la pendiente (Fig. 2). Hasta la Tesis Doctoral de Peña (1983) la representación de la trama era manual, pero a partir de entonces se pasó al uso de tramas transferibles comerciales, lo que supuso un notable avance en el método cartográfico. En general, en estas cartografías se reflejan de manera individualizada todos los niveles de acumulación establecidos y, aunque no es lo habitual, en ocasiones se recurre a tramas diferentes en función de la procedencia de dichas acumulaciones (según pertenezcan al río principal o a sus afluentes en el caso de las terrazas, o según su localización espacial en el caso de algunos sistemas de glacis).

La ordenación cronológica de estas formas, cuyos niveles se numeran en sentido ascendente de menor o mayor antigüedad (T1, T2... G1, G2...), se consigue mediante la variación del tamaño o grosor del punto y de la línea. Sin embargo, cuando el número de niveles representados es muy elevado se plantean algunos problemas. En el caso de las terrazas (tramas de puntos) pueden existir retazos muy pequeños en los que, dado el tamaño del grano utilizado, el símbolo gráfico deja de ser una trama para convertirse en un elemento individual, perdiéndose el carácter superficial del símbolo. Por otra parte, resulta bastante dificultoso identificar con claridad el nivel correspondiente cuando las terrazas se hallan aisladas, dado que las variaciones de la trama no siempre son evidentes a primera vista. En la representación de los glacis esta dificultad se intenta solventar recurriendo a la incorporación, junto con las líneas, de otros elementos como puntos, flechas, etc.; sin embargo, la relación convencional de a mayor grosor de la línea mayor antigüedad de la acumulación no siempre se consigue mantener. Para las vertientes regularizadas el símbolo más común es el de la línea continua muy fina (en ocasiones puede ser doble), el mismo que el utilizado en el caso de los derrames o glacis más recientes. Esta cierta confusión en el sistema de representación gráfico refleja la dificultad real que, a veces, entraña su diferenciación sobre el terreno, dado que tanto genética como cronológicamente estos dos tipos de acumulaciones pueden ser muy similares. En este sentido, algunos autores establecen un tipo mixto denominado glacis-vertiente al que atribuyen su propio símbolo. Por último, el relleno de las vales, cuando se representa, se indica mediante una trama de puntos muy finos, la misma que suele reservarse para las acumulaciones fluviales actuales, significándose de este modo la génesis y cronología atribuida a los mismos.



Figura 2.- Cartografía geomorfológica de JULIAN (1990); sector de meandros encajados del río Ebro en Chiprana.



Otro tipo de datos son los relativos a procesos que han podido afectar o que afectan en estos momentos a los depósitos cuaternarios. Tal es el caso de las deformaciones, debidas a la actividad neotectónica o a colapsos de un sustrato yesoso; o la erosión originada por la disección fluvial actual. Este primer aspecto, las deformaciones, ha sido más contemplado que el segundo, y el símbolo utilizado habitualmente es de carácter puntual: un círculo o un asterisco con el que se indica la presencia de esa característica cualitativa. No obstante, en algunos mapas, se ha recurrido a una trama distinta que diferencia las terrazas y glacis deformados de los no deformados. En cuanto al grado de conservación de las acumulaciones, en muy pocos casos se tiene en consideración, y tan sólo para determinados depósitos.

## 2.- Cartografía en color

En este apartado pueden incluirse dos ejemplos cartográficos: el Mapa Geomorfológico de la Región de Zaragoza, elaborado por ZUIDAM (1976, 1980); y las hojas de la Cartografía Geomorfológica de La Rioja correspondientes a Casalarreina (169), Haro (170), Santo Domingo de la Calzada (202), Nájera (203) y Logroño (204), realizadas por JULIAN et al. (1994).

El "Mapa Geomorfológico de la Región de Zaragoza" constituye un proyecto de gran interés en el que por vez primera se aplica la metodología cartográfica holandesa del Instituto Internacional de Levantamientos Aéreos y Ciencias Terrestres (ITC) a un sector de nuestro país. Este tipo de mapas evidencia la disponibilidad de importantes recursos humanos, tecnológicos y presupuestarios, lo que se tradujo en unos primeros resultados de gran calidad pero, al mismo tiempo, fueron determinantes en la pronta paralización del proyecto (MENSUA et al., 1981).

El color es el elemento clave de este método, pues mediante él se diferencian las principales unidades geomorfológicas, agrupadas en función de criterios de orden genético. Así, para los glacis se utiliza el amarillo (un color que transmite la sensación de aridez), para las terrazas el verde (tradicionalmente vinculado con el sistema fluvial dada su connotación de humedad), y para los barrancos de fondo plano el blanco (con el color blanco se pretende resaltar la red fluvial). Las variaciones tonales dentro de la gama del amarillo o del verde aportan además información complementaria. En el caso de los glacis se diferencian dos tipos: glacis de frente (en amarillo claro), de escaso desarrollo longitudinal y pendiente moderada, y glacis de piedemonte (en amarillo oscuro), de mayor longitud y menor pendiente. Respecto a las terrazas fluviales la gradación de tonalidades ayuda a discriminar entre las terrazas pleistocenas (en un verde en el que el peso del amarillo es importante, indicativo de menor humedad), la terraza holocena (en un verde más azulado) y la llanura aluvial actual. La caracterización cronológica de las acumulaciones se complementa añadiendo, en aquellos casos en los que se conoce, la numeración del nivel

correspondiente (en este sistema en orden inverso al tradicional, a una numeración más alta corresponde una menor antigüedad del depósito).

Sirviendo de base a las manchas de color aparece una trama gris con la que se refleja la información de carácter litológico (Unidades Litológicas). Dentro de los depósitos cuaternarios esta trama permite diferenciar entre depósitos de glacis, depósitos fluviales cementados y/o parcialmente cubiertos por glacis, y depósitos fluviales no cementados.

Todas las unidades geomorfológicas consideradas se delimitan en el mapa mediante una línea en negro, de manera que el resultado final constituye un conjunto de manchas de color donde la precisión espacial en la representación de las formas reales es considerablemente inferior que en el método cartográfico en blanco y negro desarrollado por la escuela de Zaragoza. En determinados puntos se marcan las rupturas de pendiente, discriminándose con dos símbolos distintos los escarpes y las rupturas acusadas de pendiente. También dentro de este mismo apartado de la leyenda, en el que se agrupan los rasgos clasificados como Detalles Geomorfológicos, se incluye el símbolo utilizado para los conos aluviales, y un conjunto de símbolos que se superponen a las manchas de glacis y que aportan información relativa a su génesis (glacis acumulativo, erosivo y mixto), y a su estado de conservación (glacis disectados, y glacis no o poco disectados). La orientación de estos elementos marca la dirección que adopta la pendiente longitudinal del glacis.

Por su lado, la cartografía geomorfológica de las hojas de Casalarreina (169), Haro (170), Santo Domingo de la Calzada (202), Nájera (203) y Logroño (204) se realizó a lo largo de 1993-4 dentro del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza (JULIAN et al., 1994), y forma parte de un proyecto más amplio en el que se contempla el recubrimiento cartográfico de toda La Rioja, y en el que también participan miembros de la Universidad de la Rioja y del Instituto Pirenaico de Ecología (Zaragoza). El método de representación utilizado en nuestro caso supone un compromiso entre el método que viene usando el equipo de la Universidad de La Rioja-Instituto Pirenaico de Ecología para la elaboración de la cartografía de áreas de montaña (ARNAEZ y GARCIA-RUIZ, 1990; GARCIA-RUIZ y ARNAEZ, 1991), y el desarrollado por el equipo GEA del Área de Geografía Física del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza en el Mapa Geomorfológico de Aragón a escala 1:200.000 (PEÑA et al., 1993). No obstante, en lo que hace referencia a las acumulaciones cuaternarias, el método se halla más próximo al del Mapa Geomorfológico de Aragón, dado que la incorporación de manchas de color con distintos matices de intensidad lumínica se adecuaba más a nuestro objetivo fundamental: plasmar gráficamente la evolución espacio-temporal de las acumulaciones cuaternarias, las formas de relieve más significativas en el ámbito de la Depresión del Ebro.

Los tipos de acumulaciones considerados son: terrazas fluviales, glaciares, abanicos aluviales pleistocenos, conos, valles de fondo plano y vertientes regularizadas. Todas estas formas se integran en la leyenda dentro del apartado denominado Modelado Hídrico y Fluvial, a excepción de las vertientes regularizadas que se contemplan en el apartado de Modelado de Vertientes, a fin de respetar, en este caso, la clasificación propia del método de la Universidad de la Rioja-Instituto Pirenaico de Ecología.

La delimitación de cada configuración geomorfológica elemental se expresa mediante signos lineales dibujados en negro: líneas continuas con el símbolo de escarpe para los bordes externos de terrazas, glaciares y abanicos aluviales pleistocenos; y línea discontinua para marcar los bordes internos de las acumulaciones y para contornear los límites de los barrancos de fondo plano. Las vertientes regularizadas se indican a través de una doble línea continua y, en aquellos casos en los que la acumulación constituye una morfología ya desconectada de la dinámica actual de la vertiente, se identifica a través de un símbolo que reproduce una faceta triangular con su escarpe. Todas las entidades representadas pretenden mantener una estrecha relación con los parámetros morfológicos reales (contorno y extensión).

El contexto morfogenético se expresa mediante la gama cromática: verde para las acumulaciones ligadas fundamentalmente a un modelado hídrico concentrado (terrazas, barras actuales, abanicos aluviales pleistocenos y relleno de vales) y amarillo-naranja para las acumulaciones vinculadas a un modelado hídrico no concentrado (glaciares y conos holocenos y actuales). La información cronológica de los depósitos la establece la intensidad del color propio del contexto (los tonos más oscuros se identifican con las acumulaciones de mayor antigüedad). A pesar de que se han cartografiado todos los niveles existentes, la dificultad que entraña encontrar una buena gama de verdes y, sobre todo de amarillo-naranjas, de más de cuatro o cinco intervalos, ha determinado que, siguiendo el método del Mapa Geomorfológico de Aragón, únicamente hayamos utilizado cuatro tonos, con los que se representan los niveles pleistocenos altos (a partir del nivel 6), pleistocenos medios (niveles 4 y 5), pleistocenos bajos (niveles 2 y 3), y holoceno y actual (se utiliza el mismo tono de verde para la terraza holocena, la llanura de inundación actual, las barras y el relleno de las vales, y el mismo tono de amarillo para el glaciar holoceno o derrames y los conos). La superposición de la numeración correspondiente (desde el 1 al 12) permite la identificación e individualización de cada uno de los niveles. Además, en el caso de los glaciares, abanicos y conos se indica la dirección de la pendiente mediante unas líneas en negro (discontinuas en el caso de los glaciares y continuas para los abanicos y conos). Y en cuanto a las terrazas, también se incluye otro tipo de información como su carácter travertínico (al color correspondiente se superpone una trama en negro) o la existencia de deformaciones (símbolo de círculo en negro).

## B. Cartografía de escala media

### 1.- Cartografía en blanco y negro

En este apartado incluimos la cartografía a escala 1:100.000 y 1:200.000 realizada por geógrafos y geólogos de la Universidad de Zaragoza y que, en líneas generales, refleja el mismo método ya analizado en la cartografía de detalle 1:50.000, pero adaptado a una escala menor. A 1:100.000 se ha elaborado el Mapa de terrazas fluviales y glacis del sector central de la Depresión del Ebro de MENSUA e IBAÑEZ (1977) y la cartografía que acompaña la Memoria de Licenciatura sobre la Geomorfología de las Bardenas Orientales de GRACIA (1985). A escala 1:200.000 contamos con el mapa del Cuaternario de la Depresión del Ebro en la Región Aragonesa, de ALBERTO et al. (1985), y el mapa de síntesis de la Tesis Doctoral de LERANOZ (1993), sobre la Geomorfología y Geología ambiental de la Ribera de Navarra.

Las diferencias más evidentes de estas cartografías con respecto a aquellas realizadas a escala 1:50.000 se refieren fundamentalmente al volumen de información contenido (Fig. 3). A pesar de que las formas cuaternarias consideradas son las mismas (terrazas, glacis, conos, laderas regularizadas y barrancos de fondo plano) se tiende a una simplificación que afecta por una parte a la plasmación de la morfología y extensión real de los depósitos, y por otra a la diferenciación de niveles acumulativos. En cartografía a escala 1:100.000 se llegan a reflejar hasta 7 niveles acumulativos, incluido el Pliocuatnario; sin embargo, en los mapas 1:200.000 se realiza un agrupamiento de manera que únicamente se distingue entre depósitos Pliocuatnarios, Cuaternarios y Holoceno.

### 2.- Cartografía en color

Los ejemplos de cartografía geomorfológica en color a escalas medias son más escasos que los elaborados en blanco y negro, debido fundamentalmente a factores económicos y tecnológicos. Sin embargo, en estos momentos en la Universidad de Zaragoza existen ya varios mapas que han permitido el ensayo y puesta a punto de una metodología cartográfica en la que el color constituye el elemento clave de expresión gráfica. En este apartado se comentan los ejemplos de cartografía a escala 1:200.000 disponibles hasta la actualidad: el Mapa Geomorfológico de la provincia de Teruel, de PEÑA et al. (1984); el Mapa Geomorfológico de Aragón elaborado por el Equipo GEA del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza (PEÑA *et al.*, 1993), y la cartografía efectuada para nuestro proyecto de Tesis Doctoral, con un ámbito territorial que abarca a la totalidad de la Depresión del Ebro (JULIAN, 1995).

El Mapa Geomorfológico de la provincia de Teruel fue elaborado a escala 1:200.000 y publicado por el Instituto de Estudios Turolenses (PEÑA et al., 1984). La ventaja que supone la incorporación del color a la cartografía se vio algo mermada por los limitados recursos invertidos en su edición, en la que se utilizó el sistema de cuatricromía. No obstante, representa una excelente muestra de la optimización de recursos gráficos, lográndose la transmisión de un importante volumen de información de forma muy clara y expresiva.

La leyenda se estructura como una sola unidad en la que aparecen integrados todos los símbolos y elementos gráficos utilizados siguiendo un criterio morfogénico y cronológico. Las formas acumulativas cuaternarias reflejadas en ella son los glaciares, terrazas, conos de deyección y barrancos de fondo plano. La escala de trabajo ha determinado la generalización y simplificación de los elementos geomorfológicos que, en el caso de las acumulaciones cuaternarias, aparecen delimitados por una línea continua en negro para el borde externo, y discontinua para los bordes internos. Los límites de los barrancos de fondo plano se dibujan también con una línea continua en negro. A pesar de que no se utiliza el símbolo de escarpe, la utilización del color correspondiente de estas formas sobre un fondo blanco ayuda a crear la sensación visual de relieve.

La gama cromática utilizada para la representación de los glaciares es la de los amarillos, naranja para los glaciares pliocuaternarios y amarillo claro para los glaciares cuaternarios. Este segundo tono es también el que rellena el símbolo de los conos holocenos. En cuanto a las terrazas, la única diferenciación que se establece es entre niveles pleistocenos (con un verde oscuro) y holocenos (verde de tono más claro). A las acumulaciones propias de las vales se les ha asignado el mismo color de las terrazas holocenas.

El Proyecto del Mapa Geomorfológico de Aragón a escala 1:200.000, fue realizado durante los años 1992-1993 por el equipo GEA del Área de Geografía Física de la Universidad de Zaragoza (PEÑA et al., 1993). El objetivo primario perseguido fue la realización de un documento cartográfico, adaptado a la escala y formato de los mapas provinciales del IGN, en el que se expresaran los conocimientos actuales existentes sobre el relieve aragonés. La integración de esta información básica en un Sistema de Información Geográfica, para su análisis y tratamiento junto a otras temáticas territoriales, representa el objetivo último planteado por los autores de cara a rentabilizar al máximo el conocimiento que en estos momentos se tiene sobre el medio físico de Aragón.

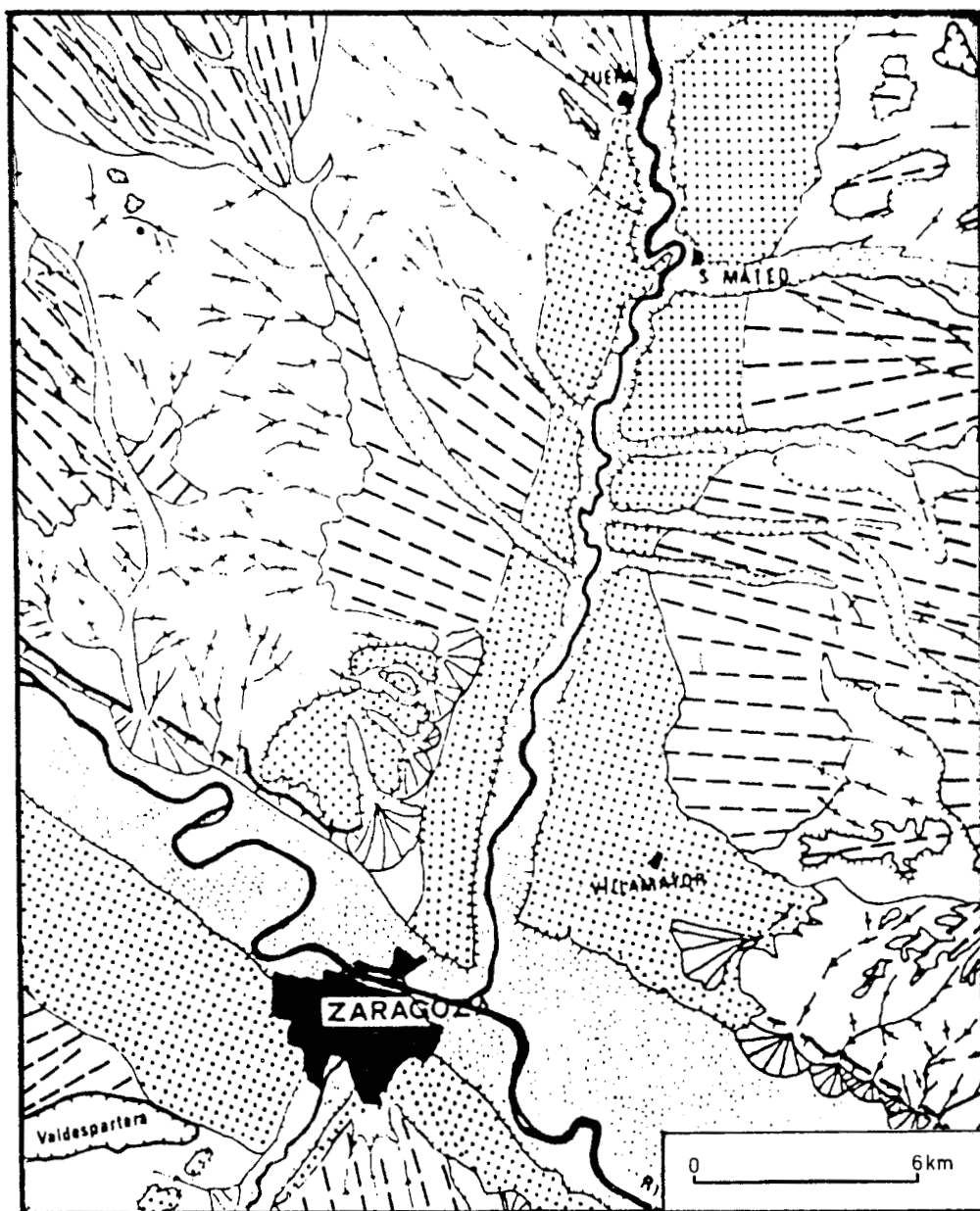


Figura 3.- Cartografía geomorfológica de ALBERTO et al., (1984); sector de confluencia del río Gállego con el Ebro.

La leyenda utilizada en este Proyecto cartográfico supuso la plasmación gráfica de una metodología que ha venido desarrollándose en el seno del Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza. Estas técnicas se han consolidado fundamentalmente a lo largo de los Cursos de Doctorado sobre Cartografía Geomorfológica dirigidos por J.L. Peña en este Departamento, así como en los Cursos sobre Geografía Física (cartografía geomorfológica) organizados por la Universidad de Verano de Teruel que en estos momentos han alcanzado ya su Xª edición. La elaboración de la leyenda para el Mapa Geomorfológico de España a escala 1:1.000.000, presentada por HERRERO et al. (1990), supuso igualmente un ensayo de este método cartográfico.

Centrándonos ya en el Mapa Geomorfológico de Aragón, el primer aspecto que hay que destacar es que la expresión de los distintos contextos en los que se integran cada una de las configuraciones geomorfológicas básicas se realiza a través de superficies de color que se delimitan mediante elementos lineales y de trama superpuestos. Las formas de acumulación cuaternarias se incluyen dentro del contexto de Modelado Hídrico y Fluvial, estableciéndose varios subapartados: terrazas fluviales y cauces, glacis/conos, y modelado de barrancos y cárcavas. Los signos lineales que definen estas entidades (de morfología simplificada y, en ocasiones, superficie sobredimensionada por imperativo del método cartográfico), son la línea continua con el símbolo de escarpe para el borde externo de la acumulación y la línea discontinua para el límite interno de la acumulación y para dibujar los contornos de los barrancos de fondo plano.

La naturaleza genética de los distintos tipos de depósito se expresa mediante dos gamas cromáticas ya tradicionales en la cartografía geomorfológica en color: los verdes para las terrazas fluviales y los valles de fondo plano, y los amarillos/ocres/naranjas para los glacis y conos. Sin embargo, a diferencia de otras cartografías previas en blanco y negro o en color a esta misma escala, se incorpora una mayor información de carácter cronológico, al establecerse cuatro intervalos de antigüedad, diferenciados por medio de la intensidad del color respectivo (a mayor intensidad lumínica menor antigüedad). Así, tanto en terrazas como en glacis, se distinguen: niveles pleistocenos altos, niveles pleistocenos medios, niveles pleistocenos bajos y niveles holoceno y actual.

La cartografía que acompaña el proyecto de Tesis Doctoral de JULIAN (1995), ha sido realizada a escala 1:200.000, tomando como referencia la hojas del IGN de esta misma escala. El objetivo primordial de la misma es servir de apoyo gráfico a la síntesis e intento de correlación de las acumulaciones cuaternarias localizadas en la Depresión del Ebro. Por ello, era esencial utilizar un método de representación en el que más que el rigor morfográfico de las distintas entidades del relieve se primaran los aspectos genético-evolutivos y cronológicos. Afortunadamente, la participación

previa en el proyecto del Mapa Geomorfológico de Aragón permitió el ensayo y puesta a punto de un sistema cartográfico muy adecuado para ser aplicado en los mapas de esa Memoria. Dada la gran coincidencia existente entre las dos cartografías, únicamente destacaremos algunas modificaciones introducidas en la leyenda de esta última que obedecen a un intento de resaltar la temática más específica de las acumulaciones cuaternarias.

La totalidad de la leyenda se estructura en cuatro grandes apartados: Unidades Morfoestructurales, Modelado Hídrico y Fluvial, Modelado Kárstico y Otros Símbolos. Las acumulaciones cuaternarias aparecen englobadas dentro del Modelado Hídrico y Fluvial en un subapartado denominado Formas Acumulativas. La información relativa a estas entidades se estructura, a su vez, en varios bloques: elementos morfográficos, elementos morfogenéticos y evolutivos, y otros elementos. Los elementos morfográficos constituyen la serie de símbolos gráficos de carácter lineal con los que se delimita la configuración geomorfológica de las acumulaciones, se marca la existencia de escarpes y se indica la dirección de la pendiente adoptada en el caso de los glacis. También se incluye en este apartado el símbolo de los valle de fondo plano o vales (en el Mapa Geomorfológico de Aragón aparece dentro del apartado de Modelado de barrancos y cárcavas) dado que, en la actualidad, en estas formas creemos que prima el aspecto acumulativo sobre el fluvial. Todos estos símbolos se han realizado utilizando una tinta negra.

Dentro de elementos morfogenéticos y cronológicos se diferencian las terrazas (en una gama cromática de verdes) y los glacis y conos (en una gama amarillo-naranja). El número de intervalos cronológicos también es de cuatro para ambos tipos de acumulaciones, pero las tonalidades utilizadas no son las mismas que en el Mapa Geomorfológico de Aragón. Hemos pretendido que la secuencia cronológica de menor a mayor antigüedad de los depósitos se viera reflejada lo mejor posible en la secuencia de intensidad lumínica de los colores, por lo que se ha seleccionado una gama ligeramente diferente. La numeración de los colores (Rexel Cumberland) es la siguiente: para los verdes, de más reciente a más antiguo, 44 (verde agua), 47 (verde césped), 46 (verde esmeralda) y 45 (verde mineral); y para los amarillo/naranjas, 5 (amarillo paja), 6 (cadmio intenso), 8 (cromo medio) y 10 (cromo anaranjado).

## CONCLUSIONES

La cartografía geomorfológica de la Depresión del Ebro se ha abordado hasta la fecha en un importante número de trabajos, por lo que, en estos momentos, disponemos de un recubrimiento global de toda la unidad a escala 1:200.000, y de una buena parte de ella a escala 1:50.000. Las acumulaciones cuaternarias constituyen las



formas de relieve más significativas de este espacio, de manera que ya desde los primeros mapas de Mensua e Ibáñez de los años 70 la búsqueda de un método de representación adecuado que permitiera reflejar aspectos tan variados como su morfometría y morfografía, génesis y cronología ha sido un objetivo prioritario de los investigadores que trabajan en esta temática. En la Universidad de Zaragoza se ha consolidado un método cartográfico, aplicado a escalas de detalle y a escalas medias, en el que mediante la combinación de símbolos de puntos y líneas, y tramas de distinta naturaleza y textura se logran plasmar muy acertadamente todos estos tipos de información. La incorporación del color a la cartografía (especialmente en estos últimos años), ha significado un replanteamiento de los métodos de representación, lográndose una mayor expresividad gráfica de los aspectos evolutivos del relieve.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTO, F., GUTIERREZ, M., IBAÑEZ, M. J., MACHIN, J., PEÑA, J. L., POCOVI. y RODRIGUEZ, J. (1984): *El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*. 217 p. y Anexo cartográfico. Univ. de Zaragoza y Est. Exp. Aula Dei. Zaragoza.
- ARNAEZ, J. y GARCIA-RUIZ, J. M. (1990): *Mapa geomorfológico de España. Ezcaray*. Geoforma Ediciones, 26 p. y 1 mapa a escala 1:50.000. Logroño.
- BENITO, G. (1989): *Geomorfología de la Cuenca Baja del río Gállego*. Tesis Doctoral Univ. Zaragoza. 764 p. y Anexo cartográfico. Inédita.
- CALVET, J. (1986): *Excursion to the Catalan Central Basin. I.G.U. Working Group on Geomorphological Survey and Mapping Meeting Spain*, 55-73.
- CHOLIZ, R. M. (1984): *Estudio geomorfológico del piedemonte sudoccidental de la Sierra de Alcubierre*. Mem. Licenciatura Univ. Zaragoza, 196 p. y Anexo cartográfico. Inédita.
- ECHEVERRIA, M<sup>a</sup> T. (1984): *El valle del río Aguasvivas*. Estudio geomorfológico. *Geographicalia*, 19-20, 11-95.
- GARCIA-RUIZ, J. M. y ARNAEZ, J. (1991): *Mapa geomorfológico de España. Munilla*. Geoforma Ediciones, 26 p. y 1 mapa a escala 1:50.000. Logroño.
- GONZALO, A. (1981): *El relieve de La Rioja. Análisis de geomorfología estructural*. Instituto de Estudios Riojanos, 508 p. y Anexo cartográfico. Logroño.
- GRACIA, J. (1985): *Geomorfología de las Bardenas Orientales*. Mem. Licenciatura Univ. Zaragoza. 172 p. y Anexo cartográfico. Inédita.

- HERRERO, M., MUÑOZ, J., PELLICER, F. y CALVET, J. (1990): Mapa geomorfológico de la Península Ibérica, E. 1:1.000.000. Leyenda y signos convencionales. *Panel I Cong. Nac. Geomorfología*, Teruel.
- IBAÑEZ, M. J. (1976): *El piedemonte ibérico bajoaragonés. Estudio Geomorfológico*. Institución Fernando el Católico, C.S.I.C., 515 p. y Anexo cartográfico. Zaragoza.
- IBARRA, P. (1985): Geomorfología del Arba de Biel. *Medio Geográfico*, 2, 59-65. Zaragoza.
- JULIAN, A. (1990): *Los meandros encajados del río Ebro entre La Zaida y el Embalse de Mequinzenza*. Mem. Licenciatura Univ. Zaragoza. 212 p. y Anexo cartográfico (en prensa).
- JULIAN, A. (1995): *Las acumulaciones cuaternarias de la Depresión del Ebro: Cartografía y correlación general*. Tesis Doctoral Univ. de Zaragoza.
- JULIAN, A., PEÑA, J.L. y CHUECA, J. (1994): *Mapas geomorfológicos de La Rioja: Hojas de Casalarreina (169), Haro (170), Sto. Domingo de la Calzada (202), Nájera (203) y Logroño (204)*. Inéditos.
- LERANOZ, B. (1993): *Geomorfología y Geología Ambiental de la Ribera de Navarra*. Tesis Doctoral Univ. de Zaragoza. 521 p. y Anexo cartográfico. Inédita.
- MENSUA, S. (1960): *La Navarra Media Oriental. Estudio Geográfico*. Diputación Provincial de Navarra. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 186 p. Zaragoza.
- MENSUA, S. e IBAÑEZ, M. J. (1977): *Sector central de la Depresión del Ebro. Mapa de terrazas fluviales y glaciares*. III Reunión Nac. Grupo Esp. Trabajo del Cuaternario, 18 p. y Anexo cartográfico. Zaragoza.
- MENSUA, S., ZUIDAM, R. A. van y ZUIDAM-CANCELADO, F. I. (1981): Consideraciones sobre el sistema de la cartografía geomorfológica del ITC, aplicada a un mapa geomorfológico semidetallado, en el valle del Ebro. *Geographicalia*, 11-12, 43-54. Zaragoza.
- PELLICER, F. (1984): *Geomorfología de las Cadenas Ibéricas entre el Jalón y el Moncayo*. Cuad. Est. Borjanos, XI-XII, 289 p. y Anexo cartográfico. Borja (Zaragoza).
- PEÑA, J. L. (1983): *La Conca de Tremp y Sierras Prepirenaicas comprendidas entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana: Estudio geomorfológico*. Instituto de Estudios Ilerdenses, 373 p. y Anexo cartográfico. Lérida.
- PEÑA, J. L. (1988): *Las acumulaciones cuaternarias de los Llanos Leridanos*. Instituto de Estudios Ilerdenses, 81 p. y Anexo cartográfico. Lérida.
- PEÑA, J. L. y ECHEVERRIA, M. (1991): Geomorfología del área de Alcañiz (Teruel). *Al-Qannis*, 2, 3-15.

- PEÑA, J.L., GUTIERREZ, M., IBAÑEZ, M. J., LOZANO, M. V., RODRIGUEZ, J., SANCHEZ, M., SIMON, J. L., SORIANO, A. y YETANO, M. (1984): *Geomorfología de la provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses, 149 p. y Anexo cartográfico. Teruel.
- PEÑA, J. L., PELLICER, F., CHUECA, J., ECHEVERRIA, M. T., JULIAN, A., LOZANO, M. V., SANCHEZ, M. (1993): Memoria del Proyecto de Investigación: *Mapa Geomorfológico de Aragón. Escala 1:200.000*. 123 p. y Anexo cartográfico. Inédito.
- RODRIGUEZ VIDAL, J. (1986): *Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su piedemonte*, Instituto de Estudios Altoaragoneses, 172 p. y Anexo cartográfico. Huesca.
- SANCHO, C. (1988): *Geomorfología de la Cuenca Baja del río Cinca*. Tesis Doctoral Univ. Zaragoza. 743 p. y Anexo cartográfico. Inédita.
- SORIANO, A. (1990): *Geomorfología del sector centromeridional de la Depresión del Ebro*. Institución Fernando El Católico, 269 p. y Anexo cartográfico. Zaragoza.
- ZUIDAM, R. A. van (1976): *Geomorphological development of the Zaragoza region (Spain)*. I. T. C. 221 p. y Anexo cartográfico. Enschede.
- ZUIDAM, R. A. van (1980): Un levantamiento geomorfológico de la región de Zaragoza. *Geographicalia*, 6, 103-134. Zaragoza.