

1/18000 hecho sobre fotografías aéreas de la misma escala, se apoyó en los documentos cartográficos que se han señalado unas líneas más atrás.

LA LITOLOGIA

La zona ofrece una amplia gama de materiales, desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Las rocas paleozoicas incluyen principalmente cuarcitas, con una acusada variabilidad en cuanto a sus caracteres físicos (color, textura, compacidad...).

La organización tectónica de los terrenos paleozoicos se presenta difícil de interpretar debido a la complejidad de los fenómenos de plegamiento y de fractura que coexisten en el área. La diferencia de comportamientos ante la meteorización que ofrecen pizarras y cuarcitas se plasma en el relieve una vez más apareciendo casi todos los valles en los materiales blandos y conservándose enhiestas las cuarcitas en las cumbres a pesar de su elevado grado de fracturación.

El grupo de rocas mesozoicas es diferente del anterior pues dominan los productos calcáreos. La estructura es fácilmente reconocible. Calizas dolomíticas estratiformes a masivas se organizan en estructuras plegadas y hogbacks al oeste y noroeste de la zona.

Los materiales terciarios y cuaternarios tienen aquí gran representación, dando lugar a extensas mesetas hacia el centro de la cuenca sedimentaria (Alfamén). Sin embargo en áreas marginales es difícil diferenciar los depósitos recientes mediante simple observación; sería necesario un análisis detallado de los mismos.

El Mapa Geológico de España 1/50000, La Almunia de Doña Godina, subdivide los materiales de los glaciares en 14 grupos que corresponden al Mioceno, Plioceno-Pleistoceno y Holoceno. Se trata de conglomerados, areniscas arcillas, calizas lacustres, margas, limos, gravas poligénicas y depósitos coluviales. Pero las diferencias entre pisos consecutivos de la columna estratigráfica no están claras en el mapa y el trabajo de campo no ha podido esclarecerlas del todo. Por esta razón es preferible englobar bajo el mismo epígrafe de «materiales terciario-cuaternarios» todos estos sedimentos.

En algunos lugares se puede presumir la existencia de Mioceno (Ejemplo puntos 1, 2, 3 y 4 en el mapa adjunto). Se trata de lechos fluviales intermitentes que dejan ver por erosión lineal un fondo propio o rojizo, conglomerático y limoso, con trazas de estratificación.

En otros casos el posible Mioceno aparece en la superficie de los glaciares con unas características físicas similares a los materiales cuaternarios. En

nuestra opinión, no existen datos suficientes que avalen la edad exacta de estos productos.

No obstante, la sedimentación miocena fue muy potente tanto en la depresión del Ebro como en las depresiones del Sistema Ibérico.

Depósitos pliocenos no existen en el área o al menos no han sido encontrados. Podemos aventurar su existencia por la intensidad que alcanzó la morfogénesis con posterioridad al Mioceno. Sin embargo los caracteres litológicos no ofrecen —en caso de que existan— variación alguna con respecto al resto de los materiales sueltos.

En el paso del Plioceno al Cuaternario aparece una serie conglomerática similar a las rañas con gruesos detritos redondeados o subredados y matriz arcillosa o limosa. Se dan muy típicos en El Cabezo al noreste del mapa, en los niveles III₂ y III₃.

Los materiales cuaternarios constan principalmente de depósitos de glaciares y cantos aluviales angulares o subangulares, así como limos y arcillas.

Auténticos depósitos de terrazas no existen en la zona investigada. Los niveles planos a orillas de los cauces fluviales parecen más conos de deyección que terrazas, y esto no solamente por el grado de rodamiento (subangular o angular) sino también por sus caracteres topográficos, que se ofrecen en suave pendiente.

En el extremo norte del mapa, junto a La Almunia de Doña Godina, existen niveles de terraza formados por material angular con abundancia de finos. Intercaladas en esta zona se pueden ver manchas de limos y arcillas pardos o rojizos, que son probablemente sedimentos-suelos redepositados de origen mioceno.

HISTORIA GEOLOGICA

Dio comienzo en el gran sinclinal paleozoico donde se depositaron las pizarras preordovícicas. El levantamiento de la zona originó depósitos de playa que con el tiempo se convierten en las cuarcitas ordovícicas. Nueva oscilación y deposición de la serie silúrica de pizarras azules, visibles solamente en el contacto con el conglomerado triásico del norte de Alpartir.

Devónico y Carbonífero no tienen representación en la zona, si bien son potentes en otras regiones del Sistema Ibérico (provincia de Teruel).

Los materiales cuarcíticos y pizarrosos se plegaron en dirección NO-SE con buzamientos muy pronunciados que son visibles en la presente disposición de las cuarcitas. Un período de aplanamiento generalizado demolió las jóvenes estructuras carboníferas y la ascensión de la zona originó los conglomerados de la base del Triásico. Al norte de Alpartir, en el punto señalado

en el mapa con el número 6 pueden reconocerse estas ruditas coherentes organizadas en hogbacks. Sobre ellas, las típicas areniscas rojas del Buntsandstein.

Una nueva subsidencia y deposición en mares poco profundos que hacen posible una abundante vida vegetal y animal, se concreta en la aparición de calizas y calizas dolomíticas con interstratificación de margas durante los períodos Triásico y Jurásico. Se extienden entre La Almunia y Alpartir, al oeste del área cartografiada.

Los movimientos alpinos deforman fuertemente todos los materiales. La unidad paleozoica, muy rígida, trajo los esfuerzos tectónicos en nuevas fallas, activando además las antiguas.

El contacto Paleozoico-Mesozoico se encuentra a menudo fallado debido a que los terrenos primarios se organizan en horsts y grabens cuyos desplazamientos en la vertical han roto la cubierta calcárea mesozoica. Este contacto aparece aproximadamente a los $41^{\circ} 26' 50''$. En sus cercanías un hogback cuarcítico se falla contra los conglomerados triásicos. Más al oeste el contacto entre Trías y pizarras paleozoicas continúa siendo anormal. Las calizas, y las rocas mesozoicas en general, forman dos tipos de paisaje: hogbacks y estructuras plegadas, deformadas por los alpinos con independencia del rígido sustrato paleozoico sobre el que se asentaban.

Un dilatado período de erosión-sedimentación hizo aparecer las potentes series miocenas albergadas en depresiones tectónicas. Estos materiales no se encuentran bien definidos en los alrededores de Alpartir-La Almunia, aunque son comunes y bien caracterizados hacia el este (Alfamén).

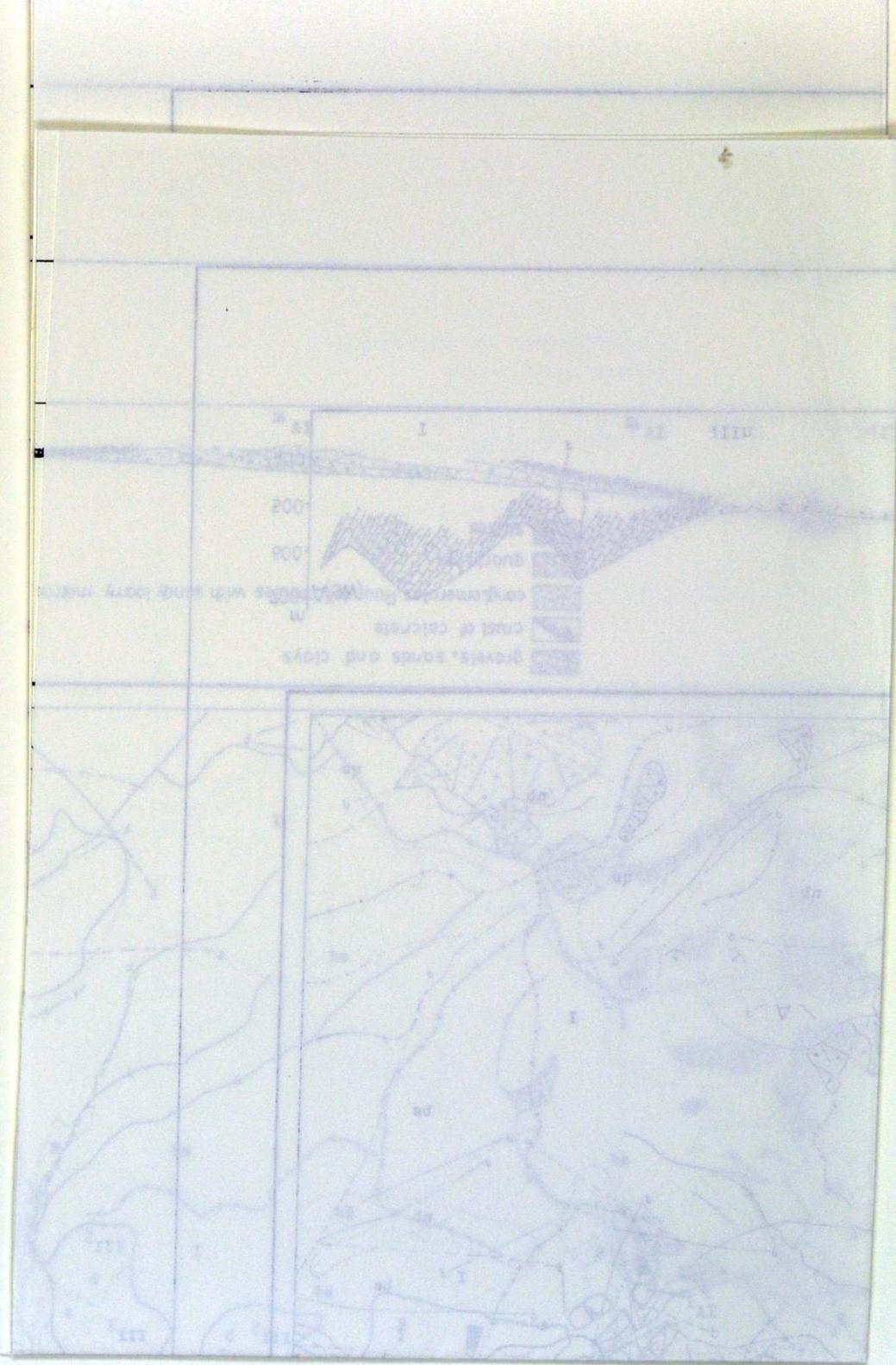
Durante el Plioceno superior, Pleistoceno y Holoceno un levantamiento general deformó visiblemente los sedimentos más recientes.

Las últimas oleadas erosivas dan lugar al emplazamiento de abanicos sedimentarios progresivamente retocados originándose varios niveles de glaciares y de terrazas. Van Zuidan (1982) propugna una edad muy reciente para estos sucesos, pues sitúa los últimos entre el 700 a.C. y 100 d.C.

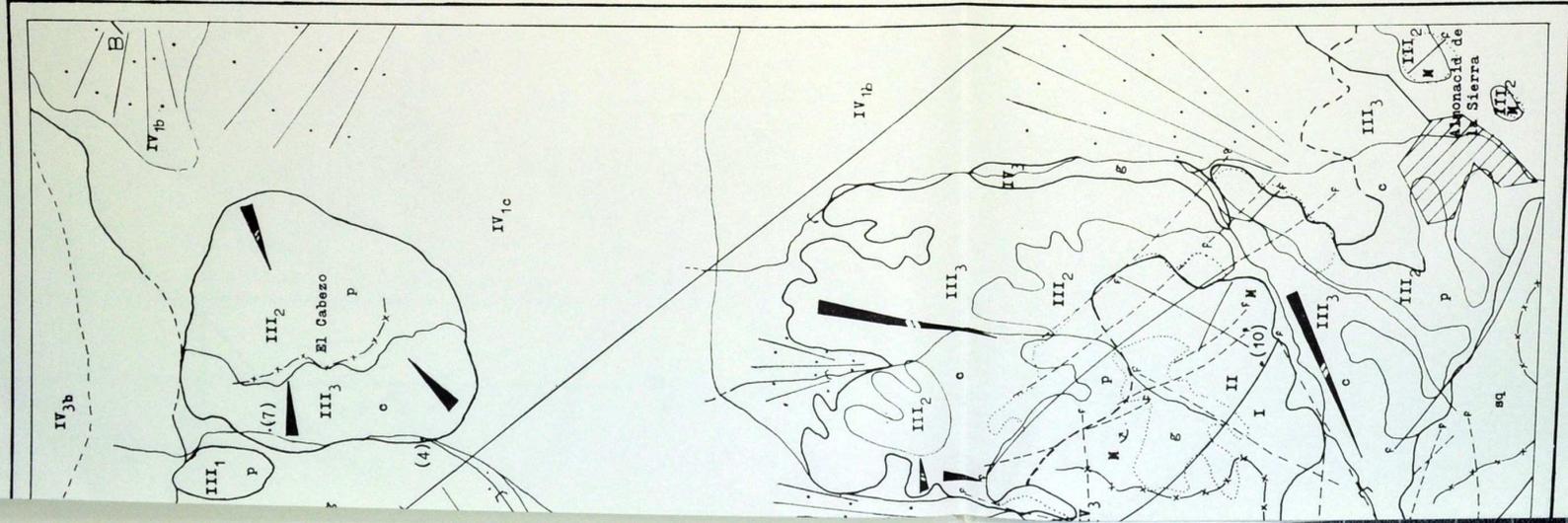
DESARROLLO GEOMORFOLOGICO DEL AREA

El punto de partida en el estudio de la morfogénesis actual debe situarse en el Mioceno. En esta época las depresiones principales del Sistema Ibérico se colman de sedimentos propios de ambientes fluviolacustres bajo condiciones climáticas tropicales o subtropicales con períodos alternativamente húmedos y secos¹.

¹ Debido a la exiguidad de los depósitos miocenos en el área investigada, no nos es posible referir los procesos específicos que tuvieron lugar en ella.



SPAIN.



GEOMORPHOLOGICAL UNITS

Forms of structural-denudational origin

- I. In Paleozoic. Montaneous topography with complex structure
- II. In Mesozoic. Hogbacks and folded structures

Forms of denudational origin

- III₁. Former glacial surface with local gravel rich river beds, locally with tectonical influence. Nearly flat terrain
- III₂. As III₁ but eroded to a hilly landscape
- III₃. As III₁ but covered by more recent calcrete
- III_{1a}. Intramontaneous glacis
- III_{1b}. Glacis remnants probably with tectonic influence

Forms of fluvio-coluvial origin

- They take place in plio-pleistio-holocene deposits composed of gravels mixed with pebbles and fine material
- IV₁. Fluvial fans
- IV₂. Floodplain active
- IV₃. Terraces

Sometimes it is possible to identify several levels in IV₁ and IV₃. They are called IV_{1a}, IV_{1b},... and IV_{3a}, IV_{3b},... from older to younger

LITHOLOGICAL UNITS

- M. Mesozoic rocks, almost limenstone
- sh. Shales
- qu. Quartzites
- sq. Interbedded quartzites-shales
- p. Rounded pebbles with sandy-loamy matrix
- c. Crust of calcrete
- g. Gravel, sand and clay. Tertio-Quaternary, frequently reworked

DETAILS

Boundary of geomorphological unit

- main unit
- sub-unit

- Steep and high scarp zone of hogback with break of slope
- Moderate scarp zone

Fault

- certain
- probable

Dipping / superficial dipping

Syncline

Anticline

Main water divide, Ridges in Paleozoic

Lithological boundary

River beds

Channels in the floodplain.

Different valley shapes

Landslide

Scree slopes

Small cone

Alluvial fan

Erosional glacis

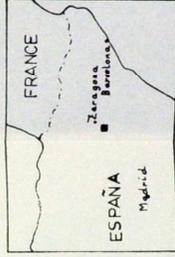
disected

slightly or non disected

Settlements

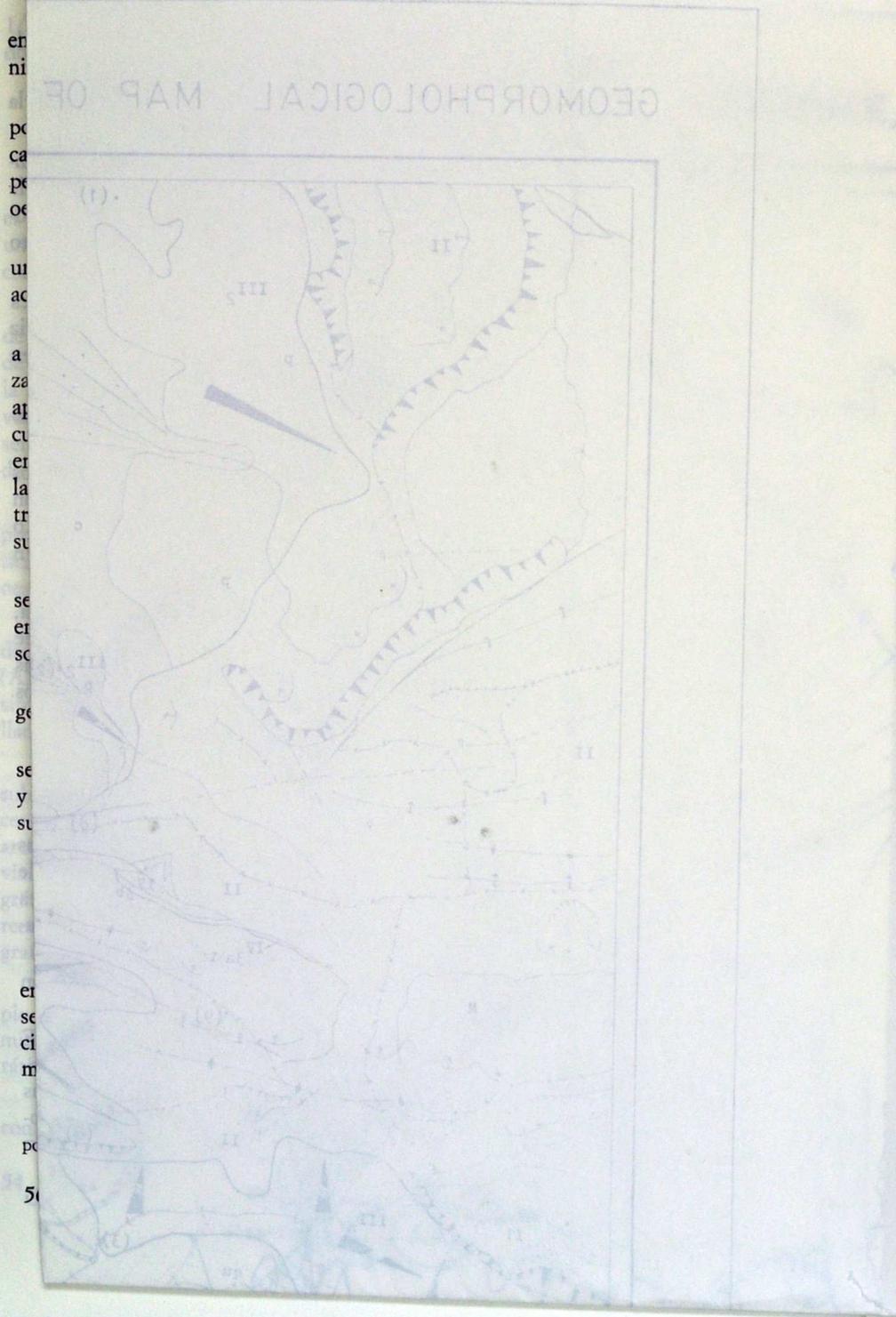
Roads

(5) Points mentioned in de Report



Sources: Topographical sheet 410, scale 1/50000 and sheets scale 1/25000 referents to sheet 410. Inst. Geogr. Catastral. Madrid. Geological sheet 410. Inst. Geol. Minero. Madrid. Aerial photographs of 1980, scale approx. 1/18000

Dionisia Gómez Amelia
I T C, Enschede, the Netherlands



Al comenzar el período Pleistoceno las áreas deprimidas están repletas de sedimentos y una nueva e importante pulsación tectónica eleva definitivamente las montañas a su posición actual. Ello supone un incremento en los desniveles relativos que va a desencadenar, en condiciones climáticas apropiadas, un potente y extenso conglomerado que en algunas zonas se materializa en facies de raña.

Restos de este conglomerado pliocuaternario aparecen en El Cabezo, en posiciones más elevadas junto al área montañosa y, en general, extendidos sus fragmentos por toda la zona como testigos de aquellos antiguos conos del paso del Plioceno al Pleistoceno.

En el Cuaternario (Pleistoceno) se constata un póstumo levantamiento que si bien no ha dejado testigos claros en el área investigada, puede verse muy cerca. Al norte de La Almunia de Doña Godina se han observado deformaciones en sedimentos recientes.

El desplazamiento hacia el sur de la pequeña corriente fluvial de Alpartir ha tenido como causa probable un movimiento tectónico en ese sentido. Por otra parte, la inclinación de la potente costra que cubre las vertientes de El Cabezo es lo suficientemente fuerte como para atribuirle sólo a un efecto sedimentario (punto 7 en el mapa).

Finalmente, la superficie original en el más antiguo nivel de glacia plio-pleistoceno) parece buzarse hacia el sudoeste de La Almunia.

Esta pulsación tectónica cuaternaria así como la variabilidad climática que acarrea varias crisis de aridez, son los aspectos más destacados de los últimos tiempos geológicos. Como consecuencia, el antiguo nivel mio-plioceno es fuertemente erosionado y el relieve diferencial de las montañas se agudiza por incisión fluvial en rocas blandas. Las corrientes fluviales, de signo temporal, transportan enormes cantidades de material rocoso hacia el piedemonte.

En resumen, los fuertes y alternativos cambios climáticos, sumados al tectonismo cuaternario han originado una activa morfogénesis que se ha traducido en tres niveles de glacia y otros tantos niveles de terrazas.

El último de los episodios geomorfológicos de la zona es la localización de abanicos aluviales de cronología sucesiva.

DESCRIPCION Y CARACTERES DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Se han delimitado cuatro unidades geomorfológicas; dos de ellas corresponden al área montañosa y dos a la unidad fisiográfica que viene marcada por débiles pendientes.

Formas de origen estructural-denudativo:

- I. En Paleozoico. Topografía montañosa con estructura compleja.
- II. En Mesozoico. Hogbacks y estructuras plegadas.

Formas de origen denudativo:

- III₁. Antigua superficie de glacis, enriquecida localmente con gravas y con influencia tectónica. Terreno casi llano.
- III₂. Similar a III₁ pero de topografía accidentada por erosión.
- III₃. Similar a III₁ pero cubierto por costra calcárea reciente.
- III_n. Glacis intramontanos.
- III_r. Restos de glacis con probable influencia tectónica.

Formas de origen fluvio-coluvial:

Se sitúan sobre depósitos plio-pleisto-holocenos. El material se compone de gravas mezcladas con guijarros y productos finos.

- IV₁. Abanicos fluviales.
- IV₂. Llanura de inundación actual.
- IV₃. Terrazas.

I. Las formas en Paleozoico se encuentran determinadas tanto por los contrastes litológicos como por las fracturas. Ambos factores proporcionan un relieve diferencial formado por cuarcitas en las cumbres y pizarras en los valles. La erosión se ha centrado en los materiales blandos y las bandas de milonitización. Las antiguas estructuras hercínicas se han conservado sólo localmente, como en el caso de los hogbacks cuarcíticos del noroeste de Alpartir.

II. Como en el caso anterior, el paisaje posee carácter estructural y erosivo al mismo tiempo pero aquí las estructuras existentes varían entre hogbacks, anticlinales y sinclinales. No obstante, las formas estructurales han sido eficazmente atacadas por erosión lineal debido a las modificaciones experimentadas por el gradiente de las cuencas vertientes de los dos ríos, así como por la intensa fracturación de los materiales. Una gran falla ha afectado la caliza del Muschelkalk y los más blandos terrenos del Buntsandstein y Keuper (punto 8). En la ancha zona milonitizada se han depositado yesos que han sido objeto de extracción mediante canteras. La faja de debilidad originada por la falla ha favorecido los procesos erosivos, generándose un amplio valle que ha sido rellenado por material detrítico. Las formas poseen por tanto, carácter parcialmente erosivo y parcialmente estructural.

En ocasiones es posible reconocer los dos flancos de una antiforma con

acusados buzamientos a manera de hogbacks. Los ejes, lógicamente en régimen de tensión tras la comprensión orogénica, han sido barridos por erosión.

La repetida alternancia de materiales blandos y duros puede reconocerse a manera de frentes de hogbacks compuestos, con varias rupturas de pendiente marcando los estratos duros (punto ...).

La estrecha franja aflorante al noroeste de Almonacid de la Sierra no presenta, como el área que acabamos de describir, formas características. Ello es así por dos razones: en primer lugar, un alto grado de tectonización que da una gran densidad de fallas y fracturas, y en segundo lugar, por el escaso desarrollo espacial del afloramiento.

El contacto con la unidad paleozoica en esta zona se realiza mediante falla de desgarre (La Rubia, punto 10) que ha hecho aparecer una amplia banda brechificada en donde se pueden reconocer rocas paleozoicas (pizarras y cuarcitas) y mesozoicas (areniscas calcáreas del Trías-Lías y calizas azules de la base del Liásico). De este a oeste se observa la sucesión anormal de las series: cuarcitas, areniscas, calizas, pizarras paleozoicas y calizas liásicas azules. Esto prueba la existencia de la falla horizontal.

III. Como ya ha sido anteriormente mencionado, la morfogénesis cuaternaria ha tenido un papel muy destacado en el modelado de la zona. Ello ha dado como resultado tres niveles de glacis no siempre de fácil identificación. La costra calcárea generalizada que cubre el nivel III₃ proporciona un buen elemento diferenciador para los otros dos niveles.

A pesar de la cartografía que hemos confeccionado, no descartamos la posibilidad de una cronología diferente a la expuesta en el mapa. En este sentido, el nivel III₂ sería el más antiguo y el III₁ el más moderno, probablemente finalizado por acción fluvial.

Básicamente nuestra interpretación se fundamenta en los frecuentes signos de tectónica cuaternaria que existen por toda la zona. De este modo, la inclinación que ofrece el III₁ sería debida a acción tectónica. Dado que el material es idéntico al del nivel topográficamente más elevado (III₂)² le podemos considerar como el más antiguo. El nivel III₃ es el más reciente, endurecido por una costra que en ocasiones alcanza los 3 metros de espesor (El Cabezo).

IV. Las unidades más modernas son los conos y las terrazas. En ambas los materiales están constituidos principalmente de gravas angulares y subangulares con algunos fragmentos más gruesos.

² Cantos y bloques de litología variada, rodados o subrodados con pátina calcárea y matriz arenosa o limosa.

Los conos son claramente visibles en fotografía aérea, sin embargo sus límites son difíciles de trazar sobre el terreno. Presentan una sección transversal convexa a diferencia de la superficie de los glacia, la cual es plana o cóncava.

Las reducidas terrazas no contienen material típicamente aluvial, sin embargo se observan estratificaciones cruzadas en algunos de los escarpes que bordean el lecho actual. Además los materiales poseen disposición horizontal (débilmente inclinada al este de Alpartir). En todos los casos se trata de terrazas de erosión.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Von Zuidam, R.: 'Relief development in the Cariñena - La Almunia - Daroca area, Zaragoza and Teruel provinces, Spain', *ITC Journal* (Enschede, Holanda 1982-83).

MAPA GEOMORFOLOGICO DE ALPARTIR, PROVINCIA DE ZARAGOZA, ESPAÑA

(Símbolos que aparecen en el mapa)

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Formas de origen estructural-denudativo:

- I. En Paleozoico. Topografía montañosa con estructura compleja.
- II. En Mesozoico. Hogbacks y estructuras plegadas.

Formas de origen denudativo:

- III₁. Antigua superficie de glacia, enriquecido localmente con gravas y con influencia tectónica. Terreno casi llano.
- III₂. Similar a III₁ pero de topografía accidentada por erosión.
- III₃. Similar a III₁ pero cubierto por costra calcárea reciente.
- III_n. Glacia intramontanos.
- III_r. Restos de glacia con probable influencia tectónica.

Formas de origen fluvio-coluvial:

Se sitúan sobre depósitos plio-pleisto-holocenos. El material se compone de gravas mezcladas con guijarros y productos finos.

- IV₁. Abanicos aluviales.
- IV₂. Llanura de inundación activa.
- IV₃. Terrazas.

En ocasiones es posible identificar varios niveles en IV₁ y IV₃ que son denominados IV_{1a}, IV_{1b}, ... y IV_{3a}, IV_{3b}, ... de más antiguo a más reciente.

UNIDADES LITOLOGICAS

- M. Rocas mesozoicas, principalmente calizas.
- sh. Pizarras.

- qu. Cuarcitas.
- sq. Cuarcitas-pizarras interestratificadas.
- p. Guijarros redondeados con matriz arenoso-limosa.
- c. Costra calcárea.
- g. Gravas, arenas y arcillas. Tercio-cuaternario frecuentemente redepositado.

DETALLES

Límite de unidad geomorfológica:

- unidad principal
- unidad secundaria.

Fuerte escarpe de hogback con ruptura de pendiente.

Escarpe moderado.

Falla:

- segura
- probable.

Buzamiento/buzamiento superficial.

Sinclinal

Anticlinal

Principal divisoria de aguas. Crestas en Paleozoico.

Límite de unidad litológica.

Lechos fluviales.

Canales en la llanura de inundación.

Distintas formas de valle.

Deslizamientos.

Vertientes de derrubios.

Cono de escasa extensión.

Abanico aluvial.

Glacia de erosión:

- disectado
- con disección escasa o nula.

Núcleos de población.

Carreteras.

(5). Puntos mencionados en el texto.

Escala aproximada 1/18000.

Fuentes: MTN hoja 410; mapas 1/25000 referentes a la hoja 410. Mapa geológico 1/50000, hoja 410. Fotografías aéreas E: 1/18000.

Corte geomorfológico (leyenda).

Gravas, arenas y arcillas.

Costra calcárea.

Conglomerados. Cantos redondeados con matriz arenoso-limosa.

Cuarcitas.

Pizarras.

DIONISIA GOMEZ AMELIA
Universidad de Extremadura