



Instituto Geológico
y Minero de España

20713

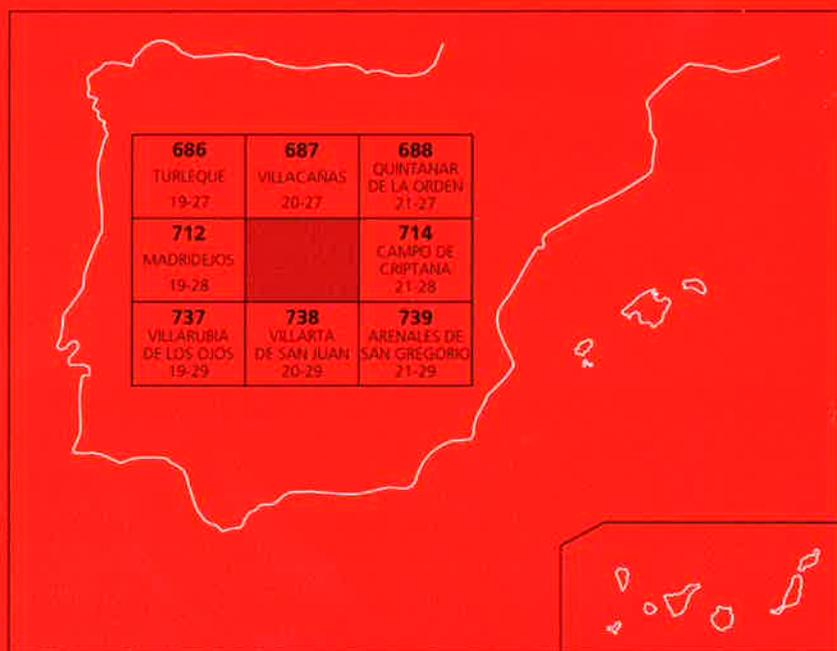
713

20-28

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



ALCÁZAR DE SAN JUAN

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

ALCÁZAR DE SAN JUAN

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España
Base Topográfica: Servicio Geográfico del Ejército
Cartografía: Intecol S.L.U.

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 474-10-005-3
ISBN: 978-84-7840-828-3
Depósito legal: M-17833-2010

Fotocomposición: Intecol S.L.U.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

Las presentes Hoja y Memoria (Alcázar de San Juan-713), han sido realizadas por el I.G.M.E., dentro del programa MAGNA, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Autores

Mapa Geotécnico

- F. Moreno Serrano (I.G.M.E.). Cartografía Geológica, Geomorfológica y Memoria.
- J.M. López García (I.G.M.E.). Cartografía Geológica y Memoria.
- L.M. Barranco Sanz (I.G.M.E.). Cartografía Geológica y Memoria.
- P.P. Goicoechea García (I.G.M.E.). Cartografía Geológica y Memoria.
- J. Mulas de la Peña (I.G.M.E.). Cartografía Geológica.
- M.A. Sanz Santos (I.G.M.E.). Cartografía Geomorfológica.

Dirección y supervisión

- A. Martín-Serrano García (I.G.M.E.)
- E. Elizaga Muñoz (I.G.M.E.)
- V. Gabaldón López (I.G.M.E.)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector, que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta, una información complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes paleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Álbum de fotografías.
- Fichas bibliográficas.
- Informes complementarios.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
2. ESTRATIGRAFÍA	10
2.1. CÁMBRICO	10
2.1.1. Calizas, dolomías y metapelitas (3). Cámbrico	11
2.2. ORDOVÍCICO	11
2.2.1. Cuarцитas, areniscas y metapelitas (4). Serie púrpura. Tremadociense-Arenigiense	11
2.2.2. Cuarцитas (5). Cuarcita Armoricana. Arenigiense	12
2.3. TRIÁSICO	13
2.3.1. Arcillas, conglomerados, areniscas y margas (6). Buntsandstein	13
2.3.2. Areniscas, limos arcillosos y dolomías (7) Muschelkalk	15
2.3.3. Yesos, arcillas y dolomías (8). Keuper	15
2.4. TRIÁSICO-JURÁSICO BASAL (LÍAS)	16
2.4.1. Dolomías y limolitas (9). Fms. Dolomías tableadas de Imón y Carniolas de Cortes de Tajuña. Triásico superior-Jurásico inferior (Lías)	16
2.5. CRETÁCICO	16
2.5.1. Areniscas (10). Formación Arenas de Utrillas. Albiense-Cenomaniense	17
2.5.2. Calizas y margas (11). Cenomaniense	17
2.5.3. Arcillas marrones (12). Cenomaniense-Turoniense?	17
2.6. Terciario	18
2.6.1. Paleógeno	18
2.6.1.1. Areniscas grises y blancas y conglomerados cuarcíticos. Unidad detrítica inferior (13). Eoceno	18
2.6.1.2. Conglomerados cuarcíticos. Unidad detrítica Superior (14). Oligoceno	19
2.6.2. Neógeno	19
2.6.2.1. Arcillas, limos y arenas con cantos y bloques cuarcíticos (15). (Ageniense-Vallesiense)	21
2.6.2.2. Arcillas y limos rojos, con yesos, arenas y gravas (16). (Ageniense-Vallesiense)	21
2.6.2.3. Yesoarenitas y margocalizas (17) (Ageniense superior-Vallesiense inferior)	22
2.6.2.4. Brechas y conglomerados calcáreos (18) (Ageniense-Vallesiense)	22
2.6.2.5. Margas blancas y areniscas amarillas. Unidad Superior (19) (Vallesiense-Turoliense)	23

2.6.2.6. Calizas micríticas con algas. Calizas del Páramo. Unidad Superior (20) (Vallesiense-Turolense)	24
2.6.2.7. Brechas y costras carbonatadas. Glacis antiguos y superficies de erosión (21) Plioceno-Pleistoceno	24
2.7. CUATERNARIO	25
2.7.1. Gravas, arenas y limos. Terrazas (22 y 23). Pleistoceno inferior-medio y superior	25
2.7.2. Limos y arcillas con cantos. Coluviones recientes (24). Pleistoceno superior-Holoceno	25
2.7.3. Arcillas y limos pardos con cantos calizos. Fondo de dolina (25) Pleistoceno superior-Holoceno	26
2.7.4. Arcillas y limos con cantos. Glacis recientes (26). Holoceno	26
2.7.5. Arenas limos y gravas. Abanicos aluviales (27).Holoceno	26
2.7.6. Limos grises y arenas. Llanuras de inundación (28). Holoceno	26
2.7.7. Limos negros, en ocasiones salinos. Fondos endorreicos y terrazas lacustres (29). Holoceno	26
2.7.8. Limos y arenas. Manto eólico (30). Holoceno	27
2.7.9. Arenas y limos con cantos. Fondo de valle (31). Holoceno	27
3. TECTÓNICA	27
3.1. TECTÓNICA PREHERCÍNICA Y HERCÍNICA	27
3.1.1. Deformación prehercínica. Discordancia sárdica	27
3.1.2. Estructuras hercínicas	28
3.1.3. Deformación hercínica. Discusión y correlación con otros sectores	29
3.2. TECTÓNICA ALPINA	30
3.2.1. Estructuras alpinas	30
3.2.2. Evolución alpina	31
4. GEOMORFOLOGÍA	32
4.1. ANÁLISIS MORFOGRÁFICO	32
4.1.1. Estudio morfoestructural	32
4.1.2. Estudio del modelado	32
4.1.2.1. Formas estructurales	32
4.1.2.2. Formas de ladera	33
4.1.2.3. Formas fluviales	33
4.1.2.4. Formas eólicas	34
4.1.2.5. Formas endorreicas	34
4.1.2.6. Formas de alteración	34
4.1.2.7. Formas poligénicas	34
4.1.2.8. Formas antrópicas	35
4.2. EVOLUCIÓN DINÁMICA	35
4.3. PROCESOS ACTUALES	36
5. PETROLOGÍA	36
5.1. ROCAS ÍGNEAS TARDIHERCÍNICAS	36
5.1.1. Rocas filonianas. Dique de pórfido (1)	36
5.1.2. Plutón granítico de Madridejos (2)	36

5.2. METAMORFISMO	37
5.2.1. Metamorfismo regional hercínico	37
5.2.2. Metamorfismo de contacto	37
6. HISTORIA GEOLÓGICA	38
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	40
7.1. MINERÍA Y CANTERAS	40
7.2. HIDROGEOLOGÍA	40
8. BIBLIOGRAFÍA.....	43

1. INTRODUCCIÓN

La Hoja a escala 1:50.000 de Alcázar de San Juan (713) comprende parte de las provincias de Toledo (mitad noroccidental) y Ciudad Real (mitad suroriental). Este límite de provincias, que cruza la Hoja según una diagonal SO-NE, coincide aproximadamente con la división entre la Fosa del Tajo, al Noroeste, y la Llanura Manchega, al Sureste. También hacen presencia en el margen suroccidental el extremo más oriental de los Montes de Toledo (Fig. 1).

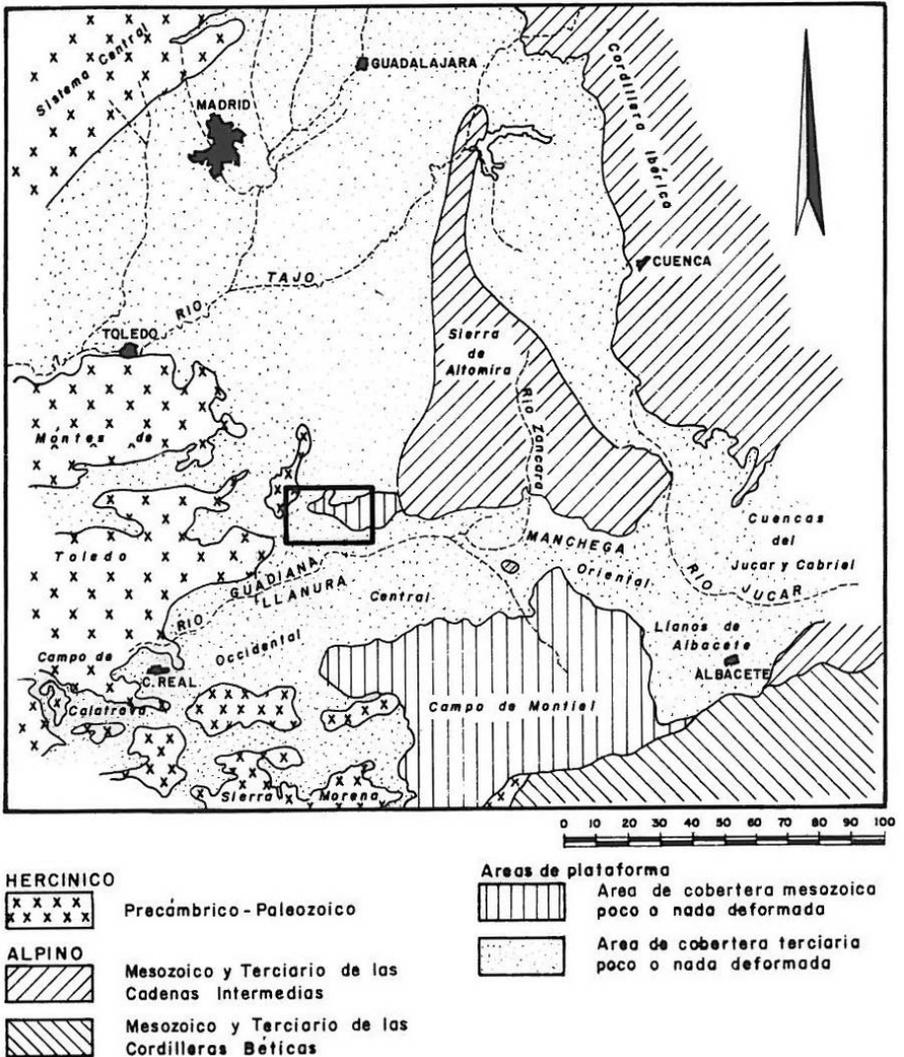


Fig. 1.- Situación del área estudiada dentro de la Submeseta Meridional. Esquema simplificado del de A. Pérez (1981).

La Carretera Nacional IV (Madrid-Cádiz) cruza la Hoja entre los kilómetros 123 y 135, por el margen occidental de la misma, uniendo las poblaciones de Madrیدهjos y Puerto Lápice (ambas fuera de la Hoja); la Carretera Nacional 420 (Córdoba-Tarragona) enlaza las localidades de Puerto Lápice y Alcázar de San Juan. La línea de ferrocarril discurre por el borde norte, uniendo Madrid con Levante y Andalucía.

La morfología la Hoja es llana y monótona, a excepción de las sierras del borde suroeste, formadas por cuarcitas paleozoicas, y los suaves relieves del Triásico arenoso, situados al Norte de la localidad de Alcázar de San Juan. Superficies suavemente alomadas se encuentran también al Norte de la localidad de Camuñas. La zona central es la más llana de todas, y corresponde a depósitos terciarios y a la llanura de inundación del río Cigüela.

En cuanto al sistema hidrográfico, dos ríos discurren por la Hoja: el río Cigüela, y el Amarguillo. El primero nace en la provincia de Cuenca, y se une al Záncara al salir de la Hoja. El río Amarguillo es más bien un arroyo estacional, que nace en los Montes de Toledo, al SO de Urda.

El rasgo más llamativo desde el punto de vista hidrográfico son las lagunas, algunas de ellas de gran extensión y aguas salinas (IGME 1952). La Laguna Grande de Villafranca, se utiliza como balneario.

La población se encuentra agrupada en cuatro núcleos: Camuñas y Villafranca de los Caballeros en la provincia de Toledo, Herencia y Alcázar de San Juan en Ciudad Real. A excepción de Camuñas, todos ellos superan los 5.000 habitantes, destacando la localidad de Alcázar de San Juan por su industria, medios de comunicación (punto de bifurcación del FFCC Madrid-Levante y Madrid-Andalucía), servicios, etc.

La economía de la zona se basa en la agricultura, a excepción de la localidad de Alcázar de San Juan donde se encuentra un mayor desarrollo del sector de servicios, y Villafranca de los Caballeros donde existen importantes industrias cerámicas. El cultivo más importante es la vid, seguido de olivos y cereales. La ganadería, escasa, se reduce al ganado lanar y, en menor proporción, al cabrío.

2. ESTRATIGRAFÍA

La hoja de Alcázar de San Juan, comprende parte de las cuatro unidades morfoestructurales siguientes: estribaciones orientales de los Montes de Toledo, borde norte de la Llanura Manchega, zona tabular de Campo de Criptana y zona meridional de la Cuenca del Tajo.

Los materiales aflorantes pueden englobarse según su edad en tres conjuntos:

- a) Metasedimentos paleozoicos de los Montes de Toledo.
- b) Sedimentos mesozoicos de la plataforma del Campo de Criptana.
- c) Sedimentos del Terciario y Cuaternario de la Llanura Manchega y Cuenca del Tajo.

2.1. CÁMBRICO

Los materiales más antiguos corresponden al Paleozoico inferior. Los primeros trabajos de carácter regional realizados por VIL y BARRANDE (1856) y PRADO (1856) definían como zóca-

lo paleozoico de la Meseta los materiales cuarcíticos, de edad ordovícica, que se describen en el siguiente apartado.

2.1.1. Calizas, dolomías y metapelitas (3). Cámbrico.

Los materiales Cámbricos que afloran en la Hoja constituyen un único afloramiento al Norte de la localidad de Puerto Lápice. Están constituidos por una sucesión de dolomías y calizas dolomíticas en bancos de 0.5 m. Internamente muestran una sucesión de bandas claras de probable origen algal, y bandas gris oscuro de carácter más pelítico.

El análisis petrológico muestra una importante recristalización de las calizas y dolomías. Aparecen también carbonatos ferruginosos, ankerita y siderita. La mayoría de las muestras estudiadas presentan una esquistosidad incipiente.

También son frecuentes las metapelitas de grano muy fino, con débil recristalización debida a un metamorfismo de contacto de grado bajo. Se encuentran frecuentemente atravesadas por venas hidrotermales con baritina y galena (esta última ha sido explotada para la obtención de plomo). Las condiciones de afloramiento de estos indicios mineros son deficientes, debido a la fuerte tectonización, apareciendo en brechas asociadas a fracturas y venas hidrotermales.

A pesar de la ausencia de fauna que permita su datación, las características de esta serie permiten su correlación con los materiales Cámbricos de otras localidades de los Montes de Toledo (Urda, Navalucillos, etc.), y viene a ser el Cámbrico más oriental de los Montes de Toledo. La ausencia de continuidad estratigráfica con la serie suprayacente (contacto tectónico), impide determinar la potencia de esta sucesión.

2.2. ORDOVÍCICO

Además de los ya citados trabajos de VIL y BARRANDE (1856) y PRADO (1856), LOTZE (1956) fue el primero en estudiar la parte inferior del Ordovícico, en la cual distinguió, bajo la cuarcita Armoricana, una alternancia detrítico-pelítica, de tonos rojizos muy característicos y con frecuente icnofauna, a la que denominó "capas intermedias". Posteriormente ha recibido numerosos nombres (serie intermedia, serie púrpura, formación de base, "*lie de vin*") haciendo referencia tanto a su posición estratigráfica como a sus peculiares características que la hacen fácilmente reconocible y correlacionable en diferentes áreas.

A nivel regional, su potencia puede variar desde un máximo de 1.000 m hasta su completa desaparición, lo que hace que la cuarcita Armoricana llegue descansar sobre los materiales cámbricos o precámbricos. Esta característica llevó a muchos autores a pensar en la existencia de una discordancia entre la "cuarcita Armoricana" y la "serie púrpura" (Fase Ibérica de Lotze).

2.2.1. Cuarcitas, areniscas y metapelitas (4). Serie púrpura. Tremadociense-Arenigiense.

Serie constituida fundamentalmente por cuarcitas, con algunas intercalaciones de areniscas rojas y metapelitas. Afloran en todos los afloramientos paleozóicos del SO de la Hoja, así como al S y al E de Herencia, en la carretera de dicha localidad a Alcázar de San Juan y al sur de ésta última población.

Los análisis petrológicos muestran que tanto las cuarcitas como las metapelitas presentan un metamorfismo regional de grado bajo a muy bajo (clorita). Las areniscas, de grano fino a muy fino, muestran una foliación incipiente, definida por la orientación de cristales de mica blanca.

El mejor afloramiento de esta serie se encuentra en la vecina hoja de Villarta de San Juan (IGME 1988) en la elevación denominada Risco, habiéndose reconocido unos 200 m de serie formada por cuarcitas con niveles metapelíticos intercalados, con una fuerte coloración roja. Se han podido reconocer pequeños "ripples" de corriente, estratificaciones cruzadas y morfologías de barras. Es muy frecuente la presencia de icnofauna, encontrándose entre los materiales derrubios restos de Cruziana, mientras que in situ abundan los *Scolithus dufrenoyi*, ROU., y *Scolithus linearis*, HALL, (IGME 1952). Al Norte de Puerto Lápite, en el cerro conocido como Cabezuelas, las capas cuarcíticas muestran estratificaciones cruzadas y morfologías de barras.

Al Sureste de Alcázar de San Juan son más frecuentes las intercalaciones metapelíticas entre las cuarcitas (estratodecrecientes a medida que se asciende en la serie), metareniscas de grano muy fino y limolitas micáceas. Todos estos materiales presentan un metamorfismo regional de grado bajo a muy bajo, marcado por la orientación de las micas, lo que permite una fácil identificación de las estructuras sedimentarias. También abundan las cataclasitas, de composición original cuarcítica; igualmente se han encontrado pórfidos y pórfidos graníticos como intrusiones entre las cuarcitas, posiblemente a favor de los niveles de cataclasitas.

En las inmediaciones de Camuñas existen dos afloramientos, aislados en sendas elevaciones, que muestran varios bancos (de hasta un metro de espesor) de conglomerados cuarcíticos, con cantos subredondeados, que llegan a alcanzar varios centímetros de diámetro, matriz arenosa y colores rojizos a púrpura. Presentan una dirección NE-SO y configuran un sinforme con la misma dirección (ver mapa geológico). Por correlación con otras localidades de los Montes de Toledo, estos niveles podrían corresponder a la base de la serie púrpura (Tremadoc).

La ausencia de buenos cortes en la zona nos impide realizar un estudio detallado, pero de los datos obtenidos en la realización de la Hoja 738 Villarta de San Juan (IGME, 1988) y observaciones puntuales podemos indicar que se trata de depósitos de plataforma somera en zonas mareales o intermareales con desarrollo de barras y canales.

En conjunto, el carácter detrítico de la serie, su color, la alternancia de niveles areniscosos y cuarcíticos, y la presencia de icnofauna nos permiten correlacionar la serie descrita con otras equivalentes de los Montes de Toledo, datadas como Tremadociense-Arenigiense.

2.2.2. Cuarcitas (5). Cuarcita Armoricana. Arenigiense

Concordante con la serie anterior se sitúa la "Cuarcita Armoricana", que aflora en la zona centro-sur de la Hoja y da lugar a las cotas más elevadas dentro de la misma (Galayos). Se trata de un potente tramo de cuarcitas, dentro del cual se reconocen hasta cuatro barras en bancos de más de 1 m de potencia. A diferencia de la serie infrayacente, estas cuarcitas presentan una fuerte recristalización que dificulta el reconocimiento de estructuras sedimentarias. Aparecen en bancos compactos, a veces con espesores superiores a un metro, de tonos claros, rosas y blancos o grises y gris azulados. En ocasiones se reconocen laminaciones cruzadas de gran ángulo.

Su mineralogía muestra un alto contenido en cuarzo, con mica blanca, y circón y turmalina como accesorios más frecuentes. Presentan intensos procesos de presión-disolución: estilolitos, recristalizaciones y cemento silíceo (IGME, 1988). Todas estas características permiten identificar esta serie como "Cuarcita Armoricana", por lo que su edad corresponde al Arenigiense.

Al no existir en la zona materiales superiores, aflorantes en continuidad deposicional con el techo de esta unidad, no podemos determinar su potencia, aunque la cartografía del entorno permite estimarla en al menos 100 m (IGME 1988). En sondeos realizados en la vecina Hoja de Villarta de San Juan (738) se reconoce la presencia, bajo los sedimentos terciarios, de niveles paleozoicos superiores a los aquí descritos, y que no llegan a aflorar en superficie.

2.3. TRIÁSICO

Aún existiendo antecedentes en el trabajo de EZQUERRA DEL BAYO, J.(1.837-45), es CORTAZAR, D.(1.878), en su reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real, quien señala la existencia de formaciones triásicas en la zona de Alcázar, así como la presencia de chondritas. Con posterioridad, serán los autores de la Hoja 713, escala 1:50.000 (Alcázar de San Juan, 1.952) y los de las hojas números 53 y 54, del Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 (1.972), quienes aporten datos litológicos, resaltando la dificultad de su datación. Finalmente, YÉBENES, A. *et al.* (1.977), presentan un detallado trabajo litoestratigráfico.

El conjunto descrito a continuación presenta características más próximas al Triás de la Zona Prebética (Sector de Alcaraz, FERNANDEZ Y VERA, 1.973) que al de la Cordillera Ibérica, menos arcilloso en sus tramos basales que el anterior. No obstante, en la cartografía se ha realizado la subdivisión de los tres tramos característicos de la Cordillera Ibérica, de los cuales el asimilable al Muschelkalk presenta un desarrollo tan escaso que dificulta su identificación, especialmente en los lugares con malos afloramientos. De esta manera se prolonga hacia el sur la delimitación cartográfica de las tres facies del triás germánico, recientemente realizada en las hojas contiguas de Villacañas y Quintanar de la Orden.

2.3.1. Arcillas, conglomerados, areniscas y margas (6). Buntsandstein

YÉBENES, A. *et al.* (*op. cit.*) definen hasta siete unidades, con una potencia total de unos 180 m. La unidad basal (A) fue descrita por estos autores en las inmediaciones y al SE de Alcázar de San Juan, entre el ferrocarril y el camino que lleva a la Ermita de San Isidro. Dicho afloramiento se compone de una sucesión de pequeñas capas de dirección próxima a los 100° y buzamientos menores de 5° al NNE. Aparece descrito como una brecha arcillo-ferruginosa con cantos y bloques de cuarcita, de cuatro metros de espesor, en el que se distinguen los siguientes niveles: un nivel de arenisca muy cementada por carbonato, de aspecto blanquecino y gran consistencia; le siguen treinta centímetros de arcillas rojas, que a techo quedan enrasadas por el nivel más visible de dicho tramo, un nivel, de 10 cm, con cantos redondeados, formados exclusivamente por cuarcita y cemento ferruginoso, lo cual le confiere un carácter de alta homogeneidad y dureza. Le sucede una alternancia de paquetes arcillosos versicolores, intercalados con niveles carbonatados, los cuales dan paso finalmente a un microconglomerado de arenisca con cemento carbonatado, que hacia techo pasa progresivamente a limo-arcillas verdes. Esta unidad presenta un espesor variable (1 a 4 m).

Estos materiales podrían identificarse como "*debris flow*", en el sentido descrito por HOOKE (1.967), aunque la existencia de ordenación en los mismos indicaría una cierta fluidez, por lo

que pueden considerarse como sedimentos intermedios, en el sentido de BULL (1.960), YÉBENES, A *et al.*(1.977).

Por otra parte hay que señalar que con la realización de la hoja de Alcázar de S. Juan se ha podido comprobar que dicho tramo no es el más bajo de la serie triásica, ya que donde fue definido como tal corresponde a una zona de umbral correspondiente al paleorelieve paleozoico de dicha localidad. Hacia poniente el tramo descrito más arriba se sitúa sobre otros niveles de areniscas y lutitas intercaladas, cuya base queda cubierta por depósitos terciarios.

El resto de la serie correspondiente a esta unidad cartográfica (unidades B y C de YÉBENES *et al. op. cit.*) alcanza los 90 m de espesor. Comprende bancos arenosos y conglomeráticos con intercalaciones de arcillas rojas, verdosas en ocasiones, y delgados niveles carbonatados. Los bancos de areniscas presentan bases suavemente canalizadas, con "lags" de conglomerados y microconglomerados, estratificaciones cruzadas en surco y planares, granodecrecientes hacia techo. Los cantos son de cuarzo en su mayoría y esporádicamente de feldespato potásico, con formas subangulosas, que indican la proximidad del granito de Madridejos en su área fuente.

Hacia el SE (inmediaciones de Alcázar de S. Juan) los bancos conglomeráticos se hacen más arenosos. En este sector la descripción de los autores mencionados puede resumirse en lo siguiente:

- La unidad B son arenas rojas, pardas y abigarradas, con clara estratificación en forma de sets discontinuos, con limo-arcillas verdes. Presentan estratificación cruzada de pequeña y gran escala, con trenes de "ripples" que ocupan las depresiones interdunares, y se disponen sobre las láminas de "stoss side". La extensión lateral de estos paleocanales es desconocida, así como las dimensiones de su cicatriz basal, la cual no presenta depósito de "lag". Como término final de relleno en cada paleocanal aparece un episodio de arcillas verdes, las cuales han sido en parte erosionadas por la secuencia suprayacente, debido a su escasa potencia. Hacia techo la serie se hace margo-arcillosa, con cristales milimétricos de yeso acicular y crecimientos de nódulos de calcita en forma dispersa. La potencia total es de 15 m.
- De forma concordante sobre lo anteriormente descrito, aparece una secuencia de "sets" de arenisca roja, de textura fina y estratificación tendida, con geometrías de relleno de paleocanales. Es interpretada por los mismos autores como paleocanales situados en un medio mareal.
- Alternancia de areniscas rojas y arcillas limolíticas que predominan hacia techo, (potencia total de 10 m). El espesor de cada alternancia varía entre 0,1 y 1,5 m. Predomina la estratificación "flaser". No obstante, se aprecian "ripples" de oscilación, "herringbone", "climbing ripples", laminación paralela, "mud-cracks", huellas de carga, restos de plantas, raíces y bioturbación con intensidad variable.
- Este tramo finaliza con arcillas verdes y areniscas de grano fino, seguidas de tramos de arenisca roja, formando paleocanales de poca potencia y extensión lateral amplia, con base erosiva. Uno de los canales tiene un depósito de "lag" constituido por cantos de cuarcita, cantos blandos (margas), restos de plantas y fragmentos de reptiles marinos (dientes y osteodermos de placodontos).

La interpretación del medio sedimentario, en su conjunto sugiere una llanura de marea, con mayor o menor predominio de los canales fluviales.

2.3.2. Areniscas, limos arcillosos y dolomías (7) Muschelkalk

Esta unidad cartográfica aparece concordante con la anterior, alcanza unos 20 m de espesor y produce diversos escarpes y superficies estructurales con suaves pendientes, lo que ha permitido su delimitación cartográfica.

Este tramo también presenta granulometría más gruesa en el borde norte de la Hoja que en el sector central y oriental de la misma. En el primer caso aparecen varios paleocanales de arenisca, tapizados de conglomerados (cantos de cuarzo, cuarcita y pizarra), con granoclasificación positiva, estratificación planar y en surco. Hacia techo predomina la laminación paralela, con abundante bioturbación. La sucesión culmina con capas delgadas de dolomías rosadas, en ocasiones muy recristalizadas y con tonos violáceos. En conjunto, este tramo presenta un cemento carbonatado, lo que le confiere una tonalidad grisácea, que destaca entre las unidades cartográficas infra y suprayacentes, de color rojizo.

En el segundo caso (centro y sector oriental de la Hoja), esta unidad aparece como una alternancia de margas limo-arcillosas (colores verdes) y arenisca en sets, que presentan “ripples” de oscilación a techo y bioturbación a muro. Culmina con dolomías microcristalinas de color rosado y estructuras mameliformes.

En conjunto, el medio de depósito de esta unidad varía desde paleocanales (“tidal-channels”) en su base, a depósitos con secuencias deposicionales de marisma y charcas costeras, en su techo. En suma, puede interpretarse como un ciclo transgresivo.

Pese a la ausencia de dataciones paleontológicas en este tramo, su identificación con el Muschelkalk de la Cordillera Ibérica parece verosímil, habida cuenta de su carácter transgresivo y de su posición estratigráfica.

2.3.3. Yesos, arcillas y dolomías (8). Keuper

Concordante con la sucesión anterior, esta unidad es esencialmente lutítica y evaporítica, aunque también presenta niveles de detríticos gruesos y niveles carbonatados en su mitad inferior. Por ello pueden diferenciarse dos tramos, que no han sido identificados en la cartografía debido al carácter discontinuo de dichas intercalaciones. La serie completa puede superar el centenar de metros, y en las inmediaciones de la plataforma de Campo de Criptana (Hoja contigua hacia el Este), debe estar engrosada, puesto que hay evidencias de diapirismo afectando a dicha morfoestructura.

El tramo inferior, de unos 45 m de espesor, se compone de lutitas de color rojo vinoso con intercalaciones de limos y areniscas de grano fino, más abundantes hacia el techo. Sobre dichos niveles aparece un tramo de dolomías tableadas, con escasa continuidad lateral, que presentan porosidad intersticial generada durante la dolomitización. Hacia techo, en la serie eminentemente lutítica se intercala un tramo de 3 m de espesor de areniscas con granulometría variable y estratificación cruzada planar y en surco. El conjunto corresponde a un medio deposicional de llanura aluvial fangosa, próxima a la costa, como se desprende de las intercalaciones dolomíticas.

El resto de la serie es principalmente lutítica, con abundantes cristales de yeso especular. Al sur de la laguna de Salicor aparecen intercalaciones de yesos blancos masivos y fibrosos (antiguas canteras junto al paraje denominado "Cerro Gordo") y en capas continuas y uniformes (canteras de "Hoya de Quero"). Estos materiales se interpretan como depósitos de "sebkha" o de llanura lutítica salina. Por su facies - similares a las definidas y descritas por ORTI (1974) en el levante español - y su posición estratigráfica se les considera con una edad Keuper.

2.4. TRIÁSICO-JURÁSICO BASAL (LÍAS)

Sobre los materiales arcillo- evaporíticos anteriores se superpone en concordancia un tramo carbonatado equivalente al que en la Cordillera Ibérica es considerado por diversos autores como el paso Triásico-Lías.

2.4.1. Dolomías y limolitas (9). Fms. Dolomías tableadas de Imón y Carniolas de Cortes de Tajuña. Triásico superior-Jurásico inferior (Lías)

Esta unidad comienza con un tramo de unos pocos metros de espesor, formado por calizas de aspecto oqueroso y limos amarillentos con cemento carbonático. En las inmediaciones de Alcázar, junto a la carretera a Miguel Esteban, estos materiales forman las culminaciones de diversos cerros cónicos.

Dolomías de Imón

En la parte superior del escarpe que jalona la plataforma de Campo de Criptana, sobre los materiales anteriores se apoyan hasta cuatro bancos, cada uno de los cuales presenta 1 a 2 m de espesor, que aparecen separados por delgadas intercalaciones limoarcillosas. Son dolomías de grano fino muy compactas, con fractura concoidea. En lámina delgada aparecen con una cristalización subidiomorfa, bandas oscuras debidas a la presencia de material arcilloso, o bien zonas con intensa brechificación, que en observación directa puede pasar desapercibida debido a la recristalización posterior.

La potencia de esta sucesión puede alcanzar los 20 m. En las inmediaciones de "Casa de la Higuera" aparece con pliegues y brechificación debidas a la actuación de las fallas que delimitan el borde norte de la Plataforma de Campo de Criptana.

Formación Carniolas de Cortes de Tajuña

El Jurásico de la Hoja de Alcázar de San Juan queda limitado a pequeños afloramientos situados en el ángulo nororiental de la Hoja, donde afloran de forma deficiente para su observación. Consta de calizas y dolomías masivas, mal estratificadas, oquerosas y brechificadas, con colores rojizos y morados.

El medio de depósito de estos materiales corresponde a una plataforma, próxima a la costa, con elevada energía, que habría propiciado la génesis de brechas intraformacionales.

2.5. CRETÁCICO

Los sedimentos con esta edad sólo ocupan pequeños recintos cartográficos situados en el borde norte de la Hoja y también en el borde septentrional de la Plataforma de Campo de Criptana.

2.5.1. Areniscas (10). Formación Arenas de Utrillas. Albiense-Cenomaniense

La discordancia cartográfica de esta unidad sobre las anteriores, así como los materiales que la componen, han sido descritos en las Hojas colindantes con ésta hacia el norte, así como en gran parte de la Cordillera Ibérica. En los dos únicos recintos cartográficos existentes en la Hoja de Alcázar de S. Juan, no es posible realizar descripciones comparables, por las malas condiciones de afloramiento y por la deformación tectónica presente en el borde norte cabalgante de la plataforma de Campo de Criptana. En este lugar afloran, de forma discontinua y en posición vertical o con fuerte buzamiento al norte, diversas capas y bancos de areniscas cuarzosas, blancas y ocreas, muy compactas y con cemento carbonatado. En este lugar no se aprecian estructuras sedimentarias, aunque sí cantos cuarcíticos dispersos.

En la Hoja contigua de Villacañas se estima para esta unidad un espesor máximo de 30 m. En la bibliografía estos sedimentos son interpretados como una extensa llanura aluvial desarrollada durante el Albiense-Cenomaniense.

2.5.2. Calizas y margas (11). Cenomaniense

En el borde norte de la plataforma de Campo de Criptana esta unidad queda cubierta por los conglomerados calizos del Mioceno. Su único afloramiento se encuentra en el borde norte de la Hoja, con una pequeña extensión.

La descripción de esta unidad en la contigua Hoja de Villacañas establece la existencia de tres tramos: uno inferior, esencialmente margoso, uno intermedio correspondiente a una alternancia de dolomías y calizas margosas en capas decimétricas, con dolomías compactas en capas y bancos de hasta un metro de espesor. El tramo superior son calizas-dolomíticas compactas. El espesor total es de unos 25 m.

Se interpreta como un depósito de un medio de plataforma interna "*lagoon*", de gran tranquilidad o baja energía y baja tasa de sedimentación. Por correlación regional se asume una edad Cenomaniense.

2.5.3. Arcillas marrones (12). Cenomaniense-Turonense?

En esta unidad se dan las mismas circunstancias de la unidad anterior, en cuanto a la extensión y localización del único afloramiento de la Hoja. Aparece constituida por arcillas y arcillas margosas marrones y rojizas, muy homogéneas, con vetas centimétricas de yeso fibroso de carácter secundario, oblicuas a la estratificación.

Los taludes realizados en la carretera a Quero permiten estimar un espesor de al menos 15 m. En la Hoja de Quintanar de la Orden se han identificado foraminíferos plantónicos, junto con restos de briozoos, equinodermos y bivalvos, por lo que esta unidad ha sido interpretada como un depósito en un medio de plataforma marina interna.

Por correlación regional, esta unidad equivale a la Formación "Margas de Casa Medina", con una edad Cenomaniense superior-Turonense?.

2.6. Terciario

Los primeros estudios de carácter regional son los realizados por CORTÁZAR (1880), ALVARADO *et al.*, (1931-32) y HERNÁNDEZ PACHECO (1932), que en la provincia de Ciudad Real proponen la existencia de una serie de arcillas margosas y arenas, con una potencia de 60-70 metros y un nivel de 6 a 7 m de caliza a techo.

En los años setenta los trabajos realizados por MOLINA *et al.* (1972) y MOLINA (1974-75) al Oeste de Ciudad Real, aportan datos más precisos en los que se describe la presencia de un nivel de brechas cuarcíticas con cemento ferruginoso, en discordancia angular y erosiva sobre las formaciones paleozoicas. Con una edad pre-Mioceno medio probable, aparecen fosilizadas por depósitos Vallesienses-Ruscinienses, entre los que se localiza otra nueva discordancia angular.

También cabe destacar la recopilación de datos de sondeos realizada por SANZ (1946), el trabajo del SGOP (1970) de síntesis del subsuelo, así como el Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana, realizado en 1975 por las compañías CGS e INTECSA. En 1976, NINEROLA *et al.*, indican la existencia de un surco relleno por materiales miocenos en el borde Norte de la Llanura Manchega Occidental.

PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1981) proporciona un gran número de datos sobre estratigrafía, paleontología y evolución sedimentaria, tectónica y morfológica del Terciario y Cuaternario de la Llanura Manchega. También, aunque más alejado de la zona de estudio, cabe destacar el trabajo de GARCÍA ABAD (1978), en el que establece una distribución de los afloramientos de las distintas unidades detríticas terciarias y sus características más importantes, así como un intento de establecer su posición cronoestratigráfica.

Hay que destacar que los trabajos de DÍAZ MOLINA (1974, 1989, etc.) en la Depresión Intermedia, han permitido establecer una clara sucesión de unidades estratigráficas para todo el Terciario, incluyendo el Paleógeno, que se encuentran bastante representadas en la Hoja de Alcázar de San Juan.

2.6.1. Paleógeno

En la presente Hoja aparece representado por la Unidad Detrítica Inferior y la Unidad Detrítica Superior, definidas por la autora mencionada en la Depresión Intermedia. Ambas son discordantes sobre los materiales anteriores. Sus afloramientos ocupan el ángulo nororiental del área de estudio, donde presentan una notable expresión morfológica, puesto que por tratarse de materiales competentes dan lugar a numerosos escarpes y plataformas estructurales.

2.6.1.1. Areniscas grises y blancas y conglomerados cuarcíticos. Unidad detrítica inferior (13). Eoceno

Esta unidad se apoya en discordancia sobre diversas unidades anteriores (6, 8 y 12), marcando una clara discordancia cartográfica.

Aparece constituida por areniscas cuarcíticas de granulometría variable, estratificadas en capas y bancos de hasta 1 m de espesor. Presentan colores grisáceos y blanquecinos, estratificaciones cruzadas de surco y laminación horizontal, con frecuentes bioturbaciones. Algunos de los paleocanales se encuentra tapizados por cantos cuarcíticos subredondeados, o bien

aparecen como niveles discontinuos dentro de los bancos de areniscas. En ocasiones, estos son difíciles de distinguir de las capas de areniscas del Buntsanstein (6), puesto que algunas de estas últimas presentan coloraciones, aspecto externo y buzamientos similares y además afloran bajo la discordancia correspondiente a la base de los primeros. El espesor de esta unidad oscila entre 10 y 20 m.

Se interpretan como un depósito de medio fluvial de alta eficacia. Por correlación estratigráfica y regional con la Sierra de Altomira y la Cuenca de Loranca, se les asigna una edad Eoceno que puede alcanzar el Oligoceno basal.

2.6.1.2. Conglomerados cuarcíticos. Unidad detrítica Superior (14). Oligoceno

Esta unidad está constituida por conglomerados cuarcíticos y areniscas arcósicas de color rosado. Los cantos son redondeados con centiles de hasta 30 cm. Forman capas y bancos que alcanzan un metro de espesor, que dan lugar a plataformas estructurales y relieves residuales. Su espesor oscila entre 10 y 12 m.

En la contigua Hoja de Villacañas se interpretan como depósitos correspondientes a un sistema fluvial de alta energía que, procedente del sur y suroeste, drenaba hacia la cuenca del Tajo, pudiendo tener como áreas fuente los afloramientos paleozoicos de Sierra de La Calderina o los Triásicos del área levantada de Campo de Montiel.

Por correlación regional y en especial con la Unidad Detrítica Intermedia de la Cuenca de Loranca, se les atribuye una edad Arverniense- Ageniense, que equivale al Oligoceno superior y posiblemente parte del Mioceno basal.

2.6.2. Neógeno

Las unidades y sistemas deposicionales, establecidos por diversos autores en la cuenca de Madrid (ALBERDI *et al.*, 1983; JUNCO y CALVO, 1983; ANTUNES *et al.*, 1987) responden a un modelo de cuenca endorreica, con un desarrollo concéntrico de sus facies marginales y de centro. En la Hoja de Alcázar de S. Juan y colindantes se produce la misma distribución de facies, en torno a diversas pequeñas cuencas o depocentros con sedimentación evaporítica. Una distribución condicionada por los paleorelieves del paleozoico y también por los relieves mesozoicos desarrollados con los movimientos alpinos. En estas pequeñas cuencas las tasas de sedimentación han sido notablemente inferiores a las de la Cuenca de Madrid.

Sólo el Surco Machego puede ser comparable en ese aspecto por su mayor subsidencia durante el Neógeno. En consecuencia, las unidades neógenas que se enumeran a continuación tienen un desarrollo vertical que puede calificarse de epidérmico, en comparación con las dos cuencas mencionadas. A ello se une la escasísima incisión fluvial de la red en la Llanura Manchega, lo que conlleva la práctica ausencia de cortes representativos. Todo ello condiciona la imposibilidad de establecer en la Llanura manchega ciclos de retracción y progradación de las facies marginales, como los definidos en la Cuenca de Madrid (Fig 2).

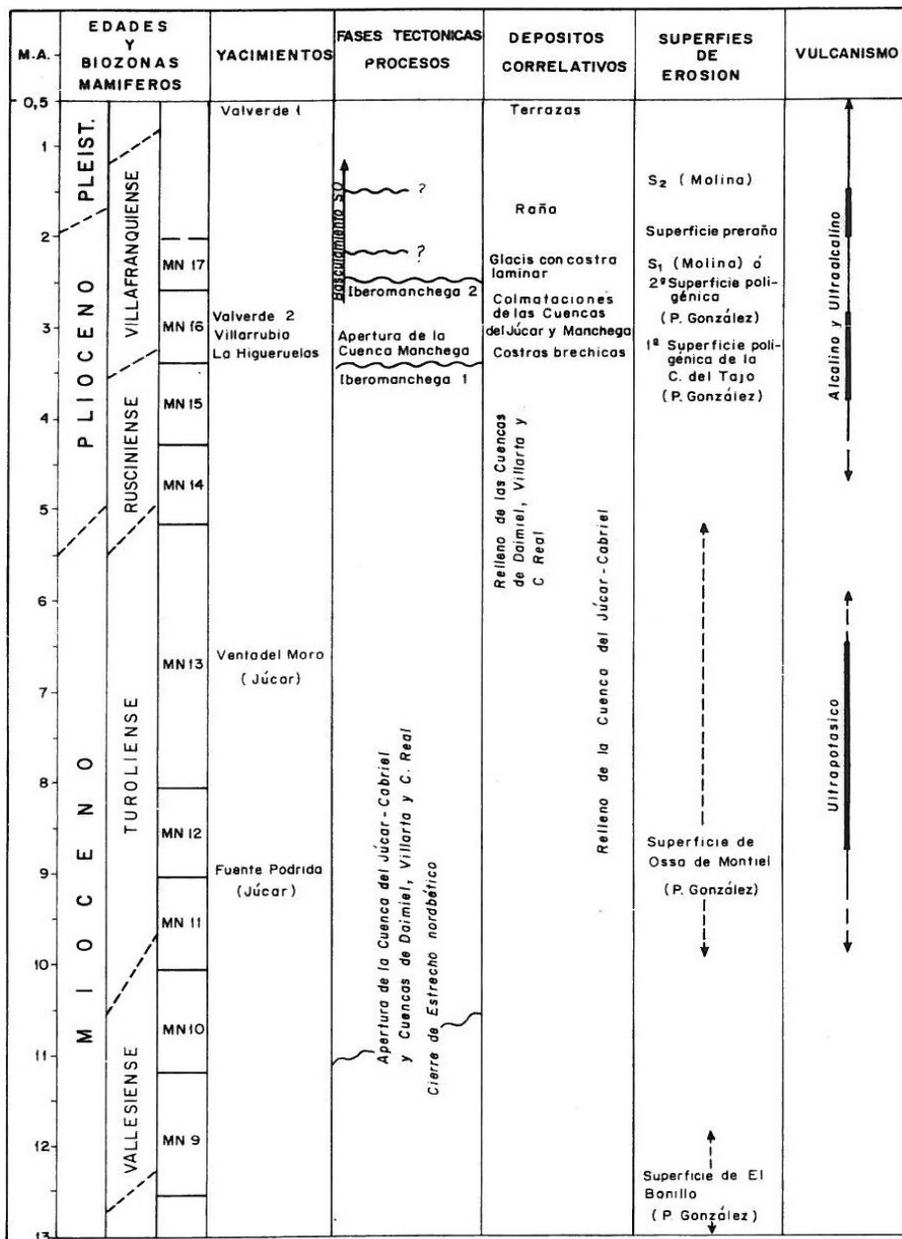


Fig. 2.- Correlación entre yacimientos, fases tectónicas, depósito, superficies y vulcanismo en la llanura manchega y Campos de Calatrava durante el Mioceno Superior-Pleistoceno Inferior.

Puede decirse que a lo largo del Neógeno y aún después, en la Llanura Manchega se han mantenido un relieve y una paleogeografía casi inalterable. En el Pleistoceno se ha iniciado una captura incipiente de la región por la red de drenaje atlántica. Pero todavía perduran zonas pantanosas (en vías desecación por la acción humana) que coinciden los depocentros evaporíticos del Neógeno.

2.6.2.1. Arcillas, limos y arenas con cantos y bloques cuarcíticos (15). (Ageniense-Vallesiense)

Esta unidad cartográfica representa las facies de borde de las pequeñas cuencas neógenas, que orlan los relieves cuarcíticos y algunos otros relieves residuales del granito de Madrardejos. Son depósitos de ladera (coluviones antiguos) y también depósitos de abanicos fluviales que debieron desarrollarse al pie de dichos relieves. En el primer caso se trata de brechas cuarcíticas, con matriz limo-arcillosa de color rojo, similar al de la rubefacción que afecta a los metasedimentos del zócalo, tal como se ha podido constatar en los relieves próximos a Alcázar de San Juan y en los situados en el borde sur de la Hoja.

En los relieves residuales del granito de Madrardejos (vértice geodésico “Bolos”) estos materiales presenta moscovitas abundantes y fragmentos de feldespato, junto con cantos cuarcíticos que pueden proceder de la disgregación de los conglomerados del Tremadoc que aparecen incluidos y rodeados por la masa granítica, como se pone de manifiesto en los relieves residuales situados al norte de Camuñas.

Al pie de estos relieves, los coluviones antiguos pasan de forma gradual a depósitos con una mayor ordenación y huellas de corriente, con niveles arenosos y de arenas con cantos cuarcíticos, que deben corresponder a depósitos de glacis o abanico.

En las inmediaciones del paraje mencionado, el techo de los coluviones y glacis de enlace con la superficie de erosión labrada sobre el granito y su cobertera neógena (unidad 16), presenta una ocreización, tanto en las superficies de sus cantos como en la matriz del depósito, junto con un episodio de encostramiento carbonatado que se extiende lateralmente sobre la mencionada superficie.

El espesor de esta unidad es variable y depende de su posición en relación con los paleorelieves que tapiza, pudiéndose estimar en una decena de metros. La edad atribuible a estos materiales abarca el Mioceno, por correlación con los depósitos pre-páramo, del Ageniense-Vallesiense de las Hojas colindantes por el norte con ésta y con las unidades definidas en la cuenca de Madrid.

2.6.2.2. Arcillas y limos rojos, con yesos, arenas y gravas (16). (Ageniense-Vallesiense)

Está compuesta por limos y arcillas rojas y ocreas, en las que los detríticos más gruesos forman intercalaciones decimétricas de escasa continuidad. En las inmediaciones del eje norte-sur que atraviesa la hoja, correspondiente a la llanura de inundación del río Cigüela, esta unidad presenta un cierto contenido de cristales de yeso, con formas de maclas, que llegan a concentrarse en niveles intercalados en los detríticos finos. También son frecuentes horizontes de edafización en forma de paleosuelos calicimorfos que llegan a producir ciertos resaltes en el relieve.

Estos materiales se interpretan como depósitos de arrollada difusa sobre una llanura lutítica seca. Corresponderían a las facies distales de los abanicos desarrollados al pie de los relieves cuarcíticos. Las lutitas con cristales de yeso corresponderían a las facies de orla de lagos salino.

El espesor de esta unidad puede estimarse en unas pocas decenas de metros. Por su posición estratigráfica, su edad comprendería el intervalo Ageniense-Vallesiense superior.

2.6.2.3. Yesoarenitas y margocalizas (17) (Ageniense superior-Vallesiense inferior)

Los afloramientos de esta unidad se sitúan junto a la actual llanura aluvial del río Cigüela. Se desconoce la base de la misma y el único afloramiento que ha permitido su observación en corte se encuentra en la cantera próxima a Herencia, donde aparecen los siguientes niveles:

- Margocaliza blanca y compacta (2 m y base no aflorante)
- Yesoarenita con tonos rojizos y ocres Constituidas por cristales de yeso laminar como componentes detríticos que configuran - laminaciones paralelas y horizontales (3 m)
- Limos y arenas ocres (2 m).

Este afloramiento se sitúa al pie del paleorelieve cuarcítico de Herencia, lo que indica que durante el depósito de estas facies detrítico-evaporíticas dicho relieve actuó como una auténtica "isla" en un entorno lacustre.

El ambiente sedimentario correspondería a un lago salino somero con aguas saturadas de carbonato de calcio y próximas a la saturación de yeso, en el que la precipitación de carbonato junto con detríticos finos darían lugar a las margas. Las yesoarenitas revelan episodios de sequedad que alternarían con otros de aluvionamiento en los que se formarían canales con yesoarenitas, producidas por la erosión del fondo lacustre, expuesto al aire durante los episodios secos.

Por correlación con las hojas vecinas y por el contexto estratigráfico y regional esta unidad puede situarse en el intervalo Mioceno inferior alto-Mioceno medio.

2.6.2.4. Brechas y conglomerados calcáreos (18) (Ageniense-Vallesiense)

Se localiza exclusivamente en el ángulo noreste de la Hoja, donde viene a constituir una facies marginal relacionada con el relieve de la plataforma de Campo de Criptana

Se trata de conglomerados y brechas calizo-dolomíticas, con intercalaciones limo-arenosas de color rojizo. En las hojas vecinas este depósito se describe como un conglomerado polimictico, puesto que presenta cierta proporción de cantos cuarcíticos, procedentes del reciclado de los conglomerados y areniscas del Paleógeno que jalonan los pliegues de la Sierra de Altomira. Sin embargo, en este caso los clastos cuarcíticos son excepcionales, indicando que es la plataforma mencionada el área fuente dominante, de forma que esta unidad correspondería a los depósitos correlativos a la elaboración de la superficie de erosión existente sobre la misma. La fracción arenosa puede resultar del reciclado de las arenas facies Utrillas que jalonan por el norte la plataforma. Ésta llega a quedar cubierta en su borde norte, por los ápices de los abanicos que generaron estos depósitos.

Los escasos afloramientos existentes muestran una alternancia de capas de brechas y conglomerados con areniscas y limos. Las primeras presentan espesores de 2 a 3 m, con bases erosivas de escasa incisión. Internamente muestran cicatrices erosivas que reflejan un relleno multiepisódico de los mismos. La base de esta unidad no aflora, por lo que su espesor sólo puede ser estimado en unas pocas decenas de metros.

Su medio de depósito corresponde a cursos de agua trenzados en un régimen hidráulico de fuerte estacionalidad y con una importante pendiente deposicional, dirigida en este caso hacia el norte. Pendiente que puede haber sido acentuada por elevación tectónica y diapírica de la Plataforma de Campo de Criptana.

Por su posición estratigráfica y correlación regional esta unidad es considerada como Mioceno inferior-medio (Ageniense-Vallesiense).

2.6.2.5. Margas blancas y areniscas amarillas. Unidad Superior (19) (Vallesiense-Tuoliense)

Ambas litologías se sitúan bajo las calizas del Páramo. Junto con éste constituyen lo que se conoce en la bibliografía como Unidad del Páramo. Esta unidad, ampliamente reconocida en la Cuenca de Madrid, se separa de la unidad anterior mediante una ruptura sedimentaria que conlleva un cambio en el régimen de sedimentación de la cuenca, según el cual aquella, deja de producirse en ambientes distribuidos de acuerdo a un sistema centrípeto, para realizarse en un complejo fluvio-lacustre. El mismo cambio se verifica en los sedimentos resultantes, pues los depósitos de naturaleza evaporítica son sustituidos por otros propios de agua dulce. Dentro de esta secuencia se han diferenciado dos etapas evolutivas. Durante la primera se instala una red fluvial, con sedimentación de areniscas amarillas y margas, éstas en zonas de encharcamiento. En la segunda etapa, remite el sistema fluvial, dando paso a la expansión de los sistemas lacustres carbonatados, con facies palustres variadas y sedimentación de las calizas micríticas del Páramo (20).

Las margas blancas no proporcionan afloramientos de calidad que permitan una descripción detallada de las mismas. En las inmediaciones del límite septentrional del área de estudio, bajo las calizas del páramo, aparece un afloramiento parcialmente cubierto en el que se aprecia una alternancia de margocalizas con margas verdes y blancas, con algunos cristales de yeso. Esta facies se interpreta como un depósito marginal de un lago somero, con precipitación de lutitas y carbonatos y en menor medida de sulfatos.

Estos materiales pasan lateralmente a horizontes de arenas de grano grueso y microconglomerados, con tonos amarillentos y blancos, distribuidos en cuerpos canaliformes poco marcados, con "lags" tapizados por cantoral cuarcítico. En la Hoja esta unidad presenta un espesor reducido, inferior a una decena de metros.

Se interpreta como depósitos de un sistema fluvial que a grandes rasgos discurriría en sentido N-S (datos de hojas adyacentes), y con área fuente paleozoica, deducida de la composición de sus cantos. Este sistema fluvial se encuentra ampliamente distribuido en toda la cuenca, y ha sido descrito por numerosos autores (CAPOTE y CARRO, 1968, ALIA, *et al.*, 1973, JUNCO y CALVO, 1983, SANZ, *et al.*, 1992, etc.). En consecuencia esta unidad es discordante sobre todo lo anterior, y de hecho, dentro de esta Hoja, se encuentra descansando sobre diferentes tramos del Trías, el Cretácico y Neógeno.

La edad atribuida a esta unidad, en sus facies detríticas y detríco-evaporíticas, es Mioceno medio-superior (Vallesiense superior-Tuoliense inferior) en base a las correlaciones establecidas a escala regional.

2.6.2.6. Calizas micríticas con algas. Calizas del Páramo. Unidad Superior (20) (Vallesiense-Tuoliense)

La unidad se encuentra en dos sectores principales: sector centro septentrional y ángulo sureste de la Hoja. En dichos afloramientos, sobre los materiales que conforman la unidad, se desarrolla una superficie morfológica o "páramo", ampliamente extendida en la Cuenca de Madrid y la Llanura Manchega.

Consta de calizas micríticas, en paquetes de 0,5 a 2 m, alternando con niveles de margas y margocalizas blancas, de coloraciones grises en corte fresco, muy compactas, con frecuentes moldes de gasterópodos y, a veces, laminaciones algales y oncolitos. En ocasiones, en estas calizas se observan cavidades de tamaño centimétrico, rellenas por lutitas rojas laminadas, debidas probablemente a una karstificación incipiente.

Estas calizas se interpretan en la bibliografía ya citada, como depositadas en una serie de sistemas lacustres carbonatados, conectados entre sí mediante pequeños canales, rellenos de margas y margocalizas, con esporádicas formas de construcción algal. La variedad de facies palustres que ofrece esta unidad, no solo pone de relieve el carácter somero de los lagos, también delatan la presencia de áreas lacustres con exposición subaérea durante periodos prolongados (horizontes de karstificación).

En el área de estudio, esta unidad presenta un espesor reducido en el sector septentrional (inferior a 10 m) y mayor en el ángulo suroriental, por su mayor proximidad al Surco Manchego. Por correlación estratigráfica con unidades equivalentes del entorno, se data como Mioceno medio-superior (Vallesiense superior-Tuoliense).

2.6.2.7. Brechas y costras carbonatadas. Glacis antiguos y superficies de erosión (21) Plioceno-Pleistoceno

Buena parte de la mitad occidental de la Hoja está ocupada por un caliche de 3 a 6 m de espesor, que se dispone discordante sobre los materiales miocenos, pasando de apoyarse sobre las calizas del páramo hacia el oeste.

El caliche presenta facies nodulares y de pedotúbulos a su base, que pasan a carbonatos micríticos masivos con pápulas de arcilla roja sin digerir. Por encima se encuentra un nivel de costra laminar y finalmente es recubierto por su suelo activo, formado por limos algo arenosos de color amarillento a beige con glaébulas de carbonato. En ocasiones se observan brechas constituidas por fragmentos y bloques de caliche compacto, que indican una erosión y cierto transporte de los materiales anteriores.

Se trata, por tanto, de una formación edáfica asociada a una superficie de erosión, que en el ángulo NO de la Hoja se dispone inclinada hacia el oeste, es decir hacia el río Algodor, y en el resto de la Hoja hacia los ríos Amarguillo y Cigüela. En suma, una superficie que, en sus últimas etapas evolutivas, responde ya al funcionamiento exorreico del drenaje de la red fluvial del Tajo. En las inmediaciones de los relieves montañosos este episodio de encostramiento adquiere cierta altura y cubre lo que en el mapa geomorfológico se ha identificado como glacis antiguos, que de hecho enlazan con la mencionada superficie de erosión.

Por la posición morfológica que se acaba de describir, su edad debe corresponder al Plioceno y Pleistoceno más inferior.

2.7. CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios que se describen a continuación están relacionados con la evolución geomorfológica más reciente del área, es decir, con el encajamiento de la red fluvial, que al ser muy poco acusado propicia el predominio de formas todavía propias de áreas endorreicas, con de extensas llanuras de inundación y un escaso desarrollo del sistema de terrazas.

2.7.1. Gravas, arenas y limos. Terrazas (22 y 23). Pleistoceno inferior-medio y superior

En el entorno del río Cigüela se han identificado tan sólo dos niveles de terrazas. El más antiguo se sitúa a unos 10 m sobre la llanura de inundación de dicho río; el más reciente entre 1 y 3 m sobre la misma.

El único afloramiento correspondiente a la terraza superior se localiza entre Villafranca de los Caballeros y Alcázar de San Juan, a unos 5 km de la primera localidad. No existen cortes o afloramientos que permitan su descripción litológica, aunque puede identificarse en superficie por la presencia de un suelo arenoso con abundantes cantos rodados de cuarcita.

El nivel inferior ha sido explotado 4 km al norte de Villafranca, lo que ha permitido observar, en una sección de unos 3 m de altura, niveles de gravas correspondientes a paleocanales encajados en arenas y limos con tonos grises y ocre, Las gravas se componen de cantos de cuarcita, cuarzo y en menor medida de caliza, con diámetros entre 0.5 y 7 cm, que presentan restos lavados de pátinas ferruginosas cubiertas de carbonatos.

En cuanto a la edad de la terraza alta, PORTERO *et al.* (1988) sitúan el nivel de +13-16 m del río Guadiana como la primera terraza del Pleistoceno medio en la Hoja de Ciudad Real. En el río Záncara, el yacimiento de El Provencio, situado en la terraza de +15-16 m, ha sido datado, en base a fauna de *M. meridionalis*, como Pleistoceno inferior alto (MAZO *et al.*, 1990). Aguas arriba, en las Hojas de Quintanar de la Orden y Corral de Almaguer, este nivel es correlacionable con un sistema de terrazas situado siempre por encima de + 15 m. En consecuencia, las terrazas situadas en esta Hoja pueden ser consideradas como Pleistoceno inferior a superior.

2.7.2. Limos y arcillas con cantos. Coluviones recientes (24). Pleistoceno superior-Holoceno

Estos materiales tapizan algunas de las pequeñas laderas producidas por la incisión fluvial, así como los relieves formados por las cuarcitas del Paleozoico, donde cubren, de forma epidérmica, parte de los coluviones antiguos (15). En este caso se ha optado por representar estos últimos en la cartografía, dada su mayor potencia y significado en la evolución geomorfológica del área, omitiendo los depósitos coluvionares debidos a la removilización de los primeros.

Su composición varía en función del sustrato sobre el que se asientan. En los relieves cuarcíticos, son materiales limoarcillosos con fragmentos angulosos de cuarcita. En las laderas de los pequeños escarpes situados al pie de las mesas estructurales de la mitad oriental de la Hoja son eminentemente arcillosos, con fragmentos de calizas, dolomías y areniscas. En las pequeñas laderas del valle del río Amarguillo, aparecen como limos y arcillas con cantos subangulosos de cuarcita, procedentes de los materiales del Mioceno detrítico. Por su posición en el relieve, se les puede atribuir una edad Pleistoceno medio-Holoceno.

2.7.3. Arcillas y limos pardos con cantos calizos. Fondo de dolina (25) Pleistoceno superior-Holoceno

Ocupan los escasos fondos de dolina situados en la superficie del Páramo. En el borde norte de la hoja configuran un campo de pequeñas dolinas y una única depresión ovalada y más amplia, situada en el límite meridional de dicho páramo. Ésta aparece cubierta por limos y arcillas de color pardo, que indican la presencia de cierta proporción de materia carbonosa, debida a la vegetación desarrollada durante posibles periodos de encharcamiento. En el páramo situado al sur de Alcázar de San Juan, la acción eólica ha enterrado bajo los limos y arenas eólicos algunas pequeñas depresiones circulares distinguibles aún en la foto aérea.

Se considera una edad Pleistoceno medio-Holoceno para estas formas y depósitos, si bien podrían ser algo más antiguos.

2.7.4. Arcillas y limos con cantos. Glacis recientes (26). Holoceno

Son depósitos que aparecen como formas de enlace entre el pie de algunas laderas y los fondos de valle, especialmente en relación con el río Cigüela. Son depósitos con matriz limo-arcillosa con cantos subangulosos, cuya composición viene determinada por la del sustrato de cada lugar.

Por su posición geomorfológica son atribuibles al Pleistoceno superior-Holoceno.

2.7.5. Arenas, limos y gravas. Abanicos aluviales (27). Holoceno

Depósitos de muy pequeña entidad en esta Hoja, que sólo han sido representados en algunas de las salidas de las vaguadas situadas en los relieves de las cuarcitas paleozoicas, y en algunas confluencias en el valle del río Amarguillo.

Se trata de materiales detríticos de carácter masivo y poco organizado, con matriz limo-arenosa y cantos cuarcíticos en su mayoría. Al igual del resto de las formaciones superficiales más recientes, son atribuibles al Pleistoceno superior-Holoceno.

2.7.6. Limos grises y arenas. Llanuras de inundación (28). Holoceno

La llanura de inundación del río Cigüela presenta un gran desarrollo, habiendo funcionado hasta el reciente drenaje realizado por los trabajos agrícolas, como una zona de encharcamiento estacional. Por ello sus depósitos detríticos de granulometría fina, presentan tonalidades grises, debidas a su contenido de materia orgánica.

La industria lítica encontrada en áreas próximas (PÉREZ GONZÁLEZ, 1981) indica una edad Pleistoceno superior, por lo que la edad de estos depósitos podría abarcar el intervalo Pleistoceno superior-Holoceno.

2.7.7. Limos negros, en ocasiones salinos. Fondos endorreicos y terrazas lacustres (29). Holoceno

La mayoría de las áreas endorreicas se concentran en una banda N-S a NNO-SSE, que se prolonga hacia el norte en la Hoja de Villacañas, donde ha sido interpretada como un área con reciente subsidencia debida a la actuación de accidentes de zócalo con estas direcciones. Son

depósitos formados por limos negros, con cantos y arenas en las zonas periféricas y delgados encostramientos salinos.

La mayoría de las zonas lacustres son estacionales, salvo las situadas en las inmediaciones y al norte de Villafranca de los Caballeros, que son permanentes. En la mayor parte de los casos también presentan una plataforma o terraza lacustre, situada entre 2 y 3 m sobre el fondo, con las mismas características litológicas mencionadas, aunque con un mayor contenido de cantos.

2.7.8. Limos y arenas. Manto eólico (30). Holoceno

Sólo se han identificado en el ángulo SE de la Hoja, donde cubren parcialmente la superficie del páramo y llegan a presentar dunas muy alteradas por las labores agrícolas. Estos depósitos están constituidos por limos y arenas de granulometría muy fina, con tonos ocres y amarillentos.

Se da una interrelación entre los depósitos aluviales del río Cigüela y el manto eólico, ya que éste último parece proceder de la deflación de aquellos.

2.7.9. Arenas y limos con cantos. Fondo de valle (31). Holoceno

Presenta un importante desarrollo en relación con el río Amargillo y con la importante red de drenaje dendrítica desarrollada en el cuadrante suroccidental de la Hoja. En el ángulo SE los fondos de valle apenas se marcan en el relieve, presentan un carácter semiendorreico y ocupan una gran extensión. Su litología corresponde a limos y arenas con cantos, depositados por flujos de baja energía.

3. TECTÓNICA

La Hoja de Alcázar de San Juan comprende diversos afloramientos del zócalo paleozoico, en forma de relieves residuales pertenecientes a las estribaciones más orientales de los Montes de Toledo, los cuales se distribuyen por el tercio meridional de la misma. En el ángulo noroccidental existe un extenso afloramiento de granitos tardihercínicos, cuyo grado de alteración y erosión dificulta su delimitación cartográfica en relación con el recubrimiento neógeno. El ángulo nororiental aparece ocupado por los sedimentos triásicos más occidentales de la Cordillera Ibérica, que en Alcázar de San Juan llegan a fosilizar el paleorelieve del zócalo paleozoico.

Primeramente se tratará sobre la evolución hercínica del zócalo y sus estructuras y seguidamente sobre la evolución alpina.

3.1. TECTONICA PREHERCÍNICA Y HERCÍNICA

3.1.1. Deformación prehercínica. Discordancia sárdica

En los trabajos de síntesis de LOTZE (1956 y 1961) se establece la existencia, en los Montes de Toledo, de dos discordancias situadas entre las series cámbricas y ordovícicas. La más baja, denominada discordancia Toledánica separaría las series atribuidas entonces al Cámbrico superior, de las capas cámbricas y precámbricas. La segunda (discordancia Ibérica) se situaba bajo la cuarcita Armoricana. Sin embargo, los trabajos posteriores: SAN JOSE LANCHA (1969), BOUYX (1970), APARICIO (1970), TAMAIN (1972), MARTÍN ESCORZA (1974 y 1977),

MORENO (1976 y 1977), etc., establecen la existencia de una única discordancia en la base de las series clásicas, consideradas como Cámbrico superior por Lotze y atribuidas posteriormente al Tremadoc (MORENO *et al.*, 1976). Sin embargo, en los sectores más orientales de los Montes de Toledo y Sierra Morena, CAPOTE y HERNANDEZ ENRILE (1971) y ROIZ (1979) definen la existencia de las dos discordancias antes mencionadas.

En la Hoja de Los Yébenes (IGME, 1990) y de Villacañas (IGME, en edición) no se manifiesta la deformación prehercínica, tanto a escala microestructural (ausencia de inmersión de las lineaciones de intersección y ejes de pliegues de la primera fase hercínica) como cartográfica. Así pues, a escala de la cadena, se dan cambios importantes en relación con dicha deformación.

El carácter discontinuo de los afloramientos paleozoicos de la hoja de Alcázar de San Juan no permite extraer ningún dato esclarecedor en relación con este tema. Así, el contacto entre la cuarcita Armoricana y las series del Tremadoc aparece cubierto por derrubios de ladera, aunque parece darse un marcado paralelismo entre las capas de ambos conjuntos. Por otra parte tampoco se observan en esta Hoja posiciones anómalas de las lineaciones de intersección de 1ª fase, salvo las producidas por los pliegues de 3ª fase. En consecuencia, la deformación prehercínica no puede ser documentada en el área de estudio.

3.1.2. Estructuras hercínicas

Los materiales paleozoicos (Cámbrico y Ordovícico) de la hoja de Alcázar de San Juan, experimentaron una deformación polifásica con plegamiento y génesis de esquistosidad acompañada de un metamorfismo regional de bajo grado. En relación con el hercínico peninsular, quedan comprendidos dentro de la rama Galaico-Castellana (JULIVERT *et al.*, 1974).

En el sector meridional de la Hoja los relieves de Paleozoico corresponden al flanco sur de un gran anticlinorio que se prolonga hacia el Oeste, en las hojas de Madridejos y Consuegra, y en cuyo núcleo afloran diversas intrusiones graníticas tardihercínicas y los materiales del Cámbrico inferior, afectados por un metamorfismo de contacto con intensidad variable (anticlinorio de Urda-Madridejos). Tal es el caso de la extensa mancha granítica del ángulo NO de la Hoja y de las calizas parcialmente marmorizadas de las Cabezuelas (Km. 131, N-IV).

En este punto afloran los niveles carbonatados del Cámbrico inferior, con un espesor en torno a los 100-150 m, un buzamiento dominante al Sur de 50 a 600 y una dirección 1200. En el sector central de esta alineación montañosa aparece una estructura sinclinal con anchura decamétrica y cuya continuidad lateral queda interrumpida por sendas fracturas tardihercínicas (E-O a ENE-OSO). La más septentrional de ellas ha provocado un efecto de arrastre en las capas contiguas situadas al Norte, produciendo su verticalización y reorientación en dirección E-O. El sinclinal mencionado no presenta una vergencia definida y puede interpretarse como un pliegue menor dentro del flanco meridional del anticlinorio de Urda. En esta misma localidad, la esquistosidad de 1ª fase aparece muy poco desarrollada (esquistosidad espaciada o "*rough cleavage*"), incluso en los niveles pelíticos y arenosos intercalados entre los bancos calizos de la base del tramo aflorante, donde dichos niveles aparecen con un débil metamorfismo de contacto.

En el límite sur de la Hoja se distribuyen diversos relieves montañosos formados por las series cuarcíticas del Ordovícico inferior. En la cumbre de los Galayos, la cuarcita Armonicana presenta buzamientos al sur y una dirección E-O, prolongándose de forma discontinua hasta las inmediaciones de Herencia, con un giro progresivo hasta presentar una dirección N 300 al

Oeste de dicha localidad. En este lugar (Cerro de la Horca) dichas cuarcitas configuran un pequeño sinclinal con la misma dirección y ligeramente vergente hacia el ESE, con buzamientos en sus flancos de 40 y 200 respectivamente.

En el Cerro del Algibe las mismas cuarcitas aparecen con una disposición subvertical. En ambos casos pueden apreciarse dos esquistosidades ("*rough cleavage*") correspondientes a la 1ª y 3ª fases hercínicas. La primera presenta una dirección subparalela a la de las capas y buzamientos variables, la otra aparece en posición subvertical y con una dirección aproximadamente perpendicular a la anterior (110-1200).

Bajo la cuarcita Armoricana, en los relieves que jalonan la carretera de Puerto Lápice a Herencia, aflora la serie de cuarcitas y pizarras del Tremadoc, con buzamientos variables y algunos pliegues decamétricos con dirección ENE. En los niveles pizarrosos aparece una esquistosidad poco desarrollada (esquistosidad espaciada) con la misma dirección que las capas y un buzamiento variable, dependiente de su refracción entre diferentes niveles. En los tramos pizarrosos su buzamiento es siempre de unos 600 al norte, definiendo una débil vergencia al Sur para el plegamiento de primera fase. También aquí se ha detectado una esquistosidad espaciada (3ª fase), con dirección perpendicular u oblicua a la de las capas.

Hacia el este (Km. 280 de la N-420) afloran niveles identificables como Tremadoc, con un buzamiento de 280 al E y una dirección de N 200. Asimismo ha podido medirse en dicho lugar una esquistosidad con dirección N 300 y buzamiento 650 al O.

Por último, los afloramientos más orientales del zócalo paleozoico se localizan en las inmediaciones de Alcázar de San Juan, correspondiendo a una potente serie monoclin (dirección N 30 a 400 y buzamiento 20 a 300 al NO) de cuarcitas Armoricanas, cortadas por diversos cuerpos intrusivos que parecen corresponder a digitaciones y diferenciados apicales de los granitos tardihercínicos. También en esta localidad los niveles más pizarrosos de la serie cuarcítica aparecen afectados por un débil metamorfismo de contacto.

Al norte y en las inmediaciones de Camuñas los conglomerados cuarcíticos del Tremadoc aparecen como grandes enclaves rodeados de granito. Integrando los afloramientos dispersos en la masa granítica se puede reconstruir un sinclinal de 1ª fase con dirección ENE-OSO.

3.1.3. Deformación hercínica. Discusión y correlación con otros sectores

En áreas próximas de los Montes de Toledo occidentales APARICIO (1971) y MORENO (1977) establecen la existencia de dos fases compresivas principales. La primera, con dirección ESE-ONO a E-O, es generadora de esquistosidad y plegamiento a todas las escalas, la segunda, con dirección submeridiana, pliega las estructuras anteriores y presenta esquistosidad con desarrollo local. Hacia el NO, en el macizo de las Villuercas, MORENO (1977), reconoce otra fase con esquistosidad subhorizontal, situada cronológicamente entre las dos anteriores. La misma fase alcanza un mayor desarrollo en Salamanca (DÍAZ BALDA, 1982), donde también aparece una fase tardía (homoaxial con la 1ª) que pliega la esquistosidad subhorizontal de 2ª fase.

En la Hoja de Los Yébenes (IGME, 1990) se describe la presencia de las fases 1ª y 2ª así como la de una gran antiformal que pliega la esquistosidad subhorizontal de la 2ª fase y que presenta un eje con dirección N-S, que por tanto correspondería a la 3ª fase de los Montes de Toledo-Las Villuercas y Salamanca.

En la Hoja de Villacañas (IGME, en edición) se describen las fases 1ª y 3ª produciendo figuras de interferencia (domos y cubetas), pero no aparecen estructuras asimilables a la 2ª fase.

En la Hoja objeto de esta memoria se da una situación similar a la mencionada en último lugar, si bien no pueden reconstruirse figuras de interferencia entre ambas fases, dada la escasez de afloramientos. No obstante, sí que se aprecia la superposición de ambas fases configurando un gran domo como cierre del extremo oriental del anticlinorio de Urda. Así, las trazas de las capas y la esquistosidad de primera fase configuran un arco en el flanco meridional del anticlinorio mencionado: S0 y S1 presentan una dirección ONO-ESE en el borde occidental de la misma, E-O en el centro y NNE-SSO en las inmediaciones de Alcázar de San Juan. Entre tanto el "*rough cleavage*" de 3ª fase mantiene una dirección aproximada NNO-SSE, que vendría a ser la del plano axial de dicho arco.

3.2. TECTÓNICA ALPINA

3.2.1. Estructuras alpinas

Los sedimentos Triásicos ocupan una extensión importante en comparación con el resto del Mesozoico, que queda limitado al ángulo nororiental de la Hoja. Aparecen en posición subhorizontal y sus tramos más competentes configuran numerosas mesetas y suaves relieves en cuesta. Hacia el Oeste se apoyan sobre el granito de Madridejos. Hacia el este rodean los paleorelieves cuarcíticos de Alcázar de San Juan. En conjunto muestran una geometría propia de una cobertera que cubre una superficie de erosión pretriásica, la cual no presenta desniveles importantes, con excepción del borde norte de la Plataforma de Campo de Criptana.

Sin embargo, en la Hoja de Villacañas (colindante por el norte) se apunta la existencia de un accidente N-S, como límite oriental de los relieves residuales paleozoicos, y con procesos diápiricos del Triás asociados a dicho accidente. Éste podría prolongarse en la Hoja de Alcázar de S. Juan, hasta su encuentro con la prolongación occidental de otro accidente, el que configura el borde norte de la plataforma de Campo de Criptana (ver esquema morfoestructural de la Hoja geológica, en el que se ha designado como "accidente de Villacañas"). Al sur de dicho lugar la superficie pretriásica y sus relieves residuales no parecen haber experimentado movimientos comparables a los descritos en la Hoja de Villacañas, por lo que parece probable que el accidente con dirección N-S finalice contra el borde norte de la plataforma ya mencionada. Por otra parte los afloramientos del Paleógeno quedan limitados al bloque hundido (norte de la plataforma) y no aparecen al sur, en lo que sería la prolongación occidental de la misma plataforma (área de Alcázar de San Juan).

En el bloque hundido y septentrional también se producen pliegues decamétricos en el Lías, con dirección NNO-SSE y extrusión diapírica del Keuper en su núcleo (X = 479000, Y = 437500). Por el contrario, en bloque sur el diapirismo del Keuper afecta con un carácter más general a toda la plataforma y sin directrices definidas (Hoja de Campo de Criptana).

En consecuencia, dicho borde es la estructura alpina más destacable de la Hoja. En el ángulo nororiental de la misma aparece en superficie como una falla vertical que hunde el bloque norte y sitúa en posición vertical las capas del Cretácico y Paleógeno (unidades 13 y 14), poniendo en contacto estas unidades con el Lías o el Keuper. No parece desplazar los conglomerados calizos del Mioceno inferior-medio (18), aunque no puede descartarse cierta actividad reciente, dado que el río Amarguillo describe un codo en su confluencia con el Cigüela, coincidiendo con la posible prolongación hacia el oeste de este accidente.

La cobertera mesozoica-paleógena también aparece afectada por fallas verticales de escasa continuidad, en unos casos con dirección paralela al accidente anterior y en otros con direcciones ONO-ESE y NNO-SSE.

En resumen, la Hoja de Alcázar de San Juan comprende dos dominios tectónicos: uno septentrional, con características estructurales afines a las de Sierra de Altomira y otro meridional vinculado a la plataforma de Campo de Criptana.

3.2.2. Evolución alpina

La alineación N-S de la Sierra de Altomira, distinta a la del resto de la Cordillera Ibérica, ha sido interpretada como resultado del rejuego de estructuras de zócalo con esta dirección (SANCHEZ SORIA y PIGNATELLI, 1967; CAPOTE y CARRO, 1970), que a lo largo del mesozoico han controlado la distribución de facies en la cuenca. Según estos autores, éstas direcciones de fracturación en el zócalo se reactivaron durante la compresión alpina, que en el Mioceno inferior dio lugar a una tectónica de cobertera, con el Keuper como nivel de despegue, provocando el levantamiento de la Sierra de Altomira, de dirección N-S, y el plegamiento de las series mesozoicas y paleógenas, con pliegues y cabalgamientos vergentes al oeste.

PERUCHA *et al.* (1995) determinan la existencia de un escalón en el basamento, una falla normal (falla de Sacedón) por debajo del nivel de despegue, que dio lugar a la nucleación y concentración de la deformación en la cobertera suprayacente. Esta falla también controló tanto el espesor de los materiales triásicos y jurásicos como sus facies (MUNOZ MARTÍN, 1997).

Según los autores de la Hoja de Villacañas (IGME, en edición), una fractura similar delimitaría el bloque elevado occidental, donde se agrupan todos los paleorelieves paleozoicos. Según los mismos autores, la alineación de afloramientos del Keuper que aparecen ligados a este escalón, pueden corresponder tanto a una acumulación halocinética producida a favor de la fracturación N-S, como al núcleo de un pliegue de propagación, similar a los de Altomira, en posición más adelantada, y que posteriormente habría experimentado movimientos extrusivos halocinéticos, perforando los niveles mesozoicos suprayacentes.

Sin embargo, y tal como se desprende de lo descrito en el apartado anterior, este contexto sólo puede prolongarse en la Hoja de Alcázar de San Juan hasta la línea (ENE-OSO) correspondiente al accidente del borde norte de la plataforma de Campo de Criptana. Al sur del mismo entraríamos en otro dominio tectónico, marcado por una mayor continuidad de la superficie pretriásica y su tegumento y por la erosión del paleógeno, debida al levantamiento de este sector durante el Mioceno.

Tanto la Plataforma del Campo de Criptana como las estribaciones más meridionales de la Sierra de Altomira, limitan por el sur con el bloque hundido del Corredor Manchego.

En la bibliografía regional, se admiten una serie de fases tectónicas, de las cuales las más importantes son la oligocena y miocena inferior (Castellana y Neocastellana), responsables de las deformaciones mesozoicas que afectan al borde Sur de la Sierra de Altomira y a la Llanura Manchega Oriental).

La deformación neógena parece derivarse de la reactivación de fracturas de zócalo con direcciones principales E-O y NE-SO. El Neógeno superior está caracterizado por los procesos dis-

tensivos posteriores a la Fase de compresión Bética. Para PEREZ GONZALEZ (*op. cit.*) existirían dos etapas distensivas (Fase Iberomanchega 1 y Fase Iberomanchega 2) que serían las causantes de la débil deformación de los materiales de edad Plioceno (alabeamientos muy laxos, difíciles de determinar en esta zona).

En la memoria de la Hoja contigua de Campo de Criptana se realiza un análisis detallado de las fases tectónicas definidas para la Cordillera Ibérica y Sierra de Altomira, frente al modelo evolutivo más reciente que contempla esta evolución tectónica como la sucesión -en algunos casos superposición- de diferentes campos de esfuerzos.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. ANÁLISIS MORFOGRÁFICO

4.1.1. Estudio morfoestructural

La Hoja de Alcázar de San Juan comprende los siguientes dominios morfoestructurales:

- Dominio septentrional situado al norte de la Plataforma de Campo de Criptana y su prolongación hacia occidente. Comprende un subdominio occidental y otro oriental. En el primero, el zócalo paleozoico aparece ocupado en su mayor parte por el granito de Madrivedos, cubierto hacia el este por el tegumento del Trías inferior y todo ello a su vez enterrado por depósitos mio-pliocenos. El subdominio oriental se sitúa al este de un posible accidente NNO-SSE, coincidiendo con la línea correspondiente a las áreas endorreicas del río Cigüela, en el cual no aflora el zócalo paleozoico y la cobertera mesozoica presenta algunos pliegues con dirección Altomira y diparismo del Keuper en su núcleo. En ambos subdominios aparecen los niveles paleógenos, que configuran un relieve tabular.
- Dominio meridional, situado al sur del accidente del borde norte de la Plataforma de Campo de Criptana. Se caracteriza por una mayor continuidad de la superficie pretriásica y del tegumento que la fosiliza; también por la ausencia de sedimentos paleógenos.

4.1.2. Estudio del modelado

Según su génesis, las formas del relieve de esta Hoja se agrupan en las que se enumeran a continuación. Cabe destacar como en la mitad occidental de la Hoja se da un predominio de las formas fluviales y en la oriental de las estructurales y lacustres.

4.1.2.1. Formas estructurales

Se reúnen en su mayor parte en el ángulo nororiental de la Hoja, donde la incisión fluvial ha producido la exhumación de niveles competentes del Trías y Paleógeno dando lugar a *superficies estructurales y escarpes en capas horizontales* o en *series monoclinales* con suaves buzamientos. En otros casos los mismos niveles aparecen como resaltes o *líneas de capa con indicación de buzamiento*. En este mismo sector se localizan *cerros cónicos* en las arcillas y yesos del Keuper, coronados por las brechas dolomíticas del Infralías.

Tanto en esta Hoja como en las dos colindantes por el norte y el oeste, la superficie estructural degradada producida por los conglomerados calcáreos de la unidad 18, aparece rodeando la Plataforma de Campo de Criptana, con una pendiente deposicional (¿acentuadas por el diapirismo?) en sentido centrípeto con relación a dicha plataforma.

La *superficie subestructural con retoques erosivos*, del Páramo o caliza finimiocena, aparece en el sector centro septentrional, enlazando con la superficie de erosión y encostramiento. En el ángulo suroriental corresponde a la continuación del páramo correspondiente al eje de la Llanura o Surco Manchego, donde fue designada por PEREZ GONZALEZ, (1982) como Superficie Inferior de la Llanura Manchega.

En las litologías competentes es posible distinguir con claridad las trazas de *falla*, o de *falla con indicación de bloque hundido*. No es así en la mitad oriental de la Hoja, donde predominan las litologías menos competentes, habiéndose identificado algunas *fallas supuestas* y lineamientos o *valles fractura*.

En el granito de Madridejos destaca una alineación o *resalte de dique*. En las elevaciones de paleozoico del borde meridional de la Hoja son frecuentes las *crestas de barras cuarcíticas*.

4.1.2.2. Formas de ladera

En el ángulo nororiental de la Hoja se han identificado como *vertientes regularizadas* pequeñas laderas que bordean algunas superficies estructurales producidas por capas más resistentes del Paleógeno y del Páramo. En la más extensa de ellas, situada en la margen derecha del río Cigüela, se ha identificado una línea de *cambio brusco de pendiente*.

Los *coluviones* se desarrollan casi siempre en las laderas de los escarpes del Páramo y en el valle del río Amarguillo. Los coluviones antiguos de los relieves residuales del Paleozoico han sido designados como *derrubios ordenados*, por existir en su seno diversos niveles o episodios de coluvionamiento.

4.1.2.3. Formas fluviales

La *incisión lineal* aparece más desarrollada, y presenta una distribución dendrítica, en la mitad occidental de la Hoja, debida al encajamiento de la red que drena hacia el río Cigüela. En la foto aérea se aprecian líneas anastomosadas de *incisión lineal poco marcada*, tanto en la extensa *llanura de inundación* del río mencionado, como en algunas de las terrazas lacustres. La mayoría de ellas finalizan como *pérdidas de drenaje*, o bien enlazan con *cauces abandonados*.

En el sector occidental, donde se da un predominio de formas fluviales, son muy abundantes los *fondos de valle*, que en su mayoría enlazan con la llanura de inundación del río Cigüela. Tal como se ha descrito en el capítulo de Estratigrafía, el sistema de *terrazas* vinculado a este río presenta un escaso desarrollo, con tan sólo dos niveles: el inferior situado entre 1 y 3 metros sobre la llanura de inundación y otro a unos 10 m. Se trata de formas de depósito con escasa extensión y limitadas por *escarpes de terraza degradados*.

Dados los bajos gradientes de pendientes y la modesta incisión lineal, se han identificado pocos *abanicos aluviales*, en su mayoría situados al pié de los relieves residuales del borde sur del área de estudio.

4.1.2.4. Formas eólicas

Alcanzan cierta extensión en el ángulo suroriental de la Hoja, donde, mediante la fotointerpretación se han identificado un *manto eólico* y diversas *crestas dunares*, todo ello relacionado con la llanura aluvial del río Cigüela. En las inspecciones sobre el terreno dichas crestas aparecen muy alteradas por los trabajos agrícolas.

Según las descripciones aportadas por PEREZ GONZALEZ (1982), estos materiales son arenas de textura arcillo-limosa, con tonalidades amarillentas y tamaño de grano entre medio y muy fino, siendo este último el más abundante.

4.1.2.5. Formas endorreicas

La mitad oriental de la Hoja aparece salpicada por numerosas *lagunas estacionales*, que en ocasiones aparecen transformadas en *áreas endorreicas* o en *áreas pantanosas*, debido a su colmatación y al descenso del nivel freático. En algunas de ellas, casi siempre las más extensas, puede identificarse un único nivel de *terrazza lacustre*, con el consiguiente *escarpe de terraza*, que configura un escalón de 2 o 3 m.

Al norte de Villafranca de los Caballeros se localiza el área pantanosa más importante, donde existen varias *lagunas permanentes*. Éste área se sitúa en la prolongación de un posible accidente N-S, definido en la Hoja de Villacañas, donde también se alinean numerosas lagunas.

4.1.2.6. Formas de alteración

Sobre la superficie del Páramo se han desarrollado *campos de pequeñas dolinas* y algunas de mayor tamaño identificadas como *dolinas de bordes difusos*.

Los metasedimentos paleozoicos aflorantes en los relieves residuales, presentan una intensa rubefacción, con las mismas características que la de los clastos y bloques incluidos en los coluviones ordenados que cubre sus laderas.

4.1.2.7. Formas poligénicas

La *superficie de erosión-encostramiento* es la forma más destacable del área. Se conserva en la mitad occidental de la Hoja sobre las culminaciones de los interfluvios debidos a la incisión fluvial, con cotas en torno a los 700 m al norte, que descienden hacia el sur hasta los 665-700 m, en las inmediaciones del río Amarguillo. En consecuencia, su evolución final ha debido estar vinculada al inicio de la incisión fluvial. Se desarrolla sobre los materiales miocenos y la alterita del granito de Madrideojos. Presenta un importante desarrollo de costras y brechas carbonatas (unidad 21).

PÉREZ GONZÁLEZ (1982) le atribuye una edad Plioceno terminal a Cuaternario antiguo. No obstante, por su altimetría puede ser equivalente a la superficie finimiocena que bisela los pliegues de la Sierra de Altomira y de la Cordillera Ibérica, aunque en este caso y por lo descrito más arriba ha debido presentar una evolución y retrabajamiento más reciente.

En las Hojas situadas hacia el este (Campo de Criptana y Provencio), se sitúa a unos 10 o 15 metros sobre la superficie subestructural y erosiva del Páramo (Superficie inferior de la Llanura Manchega del autor mencionado). En esta Hoja, la relación o enlace entre ambas no puede

ser establecido con claridad, puesto que en la actualidad no se produce continuidad cartográfica entre ambas.

Si que se produce una relación espacial con esta superficie en el caso de los glaciares de cobertera que descienden desde el relieve residual situado sobre el granito de Madrideojos (vértice geodésico de Bolos), los cuales presentan un encostramiento similar al de dicha superficie y hacia occidente enlazan con ella. Hacia oriente del mencionado relieve, estos glaciares enlazan (a la misma cota) con la superficie del Páramo.

Otros *glaciares de cobertera recientes* jalonan la base de los relieves residuales de paleozoico o de los relieves estructurales del sector oriental, enlazando con los fondos de valle o con la llanura de inundación del río Cigüela.

En el ángulo suroccidental se ha identificado un glacis erosivo sobre los materiales del Mioceno, que enlaza con la cabecera de diversos fondos de valle. Representa un retrabajamiento reciente de la superficie de erosión encostramiento en áreas capturadas por la cabecera de la red de drenaje, donde ya se está produciendo el desmantelamiento de la costra carbonatada.

4.1.2.8. Formas antrópicas

Las *depresiones o huecos artificiales* presentes en la Hoja son de escasa importancia. En las inmediaciones de Herencia se han realizado diversas excavaciones en las yesoarenitas y margas del Mioceno (17), así como en la terraza baja del río Camuñas, donde se han extraído áridos para la construcción.

En el extremo sur de las lagunas contiguas a Alcázar de San Juan existe un extenso relleno artificial, utilizado como escombrera, que está ocupando parcialmente la depresión de la laguna.

Otras alteraciones antrópicas de envergadura son las relacionadas con el ferrocarril y la auto-
vía en vías de ejecución que unirá Alcázar con Tomelloso.

4.2. EVOLUCIÓN DINÁMICA

El inicio de la morfogénesis del área comprendida en esta Hoja comenzó al final del Paleozoico, con el desarrollo de la superficie grabada o superficie fundamental del macizo Hespérico y la individualización de los relieves residuales, que todavía perduran como elevaciones de rocas cuarcíticas. Los materiales triásicos se depositaron entorno a estos relieves o islas en la llanura fluvial-lacustre del Triásico. La misma circunstancia se produciría durante la sedimentación del resto del Mesozoico. Tras el depósito de éste y de parte de Paleógeno, se produjo la estructuración de la Sierra de Altomira y de la Plataforma de Campo de Criptana. Ya iniciada la nucleación y plegamiento, los pliegues fueron erosionados y cubiertos por los conglomerados cuarcíticos (Oligoceno-Mioceno inferior). Posteriormente a dicho episodio de sedimentación expansiva, los pliegues fueron reapretados a la par que prosiguió la elaboración de la superficie de erosión finimiocena, cuyos sedimentos correlativos (unidades miocenas) se acumularon en los surcos sinclinales de Altomira, así como al norte y al sur (Surco Manchego) de Campo de Criptana y Sierra de Altomira.

Simultáneamente la Plataforma de Campo de Criptana debió de experimentar una cierta deformación por diapirismo del Triás subyacente, que alteró la evolución de la mencionada

superficie, salvo en su límite noroccidental, donde llega a enlazar con la superficie del Páramo. Los movimientos posteriores a éste, apenas son perceptibles, dada la escasa pendiente que presenta hacia el sur.

La incisión fluvial tiene su máximo exponente en el desarrollo de la gran llanura aluvial del río Cigüela, en la que sólo se detectan sobre ella dos niveles de terraza (+3 y +10 m), circunstancia que ha sido interpretada por algunos autores como una continuación de la subsidencia en el Surco Manchego. No obstante, y teniendo en cuenta el escaso o nulo basculamiento del Páramo, es más fácil pensar que la Llanura Manchega corresponde a un sector, apenas capturado e incidido por la red hidrográfica con salida hacia el Atlántico.

El último rasgo destacable es la acción eólica, con deflación de la mencionada llanura aluvial y depósito en el lado oriental de la misma.

4.3. PROCESOS ACTUALES

Todavía son activos los procesos eólicos mencionados, si bien estos son enmascarados por las labores agrícolas, que están transformando en tierras de labor los campos de dunas formados durante los últimos milenios. La misma suerte corren las áreas pantanosas, merced a los numerosos canales de drenaje excavados a lo largo del sistema de lagunas que cruza la Hoja de norte a sur, así como en la llanura de inundación del río Cigüela.

5. PETROLOGÍA

5.1. ROCAS ÍGNEAS TARDIHERCÍNICAS

5.1.1. Rocas filonianas. Dique de pórfido (1)

Atravesando el pueblo de Camuñas y con dirección N 60 E, aparece un dique porfídico de tendencia riolítica (MARTÍN ESCORZA, 1977), con cuarzo, baritina, carbonatos y óxidos de cobre. Su espesor oscila entre los 10 y 20 metros, y su longitud es algo mayor de 2 km, aunque no aflora de forma continua. Al microscopio aparecen fenocristales de feldespato potásico y plagioclasa, cuarzos con golfos de corrosión y placas hexagonales de biotita, en una matriz criptocristalina de feldespato y plagioclasa. Son frecuentes las texturas esferulíticas en la matriz, con crecimiento radial de fibras de feldespato potásico y cuarzo. La plagioclasa exhibe procesos de sericitización y albitización, con epidota asociada. También presentan cirrones, opacos y coronas de esfena en torno a las ilmenitas.

El emplazamiento de este dique y de otros similares descritos en Hojas contiguas, o en otros sectores del Macizo Hespérico, debe estar relacionado con la etapa extensional tardihercínica a eoalpina, probablemente de edad pérmica.

5.1.2. Plutón granítico de Madrideojos (2)

El plutón de Madrideojos corresponde a uno de los múltiples afloramientos aislados de granitos, que aparecen entre los plutones de Orgaz y Pedroches (la mayoría en forma de "stocks") y que pertenecen a la serie de plutones hercínico tardíos y postcinemáticos de CAPDEVILLA *et al.* (1973) agrupados en la denominada serie "mixta".

La cartografía del granito de Madrardejos ya fue esbozada por MALLADA y DUPUY (1912), IGME (1970-72), y en trabajos más recientes a partir de fotografía de satélite (MARTIN ESCORZA, 1977). Forma parte de una alineación de intrusiones epizonales, la alineación plutónica de Mora-Gálvez o Mora-Las Ventas, emplazadas en el bloque de techo de la Falla de Toledo. Durante las etapas dúctil-frágiles de la evolución hercínica fueron desenraizados y transportados por ella (SANTA TERESA *et al.*, 1983). Debido a su carácter epizonal, los granitos producen metamorfismo de contacto sobre el encajante. BERGAMIN y GONZÁLEZ CASADO (1986), basándose en datos gravimétricos, sugieren una forma elipsoidal para el cuerpo plutónico, con una orientación N-S de su eje mayor.

De los cuatro litotipos descritos por ANDONAEGUI (1990) dentro de este cortejo intrusivo, únicamente están bien representados los granitos porfídicos. Son rocas de grano grueso, con abundantes fenocristales idiomorfos de feldespatos potásico, en una matriz cuarzo-feldespática con biotita. Al microscopio, el feldespatos potásico se presenta como perfitico, con inclusiones mirmequíticas de cuarzo y de cristales de plagioclasa. La plagioclasa se presenta como cristales idiomorfos en la matriz o incluidos en el feldespatos, como granos o como exoluciones. También aparece en los bordes del feldespatos, como texturas mirmequíticas con cuarzo. El cuarzo, salvo algún megacrystal globuloso, aparece como granos pequeños en la matriz, o como inclusiones en la plagioclasa y el feldespatos. La fuerte alteración superficial de los afloramientos graníticos, ha dado lugar a la aparición de un enrejado carbonático a favor de grietas y diaclasas.

La intrusión de los granitos de Mora-Gálvez ha sido datada por ANDONAEGUI e IBARROLA (1987), mediante Rb-Sr en roca total, en 320 ± 8 M.a., aunque esta edad parece muy elevada, dado el carácter tardío de la intrusión. Por otro lado, también se han realizado dataciones Rb-Sr algo más bajas, de 315 ± 13 M.a. para los granitos de Mora-Ventas-Orgaz y de 307 ± 3 M.a. para los de Gálvez-Torcón.

5.2. METAMORFISMO

5.2.1. Metamorfismo regional hercínico

Los materiales paleozoicos de la Hoja han sufrido un episodio tectonometamórfico en condiciones de grado bajo, ligado a la deformación de primera fase hercínica. Este episodio de deformación está ligado al engrosamiento cortical producido por la convergencia NE-SO del orógeno hercínico y se desarrolló bajo un gradiente barroviense (P/T intermedia).

En conjunto, el metamorfismo regional hercínico del área no supera la facies de esquistos verdes. En la Hoja de Villacañas se describe como la disposición cartográfica de las isogradas de aparición de estilpnomelana y biotita (sin-Dl) serían aproximadamente paralelas a las estructuras de 1ª fase y resultarían plegadas, junto con éstas, por los pliegues de 3ª fase. No se observa una recristalización metamórfica asociada a la tercera fase de deformación.

5.2.2. Metamorfismo de contacto

El emplazamiento del granito de Madrardejos en condiciones epizonales, produce una aureola metamórfica, similar a la descrita por ANDONAEGUI (1992) en otros puntos de la alineación plutónica Mora-Las Ventas. En este sector se da una zonación en función de la distancia al plutón, con andalucita (facies de corneanas anfíbolicas), biotita (facies de corneanas de albitaepidota) y una amplia zona con recristalización de micas blancas y cuarzo. En las zonas de andalucita y biotita, las rocas pelíticas se presentan como pizarras mosqueadas, en las que

las máculas de biotita y andalucita se forman a partir de la fracción micácea de la roca, dando lugar a poiquilocristales redondeados, con gran cantidad de inclusiones esqueléticas de cuarzo. Las areniscas y cuarcitas aparecen recristalizadas a texturas de mosaicos poligonales de granos de cuarzo sin deformación intracristalina.

La edad del metamorfismo de contacto ha de ser cercana a los 320 ± 8 M.a., edad de la intrusión del granito de Mora-Las Ventas (ANDONAEGUI e IBARROLA, 1987).

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la zona se inicia con la sedimentación de los materiales carbonatados y terrígenos depositados durante la transgresión cámbrica, que formó una cuenca marina restringida y somera, muy próxima al continente, y con unas condiciones ambientales que favorecerían el desarrollo de comunidades de algas, lo que daría lugar al depósito alternante de calizas, dolomías y detriticos procedentes del continente. Por la ausencia de serie no puede reconstruirse el intervalo que media entre el Cámbrico inferior y el Ordovícico, aunque debió comprender una etapa erosiva que dio lugar a la discordancia y laguna estratigráfica.

Durante el Tremadociense y Arenigiense se produce la sedimentación de un ciclo de carácter transgresivo. La sedimentación se inicia con conglomerados (identificados en los relieves residuales de Camuñas) que corresponden a abanicos deltaicos redistribuidos por corrientes litorales). La sedimentación continuaría con depósitos de llanura de marea y barras litorales, finalizando con un complejo de barras submareales progradantes, que constituirían la cuarcita Armoricana.

En la Hoja no existe registro del resto del Paleozoico. Regionalmente se conoce la existencia de Carbonífero antehercínico (Dinantiense-Namuriense, en el Sinclinorio de Guadalmez) y posthercínico (Estefaniense, en Puertollano). La fase principal de la orogenia hercínica debe situarse entre ambos periodos y es la que origina las grandes estructuras regionales.

Durante un periodo de duración incierta, se produce la erosión del orógeno, a la vez que las fracturas tardihercínicas se reactivan en régimen distensivo, dando lugar a cuencas que continentales ocupadas por abanicos aluviales y depósitos fluviales durante el Triásico inferior (facies Buntsandstein), que evolucionan rápidamente a facies transicionales y de llanura de marea (depósitos inter a supramareales de la facies Muscheikalk), que culminan con el establecimiento de un ambiente restringido, tipo sebkhas litorales, donde la sedimentación dominante fue la lutítica y evaporítica (facies Keuper).

Durante el Jurásico inferior, se instala una plataforma somera con evolución a "lagoon", desconociéndose el desarrollo de la cuenca durante el Dogger y el Malm en esta Hoja (ver Hoja 714, Campo de Criptana).

Los primeros materiales cretácicos ampliamente representados en el sustrato mesozoico de la presente Hoja y de la región, corresponden a la Fm. Arenas de Utrillas. Su discordancia de base se ha atribuido a la fase Aústrica, aunque recientemente, diversos autores interpretan este diastrofismo como el inicio de la fase de relajamiento térmico subsiguiente a los procesos de "rifting" del Jurásico terminal-Cretácico inferior. La Fm. Utrillas, con facies de llanura fluvio-deltaica, marca el inicio de un primer megaciclo deposicional, que culmina con una interrupción sedimentaria en el límite Turoniense-Coniaciense, no representado en la Hoja.

El Cenomaniense corresponde a un ambiente de plataforma carbonatada, que en sus primeros episodios y con cierta influencia de terrígenos, dio lugar a la Fm. Chera. El avance marino ocasiona la instalación de ambientes mareales en los que se produce el depósito de las Fm. Alatoz y Villa de Ves. A techo de esta última, se identifica una discontinuidad en forma de un "hard-ground". Las condiciones transgresivas se reanudan durante el depósito de la Fm. Margas de Casa Medina, todavía de edad Cenomaniense, en condiciones de plataforma abierta, con la que finaliza en esta Hoja el registro Mesozoico.

El paso Cretácico-Paleógeno (no representado en el área de estudio) corresponde a un ciclo regresivo en la Cordillera Ibérica. Éste fue seguido de la instauración de un ambiente continental, con el depósito del resto de los materiales del Paleógeno (Eoceno y Oligoceno). Sus facies corresponden a aparatos fluviales bien desarrollados, que, procedentes de áreas fuentes paleozoicas y mesozoicas, ocuparían las zonas distales de abanicos aluviales de gran eficacia de transporte.

El resto de los depósitos terciarios de la Hoja (Neógeno), se depositarían discordantes sobre una paleogeografía heredada del episodio de máxima deformación de los movimientos alpinos, generadores del levantamiento de los relieves mesozoicos. Como consecuencia de la erosión de dichos relieves y de los relieves residuales del zócalo paleozoico, en el Ageniense-Aragoniense se produce la sedimentación de abanicos aluviales, cuya composición detrítica grada, hacia zonas distales a facies de llanura aluvial, principalmente lutítica, y facies de lago salino (evaporitas). Posteriormente, una retrogradación de dichas facies aluviales, que culminarían con el depósito de facies lacustres someras, fueron las respuestas a una mayor estabilidad tectónica.

Durante el Aragoniense-Vallesiense se produce una generalización de las facies lutíticas. En el conjunto de las pequeñas cuencas del sector Altomira, Cuenca de Madrid y Llanura manchega, la distribución cartográfica de las facies configura una disposición centrípeta de facies, típica de cuencas endorreicas.

El final del Mioceno, las condiciones climáticas se hacen más húmedas y frías, lo que condiciona en un primer momento, el establecimiento de una red fluvial encajada sobre los materiales infrayacentes y, posteriormente, la generalización de ambientes lacustres de agua dulce, con estabilidad tectónica de las áreas de aporte aluvial (calizas del Páramo).

Durante el Plioceno, se produce una cierta reactivación del borde oriental (Sierra de Almenara), compatible con un estado tensional de esfuerzos NO-SE para esta época, sería la responsable del plegamiento laxo que se observa en algunos afloramientos las Calizas del Páramo.

Durante el Plioceno y Base del Cuaternario se produce un proceso de encostramiento importante que afecta a diversos depósitos cuyas culminaciones se sitúa a nivel de la superficie de erosión finimiocena, y a los glaciares o abanicos relacionados con ella. El inicio del encajamiento de la red fluvial se produce al final de este periodo de encostramiento, con un retrabajamiento de la mencionada superficie, ya que presenta suaves pendientes locales, dirigidas hacia los principales cauces de la red hidrográfica actual. La incisión de ésta no ha alcanzado plenamente toda la llanura Manchega, como se deduce de la permanencia actual de numerosas áreas lacustres o endorreicas. También se caracteriza la Llanura manchega por el desarrollo de un amplio manto eólico formado por vientos dominantes del Oeste, Noroeste y Suroeste.

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. MINERÍA Y CANTERAS

En la actualidad no existen explotaciones mineras activas en la Hoja de Alcázar de San Juan. Sin embargo, existen explotaciones abandonadas, como la ubicada en el vértice Cabezuelas, al NO de la localidad de Puerto Lápice, en la que todavía se pueden encontrar mineralizaciones de baritina y galena, en forma de filones de origen hidrotermal, que constituyen una red que atraviesa los sedimentos del Cámbrico. La explotación se realizaba a cielo abierto.

También hay referencias de pequeñas extracciones artesanales de minerales de Cu, asociadas al dique que atraviesa la localidad de Camuñas, concretamente en la zona conocida como Molino de San Cristóbal.

Las explotaciones yesíferas, hoy día abandonadas, fueron importantes. También la extracción de areniscas triásicas que fueron utilizadas para la construcción y para la fabricación de piedras de afilar (asperón). Este tipo de explotaciones fueron muy abundantes en el cuadrante NE de la Hoja, donde se encuentran los principales afloramientos triásicos.

7.2. HIDROGEOLOGÍA

Las posibilidades económicas de la hidrogeología son mucho más amplias, como se deduce de la gran cantidad de puntos de extracción, cuyo objetivo es el cambio progresivo de los tradicionales viñedos por regadíos.

La Hoja de Alcázar de San Juan pertenece al Sistema 20 de la numeración nacional de los Sistemas Acuíferos, que está compuesto por un conjunto de tres acuíferos de distinto potencial: Cámbrico, Triásico, y Terciario calizo.

El acuífero Cámbrico se localiza en la zona occidental y se individualiza del conjunto por situarse bajo la cobertura Ordovícico-Silúrica de cuarcitas y pizarras. Es un acuífero de tipo kárstico, muy relacionado con las líneas tectónicas de fracturación. Este acuífero está unido al aluvial del Amarguillo, el cual es su colector principal. Las extracciones principales sobre este acuífero dentro de los límites de la Hoja corresponden a la localidad de Villafranca de los Caballeros y a los regadíos de la cabecera del Amarguillo.

El Triásico aflora fundamentalmente en el área comprendida entre Villafranca y Alcázar de San Juan, y está probado por sondeos que se extiende en la mitad oriental del sistema. Las facies basales de arenisca y conglomerados son las que constituyen el acuífero. Las areniscas están poco cementadas y el conglomerado es de matriz arenosa, lo cual confiere una transmisividad alta a los pozos realizados entre Villacañas y Herencia.

El Terciario calizo forma pequeñas mesas de escaso interés hidrogeológico al constituir acuíferos colgados de gran oscilación piezométrica y baja transmisividad.

En cuanto a los depósitos cuaternarios y pequeñas zonas endorréicas desarrolladas sobre materiales impermeables, únicamente tienen importancia hidrogeológica los aluviales que se encuentran conectados a los ríos y que son explotados para el desarrollo de pequeñas huertas. Sin embargo, su alto contenido salino (> 2.000 ppm de $SO_4^{=}$) limita enormemente su aprovechamiento.

En resumen, el Sistema 20 es un sistema multicapa, con los acuíferos inferiores de mayor potencial hidráulico que los superiores, que en algún lugar quedan incluso colgados; y cuyo drenaje se produce hacia el Sistema acuífero 23, a través del Valle del río Cigüela; con predominio del drenaje vertical sobre el horizontal y pérdidas de agua de los acuíferos profundos por evapotranspiración en las zonas encharcadas; y cuyas únicas entradas son debidas a la infiltración del agua de lluvia.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ALBERDI, M.T.; HOYOS, M.; JUNCO, F.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MORALES, I.; SESE, C. Y SORIA, D. (1983). "Biostratigraphic et evolution sedimentaire de l'aire de Madrid." *Abstract Interim Coll. on Mediterranean. Neogene Continental Paleoclimatic Evolution. Montpellier, Abril.* 18-23.
- ALVARADO, M., Y HERNANDEZ PACHECO, F. (1931). "Memoria explicativa de la hoja geológica nº 784 (C. Real)." *1ª serie IGME.*
- ANDONAEGUI, P. (1990). "Geoquímica y geocronología de los granitoides del sur de Toledo." *Tesis Univ. Compl. de Madrid,* 365 pp.
- ANDONAEGUI, P. (1992). "Caracterización geoquímica de los granitoides de Mora." *Geogaceta,* 11: 97-100.
- ANDONAEGUI, P. E IBARROLA, E. (1987). "Geocronología de los granitoides de Mora-Galvez (Toledo)." *Mem. II Congr. Geoquím. España,* 109-112.
- ANTUNES, M.T.; CALVO, J.P.; HOYOS, M.; MORALES, S.; ORDÓÑEZ, S.; PAIS, J. Y SESE, C. (1987). "Ensayo de correlación entre el Neógeno de las áreas de Madrid y Lisboa (Cuencas Alta y Baja del río Tajo)." *Comun. Serv. Geol. Portugal* 73, 85-102.
- APARICIO, A. (1970). "Estudio geológico del Macizo cristalino de Toledo." *Est. Geol.* 27, 369-414.
- BOUYX, E. (1970). "Contribution à l'étude des formations antéordoviciennes de la Meseta Méridionale (C. Real y Badajoz)." *Mem. Inst. Geol. y Min. Esp.* T. 73, pp 1-263.
- BULL, W.B. (1960). "Types of deposition on alluvial fans in Western Fresno Country California." *Geol. Soc. Am. Bull.*, 2052 4 (abstract).
- C.G.S. E INTECSA (1975). "Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana."
- CAPOTE, R. Y HERNÁNDEZ ENRILE, J.L. (1971). "Los materiales preordovícicos de Despeñaperros (Sierra Morena Oriental)." *Est. Geol.*, 27. Madrid.
- CAPOTE, R. Y CARRO, S. (1970). "Contribución al conocimiento de la región NE de la Sierra de Altomira (Guadalajara)". *Estudios Geol.*, 26, 1-15.
- CARBÓ, A.; BERGAMIN, J.F.; CAPOTE, R. ET AL. (19). "Estudio comparativo de la geometría en profundidad de los cuerpos graníticos de un sector de la zona Centroibérica."
- CENTENO, L.D. (1983). "Clasificación y síntesis geomorfológicas de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)." *Tesis de Licenciatura U.C.M.* 125pg. Madrid.
- CENTENO, J.D.; PEDRAZA, J. Y ORTEGA, L.I. (1983). "Estudio geomorfológico del relieve de la Sierra de Guadarrama y nuevas aportaciones sobre su morfología glaciar." *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 81(3-4), 153-171, Madrid.

- CORTAZAR, D. (1878). "Expedición geológica por la provincia de Toledo." *Bol. Com. Mapa Geol. España*. 5.
- CORTAZAR, D. (1880). "Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real." *Bol. Com. Mapa Geol. España*, 32. pp. 391-423.
- DÍAZ BALDA, M^a.A. (1982). "El complejo esquistos-grauvaquico, las series paleozoicas y la estructura hercínica al Sur de Salamanca." *Tesis doctoral. Univ. Salamanca*. 279 pp.
- DÍAZ MOLINA, M. (1974). "Síntesis estratigráfica preliminar de la serie terciaria de los alrededores de Carrascosa del Campo (Cuenca)." *Estudios Geológicos*, 30, 63-67.
- DÍAZ MOLINA, M.; ARRIBAS MOCOROA, J. Y BUSTILLO REVUELTA, M.A. (1989). "The Tortola and Vilialba de la Sierra fluvial fans: Late Oligocene-Early Miocene, Loranca Basin, central Spain." *4th. International Conference on Fluvial Sedimentology, Barcelona, Sitges, Spain. Filed Trip 7*, 74 pp.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1837-45). "Indicaciones geognósticas sobre las deformaciones terciarias del centro de España". *Anales de Minas*, t. III. Madrid.
- FERNANDEZ, J. Y VERA, J.A. (1973). "Influencias de los paleorreliques en la sedimentación triásica en los alrededores de Alcaraz (Albacete)." *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 4, 11-128.
- GARCÍA ABAD, F.J. (1978). "Implicaciones geomorfológicas de la estratigrafía de los enlaces meridionales Altomira-Ibérica." *Estudios Geol.*, 34, 215-229.
- GIL TOJA, A.; JIMÉNEZ ONTIVEROS, P. Y SEARA VALERO, J.R. (1985). "La cuarta fase de deformación hercínica en la zona centroibérica del Macizo Hespérico." *Cuad. do Lab. Xeol. de Laxe*, 9, 91-104. *VI Reu. Xeoloxía e Minería do NO peninsular. Coruña*.
- GOY, A.; GÓMEZ, J.J. Y YÉBENES, A. (1976). "El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (mitad Norte)." *Est. Geol.*, 32, pp. 391-423.
- HAWAII INST. OF GEOPHYSICS (1966). "Anomalies of Bouger Chart, Península Ibérica 1:1.000.000."
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1932). "Síntesis fisiográfica y geológica de España." *Junta Ampl. Est. Trab. Museo Cien. Nat.*, 38, 584 pp. Madrid.
- HOOKE, R.L. (1967). "Processes on arid-region alluvial fans." *J. Geo.*, 75: 438-460.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO CATASTRAL DE ESPAÑA (1976): *Estudios gravimétricos. Avance del Mapa Gravimétrico Peninsular. Anomalías de Bouger. E. 1:2.000.000. Madrid*.
- I.G.M.E. (1952). "Mapa geológico de España 1:50.000, Alcázar de San Juan (713)."
- I.G.M.E. (1988). "Memoria MAGNA 1:50.000 Villarta de San Juan (738)."
- I.G.M.E. (1990). "Mapa geológico de España 1:50.000, Los Yébenes (685)."

- I.G.M.E. (en edición). "Mapa geológico de España 1:50.000, Villacañas (687)."
- I.T.G.E. (1970). "Mapa geológico de España. E. 1:200.000. Hoja 54 Campo de Criptana."
- I.T.G.E. (1972). "Mapa Geológico de España, E. 1:200.000. Hoja 53 Toledo."
- I.T.G.E. (1979). "Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana." *Plan Nacional de investigación de aguas subterráneas. Acuífero* 19-20.
- JULIVERT, M. Y TRUYOLS, J. (1983). "El Ordovícico en el Macizo Ibérico." *Libro Jubilar Ríos, J.M. Ríos*. v.1, pp 192-246.
- JUNCO, F. Y CALVO, J.P. (1983). "Cuenca de Madrid." *Geología de España, 11, IGME*. 534-543.
- LOTZE, F. (1956). "Über Sardische Bewegungen in Spanien und ihre beziehungem zur assyintichen Faltung." *Geotek. Symp. zu Ehzen ron Stille*, pp. 128-139.
- LOTZE, F. (1956-61). "El Cámbrico en España." *Estd. Geol. España. Mem. IGME*. t. 75. pp.1-256.
- MALLADA, L. Y DUPUY, E. (1912). "Reseña Geológica de la provincia de Toledo." *Inst. Geol. España*, 33, 9-13.
- MARTÍN ESCORZA, C. (1977). "Nuevos datos sobre el Ordovícico inferior; el límite Cámbrico-Ordovícico y las fases sárdicas en los Montes de Toledo: consecuencias geotécnicas." *Est. Geol.* v. 33, 57-80.
- MARTÍN ESCORZA, C. (1977). "Estructuras anulares en el Norte de La Mancha." *Est. Geol.*, 33, 447-457.
- MAZO, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. Y AGUIRRE, E. (1990). "Las faunas pleistocenas de Fuensanta del Júcar y El Provencio y su significado en la evolución del Cuaternario Manchego." *Bol. Geol. Min.*, 101: 404-418.
- MOLINA, E. (1974). "Campo de Calatrava." *Coloquio Int. Biostrat. cont. del Neógeno sup. y Cuatern. inf. Libro guía* pp. 215-255.
- MOLINA, E. (1975). "Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava (C. Real)." *Trab. Neógeno-Cuaternario*, 3, pp. 215-255.
- MORENO, F. (1977). "Estudio Geológico de los Montes de Toledo occidentales." *Tesis doctoral. Univ. Comp. Madrid*.
- MORENO, F.; VEGAS, R. Y MARCOS, A. (1976). "Sobre la edad de las series ordovícicas y cámbricas relacionadas con la discordancia sárdica en el anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, España)." *Brev. Geol. Astúrica*, 20 (1), pp. 8-16.
- MUÑOZ MARTÍN, A. (1997). "Evolución Geodinámica del borde oriental de la cuenca del Tajo desde el Oligoceno hasta la actualidad." *Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid*, 331 pp.

- NIÑEROLA, S.; TRAC, N.; TORRENS, T. *ET AL.* (1976). "El embalse subterráneo de la Llanura Manchega." *I. Simp. Nac. de Hidrog. Valencia*. T. 2, pp. 234-253.
- PEDRAZA GILSANZ, J. (1978). "Estudio geomorfológico de la zona de enlace entre las sierras de Gredos y Guadarrama. (Sistema Central Español). Evolución geomorfológica reciente." *Tesis Doctoral. Facc. CC. Geol. U.C.M.* 525pg. Madrid.
- PERUCHA, M.A.; MUÑOZ MARTÍN, A.; TEJERO, R. Y BERGAMÍN, J.F. (1995). "Estudio de la transversal entre la Cuenca de Madrid y la Cordillera Ibérica a partir de datos estructurales, sísmicos y gravimétricos." *Geogaceta*, 18, 15-18.
- PORTERO, J.M.; RAMIREZ MERINO, J.L. Y ANCOCHEA, E. (1988). "Mapa Geológico de España a E. 1:50.000. Hoja nº 784 (Ciudad Real)." I.T.G.E.
- PRADO, C. (1856). "Mémorie sur la géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Toledo." *Bull. Soc. Geol. France* (2), 12, pp. 182-204.
- REINECK, H.E. Y SINGH, I.B. (1975). "Depositional sedimentary environments." *Springer Verlag, Berlin*, 439.
- ROIZ, J.M. (1979). "La estructura y la sedimentación hercínica en especial el Precámbrico superior en la región de Ciudad Real-Puertollano." *Tesis doctoral. Univ. Comp. Madrid*. pp. 1-236.
- RUBIO, J.C. (1984). "La morfología glaciaria de la Sierra de La Nava (Macizo Central de Gredos)." *Tesis de Licenciatura U.C.M.* 182pg. Madrid.
- SAN JOSÉ LANCHA, M.A. (1969). "Nota preliminar sobre el estudio geológico de los alrededores de S. Pablo de los Montes (Toledo)." *Cuad. Geol. Ibérica*. 1: 335-345.
- SÁNCHEZ SORIA, P. Y PIGNATELLI GARCÍA, R. (1967). "Notas geológicas de la Sierra de Altomira (Cuenca-Guadalajara)." *BoL R. Soc. Española Híst. Nat. (Geol.)*, 65, 231-240.
- SANTA TERESA, I.; CARBÓ, A.; CAPOTE, R. Y CASQUET, C. (1983). "Geometría en profundidad del granito de Orgaz en base a datos gravimétricos." *Est. Geol. Salmanticensia*, 18: 237-250.
- SCHWENZNER, J.E. (1936). "Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes." (Ref. a la Traducción de Vidal Box 1943, BOL. R. Soc. Esp. Hist. Nat 41, 121-147, Madrid) *Geogr. Abhandlungen* 3, 10, Stuttgart.
- TAMAIN, G. (1972). "Recherches géologiques et minières en Sierra Morena Orientale (Espagne)." *These Univ. Orsay. Trab. du Lab. Geol. Struct. et appl.* v. 91.
- YÉBENES, A. *ET AL.* (1977). "El trias de Alcázar de San Juan." *Cuad. de Geol. Ibérica*. Vol. 4. pp. 495-508. Madrid.



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

ISBN: 978-84-7840-828-3



9 788478 408283