

X 62082

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

ESTUDIO GEOLOGICO A ESCALA 1/25000

DEL

TERMINO MUNICIPAL DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

Madrid, Diciembre de 1983

HAN INTERVENIDO :

Coordinación de Proyecto.- J.P. Calvo Sorando (UNIV. COMPLUTENSE).

Cartografía del Terciario.- M.A. San José y Vegas Martí-
nez (UNIV. COMPLUTENSE).

Cartografía del Cuaternario.- J.L. Goy Goy (UNIV. COMPLU
TENSE), A. Pérez González (IGME) y C. Zazo
(UNIV. COMPLUTENSE).

Confección de Memoria :

- Terciario.-J.P. Calvo Sorando (UNIV.COMPLUTENSE).
- Cuaternario.-J.L. Goy (UNIV. COMPLUTENSE), A. Pérez
González (IGME) y C. Zazo (UNIV. COMPLUTEN-
SE).
- Geomorfología.-J.L. Goy (UNIV.COMPLUTENSE),A. Pérez
González (IGME) y C. Zazo (UNIV. COMPLUTEN-
SE).
- Paleontología.-J. Morales (I.G.M.,C.S.I.C.) y N. Ló-
pez Martínez (UNIV. COMPLUTENSE).
- Tectónica.-R. Vegas Martínez (UNIV. COMPLUTENSE).
- Historia geológica.-M.A. San José Lancha (UNIV. COM-
PLUTENSE).
- Geología Económica.-J.P. Calvo Sorando (UNIV. COMPLU
TENSE).
- Recursos Geológicos.-J.P. Calvo Sorando (UNIV.COMPLU
TENSE), y E. Gallego.

Asesor de Terciario.-A. Garrido Megías (ENIEPSA) y H. HO

yos (I.G.M.,C.S.I.C.)

Asesor de Cuaternario.-M. Hoyos (I.G.M.,C.S.I.C.)

Sedimentología de Campo.-J.P. Calvo Sorando, J.M. Brell
y S. Ordóñez (UNIV. COMPLUTENSE).

Análisis de sedimentos terrígenos.-R. Rincón (UNIV. COM
PLUTENSE).

Análisis mineralógico de Arcillas.-J.M. Brell, M. Doval
y M. Rodas (UNIV. COMPLUTENSE).

Estudio Petrográfico.-M.A. García del Cura (I.G.E., C.S.
I.C.)

Paleontología.-M.T. Alberdi (I.G.M.,C.S.I.C.), J. Mora-
les (I.G.M.,C.S.I.C.), N. López-Martínez (UNI-
VERSIDAD COMPLUTENSE), C. Sese, E. Soto, D. So-
ria, E. Herraez y E. Cerdeño (I.G.M.,C.S.I.C.)

Arqueología.-N. Querol (UNIV. COMPLUTENSE).

Edafología.-J. Gallardo (INST. EDAFOLOGIA).

Dirección y Supervisión por el IGME.-A. Pérez González.

Análisis Químicos.-Laboratorio Central de Estructuras y
Materiales. Madrid.

Delineación.-J.M. Angulo Zapatero.

INDICE

0.- INTRODUCCION

1.- ESTRATIGRAFIA Y PALEONTOLOGIA

1.1.-TERCIARIO

- 1.1.1.- Yesos masivos (1).- Mioceno
- 1.1.2.- Yesos tableados y Arcillas (2).- Mioceno.
- 1.1.3.- Arcillas con Yesos (3).- Mioceno
- 1.1.4.- Arcosas y Limos (4).- Mioceno
- 1.1.5.- Carbonatos tableados y Arcillas (5).- con Silex (11).- Mioceno.
- 1.1.6.- Arcillas verdes (6) con carbonatos (7) Silex y Arenas micáceas.- Mioceno.
- 1.1.7.- Arcosas y Limos (8).- Mioceno.
- 1.1.8.- Arcosas y Arcillas (9) con sepiolita - (10) y Silex (11).- Mioceno.
- 1.1.9.- Arcosas gruesas (12).- Mioceno.
- 1.1.10. Arcosas con bloques (14).- Mioceno.
- 1.1.11. Paleontología del Terciario.

1.2.-CUATERNARIO

- 1.2.1.- Materiales asociados a las superficies y glacia (15,16,19)
- 1.2.2.- Terrazas y Depósitos de fondos de valle (17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, - 27, 28, 29, 30, 33, 35, 38, 39, 40).
- 1.2.3.- Conos aluviales, coluviones y derrames (26, 34, 31).
- 1.2.4.- Sedimentos asociados a los fondos semiendorreicos (32).

1.2.5.- Rellenos kársticos (36).

1.2.6.- Limos yesíferos (37).

2.- GEOMORFOLOGIA

3.- TECTONICA

4.- HISTORIA GEOLOGICA

5.- GEOLOGIA ECONOMICA

6.- RECURSOS GEOLOGICO-CULTURALES.

7.- BIBLIOGRAFIA.

Parte de los datos recogidos en la elaboración de este Informe, en particular relativos a datos de subsuelo, corresponden a trabajos inéditos procedentes de diversos archivos, tanto de Organismos de la Administración como de empresas privadas. Agradecemos en este sentido las facilidades dadas para la consulta de los archivos de sondeos del S.G.O.P., del Laboratorio de Carreteras y Geotecnia "José Luis Escario", del IGME y de otros centros en los que han sido recogidos datos de gran utilidad para nuestro trabajo. Así mismo, la realización de varios sondeos de investigación por parte del Servicio Geológico de Obras Públicas nos ha brindado una excelente base para el reconocimiento directo de las características geológicas del subsuelo de Madrid. En el mismo sentido, expresamos nuestro agradecimiento a las empresas ENUSA y TOLSA por sus valiosas informaciones y buena disposición al intercambio de criterios sobre los aspectos geológicos de la zona estudiada.

0.-INTRODUCCION

El Término Municipal de Madrid se encuentra situado en las estribaciones meridionales de la Sierra del Guadarrama, dentro del conjunto denominado Submeseta Sur o Cuenca - del Tajo. El Término abarca una extensión de 708 Km², de los cuales el núcleo urbano de Madrid y las zonas urbanizadas a su alrededor constituyen casi más del 50% de ese área.

El Municipio de Madrid comprende la mayor parte de la Hoja 19-22 (Madrid) del Mapa Topográfico Nacional a escala - 1/50.000, aproximadamente la mitad de la nº 19-21 (Colmenar Viejo) y pequeñas porciones de las hojas 19-23 (Getafe), 18-21 (San Lorenzo del Escorial) y 20-22 (Alcalá de Henares).

La morfología del Término Municipal queda definida - por la denominada Superficie de Madrid (RIBA, 1.957; LOPEZ VERA y PEDRAZA, 1.976) que aparece desarrollada entre las - cotas 680-900 m., arrancando desde los alrededores de Colmenar Viejo. Esta superficie aparece seccionada por los cursos de dirección N-S del Manzanares y Jarama, ambos tributarios del Tajo. El encajamiento de estos ríos da lugar a una varia da gama de formas (glacis de ladera y vertientes glacis, es- carpes, ...) ocupando los niveles de terrazas áreas bastante amplias al este del Término (río Jarama) y al oeste (río Man- zanares). Un aspecto fisiográfico importante es la amplia - curva que describe este río al sur, antes de su confluencia con el Jarama.

El relieve del Término Municipal de Madrid oscila entre la cota máxima de 860 m. en el extremo NW del Monte de El Pardo y los 560 m. del Manzanares en la parte sur de Madrid. En una transversal NNW-SSE a lo largo del Término es observable la existencia de, al menos, dos grandes escalones o saltos topográficos entre la anteriormente citada superficie de Madrid y los llanos alomados del sur de Vallecas, y entre éstos y el actual curso del Manzanares.

La densidad de población es lógicamente muy elevada en el núcleo de Madrid, así como en zonas urbanas tales como Vicálvaro, pueblo de Vallecas, Barajas, Fuencarral, Aravaca o El Pardo, a lo que se suma un gran número de zonas residenciales, particularmente al N del Término, y el amplio cinturón industrial y de servicios. Fuera de estas zonas, el área rural comprende esencialmente los amplios espacios naturales protegidos de Monte de El Pardo, Soto de Viñuelas y Casa de Campo, con vegetación de monte bajo, y las zonas de suelo rústico con actividad agrícola (este y sur del Término Municipal, fundamentalmente), a las que se suman las vegas del Manzanares y Jarama.

Los estudios geológicos sobre el área de Madrid se remontan a la época de los pioneros de la geología española, (Ezquerro del Bayo, (1845), Prado (1852,1864), Vilanova (1876) Calderón (1876), etc. ...) quienes dieron a conocer los primeros datos paleontológicos y estratigráficos, señalando la gran riqueza en restos faunísticos de los yacimientos madrileños, muchos de ellos clásicos en la bibliografía de vertebrados.

dos. A ello se une la abundante industria prehistórica - (PEREZ DE BARRADAS, 1.929; WERNERT y PEREZ DE BARRADAS, 1.921) hallada en los niveles de terrazas del Manzanares y, en menor proporción, en el Jarama. La primera cartografía geológica integral y su correspondiente memoria detallada fué presentada por ROYO GOMEZ y MENENDEZ PUGET (1.929). Tras la publicación de esta hoja geológica son muchos los informes geológicos sobre cuestiones relativas a una parte o todo el Término Municipal, haciéndose necesario su globalización y expresión cartográfica en una escala adecuada y útil.

La fuerte expansión de los núcleos de población en las últimas décadas y la extracción de recurso naturales han modificado sustancialmente la base física, en particular dentro de las zonas urbanas. Dicha expansión constituye un factor añadido de complejidad en el estudio del Término Municipal al dificultar su realización mediante las técnicas geológicas usuales de observación directa en su superficie. Sin embargo, este hecho queda subsanado en parte por la gran cantidad de información existente sobre el subsuelo de Madrid aunque, debido a la heterogeneidad de los datos, ha sido necesario para su manejo eficaz una labor previa de selección y crítica.

Desde el punto de vista geológico, el Término Municipal de Madrid se sitúa en el borde meridional del Sistema Central, de composición granítico-metamórfica, y en la parte NW de la denominada Cuenca Terciaria del Ta-

jo. El área fuente de los sedimentos que ocupan el área - de Madrid, está formada por granitoides tardihercínicos - entre El Escorial y Colmenar Viejo (APARICIO et al., 1.975 y BELLIDO et al., 1.981) y en menor grado por series férnicas, fácies de gneisses glandulares y niveles metamórficos preordovícicos que afloran al E de Colmenar Viejo y - son limitados por la falla de La Berzosa-Riaza.

Los depósitos que afloran dentro del Término Municipal de Madrid corresponden al Terciario (Neógeno) y Cuaternario, no estando presentes los sedimentos cretácicos y paleógenos que afloran de forma discontinua en áreas adyacentes (norte de Villaviciosa de Odón, Torrelaguna). - Hacia el Sur y el Este los depósitos miocenos pasan en cambio lateral de facies a los niveles de las zonas centrales de la Cuenca, (RIBA, 1.957; CAPOTE y CARRO, 1.968; SAN JOSE, 1.975; VEGAS, 1.975; ALBERDI et al., 1.983). - Los materiales cuaternarios aflorantes en el área de Madrid corresponden en su mayor parte a los niveles de terrazas del Manzanares y Jarama, así como a los depósitos asociados con superficies y pequeñas zonas endorreicas. Destaca en el área urbana de Madrid el importante volumen de vertidos y rellenos antrópicos desde épocas históricas hasta la actualidad, vertidos que ocupan grandes superficies particularmente en la zona sur.

1.- ESTRATIGRAFIA Y PALEONTOLOGIA

El sustrato de los materiales que se observan dentro del Término Municipal son dos pequeños afloramientos de rocas graníticas situados en el extremo NW (Altos de Fuentecojena) y en su parte mas septentrional (La Marmota). El tipo petrológico presente en estos afloramientos es granito s.s. con dos micas, más clorita procedente de la alteración de biotitas. Gran parte de las plagioclasas presentan procesos parciales de sausrinización.

Sobre estos materiales graníticos se adosan o bien se disponen en contacto por falla inversa, depósitos arcóscos miocenos que se extienden hasta aproximadamente la parte central-meridional del casco urbano de Madris. Estas arcosas han sido agrupadas bajo la denominación general de Fácies Madrid (RIBA, 1.957) y forman un conjunto morfológico bien diferenciado en relacion con los sedimentos yesíferos y arcilloso-carbonáticos que afloran al sur del Término Municipal.

1.1.-TERCIARIO

El Mioceno comprende la totalidad de los depósitos terciarios que afloran dentro del Término Municipal de Madrid. Los términos mas bajos de la sucesión litoeatratigráfica corresponden a los niveles de yesos situados en la parte meridional (Vallecas-borde del valle del Manzanares) y sur-oriental del término (alrededor

y sepiolita, así como la mayor parte de las arcosas, al Mioceno (Sarmatiense-Tortonense).

Con posterioridad, y a pesar de los escasos argumentos paleontológicos, retorna la idea de una edad global mioceno para el conjunto de los materiales que aparecen en el área de Madrid y en sus alrededores (RIBA, 1.957; CAPOTE y CARRO, 1.968) incluidas las facies arcósicas. (VEGAS, 1.975; SAN JOSE, 1.975), mientras que las evaporitas basales corresponderían al Mioceno medio-inferior ("Burdigaliense-Vindoboniense inferior").

El hallazgo de una mandíbula de Lagopsis peñai en un nivel de arcillas grises algo micáceas atravesadas a 212 m. de profundidad por uno de los sondeos (S.G.O.P.-1) realizados con ocasión del presente estudio, permite modificar el esquema cronoestratigráfico anterior, de forma que la unidad yesífera en Madrid tendría una edad Mioceno medio-inferior (?), quedando bien datada la parte basal de Aragoniense medio (zona MN4). Esta edad de los yesos corrobora con argumentos paleontológicos directos las ideas de los autores anteriormente citados, así como de AGUIRRE et al. (1.976), MARTINEZ ALFARO (1.978) etc..., sobre la edad Mioceno de todos los niveles terciarios de Madrid.

de San Fernando de Henares. Las primeras observaciones sobre estos niveles yesíferos fueron realizadas por EZQUERRA DEL BAYO (1.845) quien, por comparación con las restantes cuencas continentales de la península, los atribuye al Terciario. PRADO (1.852) es el autor del primer mapa geológico de la provincia en el que, para el área de Madrid, se distinguen como Mioceno los niveles yesíferos y arcillosos situados al sur y como "Diluvial" (Cuaternario antiguo) los depósitos arenosos arcóscicos entre Madrid y el Sistema Central. Son ya conocidos en esta época (PRADO, 1864) algunos de los importantes yacimientos faunísticos de la zona. Ciertas novedades a este esquema estratigráfico son aportadas posteriormente por QUIROGA (1.886) y FERNANDEZ NAVARRO (1.904). La atribución al Paleógeno de las facies yesífero-margosas con sales solubles en la Cuenca del Tajo es propuesta por primera vez por ROYO GOMEZ (1922, 1926), separando estos niveles de las arenas y margas con sílex y sepiolita que contienen las faunas de Madrid y a las que atribuye una edad Sarmatiense. Estas ideas constituyen la base de la Hoja geográfica de Madrid (ROYO GOMEZ y MENENDEZ PUGET, 1.929), donde se encuentra la descripción más detallada hasta el momento de la geología de la zona. La formación yesífera y su equivalente lateral más arcilloso hacia el norte es atribuida, aunque sin criterios paleontológicos, al Oligoceno y las arcillas verdes (peñuelas) con carbonatos, sílex -

1.1.1.- YESOS MASIVOS (1). MIOCENO.

Afloran en la parte más meridional del término dando lugar al farallón visible en la margen izquierda del Manzanares, volviendo a aflorar con estas características de masividad a lo largo del Arroyo de los Migueles, al SE del término, y en las proximidades de San Fernando de Henares. La distinción respecto a la otra unidad yesífera (Yesos tableados) representada en la cartografía, resulta difícil en algunas zonas, particularmente donde no existen cortes recientes, dada la fuerte alteración que sufren los yesos en superficie. Como tendencia general, los yesos masivos se encuentran hacia la base de la formación yesífera aflorante al S y SE de Madrid, aunque en ocasiones aparecen bancos muy gruesos de yeso intercalados entre arcillas en posiciones mas altas. Su espesor no supera en superficie los 40 metros.

Los yesos masivos presentan comunmente fábrica macrocristalina (selenítica), con formas macladas o radiales bien desarrolladas. La proporción de material fino intercristalino o como impurezas dentro de los cristales suele ser elevada,

dando un típico tono gris oscuro, en ocasiones pardo, a los bancos yesíferos. Estos yesos han sido explotados tradicionalmente en la región, denominándose con varios términos (espumeras, berrugón, espejoluda, cortejana, etc...) en función de la morfología y color de los cris
tales.

Su textura es de mosaicos macrocris
tales, en ocasiones con contactos estilolitizados que evidencian procesos de recristalización. Los cristales incluyen comunmente restos de cris
tales finos de anhidrita esquelética o de calci
ta. En posición intercrystalina presentan magne
sita con textura micrítica y, en menor cantidad, filosilicatos.

Los yesos correspondientes a esta unidad presentan rasgos de yeso secundario generados por alteración de facies evaporíticas previas de las cuales sólo quedarían escasos relictos (restos de anhidrita). La yesificación es tan intensa que ha borrado prácticamente todas las texturas y estructuras primarias. Esta destrucción de las características iniciales de las evaporitas aparece relacionada en parte con un proceso de karstificación mioceno (CALVO SORANDO et al., 1.983) así como con procesos de hipergénesis en épocas más recientes. Por últi-

mo, la pérdida de estos rasgos primarios impide deducir de forma precisa las características de deposición de estas facies evaporíticas que, en cualquier caso, tuvo lugar en un medio lacustre en clima árido.

La unidad de yesos masivos tiene su equivalente hacia áreas más centrales de la Cuenca de Madrid en la denominada Unidad Salina (GARCIA DEL CURA, 1.979), mayoritariamente constituida por niveles de anhídrita y halita y localmente por depósitos de thenardita y glauberita. Esta formación con niveles potentes de halita ha sido detectada en áreas próximas al Termino Municipal de Madrid (zona de Pinto-Valdemoro), así como en Carabaña, Perales de Tajuña, ...

1.1.2.- YESOS TABLEADOS Y ARCILLAS (2).- MIOCENO

Consiste en una alternancia, generalmente monótona, de arcillas de tonos pardos-grises o verdosos en superficie, en ocasiones laminadas, y bancos yesíferos con espesores variables entre unos centímetros hasta 2 ó 3 metros. Intercalan localmente bancos tableados muy finos de dolomías y/o magnesita con textura micrítica.

Esta alternancia de yesos y arcillas se presenta bien expuesta en todo el área Sur y Sureste del Término Municipal. Su espesor es de al menos unos 50 m. inmediatamente al sur de San Fernando de Henares, mientras que en las canteras de la zona de Valdein-gomez y borde del Manzanares próximo a Madrid raramente supera los 25 m. En sondeos efectuados más al norte (zona de San Blas-Canillejas) esta sucesión es continua a lo largo de mas de 90 m., con alternancia rítmica de arcillas grises finamente laminadas, yesos modulares y vetas finas de yesos fibroso.

El tipo de morfología de yesos más común en esta unidad consiste en niveles de nódulos de tamaño variable, desde unos 2 cm. de diámetro hasta medio metro, de aspecto alabastrino blanco, que en unos casos aparecen separados por arcillas y en otros casos se "amalgaman" lateralmente dando lugar a niveles muy continuos. Son frecuentes también los bancos con estructura enterolítica, niveles mas masivos con lami-

nación difusa y yesos en empalizadas alabeadas muy compactos. Un rasgo general es la abundancia de - texto-estructuras secundarias, siendo un hecho frecuente el que los yesos nodulares presenten a nivel textural evidencias de anhidrita previa actualmente yesificada. Las evidencias de yeso primaria son, en este sentido, relativamente escasas. Otro aspecto - del carácter en gran parte secundario de los yesos de esta unidad es la presencia de nódulos fibroso-radiados de yeso, así como de bancos gruesos hacia el techo de la unidad (área de Valdemingomez) constituidos por macrocristales seleníticos con estructura de conjunto muy equerosa. El yeso fibroso, muy abundante en la mayor parte de los niveles, tanto en posición horizontal como vertical, es de carácter hipergénico.

Las arcillas intercaladas entre yesos muestran comunmente laminación paralela milimétrica, en algunos casos definida por niveles finos de magnesita microcristalina. Su tonalidad es gris en sondeos y verdosa o parda en afloramiento. Contienen normalmente pequeñas proporciones de limo o micas flotadas y - abundantes restos vegetales macerados en algunos niveles. La composición de estas arcillas presenta por centajes muy bajos de esmectitas (5-50%) en comparación con las fácies de lutitas a que pasan lateral o verticalmente estos niveles. La fracción illita es - predominante en la mayor parte de los casos (45-75%)

con porcentajes bastante altos de caolinita (5-20%). Este espectro mineralógico varía radicalmente cuando se compara con el alto porcentaje en esmectitas o - aparición de sepiolita observado en los niveles de cambio lateral de facies hacia el norte de esta undad así como en algunas intercalaciones de arcillas verdes entre los yesos.

La sedimentación de esta unidad de yesos y - arcillas corresponde, según los rasgos observados en ambas litofacies, a un lago salino, probablemente con oscilaciones en la profundidad, en el que el depósito tiene lugar bajo lámina de agua, con preservación de la materia orgánica que queda en estado reducido. La fina laminación de las arcillas intercaladas entre la anhidrita y/o yeso primarios es indicativa de deposición en ambiente muy tranquilo sin evidencias de agitación por corrientes. Los terminos correspondientes a exposición subaérea más definida (carbonataciones vadosas, silcretas, ...) aparecen representados en - áreas inmediatamente más septentrionales.

1.1.3.- ARCILLAS CON YESOS (3).- MIOCENO.

Constituyen el tránsito lateral hacia el norte de las fácies anteriormente descritas. Este cambio - hacia niveles progresivamente más arcillosos tiene lugar en la parte sur del casco urbano de Madrid, entre Mercamadrid-Barrio de la Celsa y la Cerámica del Río. En la zona este del término el cambio lateral se - produce al norte de San Fernando de Henares. El paso paulatino desde los yesos tableados con arcillas a niveles más netamente arcillosos es observable así mismo en la vertical de las sucesiones.

Un estudio litoestratigráfico de esta unidad - fué realizado por JIMENEZ SALAS y SERRANO, (1.975) con ocasión de los estudios previos de terrenos para el emplazamiento de Mercamadrid. Los materiales que incluimos dentro de la unidad corresponden al conjunto B de estos autores, según los cuales dicho conjunto tendría un espesor superior a los 26 m. en esta zona.

Las arcillas que constituyen esta unidad son conocidas bajo el nombre de "gredas" y han sido explotadas desde antiguo en varias canteras en la zona. Presentan tonos rojizos-anaranjados y verde-grisáceos. En las proximidades del arroyo de la Gavia incluyen algunos bancos tabulares de yesos de espesor decimétrico que desaparecen más al norte, quedando el yeso

relegado a nódulos discontinuos entre las arcillas. Estas presentan estructura masiva, aunque hacia la parte alta de las canteras de La Celsa y Cerámica - del Rio aparecen con laminación paralela. Los perfiles observados muestran rasgos netos de procesos de gleyzación. El porcentaje de fracción arena dentro de las arcillas no supera el 10%.

Desde el punto de vista composicional, las arcillas de esta unidad son fundamentalmente illíti cas (50-85%), con porcentajes más bajos de esmectitas (25-40%) y caolinita (5-15%). Presentan indicios de clorita e interestratificados clorita-montenori llonita. La cristalinidad de los filosilicatos es, en todos los casos, baja.

Son muy escasos los restos fósiles en estos niveles. Tan sólo se han podido reconocer algunos - restos vegetales en arcillas ricas en materia orgáni ca hacia la parte superior de la unidad, tales como Triplanosporites tertiarus, Cyperaceaepollis sp. Tri coleopollenites sp. y otros microrrestos de Grámíneas Monocotiledóneas, Ciperáceas? y Juncáceas?

La flora encontrada en esta unidad es en cual quier caso muy escasa, impidiendo esta escasez un - análisis detallado de sus características paleoecoló gicas.

El depósito de las arcillas con yesos tuvo lu

gar en un ambiente palustre a lacustre somero bajo condiciones evaporíticas, siendo frecuentes las oscilaciones del nivel freático. Predomina en estos niveles la deposición por exceso de carga a partir de aguas con abundante material en suspensión.

Los tres conjuntos sedimentarios descritos anteriormente presentan relaciones de continuidad estratigráfica tanto en vertical como lateralmente. Así, los yesos tableados y arcillas (2) se disponen generalmente por encima de yesos masivos (1) en la parte mas meridional del término y a su vez constituyen el equivalente lateral de éstos hasta las inmediaciones del casco urbano de Madrid, donde la proporción de yesos disminuye con bastante rapidez. En profundidad sin embargo, los yesos con arcillas han sido cortados por diversos sondeos (AGROMAN, 1.973; GARCIA YAGUE, 1.973; ESCARIO, 1.969, AGUILA, 1.962) en el área sur del casco urbano al menos hasta la altura del Puente de Toledo. En el Puente de Praga estos niveles con yesos se situarían a unos 23 m. de profundidad por debajo del cauce del Manzanares (AGUILA, o.c.) Uno de los sondeos realizados recientemente junto a la Avenida de Portugal (S.G.O.P.-1) pone de manifiesto la pérdida rápida de los yesos también en profundidad hacia el norte de Madrid, estando representados en este punto por arcillas grises oscuras que intercalan arcillas verdosas, algunos niveles arenosos y

costras carbonáticas y/o silíceas. Es en estos niveles dónde fué encontrada una mandíbula de Lagopsis peñai, lo que permite datar la unidad con yesos de Madrid como Aragoniense medio (zona MN4).

Similares relaciones estratigráficas tienen lugar previsiblemente en la zona centro-meridional del casco urbano de Madrid y son observables mediante sondeos en la parte oriental de éste (transversal N-S, entre Vicálvaro y Alcobendas). Mas al norte este conjunto de fácies pasa lateralmente a arcosas finas y limos que no llegan a aflorar hasta el extremo septentrional del Término Municipal, adosadas al borde granítico del Sistema Central.

1.1.4.- ARCOSAS Y LIMOS (4) MIOCENO

No son visibles en afloramiento dentro del casco urbano de Madrid. Sin embargo, la continuación cartográfica de las diversas unidades arcóscicas hacia la parte septentrional del término, permite deducir que el conjunto arcóscico más inferior aflorante en el extremo norte de Monte de El Pardo se corresponde efectivamente, en cambio lateral hacia fácies de borde, - con los niveles yesíferos y arcillosos anteriormente descritos.

En el área de El Pardo estas arcosas presentan tonalidades anaranjadas a blancuzcas, dando lugar a paquetes masivos muy mal estructurados sobre los que se intercalan ocasionalmente niveles con bloques y cantos de granito con un espesor máximo de 0,50 m. Los depósitos presentan fábrica grano-soportada, con mayor proporción de arcilla y limo cuanto mas alejados del borde granítico. La potencia visible de estos depósitos arcóscicos supera los 200 m.

El contacto entre este conjunto arcóscico inferior y el granito, tiene lugar mediante falla inversa, visible de forma muy neta en el área de La Marmota y - así mismo observable en muchos otros puntos del límite sur del Sistema Central. En la margen E del embalse del Pardo, estas arcosas aparecen inclinadas hacia el sur con buzamientos variables entre 10 y 20°, de forma que el techo de la unidad se encontraría situado a unos -

150 m. de profundidad en un sondeo realizado en la
cerrada del embalse (S.G.O.P., 1.974). Los buzamien
tos que presentan estas arcosas corresponden, según
la evidencia cartográfica, al amoldamiento a una re
lativamente amplia estructura cómica relacionada con
los materiales graníticos.

1.1.5.- CARBONATOS TABLEADOS Y ARCILLAS (5) CON SILEX(11).-

MIOCENO.

Afloran en la parte más meridional del Término Municipal, dando lugar a un conjunto de pequeñas mesas (alineación de Cumbres de Vallecas, Cerro Mirones) que destacan entre el relieve alomado al sur del pueblo de Vallecas y la vega del río Manzanares. Asimismo son observables en la zona SE, entre San Fernando de Henares y la carretera de Madrid-Valencia. Fuera del Término, los afloramientos más próximos se sitúan en el Cerro del Telégrafo, en los altos de Rivas-Vaciamadrid (Facies intermedias, en SAN JOSE, 1.975) y en la parte superior de los cerros de La Marañosa, dentro de la hoja de Getafe (VEGAS, 1.975). Este conjunto de litofacies ha sido denominado bajo el término de "Serie ó Facies blanca", (ALIA et al., 1.973; MARTIN ESCORZA, 1.976) en una amplia zona de la Cuenca de Madrid.

El mayor espesor de sedimentos correspondientes a esta unidad dentro del Término Municipal, es de unos 50 m. en el Cerro Mirones (vertedero de Valdemingómez), apareciendo generalmente muy desmantelada en los restantes puntos.

El límite inferior de esta unidad carbonática viene marcado por una discontinuidad estratigráfica con respecto a los yesos y arcillas infrayacentes (ALBERDI, et al., 1.983). Así, en el sur del Término Municipal de Madrid los carbonatos se disponen sobre una superficie

de paleo-karstificación a techo de los yesos, con desarrollo de morfologías exo-kársticas (dolinas y macrolapiaces de extensión variable) (CALVO SORANDO et al., 1.983) rellenas inicialmente por lutitas masivas y yesoarenitas procedentes del desmantelamiento de esos yesos. La reactivación de este karst durante el cuaternario y en épocas recientes ha conducido al amoldamiento en forma de pliegues sinformas, más o menos apretados, (ROYO GOMEZ, 1.923) de los niveles de carbonatos y arcillas, y más al norte de arcillas verdes con carbonatos y sílex (6) a las depresiones creadas en los yesos. Estos "embudos" son visibles en las canteras y otros afloramientos de la zona (cumbres de Vallecas, Arroyo del Culebro, Valdemingómez, Mercamadrid, etc.) y detectables en fotografía aérea.

La deposición de los carbonatos, arcillas y, en algunos puntos, yesoarenitas sobre los yesos infrayacentes, representa un notable cambio geoquímico y paleogeográfico en la cuenca (ALBERDI et al., 1983; JUNCO y CALVO SORANDO, 1.984) correlacionable en esta misma área y en áreas próximas (ALIA, 1.960) con una profunda penetración discordante de fácies terrígenas (arenas micáceas) en la cuenca. Este episodio, relacionado con eventos tectónicos y/o climáticos, ha sido propuesto (AGUIRRE et al., 1.976) como coincidente con la Fase neo-castellana detectada en otras áreas de la Cuenca del Tajo. En partes más centrales de la

Cuenca de Madrid esta discontinuidad es correlacionable con un fuerte cambio en la naturaleza de las fácies evaporíticas, entre yesos y anhidritas de neto carácter evaporítico y depósitos de yesos detriticos (SAN JOSE, 1.975; MEGIAS et al., 1.982).

La parte más inferior de la unidad está constituida por depósitos, lateralmente discontinuos y de unos 5 mts. de espesor máximo, de lutitas masivas de tonos pardos, ocasionalmente con pasadas de yesoarenitas. La composición de las lutitas presenta porcentajes similares de illita+caolinita y esmectitas. Por encima, con extensión más regular en toda la zona, se dispone una alternancia monótona de carbonatos finamente tableados (micritas y dolomicritas) y arcillas verdosas laminadas. Los carbonatos contienen abundantes moldes y pseudomorfos de calcita a partir de yeso lenticular. Las arcillas son esencialmente esmectitas (45-75%) e illitas (20-50%) con porcentaje de caolinita no superior al 5%. No se han observado restos de fauna.

En las sucesiones más completas de esta unidad (cerro Mirones) los carbonatos tableados con moldes lenticulares y arcillas pasan en la vertical a niveles más potentes de carbonatos masivos dolomíticos y arcillas verdosas netamente más ricas en esmectitas (75-100%). Algunos de los niveles presentan fuerte bioturbación por raíces. Terminan en un tramo

de unos 5 m. de espesor de dolomías fuertemente silicificadas y arcillas algo sepiolíticas. Las diferencias litológicas y mineralógicas de esta parte superior de la unidad han sido interpretadas (CALVO SORANDO et al., 1.983) como el resultado de un relativo cambio paleogeográfico relacionado con un endulzamiento progresivo de las aguas aportadas a la cuenca y la expansión del área lacustre tras el depósito de dolomicritas con moldes de yeso y arcillas en medios palustres o lacustres someros bajo condiciones de cierta aridez.

Dentro de los carbonatos y arcillas de esta unidad se intercalan localmente (base de la unidad en Cumbres de Vallecas) algunas litofácies (arcillas rosadas, carbonatos verdosos) características de la unidad de arcillas con carbonatos y sílex (6) que afloran inmediatamente más al norte.

1.1.6.- ARCILLAS VERDES (6) CON CARBONATOS (7), SILEX Y
ARENAS MICACEAS.- MIOCENO.

Constituye la unidad más compleja dentro de la zona tanto por la variedad de litologías que presenta como por la discontinuidad lateral y frecuentes cambios entre las litofácies. Aparecen en ella gran parte de los yacimientos con faunas de micro y macrovertebrados hallados hasta el presente en el área de Madrid, permitiendo una datación precisa de estos niveles, así como de sus equivalentes laterales (unidades 5 y 8) en el Aragoniense medio, zonas MN4 / 5.

Los niveles que constituyen esta unidad han sido clásicamente denominados con términos que forman parte específica de la literatura geológico-geotécnica (ESCARIO, 1.969; GARCIA YAGUE, 1.973) del área de Madrid. Así, el término de "peñuelas" ha sido aplicado de forma tradicional a las arcillas y margas verdosas, ocasionalmente con tonos azulados o parduzcos, que se incluyen en esta unidad, aunque también ha sido utilizado en la descripción de unidades infrayacentes (ROYO GOMEZ y MENENDEZ PUGET, 1.929). Otro término es la "cayuela", con el que se han designado los niveles de margas calcáreas blanquecinas, coherentes, con sepiolita. Un ejemplo de este tipo de materiales es visible en el cerro de la Atalayuela, al SW de Vallecas. Por último, los

términos de "tosco" o "tosquiza", han sido aplicados a los niveles de arcillas más o menos limo-arenosas de tonos marrones que constituyen el paso lateral o vertical de las arcillas verdosas ("peñuelas"), aunque se utiliza igualmente para designar las intercalaciones arcillosas de los depósitos arcóscicos más gruesos ("arenas de miga").

La unidad de arcillas verdes con carbonatos aflora ampliamente en toda la parte sur del Término Municipal - (base del Mirador de Carabanchel, Plaza Elíptica, Entrevías, Pueblo de Vallecas y área sur hasta el Manzanares, base del Cerro de Almodóvar y Este de Vicálvaro). En la parte oriental del Término, estas arcillas quedan en su mayor parte cubiertas por las terrazas del Jarama, siendo visibles en el extremo sur de los altos de Paracuellos. También los materiales de esta unidad afloran designadamente debido a los rellenos cuaternarios a lo largo del Arroyo Abroñigal y río Manzanares hasta pasar lateralmente a arcillas y arcosas marrones. El afloramiento más septentrional observable en la actualidad dentro del casco urbano se encuentra junto al Puente de Toledo, con arcillas verdes entremezcladas con arcillas de tonos marrones.

En profundidad, sin embargo, los materiales que constituyen esta unidad continúan varios kilómetros más hacia el norte, cortándose, según datos de sondeos, a unos 65 m. en la Avda. de Portugal, a los 106 m. en la Plaza -

de Cuzco, o a los 40 m. en San Blas. La unidad de arcillas verdes con carbonatos presenta, de acuerdo con estos datos, una disposición variable de su techo en función de la interdigitación lateral con arcosas hacia el norte del Término. El espesor observado varía asimismo de unas zonas a otras. En el barrio de San Blas se han cortado en sondeo hasta 55 m. continuos de estas facies, mientras que más al sur los espesores en afloramiento no suelen superar los 20 m.

El límite inferior de esta unidad queda netamente definido en la parte meridional del término, donde las arcillas reposan directamente sobre niveles yesíferos. Los depósitos más basales se amoldan a depresiones de origen exo-kárstico posteriormente reactivadas. Ejemplos de este amoldamiento son visibles con nitidez en la parte alta de Mercamadrid, en las canteras de yesos entre el cerro de Almodóvar y la carretera Madrid-Valencia, y en las canteras de Vallecas, profusamente ilustradas por ROYO GOMEZ (1.923). Estos depósitos más inferiores muestran una marcada diferencia de litologías en relación con las arcillas y yesos infrayacentes, con la presencia de litofácies específicas (arenas micáceas, esmectitas rosadas y verdesas, carbonatos blancos con sepiolita, etc. ...). La diferenciación es menos neta inmediatamente al norte (nudo sur de la M-30), donde las arcillas verdes reposan directamente sobre arcillas de tipo "greda" (ver descripción de la unidad 3), existiendo una

amplia convergencia de fácies entre ambas unidades a la altura del Puente de Segovia (sondeos S.G.O.P.-1).

Las litologías que caracterizan esta unidad son predominantemente arcillas verdes, masivas o laminadas, en ocasiones con abundante materia orgánica, arenas micáceas (biotíticas) verdes con estratificación cruzada, generalmente de surco, carbonatos masivos blancos con bioturbación de raíces, arcillas rosadas masivas y sílex en bancos de geometría nodular y tonos carnosos. Todas estas facies se presentan en una variada gama de secuencias cuya articulación en detalle resulta difícil por la escasez de afloramientos. Los tipos de secuencias más frecuentes son :a) secuencias granodecrecientes de arenas micáceas con estratificación cruzada en paso a arenas más finas con laminación paralela bioturbadas por gusanos, arcillas verdes y carbonatos masivos palustres con raíces; b)secuencias de alteración edáfica formadas por arcillas verdes en paso gradual irregular a arcillas rosadas y carbonatos blancos con estructuras primáticas edáficas y rizocreciones;c)perfiles de alteración similares con arcillas verdes, arcillas rosadas y sílex con mas o menos carbonato, en las que el sílex puede deberse a procesos de liberación de SiO_2 a partir de las arcillas (BUSTILLO,1975); d)arcillas verdes oscuras con laminación paralela de tipo varvado y abundantes restos vegetales; e) carbonatos dolomíticos masivos, finamente bioturbados por raíces, con sepiolita y/o esmectitas de tonos claros. Localmente a la base de la unidad aparecen de forma discontinua(ej.

canteras de la Calsa) depósitos de lutitas masivas de tonos pardos y composición esencialmente illítica, erosivos sobre las arcillas de la unidad infrayacente .

La mineralogía de todas estas fácies es muy variada aunque existen algunos aspectos que caracterizan de forma bastante específica a la unidad :

- el predominio de las esmectitas dentro del aspecto mineralógico de las arcillas. Las esmectitas presentan estructura trioctaédrica, con porcentajes de MgO generalmente comprendidos entre 25-27,5%. El índice de cristalinidad es en muchas ocasiones bajo, particularmente en las arcillas esmectíticas (100% de esmectitas) de tonos rosados tan características de esta unidad, cuya estructura es en forma de apilamientos turboestráticos. Son frecuentes asimismo los niveles arcillosos con mezcla de esmectitas y sepiolita.
- el carácter dolomítico de los niveles carbonáticos, coincidente con el carácter magnésico de las arcillas en que aparecen intercalados. Localmente estos niveles son de magnesita finamente cristalina. La calcita suele estar presente en pequeñas proporciones como producto de dedolomitización.
- los niveles de sílex son de naturaleza predominante

mente cuarcífera, en mosaicos cripto y microcristalinos. Ambos aspectos diferencian el sílex de esta unidad de los niveles de sílex dentro de las arcosas suprayacentes, los cuales presentan mineralogía y textura opalinas.

Las arenas micáceas constituyen la fácies terrígena más gruesa dentro de esta unidad, aunque aparece en general relegada a niveles de escaso espesor en la mayor parte de la zona. Este espesor así como la continuidad en la vertical de los niveles arenosos, aumenta más hacia el norte (datos de sondeos en la parte meridional del casco urbano) y es más notable en las partes oriental y occidental del término. La composición de estas arenas es muy característica, con la práctica totalidad de los granos formada por láminas de biotitas y cloritas y escasez o ausencia de cuarzo, feldespatos y minerales pesados. Estos componentes aumentan ligeramente en los cambios laterales de las facies arenosas hacia el norte, con aumento gradual en los tamaños.

El medio de depósito de todo este conjunto de fácies corresponde a un ambiente palustre-lacustre somero y a fácies de orla muy distales de los abanicos arcóscicos procedentes del Sistema Central. Las oscilaciones del nivel del agua de este sistema lacustre condicionan durante el depósito de esta unidad la "progradación" o retracción de las fácies de exposición subaérea (secuencias edáficas). Las arcillas verdes muestran en

la mayor parte de los casos distribuciones granulométricas con fuerte componente de deposición por exceso de carga, resultado de la entrada en el margen lacustre de fangos poco estructurados. En zonas algo más profundas las arcillas presentan un carácter finamente laminado y su depósito se realiza esencialmente por decantación (ej., arcillas laminadas de Cerro Negro). La entrada de fangos antes aludida aparece ocasionalmente acompañada de arrastre de esqueletos de vertebrados (yacimiento de O'Donnell). Esta fauna (véase capítulo de Paleontología) presenta escasa diversidad y abundancia de especies herbívoras, en su mayor parte termófilas, adaptadas a la vegetación dura, hechos en principio indicativos de temperatura tropical, o al menos cálida. Estas conclusiones climáticas en base a las faunas, son a grandes rasgos contrastables con las obtenidas a partir de los análisis palinológicos efectuados en las arcillas.

1.1.7.- ARCOSAS Y LIMOS (8).- MIOCENO.

Constituyen el cambio lateral de fácies hacia el norte de la unidad de arcillas verdes (peñuelas) con carbonatos, siendo por tanto su delimitación cartográfica algo compleja. Dentro del casco urbano de Madrid este tránsito se situaría en superficie aguas arriba del Manzanares a partir del Puente de Toledo, punto en el que se reconocen aún arcillas verdosas - muy mezcladas con arcillas limosas marrones y algún nivel carbonático fino. Más al norte los sondeos cortos realizados a la altura del Puente del Rey o del Puente de Segovia atraviesan exclusivamente arcillas marrones. En la parte oriental del Término Municipal el tránsito presenta características similares en las proximidades del aeropuerto de Barajas. Más en profundidad, los sondeos ubicados en esta zona de transición muestran una fuerte heterogeneidad de fácies, con alternancias poco definidas de arcillas verdosas, arcillas y limos marrones, pasadas arcóscicas y arenas micáceas muy arcillosas, generalmente con abundantes procesos de encostramiento calcáreo.

La unidad queda delimitada en horizontal por esta zona de cambio de fácies y el borde granítico del Sistema Central, en el área mas septentrional del término. Su espesor en afloramiento no suele superar los 30 m. dentro del casco urbano de Madrid, aunque en el Monte de El Pardo, dónde la unidad arcóscica -

aflora completa, con suave buzamiento al sur en función de su amoldamiento a la estructura dómica del cerro Marmota, la potencia medida sobre mapa sobrepasa los 100 m. Este valor queda contrastado con los datos del sondeo realizado en la cerrada del embalse de El Pardo (S.G.O.P, 1.974), en el cual esta unidad es cortada entre los 48 y 152,30 m.

Consiste en una alternancia monótona de arcosas, con granulometría en conjunto decreciente de N. a S., y arcillas pardas que frecuentemente presentan enrojecimientos a techo como resultado de procesos edáficos de carácter hidromórfico. El tamaño del material arcósico varía desde grueso a micro-conglomerático con abundantes lechos de cantos graníticos y cuarzosos en el área del Monte de El Pardo a arcosas finas y limos con alto porcentaje de fango en el sur y sureste. El conjunto arcósico se integra dentro de un sistema deposicional de abanicos aluviales, desde posiciones próximas a los ápices hasta zonas netamente distales.

Su composición mineralógica y petrográfica presenta rasgos similares a los de las otras unidades arcósicas definidas dentro del término, con porcentajes de feldespatos entre 25-50%, plagioclasa subordinada frente a los feldespatos potásicos y espectro mineralógico de pesados, dominado por la presencia en cantidades altas de apatito, turmalina y

circón, con andalucita y granate ocasionalmente bien representados. La matriz arcillosa, así como los niveles más fangosos, son de composición esmectítica-illítica, con predominio de las esmectitas de tipo dioctaédrico y presencia escasa (5-15%) de caolinita.

Los indicios observados de interestratificados - illita-esmectita y clorita-esmectita, aparecen relegados a las fácies más distales de este conjunto arcósico.

1.1.8.- ARCOSAS Y ARCILLAS (9) CON SEPIOLITA (10) Y SILEX
(11).- MIOCENO.

Constituye por su extensión una de las unidades mejor representadas dentro del Término Municipal de Madrid, pudiendo ser seguida con continuidad desde la parte sur del casco urbano (Mirador de Carabanchel, Entrevías-Vallecas, Cerro de Almodóvar) hasta el extremo septentrional del término en el Monte de El Pardo.

Se integra dentro del conjunto denominado Fácies Madrid (RIBA, 1.957), caracterizado por su composición arcósica, y su espesor se mantiene relativamente constante, entre 40-80 mts. a lo largo de la transversal N-S del término, algo menor en las zonas de tránsito lateral a arcillas verdes en las zonas más meridionales.

Dentro de esta unidad y especialmente hacia su base, se encuentran gran número de los yacimientos de vertebrados clásicos del área de Madrid - (Puente de Vallecas, San Isidro, Puente de Toledo, La Hidroeléctrica, Cerro de la Plata, Puente de los Franceses, etc. ...), así como otros de hallazgo más reciente (Arroyo del Olivar, Moratines, Cortijo Traperos, Vía Carpetana). La asociación de faunas encontradas (véase apartado de Paleontología) permite -

atribuir una edad Aragoniense medio, zonas MN 4/5, a este conjunto arcósico. El yacimiento de la Cerámica de Mirasierra, con Gonphoterium angustidens (MAZO, 1.976) quedaría incluido dentro de esta unidad aunque ha sido propuesto como de edad algo superior.

El tránsito entre esta unidad y las arcillas verdes infrayacentes se realiza generalmente de forma gradual con un cambio de coloración en la vertical a arcillas marrones con manchones o vetas verdosas, niveles carbonáticos blanquecinos irregulares o nódulos de sílex. Localmente este tránsito viene marcado por la entrada de sedimentos arenosos finos entre las arcillas. En esta zona de tránsito, se ubican algunos de los niveles de sepiolita explotados en el área de Madrid.

La observación en afloramiento del tránsito entre ambas unidades suele ser difícil dados los recubrimientos existentes a la base de los farallones de arcosas. Únicamente en la parte inferior del Cerro de Almodóvar se ha podido seguir con cierto detalle esta transición, caracterizada por el incremento paulatino desde las arcillas verdes de bancos carbonatados de origen edáfico, aumento del porcentaje de fracción arenosa, entrada de canales arenosos feldespáticos y cambios en la coloración de los niveles. Estos rasgos han sido, sin embargo, observados frecuentemente en sondeos realizados con motivo de diversas obras de subsuelo (ESCARIO, 1.969; AGROMAN, 1.971; GEOCISA, 1.982 ...) así como en frentes para

cimentación de viviendas. Dicho tránsito es contemplado en la literatura geotécnica de la zona de Madrid - como la "transición tosco-peñuela" (ESCARIO, o.c., - GARCIA YAGUE, 1.973), resaltándose su importancia en la planificación constructiva. A ello se une el interés económico derivado de la presencia de sepiolita en estos niveles.

Desde un punto de vista petrológico-mineralógico las arcillas de la base de esta unidad arcósica muestran un progresivo aumento de la fracción arenosa-limosa y un cambio en el porcentaje relativo de minerales de la arcilla, con disminución de las esmectitas, tan características de las arcillas verdes inferiores, e incremento de illitas y algo de caolinita. La sepiolita alcanza porcentajes muy altos (35-100%) en muchos niveles de la base de esta unidad arcósica en la parte SE del casco urbano de Madrid.

Por encima de los niveles de tránsito y lateralmente hacia el norte, ésta unidad está constituida por una alternancia monótona de arcosas, generalmente muy arcillosas, y arcillas arenosas, de tonos pardo-amari-llentos y rojizos que se estructuran en la mayor parte de los casos en secuencias granodecrecientes arcosas-arcillas arenosas, con espesores comprendidos entre - varios decímetros (0,90-0,60 mts.) hasta 3 ó 4 mts. Aparte de la granoselección de conjunto, estas secuencias se caracterizan por el carácter masivo de su es-

estructura interna, reconociéndose bases en general suavemente erosivas, estructuras de "cut and fill" y mesosecuencias erosivas y granodecrecientes (lentejones) truncadas entre sí dentro de los paquetes arcósicos. Tan sólo muy localmente se reconocen estratificaciones cruzadas de surco o planar de gran escala, trenes de 'ripples' y estructuras de escape de fluidos.

Las arcillas arenosas de la parte superior de la secuencia, con un contenido en fracción arena que no suele superar el 45%, muestran comunmente escasa estructuración, lajeado horizontal característico y enrojecimiento en su parte más alta, rasgo éste correlacionable con el desarrollo de procesos edáficos hidromórficos poco evolucionados. Localmente se observan en estos niveles restos de bioturbación por raíces. En algunas secuencias, sobre todo hacia la base del conjunto arcósico, las arcillas constituyen depósitos de decantación, mostrando laminación paralela, en ocasiones convolucionada, y escasa fracción limosa.

Hacia zonas más septentrionales el tamaño medio de los depósitos arcósicos aumenta, estando la mayor parte de los niveles constituidos por arena gruesa a microconglomerática con lechos discontinuos de cantos de granito, sienita y otros materiales plutónicos. El centil de estos cantos aumenta en áreas más próximas al borde del Sistema Central. A pesar de esta proximidad al borde de la cuenca, la proporción de fangos mostrando frecuentes enrojecimien-

tos de origen edáfico (hidromorfía) es alta dentro de esta unidad en toda la zona del Monte del Pardo, así como en otras áreas septentrionales, tales como Castillo de Viefuelas o Mirasierra. Esta proporción de fangos aumenta netamente en las arcosas más meridionales, con niveles de paleosuelos mejor definidos y culminación de este episodio arcósico con secuencias de arcillas esmectíticas-sepiolíticas y niveles de silcretas caracterizadas por fábricas de ópalo globular (BUSTILLO, 1.978).

En cuanto a su composición petrográfica y mineralógica, las arcosas de esta unidad presentan porcentajes de feldespato comprendidos entre 20 y 55% , con plagioclase subordinada respecto a los feldespatos potásicos. Como tendencia general, la proporción de feldespatos disminuye con el aumento en el contenido de arcillas. El espectro mineralógico de la fracción pesada presenta una notable homogeneidad, sin diferencias sustanciales entre los bordes occidental y oriental del Término, salvo presencia algo más patente de sillimanita en este último. El apatito representa el mineral pesado más frecuente junto con la turmalina y circón; en menor proporción y con distribución heterogénea aparecen epidota y granate. Las micas son abundantes o frecuentes en la práctica totalidad de los niveles.

Las arcillas que constituyen la fracción fina de las arcosas y la parte superior de las secuencias presentan proporciones más similares de esmectita e illita.

Las esmectitas muestran una cierta gradación hacia el sur del Término Municipal siendo fundamentalmente de naturaleza dioctaédrica en las áreas septentrionales y dominando las especies trioctaédricas a partir del paralelo de Canillejas. El contenido de illita presenta una gradación similar con disminución de su porcentaje hacia el sur.

El depósito de las arcosas queda integrado dentro de un sistema de abanicos aluviales cuyo abastecimiento se realiza a partir del desmantelamiento de los granitoides del Sistema Central. La relación de fácies observada caracteriza esencialmente las zonas intermedias y distales de estos abanicos. El régimen de deposición corresponde a procesos de transporte en masa y de "sheet flood" del material arcósico, presentando esta deposición un marcado carácter episódico y discontinuo bajo condiciones climáticas tropicales cálidas. Este dato queda apoyado por las características paleoecológicas de la fauna encontrada en los niveles arcósicos.

Las fácies más distales de los abanicos muestran abundantes niveles de paleosuelos. Es en este ámbito, así como en la zona de orla de los abanicos, donde se encuentran ubicados los niveles de sepiolita que se explotan en la parte sur del casco urbano de Madrid. También se han reconocido niveles de sepiolita en posición paleogeográfica semejante en diversos sondeos dentro del Término Municipal.

La génesis de esta sepiolita aparece verosimilmente relacionada con procesos de policondensación de sue los (MEGIAS et al., 1.982) o charcas poco extensas dentro del sistema palustre desarrollado hacia el - sur, coincidiendo en este último caso con depósitos calcáreo-dolomíticos masivos fuertemente bioturbados. Un modelo de génesis de sepiolita en ambiente lacus- tre alcalino ha sido sugerido para estos depósitos por HUERTAS et al., (1.971) y GALAN (1.979).

1.1.9.-ARCOSAS GRUESAS (12).- MIOCENO.

Corresponden al último episodio sedimentario arcósico pre-Plioceno (?) observado dentro de este área. Viene caracterizado por un notable aumento en el tamaño medio de grano en relación con las unidades arcósicas - infrayacentes, hecho que se observa en la práctica totalidad de las sucesiones desde el Monte de El Parco hasta los afloramientos más meridionales (Vicálvaro-San Blas). Una relación similar es observable, fuera del Término Municipal de Madrid, en los altos de Paracuellos - El hallazgo en esta zona de algunos yacimientos de macro y microvertebrados permite atribuir, por correlación, - una edad Aragoniense superior, zonas MN6, 7/8, a los depósitos arcósicos mas altos en Madrid.

Su extensión de afloramiento y disposición espacial coinciden a grandes rasgos con la unidad de arcosas y arcillas (9) sobre la que aparece dispuesta. El techo de este conjunto arcósico viene definido por la denominada superficie de Madrid (RIBA, 1.957; PEDRAZA y LOPEZ VERA, 1.976), con un sistema diversificado de depósitos - plio-cuaternarios. El espesor de las arcosas superiores oscila alrededor de los 80 m. en la parte norte de Madrid habiéndose medido 55 m. en las zonas mas meridionales - (parte alta del Cerro de Almodóvar). Morfológicamente, - estas arcosas dan lugar a resaltes de bastante entidad, siendo éste uno de los criterios mas fiables para su delimitación cartográfica dentro del área urbana (Cuatro Caminos, Retiro, etc.).

Las arcosas de esta unidad presentan tonalidades blancas a pardo-anaranjadas. Aparte del tamaño, contrastan con las arcosas infrayacentes por su escasa estructuración en secuencias, hecho correlativo con la baja proporción de fracción fina en la mayor parte de los niveles. Las secuencias reconocidas consisten en ciclos de 8 a 10 m. de espesor que internamente están constituidos por secuencias menores (2-3 m.) de carácter granodecreciente. La parte inferior de los ciclos es de granulometría más gruesa, generalmente con abundantes lechos de cantos, y de arcosas progresivamente más finas en las bases de las sucesivas mesosecuencias. Cada ciclo presenta en conjunto una granulometría mayor respecto al inmediato ciclo infrayacente. La asociación de fácies observada puede interpretarse como característica de zonas proximales e intermedias de abanicos aluviales con fuerte acreción vertical lo que explicaría el escaso desarrollo de fácies distales dentro de esta unidad. Estas fácies distales quedan únicamente representadas en la parte superior del Cerro de Almodóvar, donde depósitos de arcosas de grano grueso a microconglomerático alternan con arcillas arenosas y arcillas sepiolíticas y culminan en niveles limosos y bancos silíceos más o menos discontinuos de tipo silcreta (13).

La representación de estas fácies en zonas más centrales de la cuenca queda por el momento indeterminada al no existir una conexión clara con depósitos

situados más al sur. Una posible correlación con la unidad detrítica de la base del Páramo ha sido señalada por MEGIAS et al. (1.982), aunque los datos actualmente disponibles sobre la cronología de ambos conjuntos impide una correlación segura entre ellos.

Composicionalmente, las arcosas de esta unidad son en conjunto muy homogéneas, con porcentajes de feldespatos entre 20-60%, plagioclasa subordinada en relación con los feldespatos potásicos, y espectro de minerales pesados dominado por la presencia de apatito. En menor proporción contienen circón, turmalina y granate. Los cantos, frecuentes en la mayor parte de los niveles en forma de láminas gruesas paralelas con cantos horizontales o dando lugar a imbricaciones, están constituidos por granitos, sienitas, cuarzo, pórfidos y granos gruesos de feldespatos. Los niveles de arcillas son muy escasos y poco potentes en el conjunto de la unidad, con proporciones relativas muy similares de esmectita, illita y caolinita.

Esta etapa termina con el estudio de los mastodontes por BERGOUNIOUX y CROUZEL (1.956, 1.957, 1.958). Por último, una cuarta etapa comienza a partir de 1.976 con el descubrimiento de nuevos yacimientos y el proyecto de estudio integral del municipio de Madrid (MAZO, 1.976, 1.977; ALBERDI et al. 1.981, 1.983, 1.984; HERRAEZ y ALBERDI, - 1.984).

Clásicamente se diferenciaban dos grupos de faunas en Madrid, las faunas de tipo La Hidroeléctrica, contenidas en las facies "peñuela" y la fauna de Puente de Vallecas en las arcosas finas y superpuestas estratigráficamente a las anteriores (HERNANDEZ PACHECO, 1.921; ROYO GOMEZ 1.929; CRUSAFONT y VILALTA, 1.954). Las atribuciones cronoestratigráficas clásicas, en base a la escala marina deben ser modificadas tomando como referencia la escala continental FAHLBUCH (1.976) pero la situación relativa de las faunas se ha considerado correcta.

Todas las faunas del área (ver figura 1 para situación de yacimientos) puede incluirse dentro de la única unidad bioestratigráfica que comprende la parte inferior y media de la Unidad Intermedia (ALBERDI et al., 1983) - (facies "peñuela"), con las faunas de San Isidro, La Hidroeléctrica, Moratines, O'Donnell, Ciudad Pegaso, y arcosas finas con las localidades de A. Olivar, P. de Vallecas, Cerro de Almodovar, Trapeso. La asociación de Mamíferos característica comprende los taxones, Bunolistriodon,

Lagopsis penai, Megacricetodon collongensis y Pseudodryomys robustus. Esta asociación corresponde al Aragoniense medio y puede ser correlacionada con la zona D de DAAMS y FREUDENTHAL (1981) del Aragoniense estratotípico de la cuenca de Daroca y a la unidad MN 4b de MEIN (1975).

La parte superior de la Unidad Intermedia (arcosas) no ha podido ser datada en el área de Madrid, pero sí en las proximidades en la sección de Paracuellos. Las faunas de Paracuellos 5 y Paracuellos 3 muestran una clara diferencia biostratigráfica con las del área de Madrid, y se caracteriza por la presencia de Listriodon, L. cf. verus y 2 Megacricetodon (M. minor y M. crusafonti.) Estas asociaciones se pueden correlacionar con las unidades F/G del Aragoniense superior y la zona MN6 de MEIN.

La Unidad Inferior de arcillas y yesos sólo ha podido ser datada por L. peñai del sondeo SGOP-1 como al menos Aragoniense inferior, sin poder precisar su posición exacta entre este límite y el Aragoniense medio.

La secuencia de Madrid parece continua en el tránsito Aragoniense medio/superior y sin embargo no encontramos faunas similares a las de la zona E de DAAMS y FREUDENTHAL (1981) (con Prolagus, Cricetodon, M. collongensis de talla grande, sin Pseudodryomys). Podría ser falta de registro paleontológico o bien diferencias biogeográficas entre ambas cuencas.

La unidad biostratigráfica de Madrid presenta -

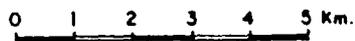
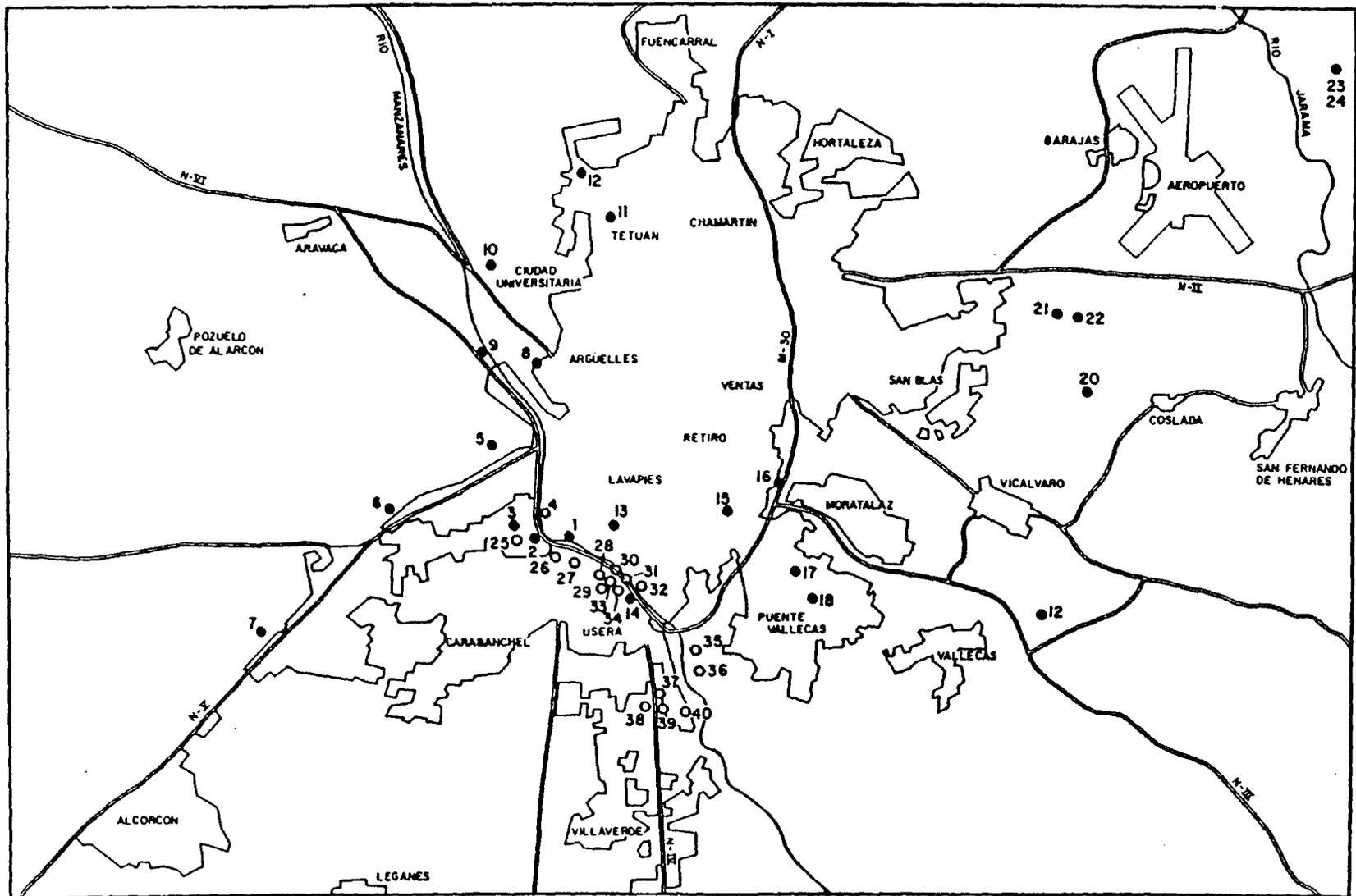
mayor homogeneidad en la composición de Micromamíferos que en la de Macromamíferos, donde se pueden diferenciar aparentemente dos conjuntos; uno inferior con Hispanotherium, Tricerimeryx y Cainotherium, y otro conjunto superior con Paleomeryx cf. magnus y Heteroprox.

Diversos criterios nos permiten interpretar de forma preliminar la paleoecología de las faunas del área de Madrid, estos son : a) Tafonómicos, tales como desconexión de las huesos y coloración blanca, que nos indica alteración de la materia orgánica en medio aéreo, fuertemente oxidante. b) Faunísticas : ausencia de peces y gasterópodos, dominancia de reptiles (tortugas, serpientes, etc.) sobre los mamíferos, escasa diversidad específica, con una o dos especies dominantes en cada grupo y yacimiento. Se reconocen asimismo algunos marcadores característicos de terrenos abiertos áridos como Heteroxerus, Armantomys, Hispanotherium y Caprotragoides. Otros datos son la ausencia de taxones de ambiente cubierto húmedo; Demicricetodon, ardillas arbóreas, castores primates, tragúlidos, Dicrocerus, Deinotheridos, etc. y la presencia de taxones termófilos como Lagopsis, Microdiromys, Hispanotherium, Aceratherium simorreensis, Triceromerys y Listriodon.

Todos estos criterios indican que nos encontramos con un paisaje abierto (sabana), seco y tropical.

Estas condiciones sub-desérticas atribuidas a las faunas de Madrid son las que CHAMLEY (1983) supone necesarias para la formación de minerales fibrosos de la arcilla (sepiolita) tan abundantes en el Aragoniense de Madrid.

La fase cálida y árida en el Mioceno medio del Tethys ha sido detectada por alteración del cuarzo y por análisis isotópicos en conchas marinas (MULLER, 1983) y coincide en el mar con el Langhiense y en el continente con las zonas D, E y F de DAAMS y FREUDENTHAL (1981), situándose al máximo en la zona E de DAAMS y VAN der MEULEN (1983).



- YACIMIENTOS TERCIARIOS
- YACIMIENTOS CUATERNARIOS

Figura 1.- Situación de los principales yacimientos de vertebrados terciarios y cuaternarios en el área de Madrid.

- 1.- Puente de Toledo. 2.- Cerro de San Isidro.
- 3.- Vía Carpetana. 4.- La Hidroeléctrica. 5.- Arroyo de Los Meaques. 6.- Arenero de Antolín García y Tejar de Marcelino Barrio. 7.- Fábrica de ladrillos de D.Modesto Chapa. 8.- Cuartel del Infante D.Juan.
- 9.- Puente de los Franceses. 10.- Paseo de las Morenas. 11.- Tejar de Saturnino Vega. 12.- Cerámica Mirasierra. 13.- Moratines. 14.- Puente de la Princesa.
- 15.- Cerro de La Plata y Colonia Pacífico. 16.- Arroyo de Abroñigal. 17.- Puente de Vallecas. 18.- Arroyo del Olivar. 19.- Cerro de Almodovar. 20.- Cantera de Los Traperos. 21.- Ciudad Pegaso. 22.- O'Donnell.
- 23.y 24.- Paracuellos. 25.- San Isidro. 26.- Ladri-llera c/ General Ricardos. 27.- Parador del Sol.
- 28.- Arenal de las Vaquerías de los Toreros. 29.- Tejar del Portazgo. 30.- El So tillo. 31.- Prado de los Llaneros. 32.- Finca de Las Carolinas. 33.- Fuente de La Bruja. 34.- Arenero del Portazgo. 35.- Arenal C° Venta de Santa Catalina. 36.- Arenero del Almendro.
- 37.- Arenero de Barbas. 38.- Transfesa. 39.- Arenero de Las Mercedes. 40.- Estación de Villaverde Bajo.

1.2.- CUATERNARIO

Las formaciones geológicas más recientes, entre los 2/2,5 millones de años y la actualidad, del Municipio de Madrid están caracterizadas, principalmente, - por los depósitos aluviales de los rios que drenan su territorio y en mucha menor medida, a pesar del gran desarrollo superficial que alcanzan, por los materiales que con débil espesor cubren las superficies y - glaciais. Los conos aluviales, coluviones, limos yesíferos y otros sedimentos asociados a las depresiones semiendorréicas o a las depresiones de origen kárstico, son por su génesis y evolución formaciones puntuales de escasa importancia y extensión reducida.

La cartografía y la identificación litológica y textural de estas unidades han presentado graves dificultades, derivadas unas veces del rápido crecimiento urbano de la ciudad y otras, por la ausencia de - cortes naturales o artificiales. Este último aspecto aunque paradójico por lo que cabría de esperar, tiene su justificación por la existencia de amplias áreas - reservadas o ajardinadas dentro del Municipio, especialmente en las zonas situadas al N. y SW. del término.

Por estas circunstancias la delimitación cartográfica de las formaciones superficiales y la asignación de litologías, texturas o espesores a las mismas, se han realizado en muchas ocasiones, única y exclusivamente, en razón de las formas del terreno, y en el -

conocimiento del sustrato y de la evolución geomorfo
lógica del territorio. Este es el caso, por ejemplo,
de los glaciais y superficies del núcleo de Madrid o -
el de las terrazas del río Manzanares aguas abajo de
la Casa de Campo.

1.2.1.- Materiales asociados a las superficies y glaciares.

Superficies (15,16)

Constituyen los materiales asociados a las mismas los depósitos más antiguos cuaternarios de la región estudiada. Nunca ha podido ser determinada la edad de una forma absoluta, no obstante por criterios de geología regional y geomorfológicos, la posición de la más antigua debe ser posterior a la "Raña". La edad de la segunda superficie (16) es anterior a la terraza más antigua del Jarama y el encajamiento de ésta en la primera es muy claro en la zona de El Golo so.

Los materiales de ambas superficies son bastante similares y en general presentan un contacto erosivo sobre el sustrato terciario sobre el que se instalan (Cerro Otero), se trata de arcosas de tamaño grueso con cantos y bloques de rocas granitoides, cuarzos y algún pórfido, en general estos cantos son subredondos. Se observan a veces estructuras fluviales claras ("channel lags"). La potencia del depósito no suele sobrepasar los 4 m. En general en la zona de contacto con el terciario se suelen observar procesos de gleización. Sobre ellas se suelen desarrollar suelos de horizontes A arenosos, siendo el perfil más completo el del Alto de las Cruces, que presenta los siguientes horizontes : A₁ de 2-5 cm de 10YR 6/3, -

A₂ de 5-30 cm, Btg de 30-110 cm (rojo 2,5YR 5,4/6 y el gleico 2,5YR 7,6/2), C_{Ca} tipo enrejado.

Glacis (19)

Constituyen los materiales asociados a los glacis pequeñas coberteras cuya potencia oscila entre los 0,5 cm y 3 m. La edad de los mismos se extiende desde el Pleistoceno inferior hasta el Holoceno. En general existen varias secuencias, cuatro en la zona de El Pardo y en el borde Sur del Cerro de Almodovar.

Los mas antiguos se observan en el sector de - El Plantío y la Estación de Cuatro Vientos; en ambos - casos están encajados en la Superficie y son anterio - res a la terraza de 80-85 m. de la margen izquierda del río Manzanares.

De esta misma edad deben ser los glacis de La - Fríscola que se instalan sobre la terraza de 110-130 m. del río Jarama, y los que se desarrollan en el borde - Sur del Cerro de Almodóvar (Cerro del Murmullo y Alto del Retiro).

Sobre estos glacis se observa un horizonte de - alteración de un suelo de tipo tierra parda meridional mas o menos rubefactada con un inicio de iluviación de arcilla muy local. Estas características están muy bien

marcadas en el glacis de la Friscola.

La litología de los materiales varía mucho dependiendo de los relieves a cuyo pie se desarrollan; no obstante hay dos tipos litológicamente muy diversos y que por supuesto están en relación con el sustrato terciario aflorante de tal forma que podemos resumir diciendo que, los glacis del Sector Norte y margen derecha del Manzanares están constituidos por materiales arenosos con cantos de granitoides y cuarzo, mientras que los que se desarrollan al Sur del Cerro de Almodovar, sector de la Gavia, etc., están constituidos por unas arenas-arcillosas con cantos de caliza, sepiolita y sílex.

1.2.2.- Terrazas y depósitos de fondos de valle. (17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 38, - 39 y 40).

El Municipio de Madrid es una pequeña Mesopotamia, drenada al Este por el río Jarama y sus afluentes de la margen derecha, y al Oeste por el Manzanares que es el río principal que atraviesa su territorio. Madrid Ciudad (eje de Fuencarral-Cerro Cuatro Caminos) sirve aproximadamente de partición de aguas de esos dos sistemas fluviales que presentan nacimientos distintos, aunque ambos tienen su origen en un mismo conjunto montañoso : El Sistema Central. Este origen diverso en cabecera, junto con las cuencas que drenan ha condicionado como veremos a lo largo de este apartado, las características litológicas y texturales de sus depósitos que, por otra parte, son el resultado de los procesos de acreción lateral y vertical de los sedimentos que han transportado durante el Cuaternario.

Valle del Jarama.

El curso actual del río Jarama bordea o forma el límite natural del Municipio de Madrid por el Este. Este río, en su movimiento secular hacia levante, ha ido abandonando depósitos fluviales -terrazas- que hoy se encuentran colgados respecto a su cauce en cotas relativas de : +3-5 m (llanura de inundación) +8 m, +12.

-15 m, + 18-20 m, +25-30 m, +35-40 m, +52-54 m, +60 m.
+68-72 m, + 80-85 m, +110-130 m. y +150 m.

Los arroyos principales que drenan su margen derecha, también han dejado sedimentos colgados sobre sus cauces, aunque por razón de su mayor juventud, e inclusive por los procesos erosivos subsiguientes a las etapas de aluvionamiento, las terrazas construidas o conserva-das en esos valles alcanzan un número menor. De entre ellos, citamos el valle del Arroyo Viñuelas (Hojas de Viñuelas y Alcobendas) con un sistema de terrazas a :
+8 m, +10 m, +12-15 m, +18-20 m, +25-30 m, +35-40 m. y +68-72 m., el Arroyo las Rejas (Hoja de San Fernando) con dos terrazas a +8 m y +10 m., y finalmente el Arroyo de Valdebeba (Hojas de San Fernando y Alcobendas), con una terraza de + 8 m.

Las terrazas del Jarama y las de los afluentes de su margen derecha presentan facies diferenciadas debido, fundamentalmente, al carácter alóctono de las cargas transportadas por el río Jarama que provienen en su mayoría de Somosierra, macizo montañoso constituido por pizarras y cuarcitas del Paleozoico inferior, mientras que los arroyos de la ribera derecha drenan tan sólo los sedimentos arcósicos terciarios de la Depresión que tienen su origen en los relieves graníticos-metamórficos de la Sierra del Guadarrama.

En síntesis estas dos facies son :

- Facies JA.- Corresponde a las terrazas del río Jarama,

cauce actual y llanura de inundación, constituidas por gravas, cantos y algún bloque con composición petrológica, por orden de importancia, de cuarcita, cuarzo, pizarras y granitoides, alcanzando las pizarras valores porcentuales mayores en la fracción grava (L de 4 a 64 mm.). Centilo de cuarcita en la clase bloque (L = 256 mm). La matriz es arenosa, en tamaño que se acumula en la arena media a muy gruesa (0,25-2 mm), con porcentajes significativos de grava fina o gravilla (2-4 mm). Limos arenosos o arenas limosas coronan las secuencias típicamente fluviales de la llanura de inundación. La potencia total de estos términos oscila entre los 2 y los 5 m., con un máximo controlado en campo de 1,20m. para los limos de llanura de inundación.

- Facies JB.- Terrazas de los arroyos de la margen derecha y de sus fondos de valle (aluvial y aluvial-coluvial). - Arenas cuarzo-feldespáticas, con texturas semejantes a las de la facies anterior, limos arenosos, y gravas y cantos de cuarzo, granitoides y eventualmente cuarcitas, sílex y calizas. Potencias comprendidas entre 1 y 3 m.

- Valle del Manzanares.

Las terrazas del río Manzanares han sido estudiadas por numerosos autores desde el siglo pasado, gracias a los descubrimientos de industria lítica prehistórica y fauna asociada en los areneros abiertos para la explotación del

árido, en los alrededores de Madrid. Desde el punto de vista geológico y geomorfológico los trabajos destacados son los de PRADO (1864), OBERMAIER (1925), ROYO GOMEZ (1929) y más recientemente el de RIBA (1957). Sin embargo, estos autores investigaron solamente sectores parciales del valle del Manzanares, faltaba por lo tanto un cuadro más completo de la evolución de este valle fluvial dentro del territorio del Municipio de Madrid.

Las terrazas identificadas y cartografiadas en este estudio, además de la llanura aluvial a : +3-5 m, alcanzan el número de 11, con alturas relativas respecto al cauce de : +8 m., +10 m., +12-15 m., +18-20 m., +25-30 m., +35-40 m., +44-46 m., +52-54 m., +60 m., +68-72 m. y +80-85 m. Esta secuencia de terrazas no se presenta completa en ninguna sección transversal al valle del Manzanares. Perfiles de interés, siempre en la vertiente de recha, son los de La Zarzuela (Hoja de Pozuelo de Alarcón, terrazas a +8 m., +18-20 m., +25-30 m., +35-40 m., +44-46 m., +60 m. y +68-72 m.) y Casa de Campo en la misma Hoja pero algunos Km. más al Sur (terrazas a : +8 m., +35-40 m., +44-46 m., +52-54 m., +60 m., +68-72 m., y +80-85 m.). Las terrazas de +12-15 m., +18-20 m. y +25-30 m., parecen estar bien representadas en el lado derecho del río entre el Arroyo de los Meaques y la Depuradora de Butarque. En estos sectores meridionales del Municipio, es muy posible que los niveles de +12-15 m. y +18-20 m., formen una sola unidad morfoestratigráfica, que a partir de ahora denominaremos "terrazza compleja de Butarque"(28).

Los afluentes más importantes del Manzanares por la margen derecha (Hojas de Posuelo de Alarcón y Alcorcón) - son el Arroyo de la Trofa, con un sistema de terrazas a : +8 m., +10 m., +12-15 m., +18-20 m., +25-30 m., y +30-35 m. y los arroyos de Butarque y de los Meaques, y aunque éstos dos últimos no tienen terrazas diferenciadas en sus márgenes, presentan sin embargo fondos de valle amplios y bien desarrollados. De la vertiente izquierda los afluentes destacados son el Arroyo de Tejada (Hoja de El Pardo, terrazas a : +8 m., +10 m., +12-15 m., +18-20 m., +35-40 m. y +44-46 m.) el Arroyo de los Migueles (Hoja de Madrid, con terrazas conservadas a : +12-15 m., +18-20 m. y +25-30 m.) y el Arroyo de la Gavia (Hoja de Madrid, terraza a : +12-15 m.).

Los depósitos del río Manzanares y sus tributarios - pueden clasificarse en tres facies principales :

- Facies MA.- Llanuras aluviales, aluviones, aluviones-coluviones y terrazas del Arroyo de los Migueles. Se trata de una facies compuesta por arenas cuarzosas y feldespáticas, medias a gruesas, y gravilla fina, que pueden alternar con laminación horizontal en los niveles de llanura de inundación, con arenas arcillosas o limo-arcillosas de color pardo claro. La presencia de barras de gravas y cantos, y en ocasiones bloques de cuarzo y granitoides, es muy irregular y casi siempre se sitúan en la base de las formaciones, a excepción de las barras de canal actuales del río Manzanares depositadas en su curso alto. Potencia comprendida entre 1 y 5 m.

- Facies MB.- Terrazas del río Manzanares aguas arriba - del Arroyo de la Trofa y la Tejada. Están constituidas por gravas, cantos y bloques con litología de cuarzo - (70-80%) granitoides, feldespatos y pórfidos, en una matriz arenosa gruesa y microconglomerática, que es más abundante (20 al 40% del volumen total) en las terrazas de los Arroyos de la Trofa y la Tejada. Hay que señalar que ésta facies presenta en lo que se refiere a los tamaños de los elementos gruesos, variaciones en el tamaño de grano en el sentido longitudinal - descendente de los ríos. De tal forma que aguas arriba las terrazas están formadas por clastos que se agrupan preferentemente en la clase canto (L de 64 a 256 mm.), con centilos siempre en la fracción bloque (L 256mm) mientras que aguas abajo (p.e., perfil de la Casa de - Campo del río Manzanares), los elementos gruesos se - acumulan porcentualmente en la fracción grava (L de 4 a 64 mm), y el centilo no sobrepasa los 13 ó 14 cm., - medido en el eje mayor de los cantos.

- Facies MC.- Terrazas del río Manzanares aguas abajo del Arroyo de los Meaques y terraza de +12-15 m. del Arroyo de la Gavia. Están formadas por arenas cuarzo-feldespáticas que se acumulan en la fracción de arena media a - gruesa, con estructuras internas de estratificación cruzada de cuña y festoneada, que alternan con barras de - gravas y cantos, en tamaños que no sobrepasan por lo general los 7-8 cm., con composición litológica de cuarzo

(80%), granitoides, sílex, sepiolita y calizas. Paquetes no muy potentes (0,20 a 0,40 cm) de limos-arenos-arcillosos o arcillo-arenosos de color gris verdoso, pueden intercalarse en la secuencia general. Estas terrazas alcanzan espesores considerables; según datos bibliográficos (VILANOVA, 1872; GRAELLS, 1897; ROYO, 1929 y PEREZ DE BARRADAS, 1926) los cortes del nivel de San Isidro (terraza a +25-30 m. en este estudio), tenían espesores del orden de 14-15 m., situándose el techo de la formación a +45 m. sobre el cauce del río. Conviene, sin embargo, señalar que en todas las terrazas de este sector los depósitos fluviales de origen longitudinal están cubiertos por potentes depósitos detríticos de origen lateral, de edad más moderna que los sedimentos de terrazas que fosilizan.

- Cronología de las terrazas.

Numerosos yacimientos de industria lítica prehistórica y paleontológicos han sido citados y descritos, desde mitad del siglo pasado, en los areneros de las terrazas de la margen derecha del río Manzanares aguas abajo del Arroyo de los Meaques. Hoy parece imposible rescatar alguno de ellos porque es casi seguro que la explotación continuada de los mismos durante decenios ha agotado los frentes, (p. e. este es el caso probable del yacimiento de San Isidro), y por otra parte, la expansión urbana de Madrid hacia el Sur, a uno y otro lado de la Carretera de Andalucía, esconden de debajo de sus cimientos y vertidos los escasos restos de los depósitos de terrazas conservados.

A pesar del gran número de descubrimientos paleontológicos y paleolíticos en las terrazas del Manzanares, muy pocos de entre ellos tienen valor cronoestratigráfico. Como indica QUEROL (ver informe complementario de los Yacimientos Paleolíticos del Municipio de Madrid), la recolección de la industria o de la fauna se llevó a cabo sin una preocupación por su exacta procedencia morfoestratigráfica ni su contexto arqueológico o sedimentario. A pesar de todo, revisiones modernas del material acumulado en Museos y colecciones particulares, permiten una aproximación cronológica para las terrazas medias-bajas e inferiores del Manzanares.

La terraza de +8 m. presenta una industria del Paleol

lítico medio en sus niveles estratigráficos inferiores, -
(areneros de la Parra, El Sotillo, Atajillo, Atajillo del
lastre, López Cañamero, Prado de los Laneros y Casa del -
Moreno). La fauna asociada (ver informe paleontológico de
SOTO, areneros de El Sotillo, Atajillo del lastre y Prado
de los Laneros), está representada por : Cervus sp., Equus,
sp. y Bos, sp. Edad, Pleistoceno superior.

Terraza a +12-15 m. contiene en el arenero de Casa
del Moreno una industria perteneciente a un Musteriense -
típico (Paleolítico medio). Edad, Pleistoceno medio-supe-
rior o Pleistoceno superior antiguo. Una industria del -
Achelense muy final o de paso entre el Achelense y el Pa-
leolítico medio ha sido recogida recientemente en el Arro-
yo de la Gavia, situado en la confluencia del Arroyo de -
la Gavia y el Manzanares, en una terraza deformada a +12-15
m.

La industria de la "Terraza Compleja de Butarque",
al Sur del Municipio de Madrid, ha sido atribuida a un -
Achelense superior. Edad, Pleistoceno medio final.

Los complejos industriales y las asociaciones fau-
nísticas más antiguas conocidas en el valle del Manzanares
se corresponden con los yacimientos situados en la terraza
de +25-30 m. : Areneros de San Isidro (terrazza cuyo muro -
se sitúa a +28-30 m. sobre el Manzanares), Los Rosales, -
Las Mercedes, Taller del Ferrocarril y Transfesa, éstos ú-
ltimos ubicados entre los Kms. 7 y 9 de la Carretera de An-

dalucia. Los términos fluviales interiores de San Isidro contienen una industria perteneciente a un momento pleno del Achelense (SANTONJA, 1977) y una fauna del Pleistoceno medio compuesta por las siguientes especies : Cervus claphus, Bos primigenius, Equus Caballus y Palaecoloxodon antiquus. Esta lista faunística queda completa con la presencia de Praedama sp., proveniente del yacimiento de Transfesa y del Dicerorhinus merckii y/o D.hemioechus del yacimiento de Los Rosales. Edad, Pleistoceno medio avanzado o Pleistoceno medio-medio.

Coluviones (34)

No alcanzan mucho desarrollo en el área de trabajo, estando en general asociados a los conos aluviales, entre los que ocupan una estrecha franja en la zona de interfluvio (Ayº de la Trofa, Ayº Valdemasa, Ayº de Tejada, etc.)

En la margen izquierda del río Manzanares, próximo al Ayº de la Gavia es posible distinguir en un mismo corte tres secuencias de coluviones, al pié del escarpe yesífero de los cuales los dos más recientes están separados por una ligera costra yesífera de 4-5 cm de potencia.

Los materiales que constituyen los coluviones están íntimamente relacionados con la litología del sustrato, de tal suerte que en la zona Norte, y margen derecha del Manzanares, son generalmente arenosos con algún canto de granito y de cuarzo generalmente angulosos.

En el sector Sur los hay de dos tipos :arcillo-arenosos con cantos de carbonatos y sílex, y los limosos con cantos de yeso que se localizan al pie de los escarpes yesíferos de la margen izquierda del Manzanares.

La edad de los coluviones se extiende desde el Pleistoceno superior a la actualidad.

1.2.3.- Conos aluviales, coluviones y derrames (26,34,31)

Conos aluviales (26)

Son muy abundantes en esta zona ya que la mayor parte de los Arroyos dejan en su desembocadura un depósito de este tipo, tal es el caso de los barrancos que descienden al Ay^o de Viñuelas, Trofa, Tejada, etc., no obstante los de mayor desarrollo son los que se observan en la margen derecha del Jarama, dejados por los Arroyos de la Plata, San Blas y de las Rejas.

La gradación más completa se observa en la margen izquierda del río Manzanares, Ay^o de Navahermosa, dónde es posible reconocer al menos tres secuencias de las cuales las dos más antiguas se presentan colgadas con relación al talweg actual.

La litología de estos depósitos es en general muy monótona tratándose en la mayor parte de los casos de materiales arenosos ó arcillo-arenosos, con algunos cantos sueltos redondeados.

La edad de los mismos se extiende desde el Pleistoceno medio a la actualidad, siendo los más antiguos los dejados por el Ay^o de Navahermosa y de Viñuelas.

Derrames (31)

Depósitos de este tipo se observan al pie de la superficie de Palomeras. Se trata de unas arcosas muy sueltas blanco-amarillentas (de tamaño arena media-fina) en las que se observan laminaciones paralelas y pequeños canales muy planos en los que se concentran las pequeñas gravas de caliza que contiene el depósito. Corresponden a materiales transportados por escorrentía en hiladas o en láminas ("rill wash" o "sheet wash") que provienen del lavado de material fino procedente de un relieve.

En la zona de La Sevillana estos depósitos están afectados por un suelo pardo del que se conservan el horizonte de lavado y el argílico (0,5 m. de potencia), con clara estructura prismática, los minerales de arcilla que contiene este horizonte son un 80% de esmectita, un 20% de illita, con indicios de caolinita.

La edad de estos depósitos la consideramos del Pleistoceno superior en sentido amplio.

1.2.4.- Sedimentos asociados a los fondos semiendorreicos (32)

Las depresiones semiendorreicas dentro del Municipio de Madrid se localizan en las Hojas de San Fernando y Alcorcón. En la primera de las Hojas citadas están las depresiones de Vicálvaro-Coslada (PAQUET y VAUDOUR, 1974 y VAUDOUR, 1979), y la situada al S de Vallecas; y en la segunda la de Abrantes y la del Parque de Ingenieros, ubicada ésta última al NW de Villaverde Bajo.

Estas depresiones se encuentran siempre instaladas en los sedimentos miocenos de las arcillas verdes con sílex y carbonatos (6), y las de Vicálvaro-Coslada y Abrantes se han desarrollado en un contexto estructural favorecido por los cambios laterales de facies terciarios que se establecen entre las arenas cuarzo-feldespáticas, las arcillas verdes y las facies químicas.

Otro aspecto común a todas las depresiones es que presentan exutorios que las drenan dificultosamente y al mismo tiempo, están alimentadas además de por las aguas pluviales, por canales de escorrentía de funcionamiento esporádico o temporal. Este dispositivo original, se encuentra hoy totalmente transformado por el crecimiento urbano de Madrid, especialmente en los casos de las depresiones de Abrantes y Parque de Ingenieros.

Los sedimentos asociados a estas depresiones tienen escasa potencia, un máximo conocido de 3 a 4 m. en la depresión de Vicálvaro-Coslada (VAUDOUR, 1979, o.c.) y están constituidos por arenas medias a gruesas cuarzo-feldespáticas y arcillosas de color pardo oscuro o pardo amarillento de origen fluvial, que pueden alternar con paleosuelos arcillosos o arcillo-arenosos de color negro y pardo oscuro, pobres en materia orgánica (1%), y con contenidos en la fracción inferior a 2 micras de altos porcentajes (70%) de montmorillonita de neoformación. Estos suelos arcillosos de carácter vérticos, - en estado seco, presentan fisuras de desecación que pueden dar origen a una estructura columnar bien desarrollada.

La edad de estos depósitos y paleosuelos ha sido atribuida por PAQUET y VAUDOUR, oo.cc., a un Pleistoceno superior : Pleistoceno medio para el fondo de Abrantes y Pleistoceno inferior para la depresión de Vicálvaro-Coslada.

1.2.5.- Rellenos kársticos (36)

Los depósitos de origen kárstico se observan en la zona Sur asociados a los yesos masivos del Mioceno - (1). Se trata de un karst cuaternario sobreimpuesto a una fase de karstificación miocena. La presencia de materiales líticos del Paleolítico inferior en la base de los rellenos de las "Antiguas Canteras de Vallecas", - permite datar el comienzo de los mismos en el Pleistoceno medio. Es indudable que no todos los rellenos son contemporáneos ya que incluso muchos de los karst continúan reactivándose hoy en día. De hecho los rellenos de las pequeñas dolinas que aparecen cartografiadas, - por cuestión de escala (Alto del Retiro, Cerro del Murmullo, etc.) corresponden a una reactivación posterior posiblemente durante el Pleistoceno superior.

La composición litológica de estos rellenos son margas arenosas con cantos de carbonato, sílex, sepiolita y yesos.

1.2.6.- Limos yesíferos (37)

Aparecen asociados a las facies yesíferas terciarias (yesos y margas yesíferas) en el sector más meridional de la zona. Se trata de unos materiales finos en los que el análisis textural determina un 70% de tamaño limo más arcilla, concentrándose el resto en el tamaño arena fina y muy fina.

Generalmente estos materiales se concentran en las pequeñas depresiones y provienen de la alteración de los yesos (karstificaciones) y un transporte por escorrentía difusa, con una muy posible influencia eólica.

La potencia de estos materiales varía desde unos centímetros a 2 m. como máximo (Ay^o de la Gavia).

5.- GEOMORFOLOGIA

Las unidades morfológicas más destacables en esta zona son : Las superficies, los glacis, las terrazas fluviales, los conos aluviales, los fondos semiendorreicos y el karst.

Las Superficies.-

Dos son las Superficies a destacar en este área; la mas antigua constituye la Superficie divisoria entre el Jarama-Manzanares y Manzanares-Guadarrama. La siguiente que se presenta siempre encajada en la anterior está ya relacionada con la red actual, el encajamiento entre ambas es del orden de unos 10-30 m. siendo mas fuerte en la zona Norte (30 m. en el Cerro del Registro y 11m, en Manoteras.)

Superficie divisoria.- Se extiende desde las cotas de 760 m. (Cerro Otero) hasta los retazos que se observan en el área de Madrid (Cerro Cuatro Caminos a 734 m.) que constituye el afloramiento mas meridional que se observa en éste área.

Es evidente que la terraza mas antigua del Jarama (150 m.) está siempre encajada en dicha Superficie, unos 30 m. próximo a Nuevo Goloso.

La divisoria entre el Manzanares y el Guadarrama se extiende desde la cota de 768 m., al Sur de Casas de Hito,

hasta 741 m. en Ventorrillo de El Cano. Como en los casos anteriores esta superficie siempre queda colgada con relación a las terrazas del Manzanares.

2ª Superficie.- Encajada en la primera como anteriormente indicamos, y colgada en relación con las terrazas mas altas del Jarama (con seguridad la de 110-130 m.) presenta un aspecto muy similar al anterior aunque el papel morfológico no sea el mismo, en este caso no se trata de superficie divisoria sino de replanos que ya están relacionados con el Jarama y con el Manzanares.

La parte más alta de la misma corresponde a la zona de Valdeganga, alrededor de los 750 m., y la parte mas baja se observa en Madrid a unos 700 m. y en Cuatro Vientos a la misma cota.

La pendiente general de las superficies es de 0,2-0,4%. Los materiales que llevan asociados denotan un transporte fluvial con canales poco profundos y con un drenaje aún no jerarquizado.

Los Glacis

Constituyen en la mayor parte de los casos las vertientes de enlace entre las Superficies y las terrazas de los rios fundamentales; en general se trata de glacis de cobertera cuya potencia no llega a superar los 3 m.

Existen varias secuencias de glacis con dispositivo de encajamiento, una de las más completas, cuatro, pueden observarse al NO de El Pardo, dónde el mas antiguo constituye la vertiente de enlace entre la "Formación de bolos" y las terrazas del Manzanares.

En la zona Sur otra secuencia muy completa se presenta al Sur del cerro de Almodovar, cinco, estos glacis presentan la particularidad de estar deformados no sólo por procesos de halocinesis sino por una reactivación de antiguas fallas, lo que se traduce en un cambio de la pendiente original del glacis (Alto del Retiro) basculamientos en determinados sentidos e incluso fenómenos de contrapendiente (Ay^o de la Gavia).

Las terrazas.-

Las dos arterias fundamentales que recorren el sector estudiado son el río Jarama y el Manzanares. El Jarama es el que presenta la secuencia mas completa, con 13 niveles de terraza que se distribuyen entre las cotas de : 150 m., 110-130 m., 80-85m., 68-72 m., 60 m., 52-54 m., 44-46 m., 35-40 m., 18-20 m., 12-15 m., 10 m., y 8 m. El dispositivo de las mismas es el de terrazas colgadas dejando aflorar el sustrato terciario entre ellas a excepción de los dos niveles mas recientes, que en muchos casos se presentan en solape o encajados.

El río Manzanares presenta un perfil claramente - asimétrico, fundamentalmente en la zona Sur de El Pardo, con un mayor desarrollo de niveles en la margen derecha, - no obstante el número de terrazas observadas es menor que las del Jarama, once, siendo la mas alta la de 80-85 m. Es curioso que cuando el río entra en la zona de los yesos próximo a la Gavia, se confunden los niveles de 18-20 m., y 12-15 m., en uno solo morfológicamente hablando, ya que los materiales de ambas están prácticamente superpuestos, ("Terraza Compleja de Butarque"). Ello tiene que deberse - a que el río entra en una zona subsidente que está controlada por la falla que limita el escarpe yesífero de Perales del Rio, y que en parte debe ser la causante del "Codo del Manzanares", cambio brusco en la dirección del valle, que pasa a una dirección aproximada N-S a E-O hasta la desembocadura con el Jarama. Esta misma falla condiciona la superposición de los niveles de terraza en la márgen derecha en este tramo del río.

Conos aluviales.-

La mayor parte de los Arroyos por pequeños que sean dejan en su desembocadura este tipo de depósitos, en los - que a veces se observan varias secuencias que hacen cambiar en planta la morfología del primitivo, tal es el caso del - Ay^o de Valdebeba y el de Navahermosa, en éste último caso - los conos mas antiguos se quedan colgados en relación a los mas recientes.

Fondos semiendorreicos.-

Destacan en el paisaje por corresponder a depresiones sobre las que se desarrollan suelos oscuros de carácter vértico. Estas depresiones están ligadas a fenómenos kársticos de cambio lateral de facies y tectónicos. Las mas importantes son las de Vicálvaro-Coslada, Sur de Vallecas y Abra tes.

El Karst.-

Se desarrolla en la zona Sur en relación con la aparición de las facies yesíferas terciarias.

Se trata de un karst sobrepuesto a una fase de - karstificación miocena (ALBERDI et al., 1983, CALVO et al. 1983, HOYOS et al. 1984). Es un karst fundamentalmente externo en el que las formas externas están representadas - por depresiones de colapso, asociadas a fracturas en cuyos bordes se desarrollan pequeñas dolinas y formas en pseudo-torrecillas con un fuerte lapiaz superficial. Las formas internas en su mayor parte no son visibles aunque se intu ye su presencia por los fenómenos de colapso que se aprecian en los depósitos de relleno de las formas externas.

Relación Geomorfológica-Tectónica.-

Es evidente que durante el Cuaternario algunas fallas del sustrato, en este caso terciario se reactivan como lo demuestran algunos aspectos geomorfológicos de los depósitos cartografiados, en otros casos existe este mismo fenómeno acompañado de procesos de halocinesis, en particular en la zona Sur donde afloran los materiales yesíferos.

En el sector de el Pantano del Pardo, margen derecha del Manzanares, dos fallas de dirección general N-S afectan a la terraza de 18-20 m. del Pleistoceno medio y a los coluviones que se apoyan entre la terraza anterior y otra mas baja baja, 12-15 m., En estos casos el paso de las fallas controlan la disposición espacial de los depósitos.

Al Sur del Cerro de Almodovar una red de fallas de dirección NO-SE y NE-SO afectan a los depósitos de glaciares produciendo basculamientos que hacen cambiar la inclinación original de los depósitos, este fenomeno es particularmente claro en el glacis del Cerro del Murmullo y de El Alto del Retiro.

En la zona de desembocadura del Ay^o de la Gavia otra red de fallas NO-SE, NE-SO, es la responsable de los pliegues, basculamientos, y desplazamientos en la vertical que se observan en la terraza del Pleistoceno medio-superior de la margen derecha del Arroyo. En la margen izquierda, el pa

so de fallas de dirección general NE-SO se traduce en la morfología de los glaciares, en los que se observan fenómenos de contrapendiente en el tramo final de su recorrido.

Una de las fallas más importantes es la que controla el encajamiento y dirección del valle actual del Manzanares, entre la desembocadura del Ay² de la Gavia y su unión con el Jarama, dando origen a un valle con perfil asimétrico. La margen izquierda se caracteriza por un fuerte escarpe labrado sobre los yesos, incluso el talweg de la Gavia queda colgado unos 2-3 m. próximo a la desembocadura en relación con el Manzanares, y los niveles de terrazas (retazos) del Manzanares se presentan colgados, mientras que en la margen derecha del mismo río se observan siempre las terrazas solapadas, encajadas y superpuestas.

Por otra parte los arroyos de segundo y tercer orden, algunos de los cuales (SE de la Torrecilla) siguen direcciones de fallas N-S, presentan en su tramo final hasta tres puntos de inflexión en su perfil, lo que no solo está relacionado con un levantamiento general pero que este se produce a impulsos, del frente yesífero.

3.- TECTONICA

Situación general

El Término Municipal de Madrid se extiende, con un eje mayor de dirección NW-SE, entre el borde meridional del Sistema Central y la zona central de sedimentación de la Cuenca de Madrid o del Tajo.

Tanto la Cuenca del Tajo como el Sistema Central corresponden a unidades morfoestructurales de primer orden, estructuradas al final de la evolución alpina de la Península Ibérica (VEGAS y BANDA, 1982). El borde meridional del Sistema Central constituye una línea morfogenética cuya importancia ha sido destacada desde los trabajos de VIDAL BOX (1942). Esta alineación morfoestructural constituye el accidente mayor relacionado con el área aquí estudiada y su interpretación geodinámica ha de ser comprendida, en el contexto de la deformación intraplaca de la Península Ibérica, como la reactivación neógena de un accidente de edad tardihercínica. Esta reactivación ha dado lugar a un borde activo del bloque levantado del Sistema Central, en un régimen comprensivo (VEGAS y BANDA, 1982). Este régimen comprensivo se resuelve en fallas inversas que controlan junto con fallas transversales de dirección aproximada de 170° , la morfología del contacto entre la Cuenca del Tajo y el Sistema Central.

La deformación de los materiales neógenos.

Los materiales neógenos de la Cuenca de Madrid se han considerado tradicionalmente como posteriores a las últimas fases de deformación que dieron lugar a la elevación del Sistema Central. No obstante han sido descritas estructuras de cierta amplitud en los niveles considerados actualmente como de edad Aragoniense (VEGAS, 1974; CAPOTE y CARRO 1968; CAPOTE y FERNANDEZ CASALS, 1978).

En cierto modo, los materiales neógenos no presentan una deformación importante frente a los materiales paleógenos ligados a la deformación en bloques del Sistema Central y relacionados concretamente con su borde meridional. Sin embargo, es de esperar que en las proximidades del contacto tectónico con el Sistema Central aparezcan deformaciones generalizadas de los materiales arcóscicos neógenos; sobre todo después de conocerse la existencia de fallas inversas que hacen cabalgar localmente el substrato granítico y neísico sobre dichos materiales terciarios (FUSTER y DE PEDRO, 1954).

Por el contrario, hacia el centro de la Cuenca estas deformaciones de la corteza aparecen enmascaradas por la potencia de sedimentos y únicamente se intuyen deformaciones puntuales de relativa poca importancia frente a la sucesión horizontal o inclinada de los diferentes horizontes sedimentarios.

En este contexto hay que incluir la deformación de -

las capas arcóscicas más inferiores situadas al norte de los arroyos Marina y de la Tejada en el Norte del Monte del Pardo. En esta zona las capas arcóscicas muestran un suave buzamiento hacia el sur dibujando un braquianticlinal o domo alargado en dirección aproximada E-W. Hemos de nominado esta estructura como Domo del Embalse del Pardo; su configuración y dimensiones pueden ser orientativas del régimen tectónico ocurrido durante el Neógeno y de las estructuras producidas por el mismo.

En un principio, el Domo del Embalse del Pardo representa un área diferencialmente levantado entre las alineaciones del Jarama y el Guadarrama que deben, por su parte, corresponder a accidentes del zócalo.

La existencia de esta estructura condiciona el afloramiento de materiales arcóscicos mas antiguos, cuya correlación con las facies de origen químico del centro de la cuenca constituye una novedad en el marco de la Cuenca de Madrid. Por otra parte y de manera local, los afluentes del río Manzanares presentan en esta zona una disposición "en candelabro" característica de este tipo de tectónica.

Es importante considerar además, que este tipo de estructura debe estar representado en otras zonas de la cuenca, preferentemente cerca del borde "activo" del Sistema Central, y con diferentes escalas. La compartimenta

ción de estas estructuras responde a movimiento diferencial de bloques limitado por fracturas transversales de dirección próxima a 170° y fracturas paralelas al borde del Sistema Central. Esta compartimentación ha de afectar necesariamente a las facies de abanicos aluviales de las unidades arcóscicas más recientes, tal como ha sido descrito por PORTERO et al., (en prensa).

Relación entre tectónica y red de drenaje.

Una forma posible de establecer la relación entre la evolución geodinámica y la morfoestructura, es el estudio de las redes de drenaje. En el caso del área estudiada, los afluentes mayores del Tajo presentan un trazado paralelo de dirección aproximada $160-170^\circ$ entre el Sistema Central y el Sur del casco urbano de Madrid. Así, el Manzanares y el Jarama discurren paralelos mientras sus afluentes adoptan una forma ramificada de "candelabro", con los brazos curvados hacia el norte.

Esta disposición de la red de drenaje es indicadora de líneas de fractura a las que se superponen el Manzanares y el Jarama - mas al W. un tramo del Guadarrama es también paralelo a esta dirección - de tal manera que al penetrar en la cuenca Terciaria no cambian sensiblemente de dirección. Los interfluvios de estas materias principales conservan los materiales mas altos de la serie neógena configurando un relieve digitado hasta el sitio de Madrid.

Los afluentes del Manzanares en las proximidades del borde del Sistema Central adoptan una disposición curvada, adaptándose al domo del Embalse del Pardo, que constituye un relieve diferencial.

Mas al Sur este dispositivo puede intuirse aunque su relación con el relieve reciente es más oscura. Así se disponen los arroyos de Luche, Butarque, La Gavia y Los Migueles. Estos arroyos parecen corresponder a fracturas profundas que se han relacionado con cambios en la disposición de las series salinas inferiores.

Por último, es interesante establecer que el cambio de rumbo del Manzanares al sur de Villaverde, coincide también con cambios de rumbo del Jarama y del Guadarrama. Este hecho podría indicar que el tramo inferior del Manzanares - suavemente curvada la concavidad hacia el N y de dirección general E-W - debe corresponder al sistema de los arroyos adaptados al levantamiento de bloques del Sistema Central.

El origen tectónico de ambos tramos del Manzanares, superior de dirección N e inferior E-W, debe ser distinto. La unión de ambos (captura?) produce el aspecto actual del río Manzanares.

Durante el Cuaternario algunas fallas del sustrato, en este caso terciario, se reactivan como lo demuestran algunos aspectos geomorfológicos de los depósitos cartografiados, en otros casos existe este mismo fenómeno acompañado de procesos de halocinesis, en particular en la zona Sur donde afloran los materiales yesíferos.

En el sector del Pantano del Pardo, margen derecha del Manzanares, dos fallas de dirección general N-S afectan a la terraza de 18-20 m. del Pleistoceno medio y a los coluviones que se apoyan entre las terrazas anterior y otra más baja, 12-15 m. En estos casos el paso de las fallas controlan la disposición espacial de los depósitos.

Al Sur del Cerro de Almodovar una red de fallas de dirección NO-SE y NE-SO afectan a los depósitos de glaciares produciendo basculamientos que hacen cambiar la inclinación original de los depósitos; este fenómeno particularmente claro en el glacis del Cerro del Murmullo y de El Alto del Retiro.

En la zona de desembocadura del Arroyo de la Gavia otra red de fallas NO-SE, NE-SO es la responsable de los pliegues basculamientos y desplazamientos en la vertical que se observan en la terraza del Pleistoceno medio-superior de la margen derecha del Arroyo. En la margen izquierda, el paso de fallas de dirección general NE-SO se traduce en la morfología de los glaciares, en los que se observan fenómenos de contrapendiente -

en el tramo final de su recorrido.

Una de las fallas mas importantes es la que controla el encajamiento y dirección del valle actual del Manzanares, entre la desembocadura del Ay^o de la Gavia y su unión con el Jarama, dando origen a un valle con perfil asimétrico. La margen izquierda se caracteriza por un fuerte escarpe labrado sobre los yesos, incluso el talweg de la Gavia queda colgado unos 2-3 m. próximo a la desembocadura en relación con el Manzanares, y los niveles de terraza (retazos) del Manzanares se presentan colgados, mientras que en la margen derecha del mismo rio se observan siempre las terrazas solapadas, encajadas y superpuestas.

Por otra parte, los arroyos de segundo y tercer orden algunos de los cuales (SE de la Torrecilla) siguen direcciones de fallas N-S, presentan en su tramo final hasta tres puntos de inflexión en su perfil, lo que no solo está relacionado con un levantamiento general pero que este se produce a impulsos, del frente yesífero.

4.- HISTORIA GEOLOGICA

Encuadre regional.

El Término Municipal de Madrid comprende parte de dos grandes unidades geológicas limítrofes de la zona central de la Península Ibérica : el Sistema Central y la Fosa del Tajo, separadas por medio de una gran fractura que ha funcionado desde tiempos muy antiguos, condicionando la evolución interrelacionada de ambas unidades. La sucesión de acontecimientos que constituye dicha evolución en especial durante tiempos geológicos recientes, ha dado lugar a las características litológicas y morfoestructurales del entorno madrileño que, desde este punto de vista, deben ser consideradas siempre dentro de su contexto regional, y nunca como fenómenos aislados.

La individualización dentro del borde oriental del Macizo Hespérico del Sistema Central como bloque levantado o "horst de basamento" y de la Fosa del Tajo como zona de hundimiento relativo y subsidencia debida a dicho hundimiento y a la carga litostática de los materiales sedimentados en ella, procedentes de la erosión de los bordes. Es un fenómeno que se produjo durante el Terciario superior en virtud de una dinámica postumoalpina de reactivación de los desgarres producidos durante las últimas etapas hercínicas en el citado Macizo. Esta reactivación fue contemporánea de compresiones tardías transversales a la zona semi móvil celtibérica, que forma el borde NE de dicha Fosa, relacionadas con etapas de convergencia entre las placas euro

asiáticas y africanas. Existen antecedentes de esta individualización a partir del Cretácico superior, sin que éstos desembocasen en una tectónica del borde frac turado tan importante como la desarrollada con poste rioridad, ni se reflejasen con la intensidad que ésta en la distribución de los sedimentos correlativos que rellenan la Fosa del Tajo, que en este modelo se comporta como una cuenca molásica marginal al plegamiento del aulacogeno Celtibérico, de eje octogonal o ligeramente oblicuo al de éste.

El relleno sedimentario de dicha Fosa se produjo a partir de la erosión de los materiales que forman los macizos montañosos y rampas de erosión de los bor des de la cubeta. Aparecen en el NO y N del Término Mu nicipal de Madrid y están constituidos por granitos de dos micas tardicinemáticos hercínicos en contacto por falla inversa y/o discordancia con los materiales sedi mentarios del borde NO de la cubeta central de la Fosa del Tajo, que son los que afloran mas extensamente en el entorno madrileño.

Estos materiales corresponden a depósitos clásicos inmaduros (arcosas), arcillas y carbonatos con sílex y sepiolita, yesos y margas yesíferas con niveles salinos, que afloran según bandas groseramente con céntricas hacia el interior de la cubeta, de acuerdo con el esquema clásico de distribución horizontal de facies "de borde", "intermedias" y "centrales" en una cuenca continental endorreica árida (RIBA, 1957; CAPOTE y CARRO, 1968; SAN JOSE, 1975; VEGAS, 1975, etc.).

Este esquema se complica en la vertical debido a la existencia de episodios separados por discontinuidades internas, - en los que las facies "de borde" son extensivas sobre las "intermedias" y éstas sobre las "centrales" (SAN JOSE, 1974; 1975b; LOPEZ VERA, 1975, etc.), y a las variaciones en la energía del relieve y composición litológica de los bordes de la cubeta, que influyen localmente en las características de sus sedimentos correlativos.

Evolución sedimentaria.

En el Término Municipal de Madrid se superponen cuatro episodios sedimentarios, representados por cuatro grupos o conjuntos de unidades litológicas genéticamente interrelacionadas depositadas durante un mismo lapso de tiempo, bajo unas condiciones macroclimáticas comunes, y separados por discontinuidades - desde discordancias erosivas hasta paraconformidades - de los infra y suprayacentes. Cada uno de estos grupos cumple además, en este caso, la regla de ser extensivo sobre el sustrato, de tal manera que el más alto de ellos llega a inundar en parte la rampa erosiva del escalón de borde del zócalo cristalino. Esta extensividad puede afectar también a las unidades litológicas dentro de cada grupo, unas con respecto a otras. Cada uno de estos grupos corresponde también a un episodio de la Historia Geológica de la cuenca, y sus límites tienen una interpretación paleogeográfica concreta.

El grupo inferior está constituido por un conjunto de unidades litológicas interrelacionadas mediante cambios laterales de fácies, que se disponen según el modelo horizontal descrito al principio; hacia el centro de la cubeta (SE de Madrid) aparecen yesos masivos procedentes de la hidratación por aguas meteóricas de sedimentos originalmente anhidríticos depositados en el interior de lagos salinos permanentes de clima cálido. Estos yesos pasan lateralmente y hacia arriba y yesos tableados (2) alternando con arcillas, que corresponden a zonas mas someras pero siempre inundadas, a arcillas con yesos (3) depositadas en marjales del litoral lacustre, y a arcosas masivas con niveles de limos y cantos a veces gruesos (4) que representan las facies apicales y de pendiente de abanicos torrenciales que descargaban los detritus de la erosión del borde de la cubeta en el interior del "bolsón" endorreico. Las asociaciones vegetales y animales cuyos restos se han identificado en este grupo son poco explícitas, aunque sugieren un paisaje peridesértico tropical de tipo saheliano, con depresiones ocupadas por una estepa herbácea estacional lagos salinos permanentes y zonas inundadas durante la corta época de lluvias, rodeados de glacis aluviales con vegetación durilignosa, que alcanzan el borde de los macizos montañosos periféricos.

La discontinuidad erosiva que separa a este grupo del siguiente (ALBERDI et al, 1983) corresponde

(SAN JOSE, 1.975 a) a un cambio climático coincidente con un importante aumento en el nivel de energía de la cuenca, debido a una reactivación tectónica del marco montañoso (Fase Neocastellana de AGUIRRE et al., 1.976). La paleo-karstificación de los yesos masivos del grupo inferior bajo esta discordancia (CALVO SORANDO et al., 1.983) confirma la existencia de un cambio, hacia un clima con mayor humedad estacional - o con mejor distribución anual de dicha humedad - más próximo a las condiciones actuales, pero todavía relativamente árido y con drenaje interno. En función de las faunas que aparecen por encima y por debajo de ella, la discontinuidad parece situarse cronológicamente hacia la parte inferior del Aragoniense medio.

Sobre ella, y hacia el centro de la cuenca, el siguiente grupo comienza con lutitas "caki" y yeso-areniscas que rellenan las depresiones del paleorrelieve construido sobre los yesos basales, que tienen el significado de paleosuelos arrastrados y mezclados con arenas yesíferas procedentes de la erosión del sustrato, y que en zonas próximas adquieren gran desarrollo. Por encima alternan carbonatos tableados con pseudomorfos de yeso y arcillas gris-verdosas laminadas (5), a veces bioturbados, que culminan en una tabla de sílex con dolomías y arcillas sepiolíticas (6), cuyas características indican un brusco descenso en la salinidad del agua. Estos materiales que representan medios pantanosos salobres o lacustres someros, pasan lateralmente a arcillas con carbonatos, sílex y arenas micáceas (7), que aparecen en alternancias complejas, con abundante bioturbación vegetal y animal, restos de materia orgánica y secuen-

cias edáficas. Estas características, junto con la fauna de vertebrados herbívoros de clima cálido, indican un paisaje de borde de lagunas someras y zonas pantanosas con canales fluviales probablemente en la orla externa de abanicos aluviales bajo clima subárido o mediterráneo continental seco. Estos materiales pasan lateralmente hacia el N. a arcosas que alternan con arcillas pardas o limos (8), parcialmente extensivas sobre la unidad anterior, que representan las fácies proximales y medias de dichos abanicos aluviales.

En función de la fauna encontrada, este grupo se sitúa cronológicamente dentro del Aragoniense medio, hacia su parte media-baja.

En tránsito rápido (¿paraconformidad?), que localmente coincide con cicatriz erosiva de gravas canalizadas que dan paso a arcosas de grano fino y arcillas pardas, con algún nivel de arenas micáceas y de carbonatos y sepiolitas de origen edáfico (10), se inicia el siguiente grupo caracterizado por el predominio de arcosas pardas arcillosa (9) y limos arcósicos bien estratificados en secuencias granodecrecientes que a veces culminan en paleosuelos vérticos enrojecidos. Hacia el N. el tamaño de grano aumenta, así como la proximidad de las fácies, mientras que a techo de la unidad y hacia el SE, aparecen niveles de sílex asociados a carbonatos y esmectitas (11), todos ellos de origen edáfico. Estos

depósitos corresponden a facies intermedias y distales de abanicos aluviales cuyos ápices se situarían en el borde granítico o próximos a él. Los niveles de sepiolita y de sílex y carbonatos indican ambientes palustres alcalinos y áreas edafizadas próximas a ellos, bajo clima cálido progresivamente menos árido, como atestigua la fauna encontrada, que también permite asignar cronológicamente este grupo a la mitad superior del Aragoniense medio.

Una nueva discontinuidad que corresponde a una discordancia erosiva cuya cicatriz basal se observa en numerosos puntos de la zona, y que profundiza sobre la unidad arcósica anterior tanto mas cuanto mas al SE de Madrid, separa a este grupo del siguiente. Esta discontinuidad representa un brusco avance extensivo de las facies "de borde" sobre las "intermedias", lo que atestigua una importante reactivación tectónica del borde cristalino, con aumento de energía y capacidad de carga de las corrientes de agua procedentes de dicho borde. La edad deducida para esta discontinuidad, en función de las faunas encontradas sobre y bajo ellas, es el límite Aragoniense medio-superior.

Sobre ésta, el grupo superior se caracteriza por la presencia generalizada de arcosas gruesas (12) pardo anaranjadas, con niveles de cantos de rocas plutónicas y filonianas, cuarcita y cuarzo, en niveles masivos o alternando en secuencias granodecrecientes con arcosas;

más finas, limos arcósicos e incluso paleosuelos vérticos enrojecidos semejantes a los del grupo anterior. Estas arcosas dan lugar, debido a su carácter masivo, a los escapes morfológicos típicos de la zona central de Madrid, en especial a lo largo de la márgen izquierdo del Manzanares, y en las cuestas que aparecen en los alrededores de La Castellana y M-30 Este. Paleográficamente, este material muy inmaduro textural y composicionalmente, corresponde a facies proximales e intermedias de abanicos aluviales; sólo excepcionalmente al Sur de la zona (Cerro Almodovar) aparecen facies distales con sílex, esmectitas y carbonatos edáficos (13), asociados a éstos o intercalados entre las arcosas formando calcretas y enrejados fósiles cuya interpretación paleogeográfica es, como en el grupo anterior, de áreas edafizadas y ambientes palustres alcalinos de clima cálido y cada vez mas húmedo. La edad deducida para este grupo, en función de la fauna, es Aragoniense superior.

Sobre esta unidad de arcosas gruesas, que hacia el borde NO de la cuenca presentan niveles de cantos gruesos y bloques intercalados correspondientes a facies muy proximales de abanicos torrenciales, aparece en dudosa relación de yacencia (¿cambio lateral de facies extensivas hacia techo, o discontinuidad?) una unidad terminal (14) formada por arcosas gruesas muy mal clasificadas, con bloques de granito de tamaño métrico junto al borde cristalino que desciende poco a poco al alejarse de éste.

Esta unidad, comunmente denominada "facies de bolos", corresponde a depósitos apicales de conos de deyección cuyo afloramiento conserva parcialmente la geometría deposicional original, y se caracteriza por ser extensiva tanto sobre la rampa granítica marginal, fosilizando la falla inversa que separa a ésta del relleno terciario de la cubeta, como sobre las distintas unidades que forman éste. Estas unidades constituyen en los alrededores del borde granítico al NO del Término de Madrid, un braquianticlinal con centro en el Cerro Marmota, al N del Embalse de El Pardo, sobre el cual aparece progradante la "facies de bolos" que al menos en su parte superior no ha sido afectada por la tectónica que ha dado lugar a dicha estructura dómica, ni por la falla inversa del borde cristalino.

Síntesis paleogeográfica y paleotectónica.-

En función de las características de los materiales que aparecen en el Término Municipal de Madrid y de sus relaciones geométricas y estratigráficas se deduce que el sustrato profundo de esta zona que aflora en su parte N, forma parte del Macizo Hespérico, cuya compleja historia culminó con una intensa fracturación, reactivada posteriormente para dar lugar a un bloque tectónicamente elevado y a su correspondiente fosa que ha actuado como cubeta donde se han depositado los sedimentos procedentes del desmantelamiento erosivo de aquel.

Este relleno, producido en sucesivas etapas que han dado lugar a episodios sedimentarios diferentes, aunque interrelacionados, se ha efectuado según un mo delo de distribución de fácies que corresponde a una cuenca continental endorreica de alternancia, con rampas aluviales, zonas pantanosas y lagos permanentes salinos en el centro, que evoluciona desde un clima árido hasta uno próximo al actual, a la vez que se producen movimientos tectónicos que reactivan los bordes montañosos y que son responsables de dichos episodios y de las discontinuidades que los separan.

Estos episodios se caracterizan por el carácter progresivamente mas extensivo de las facies de borde - sobre las del interior de la cubeta cuanto mas se avanza en el proceso de relleno. Esto da como resultado el que las facies salinas del centro de la cuenca adopten una geometría global de megalentejón rodeado de facies intermedias y de borde que son las mas extensivas y que acaban desbordando la cubeta e inundando las rampas - erosivas marginales.

Así pues, y a pesar de las sucesivas reactivaciones, la evolución sedimentaria de la cuenca es negativa aun cuando cada una de las etapas presenta tendencia positiva, o sea, carácter en conjunto granodecreciente. Este hecho, que significa mayor proximidad cuanto más - hacia arriba en la sucesión, está de acuerdo con el carácter extensivo de los sedimentos más modernos, y todo

ello implica la colmatación progresiva de la cubeta central del Tajo, hasta que el borde tectónicamente activo del zócalo llega a ser sobrepasado por el relleno sedimentario de la cuenca, que inunda las rampas marginales. Este proceso debería terminar con la nivelación erosiva de los marcos montañosos y la pérdida de capacidad de transporte de la red fluvial, con paso a condiciones de endorreísmo de baja energía, salvo que una reactivación del zócalo reiniciase el proceso dando lugar a un nuevo episodio de relleno, como ocurre en otras zonas de borde de la cubeta (SAN JOSE, 1.975b).

La zona de fractura que constituye este borde en el Término de Madrid, ha venido actuando como zona tectónicamente activa a lo largo de toda la historia sedimentaria de la cubeta, condicionando con sus reactivaciones la amplitud de los hiatos entre los sucesivos episodios la incisión erosiva previa a cada uno de ellos, y la proximidad de las fácies en el inicio de cada episodio. Todo esto implicaría un esquema en los bordes próximos al de discordancias progresivas, fenómeno que se intuye en el Domo Marmota, al N del embalse de El Pardo, y cuyo último impulso coincidiría temporalmente con el límite temporal entre las arcosas con bloques terminales extensivos sobre el borde granítico, y la unidad arcósica precedente. Caso de corresponder ambas al Aragoniense superior, ésta sería la edad de dicho movimiento. Si se demostrase en cambio el carácter discordante de dicha "facies de bolos" tanto sobre el granito como sobre el resto de las unidades arcósicas del

Domo, esta edad sería aún mas moderna.

El Domo Marmota, que constituye un braquianticlinal con centro en el cerro de dicho nombre, es una estructura que ha afectado a todas las unidades arcólicas que afloran en el entorno con excepción de la "facies de bolos", modificando asimismo la red fluvial secundaria, afluente del Manzanares, por adaptación a dicha estructura dómica. La estructura del Cerro Marmota, elemento exótico del borde granítico limitado por fallas inversas transversales a la dirección general NE-SO de dicho borde fracturado, es la responsable de la existencia del Domo, cuya evolución tectónica ha terminado con anterioridad al depósito de las "facies de bolos", pero cuya influencia en la morfología y evolución del relieve persiste en la actualidad.

Durante el Cuaternario se desarrolla un sistema de amplias superficies previo a la jerarquización de la red constituyendo la mas antigua de ellas (Superficie de Fuencarral) la divisoria entre los rios mas importantes que drenan el Municipio de Madrid : Manzanares y Jarama.

A partir del Pleistoceno inferior dichos rios se encajan en las superficies comenzando a dejar una serie de depósitos (terrazas) relacionados ya perfectamente con la red que se observa en la actualidad.

El enlace entre estas terrazas y las altas superficies se hace mediante glacis de cobertera que en algunos casos (Hojas de Alcorcón y Pozuelo) ocupan extensas superficies.

5.-GEOLOGIA ECONOMICA

La actividad minera dentro del Término Municipal de Madrid aparece centrada en la extracción de diversos tipos de rocas y minerales industriales en cantera. Son numerosas las labores de extracción tanto en los alrededores del casco urbano como en la zona meridional del término. Muchas de ellas están en la actualidad abandonadas y tan sólo una docena, de las cuales la mitad corresponden a la explotación de sepiolita, son activas (Inventario de Rocas Industriales de la provincia de Madrid, IGME, 1.982).

La extracción de rocas industriales tiene una fuerte tradición dentro del término, fundamentalmente relacionada con las arcillas ("gredas" del barrio de la Celsa hasta Villaverde; tejares del Puente de Vallecas, Vicálvaro, Carabanchel, La Elipa, barrio del Progreso, Mirasierra), y yesos (pueblo de Vallecas y zona de Cumbres). Además de estos materiales se explotó con bastante intensidad el sílex o padeznal en diversos niveles, tales como la parte superior del Cerro de Almodóvar o los bancos incluidos dentro de las arcillas verdes con carbonatos (peñuelas) del sureste del término. La sepiolita, erróneamente denominada "magnesita" no ha sido explotada con regularidad hasta épocas más recientes.

El fuerte desarrollo del área metropolitana de Madrid ha conducido en los últimos años a un importante incremento de la extracción de materiales de cantera utilizados en la construcción. Gran parte de éstos proceden, sin embargo, de

áreas limítrofes al término municipal. Así, las arenas y gravas usados como áridos para hormigón proceden esencialmente de las terrazas y aluviales de los ríos Jarama y Manzanares, situándose las labores más importantes fuera del municipio, en los términos de Getafe, Arganda, Velilla de San Antonio o Mejorada del Campo. Dentro del término existen algunas canteras abandonadas en los alrededores del aeropuerto de Barajas y en los alrededores de El Pardo. La extracción de arenas ("arenas de miga") se realiza a partir de los niveles de arcosas, estando activa una cantera en la carretera del pueblo de Barajas.

La extracción de arcillas, muy abundantes en la mayor parte de las unidades litoestratigráficas que constituyen la geología de Madrid y cuya importancia anterior testimonian las numerosas cerámicas abandonadas, aparece en la actualidad relegada a una cantera en el área de Vicálvaro (Portland), destinándose las arcillas a la fabricación de cemento. Se han explotado arcillas en los niveles de cambio lateral de los yesos hacia el norte (Cerámica del Río y Canteras de la Celsa), dentro de las fácies de arcillas Verdes y de forma intensa en las intercalaciones arcillosas ("tosco") incluidas en las arcosas (cerámica de Mirasierra, cerámica de Valderribas, etc. ...).

Existen numerosas canteras de yeso en todo el área sur y sureste del Término, particularmente en los alrededores del pueblo de Vallecas (canteras de Vallecas) y en las inmediaciones de la carretera N-II (área de Cumbres de Va-

llecas y Arroyo de los Migueles). La práctica totalidad de estas canteras están en la actualidad abandonadas y tan sólo dos son activas, destinando el producto extraído a la fabricación de aglomerantes para uso en la construcción.

Dada la poca extensión de los afloramientos de granito dentro del término municipal este material no presenta la importancia como roca de sillería o piedra ornamental que tiene en áreas próximas de la Sierra. Tan sólo se localiza una cantera abandonada en la base del Cerro Marmota, al norte del Monte de El Pardo, que fue explotada como material de escollera para uso local.

El peso de la actividad minera con destino al sector de la construcción dentro del término de Madrid ha sufrido un fuerte retroceso en los últimos años en relación con los materiales destinados a otros sectores. En la actualidad la sepiolita extraída en la zona de Vicálvaro-Coslada constituye, tanto por su volumen de extracción (1.200.000 Tm/año) como por su valor de producción (5.200 millones de ptas.) (IGME, 1.982), el principal mineral industrial del área. La sepiolita se explota a cielo abierto en varias canteras, transportándose posteriormente a una planta de tratamiento situada en la base sur del Cerro de Almodovar. Las canteras de sepiolita de este cerro, ilustradas en la literatura paleontológica de Madrid por los restos de vertebrados encontrados

en ellas, se encuentran inactivas desde hace más de 20 años. El litotecto de la sepiolita extraída en Madrid corresponde a las facies más distales de los abanicos arcóscicos procedentes del Sistema Central (facies de orla de abanicos), en el tránsito a zonas palustres más internas dentro de la cuenca. Asimismo, la sepiolita aparece asociada, tanto vertical como lateralmente, a niveles de silcretas a techo de los conjuntos arcóscicos superiores.

Como resultado de la importante actividad extractiva anteriormente señalada hay que señalar como aspecto negativo el fuerte impacto ambiental sufrido por amplias zonas del término municipal. La superficie disturbada puede evaluarse en casi un 7% del área total del término (ORDONEZ et al. 1.981) aunque, lógicamente, este efecto aparece concentrado preferentemente en sectores muy concretos (caso de las explotaciones de yeseras en la zona sur). Además de la cantidad de área disturbada, la problemática se centra en las posibilidades de rehabilitación natural, que por ejemplo, en el caso de los yesos, bajo las condiciones climáticas del término, son muy escasas. Se hace por ello necesaria la puesta en práctica de una normativa y planificación tendentes a asegurar la recuperación de estas zonas y su utilización posterior para otros fines.

6.-RECURSOS GEOLOGICOS-CULTURALES.

Se entiende por recursos geológicos-culturales - aquellos elementos geológicos o relacionados con la geología, puntuales o no, que además de definir y caracterizar la historia geológica de una determinada región, pueden ser utilizados como recursos didácticos, científicos e, incluso, económicos. Estos recursos constituyen, por tanto, una parte del Patrimonio Natural de una región y su utilización redunda beneficiosamente en el colectivo que sabe aprovecharlos, definiendo para ello unos niveles adecuados de protección, conservación y difusión.

Desde este punto de vista, el Término Municipal de Madrid ubica una amplia gama de elementos geológicos utilizables como recursos, que van desde los rasgos generales de su base geológica (elementos litoestratigráficos o geomorfológicos) hasta su abundante patrimonio paleontológico o arqueológico, cuya importancia fué reconocida desde los primeros hallazgos en los inicios del siglo XIX. A ellos, desde una visión más interdisciplinar, se pueden añadir otros aspectos relacionados con la geología aplicada (minería, hidrogeología o geotecnia) e, incluso, los derivados de la utilización por el hombre de su medio físico (geología ambiental).

El aprovechamiento con fines didácticos o científicos de los rasgos geológicos del municipio de Madrid tiene antecedentes valiosos en las guías geológicas publicadas

entre los años 1.886 y 1.887 por el Boletín de la Institución libre de la Enseñanza (QUIROGA, 1.886, 1.887), mo délicas en cuanto a la consideración de la geología y el medio físico como recurso didáctico y cultural. Otras pu blicaciones en sentido análogo son las de PEREZ DE BARRADAS et al., (1921); PEREZ DE BARRADAS (1924); HERNANDEZ - PACHECO, E. y F. (1921); AGUIRRE et al. (1974); VIDAL - BOX (1976); VILLARROYA (1981) y ROIZ (1983).

La valoración de los recursos geológicos culturales del Término Municipal de Madrid queda referida a su interés estratigráfico, geomorfológico, petrológico, paleontológico, arqueológico, geológico-aplicado o medio ambiental. Aunque inicialmente son utilizables como re ursos todos los elementos geológicos de un determinado entorno, éstos deben ser seleccionados y estructurados con vistas a su mejor aprovechamiento. De aquí la necesidad de definir puntos de interés geológico (P.I.G.) concretos, puntuales o no (áreas singulares), cornisas e itinerarios geológicos que permitan una apreciación inte grada y coherente de aquellos recursos.

La relación de cornisas, entendidas como puntos de visualización de paisajes y elementos geológicos mayores, dentro del término municipal es la siguiente (Fig, 2) :

- Zona norte de Madrid : Cerro Marmota (C-12), Cerro Garabitas (M-23), Templo de Debot (C-2), Cerro Hinojosa (C-13).

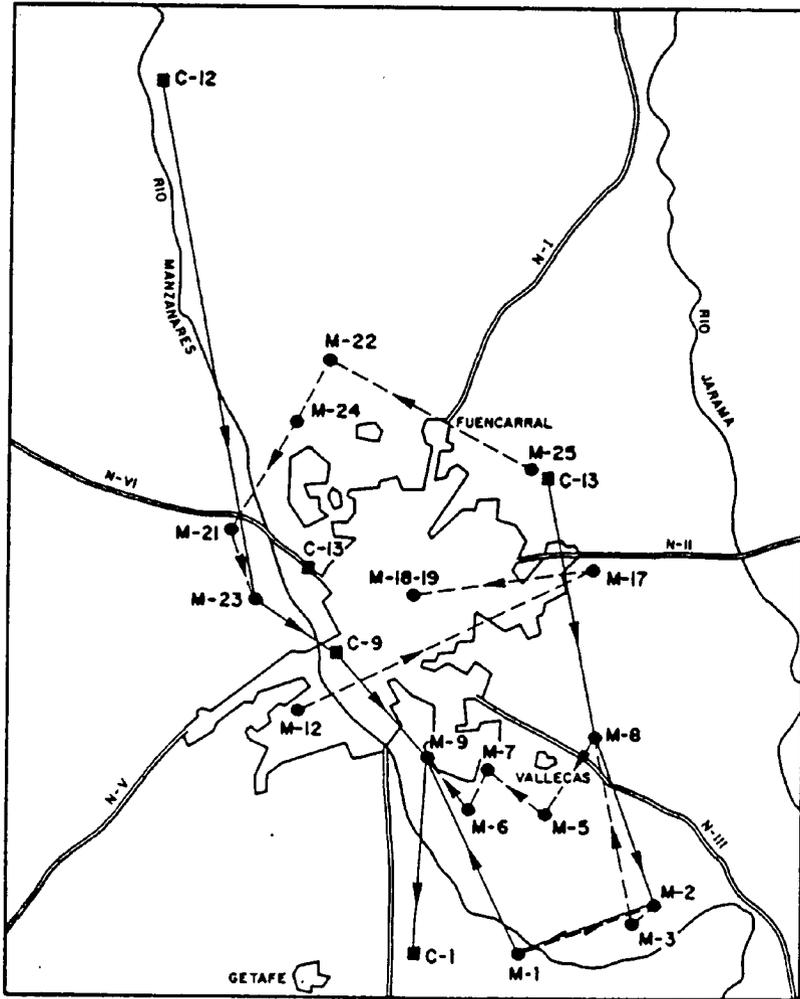
- Zona sur de Madrid : Cerro Negro (M-9), Cerro de los Angeles (C-1), Cerro Almodovar (M-8), Cerro Fraternidad (M-2), Area de Perales del Rio (M-1).

A esta relación de cornisas puede añadirse, aunque ya algo más distanciada del Término, la de los Altos de Paracuellos, con perspectiva amplia de su parte oriental.

Una información suficiente de las características geológicas del término de Madrid y de su patrimonio natural geológico puede ser obtenida con la realización de los siguientes itinerarios (ver gráfico adjunto) :

- Itinerario 1 : NE del barrio de la Fríscola (M-25) Sondeos del Goloso (M-22) - Estación de Pitis (M-24) - Fuente del Rey (M-21) - Cerro Garabitas (M-23).

Constituye un itinerario multidisciplinar en la zona N del término, donde se combinan aspectos hidrogeológicos (sondeos del Goloso, Fuente del Rey) con rasgos litoestratigráficos (contacto entre las unidades 9 y 12 de arcosas y la disposición de acuíferos en relación con este contacto en las proximidades de la Estación de Pitis). Se añade a estos aspectos la observación de relaciones estratigráficas entre depósitos cuaternarios del Jarama (NE de la Fríscola) y del Manzanares (terrazza del Cerro - Garabitas).



0 1 2 3 4 5 KM

- SINGULARIDADES GEOLOGICAS
- CORNISAS SINGULARES
- ITINERARIO CORNISAS SINGULARES
- - - ITINERARIOS GEOLOGICOS

Figura 2.- Situación de puntos de interés geológico e itinerarios dentro del Término Municipal de Madrid.

Cornisas singulares (C) y singularidades geológicas (M) :

C-1.- Cerro de Los Angeles. C-9.- Templo de Debot.
C-12.- Cerro Marmota. C-13.- Cerro Hinojosa.

M-1.- Zona de Perales del Río. M-2.- Cerro Fraternidad.
M-3.- Cerro Mirones. M-5.- Cantera de Cañada. M-6.-
Mercamadrid. M-7.- La Sevillana. M-8.- Cerro Almodovar
M-9.- Cerro Negro. M-12.- San Isidro. M-17.- Estación
de O'Donnell. M-18.- Museo del Instituto Geológico y
Minero. M-19.- Museo de Ciencias Naturales. M-21.-
Fuente del Rey. M-22.- Sondeos de El Goloso. M-23.-
Cerro Garabitas. M-24.- Estación de Pitis. M-25.- N.E.
de La Fríscola.

- Itinerario 2 : Zona de Perales del Rio (M-1) - Ce
rro Fraternidad (M-2) - Cerro Mirones (M-3) - Ce-
rro Almodovar (M-8) - Cantera de Cañada (M-5) - La
Sevillana (M-6) - Cerro Negro (M-9).

La realización de este itinerario supone un recono-
cimiento bastante completo de las características litoestru-
cturales de la parte sur del término municipal. Comienza
con la observación de los niveles más inferiores de la su-
cesión miocena (Yesos masivos y yesos tableados con arcil-
las, frente a Perales del Rio), continuándose con el con-
tacto entre esta unidad yesífera y la unidad de carbona-
tos tableados con arcillas (Cerro de la Fraternidad). Esta
última unidad es visible de forma casi completa en el si-
guiente punto del itinerario (Cerro Mirones). De aquí se
pasa, siguiendo el cambio lateral de facies, a los térmi-
nos arcóscicos distales del Cerro de Almodóvar, con niveles
de sepiolita y antiguos yacimientos de vertebrados. Poste-
riormente, en Mercamadrid se observa la relación vertical
entre las facies de arcillas yesíferas (unidad 3) y la uni-
dad de arcillas verdes con carbonatos, sílex y arenas mi-
cáceas (unidad 6, 7). Destacan en este sentido los aflora-
mientos de la parte NE de Mercamadrid, con sinformas de -
adaptación de la unidad superior a colapsos producidos en
los yesos inferiores; se extraen de su observación las re-
percusiones geotécnicas para este área. El último punto -
del itinerario es la cornisa de Cerro Negro instalada so-
bre un corte bastante limpio de arcillas verdes ("peñue-
las") con algunos niveles de carbonatos.

Además de los puntos descritos, que se refieren esencialmente a la litoestratigrafía del Mioceno, este itinerario permite la observación de varios rasgos geomorfológicos y de la estratigrafía del cuaternario en la zona : geomorfología del valle del Manzanares en Pe^{rales} del Río, relación entre glacis y terrazas en el arroyo de la Gavia (punto de La Sevillana) y desarrollo de procesos de karstificación en yesos fosilizados por depósitos cuaternarios (Cerro de la Fraternidad, Cantera Cañada).

-Itinerario 3 : San Isidro (M-12), Estación de O'Donnell (M-17), Museo del IGME (M-18) y Museo de Ciencias Naturales (M-19).

Constituye un itinerario de interés eminentemente paleontológico, con visita a dos yacimientos al aire libre (San Isidro, O'Donnell), ambos con faunas del Aragoniense medio en facies de arcillas verdes-tránsito a limos arcósicos.

Junto con colecciones más genéricas de minerales y fósiles, tanto el Museo del IGME como el de Ciencias Naturales poseen un número bastante importante de piezas extraídas de los yacimientos clásicos de vertebrados de Madrid, tales como Puente de Vallecas, Cerro de la Plata, San Isidro ó la Hidroeléctrica.

Es de señalar en este sentido la dispersión existente en el patrimonio paleontológico de Madrid, con colecciones de un mismo yacimiento en diferentes museos, tanto dentro como fuera del Municipio, y la evidencia de la pérdida de gran parte de dicho patrimonio por desconocimiento de su actual ubicación.

7.- BIBLIOGRAFIA

AGROMAN (1973).- Datos de geología aplicada del subsuelo de Madrid. Informe inédito.

AGUILA, A. (1962).- Exploraciones recientes en el subsuelo yesífero de Madrid capital. I Col. Internac. sobre Obras Públicas en Terrenos Yesíferos. S.G.O.P., Madrid, t.V, 1-5.

AGUIRRE, E., GOY, A., COMAS, M.J., HERNANZ, J. y MORALES, J. - (1974).- Informe sobre la conservación de sitios de interés geológico y paleontológico en la Región central. Base para el Plan Especial de Protección del Medio Físico de la provincia de Madrid. COPLACO, 83 pp. Inédito.

AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).- Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta sur española. Trabajos Neógeno-Cuaternario, 5, 7-29.

ALBERDI, M.T., JIMENEZ, E., MORALES, J. y SESE, C. (1981).- Morratines : primeros micromamíferos en el Mioceno medio del área de Madrid. Est. Geol., 37, 291-305.

ALBERDI, M.T., HOYOS, M., JUNCO, F., LOPEZ-MARTINEZ, N., MORALES, J., SESE, C. y SORIA, D. (1983).- Biostratigraphie et évolution sédimentaire du Néogène continental de l'aire de Madrid. Interim-Coll. RCMNS. Paleoclimatic Evol. Montpellier, 15-18.

- ALIA, M. (1960).- Sobre la tectónica profunda de la fosa del Tajo. Notas y Com. IGME, 58, 125-162.
- ALIA, M., PORTERO, J.M. y MARTIN ESCORZA, C. (1973).- Evolución geotectónica de la Mesa de Ocaña (Toledo) durante el Neógeno y Cuaternario. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Natural (geol.), 71, 9-20.
- APARICIO, A., BARRERA, J.L., CARABALLO, J.M., PEINADO, M. y TINAO, J.M. (1975).- Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español. Memorias IGME, 88, 147 pp.
- BELLIDO, F., CAPOTE, R., CASQUET, C., FUSTER, J.M., NAVIDAD, M. PEINADO, M. y VILLASECA, C. (1981).- Caracteres generales del Cinturón Hercínico en el sector oriental del Sistema Central Español. Cuad. Geol. Ibérica, 15-52.
- BERGOUNIOUX, F.M. y CROUZEL, P. (1956).- Le genre Serridanancus. C.R. Acad. Sci. Paris, 242, 1750-1753.
- BERGOUNIOUX, F.M. y CROUZEL, P. (1957).- Les Mastodontes fossiles de L'Espagne. Act. Esp. Paleontología de Vertebrados, 8-9, 39-45.
- BERGOUNIOUX, F.M. y CROUZEL, P. (1958).- Les Mastodontes de L'Espagne. Est. Geol, 14, 224-343.
- BUSTILLO, A., y GALAN, E. (1975).- Siliceous rocks in the Tagus Basin center. IX Congr. Int. Sédimentologie, Nice, II, 11-18.

BUSTILLO, A. (1976).- Estudio petrológico de las rocas silíceas miocenas de la Cuenca del Tajo. Est. Geol., 32, 451-498.

CALDERON, S. (1876).- Enumeración de los vertebrados fósiles de España. An. Sec. Esp. Hist. Nat., V., 413-443.

CALVO SORANDO, J.P., ORDÓÑEZ, S., HOYOS, M. y GARCIA DEL CURA M.A. (1983).- Caracterización sedimentológica de la Unidad Intermedia del Mioceno de la zona sur de Madrid. Rev. Mat. Proc. Geol., (en prensa).

CAPOTE, R. y CARRO, S. (1968).- Hoja y Memoria geológica de Alcalá de Henares, nº 560. IGME, Madrid.

CAPOTE, R. y CARRO, S. (1968).- Existencia de una red fluvial intramiocena en la depresión del Tajo. Est. Geol., 24, 91-97.

CAPOTE, R. y FERNANDEZ CASALS, M.J. (1978).- La tectónica post-miocena del sector central de la Depresión del Tajo. Bol. Geol. Min., 89, 114-122.

CHAMLEY, H. (1983).- Indications paleoclimatiques fournies par les successions argileuses du Néogène supérieur Méditerranéen. Interim-Coll. RCMNS. Paleoclimatic Evol. Montpellier, 39-42.

- CRUSAFONT, M. (1952).- Los Jiráfidos fósiles de España. Not. y Com. IGME, 8-239.
- CRUSAFONT, M. (1958).- Endemism and Paneuropeism in Spanish fossil mammalian faunas, with special regard to the Miocene. Soc. Sci. Fennica Comm Biol., 18, 3-30.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J.F. (1947).- Sobre un interesante Rinoceronte (Hispanotherium nov. gen.) del Valle del Manzanares. Nota preliminar. Las Ciencias, 22, 869-883.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J.F. (1951).- Los nuevos mamíferos del Neógeno de España. Not. y Com. IGME, 22, 129-151.
- CRUSAFONT, M. y VILLALTA, J.F. (1954).- Ensayo de síntesis sobre el Mioceno de la Meseta castellana. Bol. R. Soc. - Esp. Hist. Nat. Homenaje a Hernández-Pacheco, 215-227.
- DAAMS, R. y FREUDHENTAL, M. (1981).- Aragonian : the stages concept versus Neogene Mammal zones. Scripta geol., 62, 1-17.
- DAAMS, R. y VAN der MEULEN, A. (1983).- Paleoenvironmental and Paleoclimatic interpretation of Micromammal faunal succession in the Upper Oligocene and Miocene of North-Central Spain. Interim-Coll. RCMNS. Paleoclimatic Evol. Montpellier (pre-print).
- DEPERET, Ch. (1908).- Sur les bassins tertiaires de la Mese-

- ta Espagnole. Bull. Soc. Géol. France, 8, 18-19.
- ESCARIO, V. (1969).- Los suelos de Madrid. Laboratorio del -
Transporte y Mecánica del Suelo. Publ. nº 25.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1840).- Tertiare knochen von Anoplo -
therium?, Choeropotamus, Sus und Mastodon bei Madrid.
N. Jahrb. f. Min. Geogn. Geol. Petro., 221 pp.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1845).- Indicaciones geognósticas so-
bre las formaciones terciarias del centro de España. Ana-
les de Minas, 3, 300-316.
- FAHLBUSCH, V. (1976).- Report on the International Symposium
on Mammalian stratigraphy of the European Tertiary. Mewsl.
Strat., 27, 160-167.
- FERNANDEZ NAVARRO, L. (1904).- Nota sobre el Terciario de los
alrededores de Madrid. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 4, 271-281.
- FUSTER, J.M. y DE PEDRO, F. (1954).- Estudio geológico del bor-
de meridional de la Sierra del Guadarrama entre Torrelodo -
nes y Valdemorillo. Notas y Com. IGME, 35, 43-70.
- GALAN, E. (1979).- The fibrous clay minerals in Spain. Proc. -
8th. Conf. Clay Min. and Petrol., Teplice, 239-249.
- GARCIA DEL CURA, M.A. (1979).- Las sales sódicas, calcosódicas
y magnésicas de la Cuenca del Tajo. Fundación Juan March.
Serie Universitaria, 39 pp.

- GARCIA YAGUE, A. (1973).- La geología de Madrid. Rev.Obras -
Públicas, 1043-1055.
- GERVAIS, P. (1853).- Description des ossements fossiles des
mamíferes rapportés d'Espagne par MM. Verneuil, Collomb
et de Lorrière. Bull.Soc.Geól.France, 10, 147-168.
- GEOCISA (1982).- Informe geotécnico para la Línea 1 del Me-
tro de Madrid, Tramo Portazgo-Santa Eugenia. Inédito.
- GRAELLS, M. (1897).- Fauna mastodológica Ibérica. Mem. R. -
Acad.Cien.Madrid, XVII, 791 pp.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1914).- Los Vertebrados terrestres del
Mioceno de la Península Ibérica. Mem.R.Soc.Esp.Hist.Nat.,
9, 443-485.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1921).- Nuevos yacimientos de Vertebra
dos miocenos y deducciones de orden paleofisiográfico. -
Asoc.Esp.Progr.Ciencias, Congreso de Oporto, 6, 159-170.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1926).- Un nuevo yacimiento de mamíferos
fósiles del Mioceno de Madrid. Bol.R.Soc.Esp.Hist.Nat., 26 -
392-395.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. y HERNANDEZ-PACHECO, F. (1926).- Aranjuez
y el territorio al sur de Madrid. XIV Cong.Geol.Int.Madrid,
Excursión B-3, 7-102.

- HERRAEZ, E. y ALBERDI, M.T. (1983).- Anchiterium aurelianense del yacimiento del Puente de Vallecas. Est.Geol., 39,5/6.
- HOYOS, M., JUNCO, F., PLAZA, J.M., RAMIREZ, A. y RUIZ, J. - (1984).- El Mioceno de Madrid (en prensa).
- HUERTAS, F., LINARES, J. y MARTIN VIVALDI, J.L. (1971).- Minerales fibrosos de la arcilla en cuencas sedimentarias : I Cuenca del Tajo. Bol.Geol.Min., 52, 534-542.
- I.G.M.E.- (1982).- Actualización y mejora del inventario de Rocas Industriales en la provincia de Madrid. Ministerio de Industria y Energía, Comisaria de la Energía y Recursos - Minerales, 109 pp.
- JIMENEZ SALAS, J.A. y SERRANO, G. (1975).- Reconocimiento estratigráfico de detalle de la Unidad Alimentaria de Merca madrid. Informe inédito.
- JUNCO, F. y CALVO SORANDO, J.P. (1984).- Cuenca de Madrid, en Libro Homenaje a J.M. Rios, C.II (en prensa).
- KAUP, J. (1840).- Uber einige tertiare Saugetier-Knochen von Madrid (nach einigen Briefen von Prof. Bonn) N.Jahrb. F. Min. Geogn. Geol. und Petrol., 537-541.
- LARTET, E. (1859).- Sur la dentition des proboscidiens fossiles (Dinotherium, Mastodontes et Elephants) et sur la distribution géographique et stratigraphique de leurs debris

en Europe. Bull. Soc.Géol.France, 16, 469-515.

LOPEZ VERA, F. (1975).- Hidrogeología regional de la cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid. Memorias - IGME, 91, 227 pp.

LOPEZ VERA, F. y PEDRAZA, J. (1976).- Síntesis geomorfológica de la Cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid. Est.Geol., 32, 499-508.

MARTIN ESCORZA, C. (1976).- Actividad tectónica durante el Mioceno de las fracturas del basamento de la Fosa del Tajo. Est. geol., 32, 509-522.

MARTIN ESCORZA, C. (1980).- Las grandes estructuras neotectónicas en la cuenca cenozoica de Madrid. Est.geol., 36, 247-253.

MARTINEZ ALFARO, P.E. (1978).- Contribución al conocimiento de la geología del casco urbano de Madrid. Est.geol., 34, 241-249.

MAZO, A.V. (1976).- El Gomphoterium angustidens (CUVIER) de la Cerámica Mirasierra, Tetuán de las Victorias, Madrid. Est. geol., 32, 331-347.

MAZO, A.V. (1977).- Revisión de los Mastodontes de España. - Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 419 pp

- MEGIAS, A.G., ORDOÑEZ, S., CALVO SORANDO, J.P. y GARCIA DEL CURA, M.A. (1982).- Sedimentos de flujo gravitacional yesífero y facies asociadas en la cuenca neógena de Madrid (España). Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, - Buenos Aires, Actas, II, 311-328.
- MEGIAS, A.G., LEGUEY, S. y ORDOÑEZ, S. (1982).- Interpretación tectosedimentaria de la génesis de fibrosos de la arcilla en series detríticas continentales (Cuencas de Madrid y del Duero) España. Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Buenos Aires, Actas, II, 427-439.
- MEIN, P. (1975).- Propositions de Biozonation du Néogene Méditerranéen á partir des Mammifères. Trabajos Neógeno-Cuaternario, 4, 112-113.
- MEYER, H. von (1844).- Uber die fossilen Knochen aus dem Tertiär Gebilde des Cerro de San Isidro bei Madrid. N. Jahrb. f. Min. Geogn. Geol. und Petro., 289-310.
- OBERMAIER, H. (1925).- El hombre fósil (2ª edición). Com. - Inv. Pal. Prehist., 9, 457 pp. Madrid.
- ORDOÑEZ, S., CALVO SORANDO, J.P. y GARCIA DEL CURA, M.A. (1981) Incidencias de la explotación de rocas industriales en la zona sur de Madrid. Est. Territoriales, 2, 117-129.
- PAQUET, H. y VAUDOUR, J. (1974).- Sols et paléosols argileux

foncés des environs de Madrid. Rev. Geograph. des Pyr. -
et du S.O., 45, 3, 217-242.

PEREZ DE BARRADAS, J. (1924).- Excursiones para el Cuaternario del Valle del Jarama. Ibérica, 22, 25-28

PEREZ DE BARRADAS, J. (1926).- Estudio sobre el terreno Cuaternario del Valle del Manzanares (Madrid). Publ. Ayto. de Madrid, 135 pp.

PEREZ DE BARRADAS, J. (1929).- La colección prehistórica Rondo. Mem.Soc.Esp.Antrop.Etnogr. y Prehist., 8, 161-204.

PORTERO, J.M. et al. (1983).- Hoja y Memoria geológica de Villaviciosa de Odon (18-22). Mapa Geológico Nacional, 2ª - Serie. IGME, (en prensa).

PRADO, C. de (1852).- Note sur la géologie de la province de Madrid. Bull. Soc.géol.France, 10, 168-176.

PRADO, C. de (1864).- Descripción fisiológica y geológica de la provincia de Madrid. Junta General de Estadística, 1-219

QUIROGA, F. (1886).- Excursiones geológicas en los alrededores de Madrid. Bol.Inst.Libre de la Enseñanza, 9, 248-250 y - 263-265.

QUIROGA, F. (1887).- Excursiones al Cerro de Almodovar y San Fernando. Bol. Inst.Libre de la Enseñanza, 241, 59-60.

- RIBA, O. (1957).- Terrasses du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid. INQUA, V Congr.Intern.Livre-Guide, Exc. 5-55.
- ROIZ, J.M.(1983).- Estudio de una parte de la Vega Madrileña. San Fernando de Henares. En : Madrid para la Escuela, Acción Educativa, 167-179.
- ROYO GOMEZ, J. (1921).- Hallazgo de restos de Testudo bolivari junto a la calle de Moret, en Madrid. Bol.R. Soc.Esp.Hist. Nat., 21, 285-286.
- ROYO GOMEZ, J. (1922).- El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. Com. Invest.Paleontol.Prehist., 30, 230 pp.
- ROYO GOMEZ, J. (1923).- El Mioceno de Vallecas (Madrid) y comarcas próximas. Asoc.Esp.Progr.Ciencias, Congreso de Salamanca, 6, 107-120.
- ROYO GOMEZ, J. (1926).- Tectónica del Terciario continental Ibérico. XIV Congr.Internat.Géologie, Espagne., 2 fasc. - 593-624.
- ROYO GOMEZ, J. (1928).- El Terciario continental de la Cuenca Alta del Tajo. Datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid, Hoja nº 560, Alcalá de Henares.
- ROYO GOMEZ, J. y MENENDEZ PUGET, J. (1929).- Hoja y Memoria geológica de Madrid (nº 559). Instituto Geológico Minero

de España, 1ª edic., 1ª serie.

SAN JOSE, M.A. (1974).- Hidrogeología de la Cuenca del Tajo. - Seminario sobre Metodología para Estudios Hidrogeológicos regionales y Evaluación de Recursos Hidráulicos. Departamento de Geodinámica Externa, Universidad Complutense.

SAN JOSE, M.A. (1975a)- Hoja y Memoria geológica de Arganda, (nº 20-23). IGME, Mapa Geológico Nacional, 2ª serie.

SAN JOSE, M.A.(1975b).- Hoja y Memoria geológica de Chinchón (nº20-24), IGME, Mapa geológico Nacional, 2ª serie.

S.G.O.P. (1974).- Nota informativa sobre la visita realizada al Sondeo nº 1 de El Pardo. (Madrid). Informe inédito.

VAUDOUR, J. (1979).- La Région de Madrid : altérations, sols et paléosols. Edit. Ophrys, Paris, 390 pp.

VEGAS, R. y BANDA, E. (1982).- Tectonic framework and Alpine evolution of the Iberian Peninsula. Earth Evolution Sciences, 4, 320-343.

VEGAS, R., PEREZ GONZALEZ, A. y MINGUEZ, F. (1975).- Mapa y Memoria geológica de Getafe (nº 19-23). IGME, Mapa Geológico Nacional, 2ª serie.

VIDAL BOX, C. (1942).- La línea morfotectónica meridional de la Sierra del Guadarrama. Bol.R.Soc.Esp.Hist.Nat., 40, 117-132.

- VIDAL BOX, C. (1976).- Guía de los recursos pedagógicos en Madrid y sus alrededores. Patronato José María Quesada C.S.I.C., Madrid, 487 pp.
- VILANOVA, J. (1872).- Noticias sobre los restos de un gran mamífero. An.Soc.Esp.Hist. Nat., II
- VILANOVA, J. (1876).- Noticia de algunas particularidades del corte de San Isidro. Actas Soc.Esp.Hist.Nat. V, - 45-46.
- VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1945).- Un Anchiterium en el Pontense español, Anchiterium sampelayoi nova sp. Not. y Com. Inst.Geol.Min.España, 14, 3-31.
- VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1948).- Les sigements de Mammifères du Miocène espagnol. VII. Bassis du Tage. - C.R.Somm.Soc.Géol.France, 9-10, 167-169.
- VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT, M. (1955).- Chilotherium quinta-lenensis, sinónimo de Hispanotherium matritensis. Not. y Com. Inst. Geol. Minero España, 33, 25-31.
- VILLALTA, J.F., CRUSAFONT, M. y LAVOCAT, R. (1946).- Primer hallazgo en Europa de Rumiante fósiles tricornios. Publ. Museo Sabadell Com. Cient. Paleont., 1-4
- VILLALTA, J.F., CRUSAFONT, M. y LAVOCAT, R. (1949).- Sobre un nuevo grupo de Rumiante fósiles europeos. Bol. R. -

Soc. Esp. Hist. Nat., Tomo extraordinario, 1946 - 459-470.

VILLARROYA, F. (1981).- Itinerarios geológicos en la Fosa del Tajo. La Cuenca del río Henares (Guadalajara-Madrid). Actas 1er. Simp. Nac. Enseñ. de la Geología, Madrid. Ed. Universidad Complutense, 327-337.

WERNERT, P. y PEREZ DE BARRADAS, J. (1921).- El Cuaternario del Valle del Manzanares (Madrid). Ibérica, 375, 233-235.