

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
E. 1:50.000

**LA PUEBLA DE ARGANZON**

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por Compañía General de Sondeos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME., habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En Cartografía: J. M. Martín Alafont, J. M. Portero y O. Riba.

En la Memoria: J. M. Martín Alafont, J. Ramírez del Pozo y J. M. Portero.

Los trabajos de Laboratorio han sido realizados por M. J. Aguilar (Sedimentología) y J. Ramírez del Pozo y María del Carmen Leal (Micropaleontología).

Supervisión del IGME: T. Olaverri Capdevila.

#### **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por.

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 29.491 - 1978

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

## 1 INTRODUCCION

La Hoja de La Puebla de Arganzón está situada al sur de Vitoria y pertenece a la provincia de Alava, menos en su zona central, ocupada por el enclave del Condado de Treviño, que forma parte de la administración burgalesa. Queda limitada al Norte por la extensa llanada alavesa y al Sur por las estribaciones de la Sierra de Cantabria. Los montes de Vitoria la cruzan en dirección NO.-SE., casi diagonalmente, formando su línea de cumbres la divisoria provincial entre Alava y Burgos, con alturas del orden de 1.000 a 1.200 m., que contrastan con las medias de 700 m. de la llanada alavesa y de 800 m. del Condado de Treviño.

La red hidrográfica se reduce al río Zadorra y al río Ayuda, afluente del anterior, como representantes de cierta importancia; los demás, son arroyos de caudales muy reducidos y a veces secos. El colector principal es el río Ebro, a través del Zadorra, al que llegan la totalidad de los caudales del resto de los componentes de la red.

Climatológicamente, y aunque contrasta a veces el Condado de Treviño (zona central), la zona es bastante húmeda y de alta precipitación, pues alcanza valores en la humedad relativa media de 70 por 100 en verano y de 85 por 100 en invierno, y una precipitación media anual de 725 mm. Asimismo, la nubosidad, típica característica de la región geográfica, es muy alta, siendo estadísticamente tan sólo 72 los días de sol al año.

Los núcleos de población más importantes son La Puebla de Arganzón y Nanclares. Al sur de Vitoria, dada su proximidad, existen un buen número de pequeñas poblaciones en las carreteras que convergen a ella. La zona más despoblada se sitúa hacia el Este, y tanto en el Condado de Treviño,

como en toda la franja Sur se ubican gran número de pequeños pueblos, eminentemente agrícolas.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja se halla situada en la Cuenca Cantábrica y más concretamente en el Surco Alavés, que se caracteriza por el gran espesor de sedimentos depositados durante el Cretácico Superior. En su borde Sur están representadas las estribaciones de la Sierra de Cantabria. La mayor parte de la Hoja forma parte de la Depresión terciaria de Miranda-Treviño (incluida en el Surco Alavés) en la que se depositaron potentes series continentales del Oligoceno y Mioceno.

Afloran en la Hoja materiales triásicos del Keuper, no estando representado el Jurásico y faltando la mayor parte del Cretácico Inferior, pues sólo aparece un pequeño retazo de arenas albiense, así como los términos más antiguos del Cretácico Superior (Cenomaniense y Turoniense). El Coniaciense, Campaniense y Maastrichtiense, están ampliamente representados en el norte de la Hoja y el Terciario, tanto de facies marina como continental, afloran extensamente ocupando los dos tercios de la superficie estudiada. Sin embargo, los sondeos petrolíferos profundos realizados revelan la existencia en profundidad de Jurásico, Aptiense, Cenomaniense y Turoniense. Los sedimentos cuaternarios son poco importantes, reduciéndose a algún aluvial en lechos de ríos, principalmente el Zadorra y el Ayuda, y a alguna terraza del primero. Al norte de la Hoja existen materiales cuaternarios de muy poca potencia, rellenando lechos fluviales en la llanura (Llanada Alavesa).

La minería es muy pobre de recursos y sólo han existido intentos de explotación del lignito que se intercala en las arenas albiense en Peñacerrada-Moraza. Por otro lado, se aprovechan materiales del Coniaciense para la construcción en general, en canteras existentes en las proximidades de Nanclores de la Oca y Gomecha.

La Hoja ha sido realizada partiendo de una información estratigráfica de gran calidad, constituida por los informes internos y mapas inéditos propiedad de CIEPSA.

En la información estratigráfica del Mesozoico destacan los trabajos de RAMIREZ DEL POZO (1967, 1971) y en la cartográfica la recopilación hecha por SCHMITZ a escala 1:50.000.

También destacan los trabajos del Dr. O. RIBA ARDERIU sobre el Terciario continental de la Depresión terciaria de Miranda-Treviño (1956, 1957 y 1961). Esta Hoja, junto con la de Landaco (21-06), Elorrio (22-06), Vitoria (22-07), Salvatierra (23-07), Eulate (23-08) y Casalarreina (21-09), pertenecientes a los bloques 5-6, 5-7 y 5-8, han sido realizadas por «Compañía General de Sondeos, S. A.» utilizando un equipo de su Departamento de Geología constituido por los geólogos: José Ramírez del Pozo, José Manuel Portero, Francisco Carreras, Alfonso Olivé, Pedro del Olmo y José María Alafont, Mariano Aguilar Tomás y María del Carmen Leal Martín.

## 2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja afloran sedimentos pertenecientes al Triásico, Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario.

Del Triásico está representado, exclusivamente, el Keuper arcilloso-evaporítico.

El Cretácico Inferior aparece exclusivamente en afloramientos tectonizados (diapiros), siendo la «Formación de Utrillas» su único representante.

El Cretácico Superior está ampliamente representado en el tercio norte de la Hoja, donde afloran materiales que van desde el Coniaciense Medio al Maastrichtiense.

En el Paleoceno se han reconocido sedimentos del Daniense, Montienze y Thanetiense, que orlan al Cretácico Superior en todo el área sinclinal de Treviño.

El Eoceno sólo está representado en su subserie inferior y sus afloramientos están localizados en el borde Sur.

El Oligoceno y Mioceno están formados por sedimentos netamente continentales que afloran en una extensa mancha en el centro de la Hoja.

El Cuaternario forma recubrimientos de reducida extensión. Los sondeos petrolíferos profundos realizados en el área de la Hoja revelan la existencia en profundidad de Jurásico (Treviño 4), Aptiense (Castillo 5) y Cenomaniense, Turoniense y Coniaciense Inferior (Treviño 2, Treviño 3, Castillo 1, 2, 3, 4 y 5 y Vitoria W-1).

### 2.1 TRIASICO

#### 2.1.1 KEUPER (T<sub>cg</sub>)

Aflora únicamente en el borde sur de la Hoja, en el área de Moraza, y lo constituyen materiales típicos de esta facies, como son las series de arcillas abigarradas, de tonos rojizos, los depósitos evaporíticos y algún vestigio muy poco importante de material volcánico (ofitas) en forma de pequeños fragmentos dispersos. Ya dentro de la chimenea diapírica y por medio de sondeos profundos, se ha comprobado regionalmente que los materiales más frecuentes son la sal y la anhidrita, en los que flotan numerosos bloques de cronología muy variada. El carácter diapírico de este afloramiento no permite estimar la potencia.

Los sondeos de Treviño 1, 3 y 4 revelan la existencia en profundidad, bajo el Terciario continental, de un importante área diapírica en la zona en donde se ubican dichos sondeos.

## 2.2 RETHIENSE Y JURASICO (T<sub>A33-J</sub>)

Como se ha indicado anteriormente no aflora, habiendo sido detectada la presencia de esta unidad en el sondeo de Treviño 4, en donde se cortó un gran bloque de Jurásico englobado en el Keuper. Entre los 2.075 y 2.480 m. de profundidad se cortaron 150 m. de margas y calizas arcillosas del Oxfordiense, 115 m. de calizas arcillosas y margas del Calloviense, 15 m. de calizas Bathonienses, 25 m. de calizas con intercalaciones margosas del Bajociense Superior, 55 m. de margas del Bajociense Inferior-Medio y Toarciense, 20 m. de margas calcáreas del Pliensbachiense y, por último, 25 m. de carniolas con anhidrita del Infralías (Rethiense-Hettangiense).

## 2.3 CRETACICO INFERIOR

### 2.3.1 APTIENSE (C<sub>15</sub>)

Ha sido atravesado en el sondeo Castillo 5 entre los 5.175 y 5.510 m. de profundidad, en donde reposa directamente sobre sedimentos triásicos (Rethiense y Keuper).

Viene definido por una serie de 400 m., en la que alternan las calizas con Orbitolinas y calizas con Rudistas con niveles de terrígenos arcillosos y areniscosos. Se trata de materiales depositados en el borde de la cuenca aptiense, en los que son muy importantes las intercalaciones detríticas.

### 2.3.2 ALBIENSE-CENOMANIENSE INFERIOR (C<sub>16-21</sub><sup>0-1</sup>)

Al norte del afloramiento triásico, se encuentran materiales detríticos, en facies Utrillas, pertenecientes al Albiense, que han sido arrastrados en la ascensión del diapiro de Peñacerrada. Está constituido por arenas y areniscas mal clasificadas y ocasionalmente arcillas, conteniendo a veces microconglomerados silíceos. Estos materiales detríticos contienen lechos con abundante materia orgánica, generalmente lignitos, antiguamente explotados. Se trata de sedimentos arcósicos de génesis continental totalmente azoicas.

Las facies intermedias de tránsito entre sedimentos continentales y de centro de cuenca con influencia netamente marina, han sido atravesadas por los sondeos de Añastro 1 y Treviño 3. Se trata de series ciclotemáticas (molásicas) en las que alternan los términos marinos con otros de clara influencia continental.

## 2.4 CRETACICO SUPERIOR. FACIES MARGOSAS (SURCO ALAVES)

Ha sido estudiado en las columnas de Ariñez (X=673.493; Y=914.670), Berrosteguieta (X=680.304; Y=913.229), Olarizu (X=683.695; Y=914.028) y Ullibarri-Oquina (X=687.651; Y=913.346).

#### 2.4.1 CENOMANIENSE (C<sub>21</sub><sup>1-3</sup>)

No aflora en superficie, pero ha sido atravesado en numerosos sondeos.

En el área de los sondeos de Castillo 1, 2, 4 y 5 y Vitoria W-1, el Cenomaniense está representado por una potente serie del orden de 1.000 m. de espesor. En su parte inferior predominan los terrígenos (areniscas, arcillas, margas arenosas y alguna intercalación calcarenítica con *Orbitolinas*), mientras que en la superior alternan calizas arcillosas y margas con *Rotalipora*. Se ha detectado un hiato a techo del Cenomaniense.

En la zona de los sondeos de Añastro 7 y Treviño 2 y 3 se perforó una serie de 300 a 500 m., en la que alternan las calcarenitas con niveles terrígenos de areniscas y arcillas (predominantes en la mitad inferior) y con niveles de margas y arcillas. Se trata de facies de tránsito entre las exteriores de plataforma o batiales del Surco Alavés y las neríticas con *Prealveolina* y *Orbitolina* de la Sierra de Cantabria. También aquí existe un hiato en el techo del Cenomaniense, más acusado que en Castillo.

#### 2.4.2 TURONIENSE Y CONIACIENSE INFERIOR (C<sub>22-23</sub><sup>0-1</sup>)

Definido en todos los sondeos que lo han atravesado (Vitoria W-1, Castillo 1, 2, 3, 4 y 5, Añastro 1 y Treviño 2 y 3) por una serie de alternancias de calizas arcillosas y margas dominantes muy compactas con *Globotruncana*. En la base aparecen frecuentemente uno o varios bancos de calizas microcristalinas («caliza de Gárate») que corresponden al Turoniense Inferior. En el área de los sondeos de Vitoria y Castillos el espesor de esta unidad oscila entre los 500 y 600 m., mientras que más al Sur, en la zona de los sondeos de Añastro 1 y Treviño, el espesor no sobrepasa los 250 m., aproximadamente.

#### 2.4.3 CONIACIENSE MEDIO (C<sub>23</sub>)

Aflora en el borde NO. de la Hoja, en la terminación sur del anticlinal de Zuazo.

Está constituido por un conjunto de calizas microcristalinas, en ocasiones arcillosas, localmente dolomitizadas. Hacia el techo hay intercalaciones de margas hojosas. La microfacies de las calizas presenta todos los pasos entre biopelmicritas e intrabiomicritas que, en ocasiones, están muy recristalizadas. En la zona ocupada por la Hoja se presenta esta serie caliza, afectada por una importante red de diaclasas, muy visible en las fotografías aéreas. Esta unidad ha sido denominada en la literatura regional como «Caliza de Sulijana».

#### 2.4.4 CONIACIENSE SUPERIOR-SANTONIENSE INFERIOR (C<sup>3-1</sup><sub>23-24</sub>)

Comienza este tramo con unas calizas microcristalinas, arcillosas y parcialmente dolomitizadas, bien estratificadas en bancos pequeños; estas calizas van pasando paulatinamente a margas calcáreas de color grisáceo. Las calizas son poco fosilíferas y contienen secciones de *Haplophragmium* sp, *Marssonella* sp y *Tritaxia* sp. A continuación se sedimenta una serie monótona de margas grises, algo micáceas y laminares, generalmente calcáreas (biopelmicritas) con raras *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Globotruncana*, *Marssonella*, *Tritaxia*, etc. En los levigados se han clasificado: *Globotruncana marginata* REUSS, *Globotruncana concavata* DALBIEZ, *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ.), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana* cf. *fornicata* PLUMM., *Marssonella trochus* D'ORBIGNY, *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Lituola irregularis* (ROEM.), *Clavulinoides aspera* CUSHM., *Gyroidinoides natica* REUSS, *Pseudovalvulineria* cf. *costata* (BROTZ.), *Marginulina trilobata* D'ORBIGNY, *Dentalina* sp y *Lenticulina* sp.

En el techo se han determinado algunos microfósiles, como *Hemiaster* sp, *Trigonia limbata* D'ORB. y *Pycnodonta vesicularis* LAMARCK. El espesor de la unidad es del orden de 650 m.

#### 2.4.5 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C<sup>23</sup><sub>24</sub>)

Aflora en el ángulo NO. de la Hoja y ha sido estudiado en el corte de Arriñez, en donde está definido por 500 m. de margas grises, hojosas o laminares y a veces nodulares. Entre las capas de margas se sitúan, a modo de juntas, margas arcillosas más blandas.

Las microfacies son de biomicritas y biopelmicritas. Las margas contienen numerosos restos de Equínidos. Los microfósiles más frecuentes observados han sido: *Globotruncana concavata carinata* DALBIEZ, *Globotruncana concavata concavata* (BROTZ.), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Heterohelix* cf. *semicostata* (CUSHM.), *Gyroidinoides nitida* REUSS, *Cibicides excavata* BROTZ., *Pseudovalvulineria* cf. *costata* (BROTZ.), *Heterohelix* cf. *semicostata* (CUSHM.), *Lituola irregularis* (ROEM.), *Marginulina trilobata* D'ORB., *Gaudryina rugosa* D'ORB., *Clavulinoides aspera* CUSHM., *Arenobulimina preslii* (REUSS), *Spiroplectammina baudoniana* D'ORB., *Verneuillina limbata* CUSHM., *Tritaxia ellipsorae* CUSHM., *Triplasia* cf. *autocarinata* ALEX y SHIDT. y *Lenticulina* sp.

Asimismo se han determinado los siguientes microfósiles: *Micraster coranguinum* (LESKE), *Cyclolites elliptica* LAMARCK, *Placosmilia vidali* MALL., *Orbignyia heberti* MUNCHALM., *Mortonicerias (Texanites) texanus* ROEMER.



#### 2.4.6 CAMPANIENSE INFERIOR-MEDIO (C<sub>25</sub><sup>12</sup>)

Se desarrolla en el borde norte de la Hoja, en una extensa franja adosada a los Montes de Vitoria.

En las series en que se ha estudiado, el Campaniense Inferior-Medio queda incompleto, pero aun así se han medido 1.030 m. en Berrosteguieta y 880 en Ullibarri. La columna de Aríñez, incompleta al techo, tiene estudiados unos 300 m. de serie. En Olarizu se han muestreado 300 m. de la parte superior de la serie.

De cualquier forma se puede calcular, con error pequeño, que la potencia máxima de la secuencia margosa del Campaniense Inferior-Medio es de unos 1.300 m.

En la zona, el Campaniense Inferior-Medio está definido por una monótona serie de margas de tonos grises, nodulosas en unos niveles y hojosas en otros, con abundantes Equinodermos y otros microfósiles: *Echinocorys vulgaris* BREYNIUS (= *E. scutatus* LESKE), *Micraster coranguinum* (LESKE), *Cyclolites elliptica* LAMARCK, *Menabites (Delawarella) suffetulensis* (P).

Estas margas contienen una riquísima asociación de microfósiles, entre los que destacamos como más frecuentes: *Lituola irregularis* (ROEM.), *Gaudryina cf. rugosa* D'ORB., *Cibicides excavata* BROTZ., *Cibicoides voltzina* (D'ORB.) (en parte superior), *Pseudovalvulineria clementiana* (D'ORB.), *Verneuilina limbata* CUSHM., *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Marginulina trilobata* D'ORB., *Globotruncana elevata* BROTZ., *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ.), *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Nonionella cf. cretacea* CUSHM., *Pseudovalvulineria monterelensis* (MARIE), *Goupillaudina cf. lecointrei* MARIE, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.) (en parte superior), *Goupillaudina daguini* MARIE (en la parte superior), *Bolivinooides granulatus* HOFKER, *Bolivinooides draco miliaris* HILT. y KOCH (en la parte más superior), *Pterigocythereis* sp, *Cythereis* sp, *Cythere cf. multilamella* BOSQUET y *Cythere horridula* BOSQUET.

Tanto los niveles intercalados de calizas arcillosas como los nódulos de los tramos de margas nodulosas son calcilutitas (biomicritas y biopelmicitas) arcillosas con *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Goupillaudina*, *Globotruncana*, *Marssonella*, *Pseudovalvulineria*, *Tritaxia*, *Heterohelix*, Ostrácodos, restos de Equinodermos, etc. En algunos lugares se observan intercalaciones lenticulares de calcirruditas de matriz gruesamente cristalina (intrabiosparruditas), con conchas de Moluscos, *Lithothamnium* y otros fósiles no determinables (corte de Olarizu). Estas calcirruditas tienen un espesor no superior a los 25 m. y pasan lateralmente a las margas descritas.

Hacia el techo de esta unidad, en el paso del Campaniense Superior, las margas se hacen arenosas o limolíticas, al tiempo que se intercalan niveles más arcillosos de tonos gris-ceniza, muy plásticos. En estos niveles aparecen

por primera vez *Orbitoides tissoti* SCHLUMB., *Siderolites vidali* SCHLUMB., *Bolivina incrassata* REUSS y *Goupillandina daguini* MARIE, indicando el paso al Campaniense Superior.

#### 2.4.7 CAMPANIENSE SUPERIOR (C<sub>25</sub><sup>3</sup>)

Aflora en los Montes de Vitoria, en una franja que se extiende de Este a Oeste y en el borde SE. de la Hoja.

El Campaniense Superior está constituido por arenas y areniscas de tonos amarillentos y rojizos de matriz calcárea, con algunas intercalaciones de margas limolíticas y calcarenitas gruesas, de matriz esparítica (biosparita), arenosas con *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Orbitoides tissoti* (SCHLUMB.), *Monolepidorbis*, Rotálidos y fragmentos de conchas de Moluscos y de Equinodermos.

Los bancos de constitución blanda son generalmente azoicos, pero en algunas muestras se han observado los siguientes microfósiles: *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Gyroidinoides nitida* REUSS, *Marginulina trilobata* D'ORB., *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ.), *Nonionella* cf. *cretacea* CUSHM., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Pseudovalvulineria monterelensis* (MARIE), *Goupillandina daguini* MARIE, *Cibicoides voltziana* (D'ORB.), *Anomalina* cf. *lorneiana* D'ORB., *Orbitoides tissoti* SCHLUMB., *Monolepidorbis sanctae pelagiae* ASTRE y *Siderolites vidali* SCHLUMB.

Frecuentemente se observan algunos Lamelibranquios (*Gryphaea*, *Pecten*, *Ostrea proteus* (?) REUSS), especialmente en los bancos calizos. Son frecuentes en esta serie esencialmente terrígena los fenómenos de «slumping», las estratificaciones cruzadas, acuñaientos de capas y la presencia de superficies oxidadas.

En Berrosteguieta, se han medido unos 420 metros de serie, mientras que en Ullibarri de los Olleros-Oquina la potencia de la unidad alcanza los 520 metros.

#### 2.4.8 MAASTRICHTIENSE (C<sub>26</sub>)

Aflora de forma discontinua orlando los materiales del Campaniense Superior en la zona norte de la Hoja, en donde, muchas veces, desaparece bajo los conglomerados del Terciario continental.

Representado por unos 95 m. aproximadamente de calcarenitas arenosas (biosparitas) con: *Orbitoides media* (D'ARCH), *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK, *Lepidorbitoides socialis* (LEYM), *Siderolites* cf. *olaztiensis* R. GAONA, *Omphalocyclus macroporus* (LAMARCK), *Clypeorbis mammillata* (SCHLUMB.), *Hellenocyclina beotica* (SCHLUMB.), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), y *Lithothamnium*, que alternan con margas arenosas y areniscas con *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.) y Orbitoíidos.



El algunos niveles son frecuentes los restos de Ostreidos y de Lamebránquios en general.

#### 2.4.9 CAMPANIENSE SUPERIOR Y MAASTRICHTIENSE ARENOSOS (C<sub>25-26</sub><sup>3-0</sup>)

Aflora en retazos en el norte de la Hoja y con mayor extensión en el cuadrante SE. de la misma.

En Ullibarri de los Olleros se han medido 203 m. de serie arenosa del Maastrichtiense, observándose un notable cambio lateral de facies.

La serie se define por arenas y areniscas, de tonos amarillentos, normalmente bien seleccionadas, de morfoscopia subredondeada y con intercalaciones de margas arenosas bandeadas de coloraciones grises y amarillentas. Contienen: *Lepidorbitoides socialis* (LEYM), *Clypeorbis mammillata* (SCHLUMB), *Cibicoides* cf. *voltziana* (D'ORB.), *Gaudryina rudita* SANDIDGE., *Anomalina lorneiana* D'ORB., *Quinqueloculina* sp., *Bairdia* sp. y *Cytherella* sp.

Dada la naturaleza predominantemente arenosa de la unidad, la separación del Campaniense Superior y el Maastrichtiense se hace muy dificultosa en el campo, por lo que se incluye parte del primero en esta unidad cartográfica. Este hecho se acentúa en el sur de la zona estudiada.

#### 2.5 CRETACICO SUPERIOR. FACIES CALIZO-DOLOMITICA (SIERRA DE CANTABRIA)

Aflora exclusivamente en el borde sur de la Hoja, en el flanco norte del Anticlinal del Ocio, en la zona de Peña Agua (X = 670.500; Y = 896.450). Este Cretácico Superior ha sido estudiado en la vecina Hoja de Haro, en áreas muy próximas a la que ahora nos ocupa (Ocio).

#### 2.5.1 CONIACIENSE-SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (C<sub>23-24</sub><sup>0-2</sup>)

Se pueden distinguir, de abajo a arriba, tres niveles:

- El inferior, constituido por unos 15 m. de calcarenitas de grano medio, compactas, blanquecinas, estratificadas en bancos gruesos (intraesparitas y biopelsparitas) con *Idalina antiqua* D'ORB., *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Quinqueloculina* y Briozoos.
- Unos 30 m. de dolomías secundarias, vacuolares, sacaroideas, de tonos amarillentos, azoicas.
- El superior, integrado por 40 m. de calcarenitas gruesas, gris-rojizo claro, ocasionalmente arenosas (Biosparitas) con *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Idalina antiqua* D'ORB., Miliólidos, Briozoos, Gasterópodos, Valvulinidae y Algas calcáreas (*Acicularia*, *Halimeda*).

En la Hoja de La Puebla solamente están representados los dos niveles superiores.

### 2.5.2. SANTONIENSE SUPERIOR (C<sub>24</sub><sup>3</sup>)

Definido por 120 m. en total de calcarenitas arenosas, gris rojizas, en bancos gruesos (pelmicritas y pelsparitas) con: *Lacazina elongata* MUN-CHALM, *Quinqueloculina* sp., *Rotalia* cf. *reicheli* HOTTING, *Vidalina hispanica* SCHLUMB, *Dictyopsella* cf. *kiliani* MUN-CHALM, y *Discyclina* cf. *schlumbergeri* MUN-CHALM.

### 2.5.3 CAMPANIENSE (C<sub>25</sub>)

Completan la serie 80 m. de areniscas muy calcáreas de tonos rojizos, grano medio, compactas, generalmente azoicas, al que se superpone un banco de calizas grises, de 10 m. de espesor, muy arenosas con algunos Miliólidos y Briozoos. Asignamos, a falta de fósiles-guía, al Campaniense todo este tramo terrígeno, aunque no se puede descartar la posibilidad de que incluya parte del Maastrichtiense.

Frecuentemente aparecen en esta unidad niveles de arenas y arcillas continentales de facies «utrilloide».

## 2.6 TECHO CRETACICO Y PALEOCENO

### 2.6.1 MAASTRICHTIENSE-DANIENSE-MONTIENSE Y THANETIENSE (C<sub>26</sub>-T<sub>13</sub><sup>A</sup>)

Aflora en la zona suroccidental bajo la serie continental del Oligoceno, al sur del Sinclinal de Treviño. En esta zona se agrupa todo el Paleoceno, excepción hecha de los niveles arenosos del Thanetiense más superior, dada la constante y monótona naturaleza calizo-dolomítica de la serie. Por el conocimiento regional (Hoja 21-09, Casalarreina) y por la naturaleza discordante de esta unidad sobre los niveles del Campaniense arenoso, discordancia que en la Hoja 23-08 (Eulate) se sitúa en el Maastrichtiense, incluimos en la base dolomítica de este tramo, parte del Maastrichtiense.

Ha sido estudiado en el corte de Portilla (X = 669.663; Y = 896.405) y en el área de Moraza (X = 678.500; Y = 896.900).

En Portilla, sobre el Cretácico Superior se apoyan 45 m. de dolomías, calcarenitas y calizas arenosas más o menos dolomitizadas, en posición vertical, estratificadas en potentes bancos y de colores blanco-rosados. Siguen 18 m. de calizas (biomicritas y biosparruditas) que, en su base, están dolomitizadas, con: *Fallotella alavensis* MANGIN, *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Pseudochrysalidina* sp., *Idalina* sp., *Terquemella* sp., *Lithothamnium* sp., *Distichoplax biserialis* (DIETR), Algas solenoporáceas, Gasterópo-

dos, Políperos y restos de Equinodermos, que corresponden a la base del Thanetiense.

En la zona de Moraza, cercana al diapiro, se observa en la base un tramo potente, de dolomías, sobre las que yacen biomicritas de tonos rosados (calizas arenosas) con unos 90 m., de potencia, que contienen Algas rodoíceas (*Lithothamnium* y *Distichoplax biserialis* (DIETRICH) y Algas solenoporáceas, que corresponderían al techo del Montienense. Encima de esta caliza de algas se sitúan unas calizas estratificadas en delgadas capas (biomicritas gravelosas) con una potencia de 10-15 m. con: *Fallotella alavensis* MANGIN, *Glomalveolina primaeva* REICHEL y grandes Valvulínidos. Este tramo correspondería al Thanetiense. Termina la serie con unas calizas con Characeas, Ostrácodos y *Microcodium*, parcialmente dolomitizadas, que indican paso lateral a facies «Garumnense».

## 2.7 PALEOCENO

Sus afloramientos se sitúan, a modo de retazos, en la mitad oriental de la Hoja de La Puebla de Arganzón debido a que los conglomerados del Terciario continental solapan la serie infrayacente, llegando a situarse sobre términos más antiguos del Cretácico Superior.

Ha sido estudiado en las secciones de Berrostequieta (X = 680.304; Y = 913.229) Ullibarri-Oquina (X = 687.651; Y = 913.346) Arlucea (X = 693.490; Y = 902.525) Oquina-Saseta (X = 690.425; Y = 906.645) y Portilla (X = 669.663; Y = 896.405).

### 2.7.1 PALEOCENO INFERIOR. DANIENSE-MONTIENSE (T<sub>11-12</sub><sup>A</sup>)

Sus afloramientos más orientales se ubican en la columna de Berrostequieta, en donde aparecen unos pocos metros de calizas dolomíticas y dolomías finas, grises y duras con intercalaciones margosas que se encuentran biseladas por los conglomerados del Terciario continental. Hacia el Este, se desarrolla en una estrecha franja yacente sobre el Maastrichtiense. También está representado en el borde suroriental de la Hoja.

Normalmente el Paleoceno Inferior comienza por un potente tramo de dolomías y calizas dolomíticas con intercalaciones, preferentemente en la base, de calizas (biomicritas) bien estratificadas y que puede ser asignado por microfacies y fósiles al Daniense en líneas generales, aunque a veces la dolomitización afecta a términos más superiores del Montienense.

Así, en Arlucea se tienen unos 135 metros de dolomías y dolomías alteradas de aspecto margoso. En la base hay un tramo de unos 15 metros de espesor de calizas (biomicritas) con secciones de *Globigerinoides* cf. *daubjergensis* (BRONN), *Globigerina* cf. *triloculinoides* PLUMM, *Cibicides* sp., *Terquemella* sp., *Ataxopharagmiidae*, Políperos, Briozoos y Ostreidos.

La parte superior del Paleoceno Inferior (Montiense), viene definido por una serie de calcarenitas y calizas (biomicritas con intraclastos) en ocasiones muy recrystalizadas, de tonos amarillentos y blanquecinos, que tienen un espesor comprendido entre 50 y 70 metros y contienen secciones de *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Rotalia trochidiformis* (LAM), *Globigerina* cf. *triloculinoides* PLUMM, *Discocyclusina seunesi* (DOUV), Algas rodofíceas, como *Distichoplax biserialis* (DIETRICH), *Lithothamnium* sp., Algas solenoporáceas, Políperos, Briozoos, Ostreidos, etc. Son frecuentes los cambios de facies, sobre todo en la parte oriental, intercalándose en el techo niveles de dolomías oolíticas y dolomías alteradas de aspecto margoso.

En Ullibarri-Oquina se observa un corte bastante semejante comenzando con 21 metros de calizas bien estratificadas (biomicritas), localmente dolomitizadas, a las que siguen 280 m. de dolomías alteradas, margas dolomíticas blanquecinas con intercalaciones de dolomías, calizas arcillosas (biomicritas) y calizas oolíticas. En esta serie se han determinado los siguientes microfósiles: *Globigerinoides daubjergensis* (BRONN), *Globorotalia* cf. *compressa* (PLUMM), *Rotalia trochidiformis* (LAM), *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Discocyclusina seunesi* DOUN, *Gyroidina* cf. *girordana* REUSS, *Cibicides* cf. *lobatulus* (WALK y JAC), *Cibicides* cf. *ekblomi* HOFK, *Neocyprideis* cf. *murciensis* FOURC y DAM, *Bairdia* sp., *Nonion* sp., *Quinqueloculina* sp., *Lithothamnium*, etc. Este conjunto se representa al Daniense y gran parte del Montiense.

Termina el Paleoceno Inferior con un banco calizo (biomicritas) de 30 m. semejante al descrito en Arlucea. Este tramo tiene, por la presencia de Políperos, Briozoos y abundantes Algas rodofíceas, un carácter arrecifal.

## 2.7.2 PALEOCENO SUPERIOR. THANETIENSE ( $T_{13}^A$ y $T_{S13}^A$ )

Está constituido por calizas y dolomías, siendo características la presencia de *Fallotella alavensis* (MANGIN) y *Glomalveolina* sp.

En Arlucea se han medido 250 metros de calizas y calcarenitas, en ocasiones bioclásticas, con intercalaciones de calizas arenosas, dolomías y ocasionalmente arcillas y arenas, con predominio de los tonos blanquecinos y amarillentos. Las microfacies corresponden a biomicritas, intrabiomicritas e intrabiosparitas, en ocasiones arenosas, con secciones de *Fallotella alavensis* (MANGIN), *Glomalveolina primaeva* (REICHEL), *Cuvillierina eocenica* DEBOURLE, *Asterodiscus taramellii* (SCHLUMB), *Discocyclusina seunesi* (DOUV), *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Anomalina* cf. *grosserugosa* (GUMB), *Lithothamnium* sp., *Quinqueloculina* sp., Briozoos y Políperos.

En Oquina-Saseta afloran, bajo los conglomerados del Terciario continental, unos 20 metros de calizas microcristalinas masivas (biomicritas) de tonos blanquecinos con fauna semejante a la antes descrita.

El Paleoceno Superior calizo es un excelente nivel guía en toda la Hoja, por la constancia de su microfaua fácilmente observable sobre el terreno.

Por encima de las calizas y calcarenitas con *Fallotella* y *Glomalveolina* aparecen en los alrededores de Portilla y Arlucea una serie de depósitos predominantemente terrígenos, que han sido distinguidos en la cartografía

(Ts<sub>13</sub><sup>A</sup>). En Arlucea afloran 60 metros de arenas mal clasificadas, limolíticas y con pasadas arcillosas o microconglomeráticas, que contienen microfaua

semejante a la del Thanetiense calizo (T<sub>13</sub><sup>A</sup>), excepto en los niveles superiores, en los que son azoicas. En Portilla se encuentran muy cubiertas, existiendo además algunas pasadas de calizas brechoides y dolomías que en esta zona tiene un carácter más arcilloso.

## 2.8 EOCENO

Aflora exclusivamente al sur de la Hoja y ha sido estudiado en la columna de Portilla (X = 669.663; Y = 896.405) en la que aflora una serie muy dolomitizada y prácticamente azoica, que ha sido atribuida al Eoceno Inferior por el conocimiento regional y su posición estratigráfica sobre el Thanetiense más superior.

### 2.8.1 EOCENO INFERIOR (T<sub>21-22</sub><sup>Aa</sup>)

Afloran 105 m. de serie del Eoceno Inferior en el flanco sur del Anticlinal de Ocio, que se compone de dolomías, normalmente dolomicritas, arenosas en algunos niveles, de tonos blanquecinos y rosados, con tramos brechoides y dismicríticos que dan un carácter lacustre y salobre al conjunto. Hay secciones de Gasterópodos, Ostrácodos y Oogonios de Characeas.

Este tramo final del Eoceno Inferior está cabalgante sobre la serie continental oligocena suprayacente.

## 2.9 TERCIARIO CONTINENTAL (OLIGOCENO Y MIOCENO INFERIOR Y MEDIO)

Tras la fase Pirenaica de la Orogenia Alpina, se instaura en este área de la Cuenca Cantábrica un régimen de sedimentación continental, que se mantiene durante el Oligoceno, Mioceno y Plioceno, dando origen a la Cuenca Terciaria de Miranda-Treviño.

En la Hoja de La Puebla de Arganzón se conservan materiales que van desde el Oligoceno hasta el Vindoboniense Inferior, ambos inclusive.

Afloran sedimentos de variada naturaleza, desde conglomerados hasta calizas lacustres pasando por todas las litologías intermedias.



En la cartografía se ha separado un conjunto de litofacies de acuerdo con la litología dominante y la naturaleza de las intercalaciones. Son frecuentes los cambios laterales entre dichas litofacies.

La Cuenca de Miranda-Treviño (RIBA, 1956), tiene unas características sedimentarias especiales, ya que se trata de un amplio sinclinal asimétrico con el flanco Sur tres veces más potente que el Norte. Esto se explica porque a medida que iba progresando el depósito de materiales, se producía el desplazamiento del eje de máxima sedimentación (eje sinclinal) hacia el Norte, con elevación e inclinación de las capas del flanco Sur y erosión continua de las mismas. De este modo la cuenca presenta en conjunto una gran discordancia progresiva sin que en ningún momento haya habido interrupción de la sedimentación, ni detención del movimiento tectónico de levantamiento de capas y migración del surco. Localmente puede detectarse un recrudecimiento de la actividad tectónica durante las fases Sábrica y Staírica, como revelan las discordancias locales del área de Treviño.

El Terciario continental ha sido estudiado en las secciones de Portilla (X = 669.663; Y = 896.405), Oquina-Saseta (X = 690.425; Y = 906.645) Saseta-Urarte (X = 689.420; Y = 900.780) Mijancas (X = 673.009; Y = 898.310) San Martín de Galvarín (X = 681.325; Y = 897.005) Doroño (X = 677.925; Y = 909.005) y Treviño (X = 677.735; Y = 906.875).

#### 2.9.1 OLIGOCENO. SERIE TERRIGENA ROJA ( $T_{c3}^A$ y $T_{cg_{c3}}^A$ )

Aflora exclusivamente en la zona suroccidental de la Hoja y ha sido estudiado en las secciones de Portilla, Mijancas y San Martín de Zar.

Se compone de una potente serie de margas rojas y conglomerados. Estas margas rojas son azoicas y a veces presentan una microfauna resedimentada perteneciente a edades paleocenas y eocenas. Localmente, son arcillosas o limolíticas, o bien, contienen finas capas de arenas y areniscas blanquecinas y más raramente calizas arcillosas.

Los conglomerados son generalmente de cantos calizos redondeados (provenientes del Terciario marino y del Mesozoico), con matriz arenosa y cemento calcáreo ( $T_{cg_{c3}}^A$ ). Suelen tener intercalados pequeños niveles de margas arenosas rojas.

Se le atribuye edad oligocena por situarse debajo de sedimentos lacustres, perfectamente datados como Mioceno Inferior (Aquitaniense) en todos los cortes. Además, en Mijancas se han reconocido las siguientes Characeas: *Sphaerochara minutissima* GRAMB, *Gyrogona medicaginula* (LAM).

Se observa una importante variación de potencia hacia este y oeste de la localidad de San Martín de Zar (X = 678.750; Y = 899.400), reduciéndose notablemente hacia el Este en San Martín de Galvarín, donde no sobre-

pasa los 300 metros. Hacia el Oeste, en Mijancas se han medido alrededor de 1.000 metros, y en Portilla 200 m., si bien en esta última zona debe existir mayor espesor de sedimentos de esta facies, ya que se encuentra cabalgada por el Eoceno.

### 2.9.2 AQUITANIENSE. SERIE MARGO-ARENOSA AMARILLA ( $T_{c11}^{Ba}$ )

Aflora en el cuadrante sur-occidental de la Hoja.

Viene definido por un conjunto de margas más o menos arenosas y limolíticas, de tonos amarillentos, con intercalaciones de areniscas friables lenticulares y bancos de areniscas compactas.

Se disponen en dos niveles separados por una intercalación de margas y calizas lacustres ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ ). El nivel inferior tiene un espesor máximo de 275 metros y el superior de 350 metros.

En la base del nivel inferior existe una discordancia neta sobre la serie terrígena roja de edad Oligocena ( $T_{c3}^A$ ). Esta discordancia se sitúa en la

base de las margas y calizas lacustres ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ ) cuando la serie amarilla se extingue hacia el Oeste. Las series margo-calcáreas ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ ) que yacen sobre el nivel superior de margas amarillas son también localmente discordantes. Se trata de un conjunto de discordancias progresivas muy patentes en esta zona por la existencia en profundidad del diapiro de Treviño.

Esta serie amarilla se extingue rápidamente hacia el Oeste por paso lateral a las calizas en unos casos, o por la existencia de las discordancias progresivas señaladas en el párrafo anterior (RIBA, 1961).

### 2.9.3 MIOCENO INFERIOR-MEDIO. SERIE TERRIGENA ROJA ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ y $T_{cg}^{Ba-Bb}$ )

Constituida por un potente conjunto de margas arcillosas y arenosas rojizas, con frecuentes intercalaciones de conglomerados, que afloran en la terminación oriental y flanco norte del sinclinal de Treviño. En el flanco norte predominan las masas de conglomerados ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ ) sobre las margas rojas, ya que nos encontramos en el borde de la cuenca próximos a los relieves de los Montes de Vitoria.

La serie de margas arcillo-arenosas rojas con intercalaciones de conglomerados ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ ) contiene localmente alguna pasada de arenas arcillosas y limolitas. Pasan lateralmente a las margas y calizas lacustres datadas ( $T_{c11}^{Ba-Bb}$ ) lo que justifica su edad Mioceno Inferior-Medio (Aquitaniense-Vin-

doboniense Inferior). Los bancos más representativos de estos conglomerados han sido cartografiados como niveles guía.

Los conglomerados son, generalmente, de cantos calizos, redondeados, con cemento calcáreo y matriz arenosa, a veces con granos de cuarzo rosa. Otra característica común a estos conglomerados es la disposición a modo de juntas, que separan bancos pequeños de niveles de margas calcáreas, rojizas, arenosas y alguna vez arcillosas.

En la sección de Oquina-Sáseta se han medido unos 150 m. de conglomerados, que se apoyan sobre el Paleoceno Superior.

En la zona Norte los conglomerados yacen sucesivamente desde el Santiense Superior hasta el Thanetiense, de forma discordante o extensiva. En la zona sur-oriental los apoyos de los conglomerados son siempre sobre el Paleoceno Superior.

En conjunto y debido a la asimetría de la cuenca la serie terrígena roja miocena tiene espesores mucho mayores en el flanco Sur del sinclinal (500 m.) que en el Norte (200 m).

#### 2.9.4 MIOCENO INFERIOR-MEDIO. MARGAS Y CALIZAS LACUSTRES

$\begin{matrix} B_a-B_b \\ T_{c11} \end{matrix}$  y  $\begin{matrix} B_a-B_b \\ T_{c11} \end{matrix}$

Afloran en una extensa área, ocupando la zona centro occidental y centro meridional de la Hoja. Está definido por margas blanquecinas con intercalaciones de calizas arenosas y calizas arcillosas también blancas, que alternan con calizas lacustres blanquecinas, ocasionalmente arenosas y arcillosas (micritas, dismicritas y biomicritas) que tienen incluidos delgados niveles de margas calcáreas.

En general, el contenido en arena y limo aumenta hacia el techo de la serie, predominando las margas arenosas y las calizas arenosas o areniscas calcáreas. Se han distinguido como niveles guía los bancos calcáreos más

importantes ( $T_{c11}^{B_a-B_b}$ ) que en algunas ocasiones contienen una fauna banal de Gasterópodos.

En Mijancas se han medido unos 1.100 metros de serie, habiéndose reconocido la presencia de las siguientes especies de Ostrácodos y Characeas: *Candona praecox* STRAUB, *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Cypridopsis kinkineli* LIEN, *Ostrácodo* sp. I, *Sphaerochara minutissima* GRAMB, *Rhabdochara langeri* GRAMB, *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB, *Chara notata* GRAMB, *Chara cylindrica* GRAMB, *Chara brongiarti* AL. BRAUN ex UNGER, y *Chara* sp. 7.

En los cortes de Doroño y Treviño, se han determinado *Candona praecox* STRAUB, *Cypria curvata* LIEN, *Loxoconcha* sp., *Eocytheropteron* sp. y *Sphaerochara* sp., que justifican la edad máxima de la formación (Vindoboniense Inferior).

Las margas y calizas lacustres pasan lateralmente al resto de las unidades de la misma edad: Serie terrígena roja miocena ( $T_{cg-m}^{Ba-Bb}$ ), Serie arenosa amarilla ( $T_{c11}^{Ba}$ ) y areniscas de Treviño ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ).

## 2.9.5 BURDIGALIENSE-VINDOBONIENSE INFERIOR. ARENISCAS DE

TREVIÑO ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$  y  $T_{c11-12}^{Ba-Bb}$ )

Afloran al norte del río Ayuda, en el Condado de Treviño, y se trata de margas arenosas y areniscas de tonos rojo amarillentos. Son cambio lateral de las margas y calizas lacustres de la serie blanca que rellena el sinclinal de Treviño. Estos cambios laterales hacia el Norte se producen al adelgazarse las capas de margas y calizas, idéntándose con materiales más detríticos, que a su vez y hacia el Este se van enriqueciendo con areniscas y conglomerados.

Así, se observan en niveles de areniscas su paso paulatino o conglomerados, en el ángulo que forma el río Ayuda con la carretera del Puerto de Vitoria.

Algunos niveles de areniscas con estratificación cruzada de los existentes en la serie han sido representados en la cartografía como niveles de guía ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ).

## 2.9.6 VINDOBONIENSE INFERIOR ( $T_{c11}^{Bb}$ y $T_{c11}^{Bb}$ )

Afloran en el borde oriental de la Hoja, en la terminación periclinal del gran sinclinal de la cuenca de Miranda, cuyo eje pasaría por Muergas ( $X = 672.205$ ;  $Y = 902.950$ ).

Se han distinguido dos litofacias de esta edad:

- La unidad inferior ( $T_{c11}^{Bb}$ ): es predominantemente arenosa. Se trata de un conjunto de unos 100 metros de espesor de areniscas de grano medio, anguloso, de tonos ocres y amarillentos, con estratificación cruzada. Hacia el techo contienen niveles arrosariados (paleocauces) de conglomerados de cantos calcáreos y en la base son frecuentes las margas arenosas y las juntas de arcillas y limos.
- La unidad superior ( $T_{c11}^{Bb}$ ): está constituida por terrígenos más finos: arenas limolíticas rojizas, margas arenosas ocres y limos arenosos que normalmente se presentan muy recubiertos en el ámbito

de esta Hoja, aunque en la de Miranda tienen gran extensión y desarrollo.

## 2.10 CUATERNARIO

Están representados el Pleistoceno, mediante depósitos de terrazas, y el Holoceno por aluviones, coluviones y sedimentos antrópicos.

### 2.10.1 TERRAZAS (Q<sub>1</sub> T)

Adquieren importancia, aunque no demasiada extensión en el río Zadorra. Están compuestas por bolos y cantos subredondeados, generalmente calizos, englobados en matriz arenosa, y con potencias generalmente inferiores a los 10-12 m.

En la llanada (carretera Nacional I) existen algunos depósitos, mezcla de acarreo fluvial y depósitos de ladera, generalmente cubiertos por una fina capa (0,5-1 m.) de suelos.

### 2.10.2 COLUVIONES (Q<sub>2</sub> C)

Representados en la zona suroccidental de la Hoja (Tobera-Moraza), principalmente y compuesto por cantos procedentes de la erosión, en fuertes pendientes, del Paleoceno y Eoceno. Se han representado los que enmascaran los sedimentos y estructuras subyacentes.

### 2.10.3 ALUVIONES (Q<sub>2</sub>Al)

Abundantes en los lechos de los ríos Zadorra y Ayuda, y compuestos por gravas y bolos heterométricos y heterogéneos, con matriz muy abundante de arenas y arcillas y limos con materia orgánica.

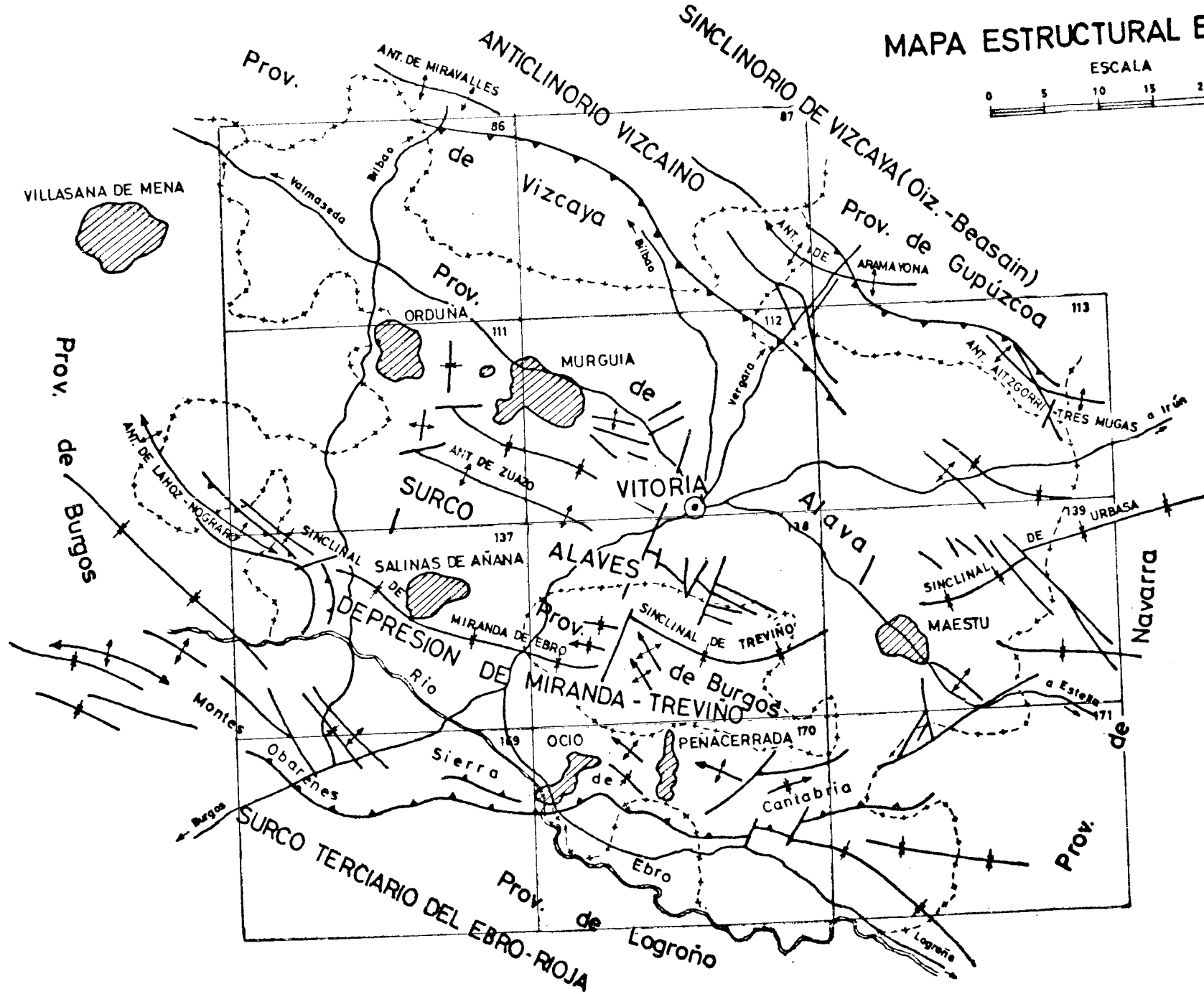
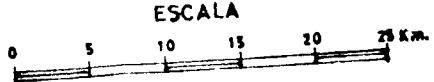
Sobre el Terciario, dado que los materiales son muy «transportables», existen numerosos aluviales de poco espesor en barrancas y desniveles donde se encajan arroyos intermitentes, formando pequeños recubrimientos.

En la llanada Alavesa, al Norte, se depositan grandes extensiones de aluviales de muy poco espesor (0,5-1 m), principalmente compuestas por arenas y arcillas.

### 2.10.4 SEDIMENTOS ANTROPICOS (Q<sub>2</sub> Sa)

Ubicados en la carretera Logroño-Vitoria, entre los kilómetros 4 y 5, formados por residuos sólidos urbanos y materiales de construcción, en una extensa área, sobre el valle que formaba el arroyo de Trufía.

# MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



## LEYENDA

- DIAPIRO
- FALLA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- CABALGAMIENTO
- CARRETERA
- 170 NUMERO HOJA

### **3 TECTONICA**

#### **3.1 TECTONICA REGIONAL**

En la Hoja de La Puebla de Arganzón y zonas próximas de la Cuenca Cantábrica, pueden distinguirse cuatro unidades estructurales, que también tienen características paleogeográficas propias. Estas unidades son las siguientes:

##### **Depresión del Ebro (Surco terciario del Ebro-Rioja)**

Se trata de una cubeta muy subsidente, rellena por sedimentos continentales de Oligoceno-Mioceno (la sísmica ha revelado la existencia de unos 4.000 metros de sedimentos terciarios). Está suavemente plegada, predominando las direcciones ONO.-ESE. y se encuentra flanqueada por dos importantes frentes de cabalgamiento: el de la Sierra de La Demanda, situado al Sur, y cabalgante hacia el Norte, y el de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, situado al Norte y cabalgante hacia el Sur. En las proximidades de los citados frentes los materiales terciarios están deformados más intensamente, pudiendo presentarse las capas invertidas.

##### **Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes**

Es una unidad tectónica estrecha, muy compleja, intensamente plegada y fallada, en la que son frecuentes las escamas y corrimientos. Las direcciones predominantes de pliegues y fallas son E.-O. en la Sierra de Cantabria, y ONO.-ESE. en los Montes Obarenes.

##### **Surco Alavés (Depresión de Miranda-Treviño y Llanada Alavesa)**

Constituido por un sinclínorio complejo cuyo eje actual coincide con el del sinclinal de Miranda-Treviño, que tiene una dirección general ONO.-ESE. En el Surco Alavés pueden distinguirse dos subzonas: «Llanada alavesa» (incluida la plataforma de Murguía), que constituye el Surco Alavés propiamente dicho, en el que se han depositado las potentes series margosas del Cretácico Superior y que está representada por una serie monoclinál replegada y perforada por algunos diapiros (Murguía, etc.) y «Depresión de Miranda-Treviño», en la que los materiales del Terciario continental forman un amplio sinclinal asimétrico, debido a la migración del eje de máxima subsidencia durante la sedimentación. Las características de este sinclinal tienen gran importancia en la interpretación de la dinámica cortical de esta zona de la Cuenca Cantábrica.

## **Anticlinorio Vizcaíno (Montes Vascos)**

Forma un amplio anticlinorio vergente y cabalgante hacia el Norte, desarrollado sobre las potentes series del Aptiense y Albiense depositadas en esa zona. Probablemente a partir del Cenomaniense presentó un ligero abombamiento, individualizando dos cuencas durante el Cretácico Superior (Surco Alavés y sinclinal de Oiz-Beasain).

En la Hoja de La Puebla de Arganzón están representados la franja móvil de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria en su parte más septentrional (Anticlinal de Ocio y Montes de Moraza) y el Surco Alavés en sus dos subzonas: Depresión de Miranda-Treviño y Llanada Alavesa.

Desde el punto de vista regional, las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokimméricas, que se traducen en movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos emergidos (Castellano y del Ebro), sufren una intensa elevación, produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrágenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico, que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, en donde han jugado un importante papel los procesos erosivos.

A continuación viene una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, con disminución de aporte terrígeno a la cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostásica, con desarrollo de facies arrecifales.

La fase Aústrica se traduce en un nuevo rejuvenecimiento de los relieves emergidos, lo que trae consigo una sedimentación terrígena con subsidencia diferencial acusada. En los bordes de la cuenca (Montes Obarenes, Sierra de Cantabria y norte de Burgos) son importantes los fenómenos erosivos, detectándose perfectamente la discordancia Aústrica, mientras que en el interior de la Cuenca (Montes Vascos) se producen pequeñas discordancias (progresivas)? y expansión («traslape») de ciertas unidades más terrígenas sobre sedimentos anteriores. Posiblemente es en estos tiempos cuando empieza a haber una cierta actividad diapírica (intumescencias) en los diapiros de la zona alavesa (Maestu y Murguía).

Las primeras fases alpinas que se manifiestan durante el Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno se traduce en la aparición de hiatos más o menos acusados durante el Cretácico Superior (Turoniense y Coniaciense), existencia de intumescencias salinas en las áreas actualmente diapíricas (que dan origen a reducción de las series) y regresión general a fines del Cretácico con aparición de algunas discordancias de tipo cartográfico



(Maastrichtiense transgresivo). A finales del Cretácico y durante el Paleoceno, se produce la extrusión de la mayor parte de los diapiros. Se ha detectado la existencia de una discordancia entre el Luteciense e Ilerdiense en la Sierra de Urbasa (Hoja 23-08, Eulate).

De modo general podemos decir que las fases alpinas comienzan a manifestarse durante el Cretácico Superior y Eoceno, pero es a finales del Eoceno (F. Pirenaica) y durante el Oligoceno y Mioceno cuando se produce el plegamiento fundamental. Los impulsos se producen intermitentemente (casi de modo continuo) ya desde el Campaniense y con mayor intensidad y continuidad durante todo el Terciario, originándose los pliegues, cabalgamientos y fallas principales y desarrollándose el diapirismo. La dirección dominante de las estructuras es ONO.-ESE.

En la Hoja de La Puebla de Arganzón, durante las fases Neokimméricas se produce la erosión local de gran parte del Jurásico y la erosión y/o no deposición de la facies Purbeck (Malm-Berriasiense-Valanginiense Medio). La fase Aústrica se traduce en la Sierra de Cantabria, en la erosión y/o no deposición de las facies Purbeck y Weald, así como de los sedimentos marinos del Aptiense, reposando la Formación arenas de Utrillas indiferentemente sobre la F. Weald, Lías o Keuper. No se ha detectado la presencia de facies Weald en ninguno de los sondeos petrolíferos profundos perforados en las áreas del centro y Norte de la hoja; sin embargo en el sondeo Castillo 5, el Albiense reposa directamente sobre un Aptiense muy litoral, lo que nos indica que la discordancia Aústrica se atenúa hacia el interior de la Cuenca.

Los primeros impulsos alpinos se detectan por la existencia de hiatos a techo del Cenomaniense, en el Turoniense y posiblemente en el Coniaciense, regresión durante el Campaniense y aparición de una suave discordancia cartográfica en el Maastrichtiense, y otras más importantes intraeocenas (entre el Luteciense e Ilerdiense).

El plegamiento fundamental tiene lugar a finales del Eoceno (Fase Pirenaica), existiendo discordancia entre los conglomerados Sannoisienses y el Cretácico (Hoja 21-09, Casalarreina). El estudio detallado de los sedimentos del Oligoceno y Mioceno de facies continental de la Cuenca de Miranda-Treviño (O. RIBA, 1956 y 1961 (Hojas 21-08, Miranda, y 22-08, La Puebla) revela que, a medida que iba progresando el depósito de materiales, se producía un desplazamiento del eje de máxima sedimentación de la cuenca terciaria (eje sinclinal) hacia el Norte, con elevación e inclinación de las capas del flanco Sur y erosión continua de las mismas. El conjunto de la cuenca presenta una gran discordancia progresiva, sin que en ningún momento haya habido interrupción de la sedimentación y detención del movimiento tectónico de levantamiento de capas y migración del surco, por lo que no se observan discordancias angulares dentro del Terciario continental. Así pues, el plegamiento post-pirenaico no se debe a la

actuación de unas pocas fases de plegamiento, sino que se trata de un proceso continuo durante el Oligoceno y Mioceno.

Tan sólo puede observarse un cierto aumento de la intensidad tectónica durante las fases Sábrica y Stábrica en el área de Treviño, debido a que en dichas fases el diapiro enterrado de Treviño sufrió ligeras fases de compresión y distensión, mientras se depositaba la serie del Terciario continental, dando origen a suaves y localizadas discordancias de la base del Mioceno y del paso Aquitaniense-Burdigaliense. Fuera de este área el plegamiento se revela como un proceso continuo.

Durante el Mioceno Superior el eje debió desplazarse de Norte a Sur por hundimiento del borde Sur de la cuenca, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante una importante discordancia angular sobre el Oligoceno, ya muy levantado y arrasado.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etc.), se realiza fundamentalmente durante la fase Pirenaica y después de modo paulatino durante el Oligoceno y Mioceno, sin que puedan resaltarse de modo especial algunas fases tectónicas. Es a partir de la Fase Pirenaica y durante estos tiempos, cuando se produce la gran acumulación salina que da origen a la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes». Durante el Plioceno, se producen los últimos impulsos de levantamiento con deposición de importantes masas de conglomerados.

## **3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS**

Como se ha indicado en el apartado anterior, en la Hoja de La Puebla de Arganzón están representadas las unidades estructurales regionales de la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria», la «Depresión de Miranda-Treviño» y la «Serie monoclinial de la Llanada Alavesa», incluidas estas dos últimas en el «Surco Alavés».

### **3.2.1 FRANJA MOVIL DE LA SIERRA DE CANTABRIA (AREA ANTICLINAL DE OCIO-PENACERRADA)**

Ocupa la zona suroccidental de la Hoja hasta la terminación Norte del diapiro Peñacerrada-Moraza, aflorando únicamente parte del flanco Norte de dicho anticlinal de Ocio. Se forma, junto con los pliegues y fallas de la Sierra de Cantabria, al final del Eoceno. Su dirección dominante es ONO.-ESE. y su núcleo está fallado por la intrusión diapírica del Keuper (diapiro de Salinillas del Buradón-Ocio), causa asimismo de la vergencia hacia el Norte y el cabalgamiento parcial del flanco Norte sobre la serie terrígena roja del Oligoceno.

Hay que resaltar la existencia de una serie de repliegues muy apretados

al oeste del diapiro de Peñacerrada-Moraza, de cuyas brucas terminaciones y cabeceos de los ejes se deduce la influencia de los materiales plásticos del Keuper.

### 3.2.2 DEPRESION DE MIRANDA-TREVIÑO

Forma un gran sinclinorio cuyo eje está orientado ONO.-ESE. Su flanco norte se presenta muy discordante con los materiales infrayacentes, mientras que en el flanco sur las capas basales son casi concordantes.

Ocupa la casi totalidad de la zona central de la Hoja, y está formado por una cubeta rellena por materiales terciarios.

Como estructuras secundarias, se encuentran el Anticlinal de Treviño, el Anticlinal de Añastro y el Sinclinal de Muergas, cuyo eje, en las Hojas vecinas de Miranda, constituye el principal de la cubeta. Por la influencia tectónica sobre la cubeta Miranda-Treviño mencionaremos los diapiros de Peñacerrada y el oculto de Treviño.

- El Area Anticlinal de Treviño se sitúa al norte de dicho pueblo; tiene forma circular y cierra periclinalmente. Este Area está afectada en la zona Sur por el diapiro de Peñacerrada-Moraza, dando formas de domo circular en Moscador (X = 678.950; Y = 901.350) con buzamientos de unos 20°. Asimismo, al Norte se observa un leve pliegue sinclinal, consecuencia del abombamiento producido por el oculto diapiro de Treviño.
- El Anticlinal de Añastro tiene forma ovalada, con su eje principal orientado N. 55 O. y presenta fuerte disimetría con el plano inclinado al SO. Su flanco Norte es muy tendido (buzamientos de 5°) mientras que en el Sur hay pendientes de hasta 30°.
- El Sinclinal de Muergas es una suave estructura, con buzamientos normalmente no superiores a 20° en el flanco Sur y del orden de unos 10° en el Norte, que con orientación ONO.-ESE. cierra periclinalmente en los alrededores de la localidad que le da nombre. Su terminación se debe a la acción del área diapírica.
- El Diapiro de Treviño fue revelado por el Sondeo Treviño I y localizado a unos 1.500 m. de profundidad; forma una estructura braquianticlinal, con su eje mayor orientado NNO.-SSE. Perfora materiales desde el Aptiense hasta el Cretácico Superior, teniendo como materiales suprayacentes los discordantes del Oligoceno (serie terrígena roja).

Este diapiro ha tenido distintas fases de distensión y compresión a lo largo del Oligo-Mioceno, dando lugar a las discordancias observadas en la zona.

- El diapiro de Peñacerrada tiene forma alargada, en dirección Norte-

Sur. El Terciario continental de Treviño descansa sobre el Keuper sin que, al parecer, éste desborde sobre aquél. Así pues, los diairos de Peñacerrada y Treviño, que se encuentran en la misma alineación, pueden quedar enlazados, aunque no ha sido todavía confirmado, por lo que de momento es un punto que debe tomarse solamente a título de hipótesis.

### 3.2.3 SERIE MONOCLINAL DE LA LLANADA ALAVESA

Se sitúa en la zona norte de la Hoja. Se trata de un área suavemente estructurada con buzamientos generales hacia el Sur, en la que destacan el cierre del Anticlinal de Zuazo y el anticlinal de Castillo. El primero forma una ladera estructural con una fuerte fracturación debido a la competencia de los materiales, pinchando hacia el Este. Esta estructura queda cortada por una falla de desgarre de dirección SO.-NE. El anticlinal de Castillo es probablemente la continuación del de Zuazo desplazado al Norte por la anterior falla y está dislocado por una serie de fallas de direcciones NNE.-SSO. y ONO.-ESE.

## 4 HISTORIA GEOLOGICA

La Hoja de La Puebla de Arganzón se sitúa dentro del entorno geológico de la Cuenca Cantábrica, que constituye una unidad evolutiva con significado propio. Por consiguiente, para el mejor conocimiento de los procesos evolutivos que se suceden dentro del límite de la Hoja, nos vemos obligados a hacer referencia a la historia geológica del conjunto de la Cuenca, al menos en las áreas próximas a la zona que nos ocupa.

Aunque no afloran en la Hoja materiales paleozoicos, las observaciones hechas en el área mediante sondeos y geofísica demuestran que el zócalo o sustrato de la cobertera meso-cenozoica está formada por materiales pre o posthercínicos. Se han atravesado en chimeneas diapíricas y masas salinas, bloques graníticos y de gneisses (diapiro de Estella).

Después de la tectónica hercínica y hasta la transgresión triásica, continúan depositándose materiales paleozoicos posthercínicos y del Buntsandstein, sobre todo en zonas deprimidas, rellenando el relieve preexistente.

La litología y la fauna del Muschelkalk, descritas en la Hoja de Eulate (23-08), indican que estos sedimentos pertenecen a un medio marino, de aguas someras y agitadas; probablemente durante esta época, la zona formaba una plataforma continental de escaso fondo.

Durante el Triás Superior, la cuenta adquiere caracteres más someros a la vez que se evoluciona hacia un medio uniforme y estable y el clima

se hace más seco. Todo ello hace posible una sedimentación evaporítica de gran extensión y potencia, a la vez que se nutre con aportes de materiales finos, arcillosos, a consecuencia de la erosión, lavado y transporte de antiguos paleosuelos. Simultáneos con la deposición, tienen lugar los fenómenos eruptivos de ofitas (magmatismo), que en ningún lugar del área, afectan a terrenos más modernos que el Keuper.

Terminada la sedimentación triásica, la cuenca se hunde sedimentándose durante el Rethiense y Lías Inferior litofacies marinas de zona costera (intrasparitas, oosparitas calizas dolomíticas y dolomías) propias de esas zonas.

Durante todo el Jurásico (Sinemuriense Superior a Calloviense) existió una cuenca uniforme y estable con salinidad normal marina y subsidencia bastante uniforme, aunque había pequeños surcos y umbrales. Se depositó la serie de calizas y margas en un medio nerítico o de plataforma, que puede llegar a ser batial durante el Lías más superior.

En la Hoja de La Puebla de Arganzón sólo conocemos la existencia del Jurásico en el sondeo Treviño I.

A finales del Jurásico (Malm), y durante el Cretácico Inferior (hasta el Barremiense), tienen lugar las fases Neokimméricas durante las que se producen movimientos epirogénicos, y los macizos emergidos (principalmente el Castellano y del Ebro) se erosionan intensamente. Durante esta época se producen las primitivas acumulaciones diapíricas del Keuper, que juegan un importante papel en la delimitación de las principales unidades paleogeográficas (surcos y umbrales).

Al sur del área ocupada por la Hoja de La Puebla de Arganzón y zonas próximas (Sierra de Cantabria), se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos y produciéndose altos en los que no hubo sedimentación, erosionándose el Jurásico marino. Quedan pequeñas cuencas de agua dulce o salobre (Ocio-Peñacerrada), mientras que el resto de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes era un umbral donde se erosionaba el Jurásico. Sin embargo, al Norte, en las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (Anticlinal vizcaíno) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alternancias de episodios marinos transicionales. El carácter de la sedimentación fue intermitente y alternante, lo que permitía esporádicas colmataciones y formación de ambientes continentales (marismas, llanuras aluviales, etc.). En los Montes de Vitoria existió un umbral sin sedimentación de Purbeck y Weald (Castillo 5) al Sur del cual la potencia máxima conocida es de 850 metros (Lagrán-1) que se reduce extraordinariamente hacia la Sierra de Cantabria.

En el Aptiense y Albiense más inferior del Centro y Norte de la Cuenca, se produce un cambio muy notable en la sedimentación al reducirse no-

tablemente el aporte terrígeno, instalándose un régimen marino de salinidad normal, con disminución de la turbulencia en los agentes de transporte. La cuenca tiene características epicontinentales o de plataforma, siendo favorable el medio para el desarrollo de los organismos constructores. Existió una sedimentación carbonatada con desarrollo de arrecifes o biohermos con zonas biostrómicas circundantes. Estos arrecifes se formaban a escasa profundidad en un mar nerítico; su crecimiento está localizado y no forman una barrera continua, debido a los intermitentes aportes de material terrígeno, lo que explica el carácter lenticular de las barras arrecifales. El límite Sur de la sedimentación arrecifal debió coincidir con el borde Norte de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes. En la Sierra de Cantabria existen localmente sedimentos de edad Aptiense, debido a que la zona debió constituir un umbral con sedimentación nula o de muy pequeño espesor (borde de cuenca) de facies arrecifales alternantes con terrígenos, que fueron posteriormente desmanteladas durante la fase Aústrica.

En la Hoja de La Puebla de Arganzón y en el Sondeo Castillo 5, se han cortado 335 m. de Aptiense, en el que los arrecifes quedan intercalados entre aportes terrígenos finos, muy importantes, dada su posición paleogeográfica cercana al borde de la Cuenca.

Durante el Albiense Medio y en parte durante el Inferior, se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos con el consiguiente aumento de la erosión (Fase Aústrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena en un mar de plataforma, con una topografía de fondo acusada (crecimiento diferencial de arrecifes) y fondo inestable (20 a 50 metros de profundidad), existiendo en algunas zonas fenómenos de subsidencia muy importante (4.000 m. de sedimentos en el Norte de la provincia de Alava). Durante el Albiense Superior el mar es algo más profundo (aunque siempre nerítico), con sedimentación de facies arcillosas y ocasionalmente facies arrecifales (Eguino, Hoja 23-07, Salvatierra).

En la Sierra de Cantabria la fase Aústrica se manifiesta mediante una discordancia bien patente, situada en la base de la «Formación arenas de Utrillas». Durante todo el Albiense se extendía en la zona una amplia plataforma muy poco profunda (5-15 m.), donde se depositaban las «Facies de Utrillas» de tipo marismas, con el desarrollo de ríos, canales y esporádicamente de llanuras aluviales. La zona de transición entre las facies continentales («Utrillas») y los sedimentos marinos del interior de la Cuenca, con deposición de facies molásicas, se situaría algo al norte de la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, al sur de la Hoja de La Puebla de Arganzón (Sondeos Treviño 3 y Añastro 1).

El Sondeo Castillo 5, revela que la discordancia Aústrica se atenúa rápidamente hacia el Norte, ya que el Albiense reposa sobre facies arrecifales con terrígenos. Como vestigios de la citada discordancia, se

producen en el interior de la cuenca pequeñas discordancias (progresivas) y fenómenos de expansión (traslape) de ciertas unidades terrígenas sobre sedimentos anteriores.

Durante el Albiense se producen las primeras intumescencias salinas importantes en las áreas que hoy ocupan los diapiros.

Durante el Cretácico Superior, el régimen es marino en toda la Cuenca Cantábrica, si bien existen notables diferencias paleogeográficas dentro de la misma. En el Surco Alavés se depositan hasta 4.500 metros de sedimentos, predominantemente margosos, en un mar nerítico a batial (la profundidad osciló entre 100 y más de 500 m.). Al comienzo del Cretácico Superior (Cenomaniense), se inició el levantamiento gradual del Anticlinorio Vizcaíno, con el consiguiente aumento de subsidencia en el Surco Alavés. El eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur, al igual que la línea de costa hasta el Santoniense incluido. Los movimientos de la sal (intumescencias) dieron origen a adelgazamientos locales de las series y cambios de facies en los bordes de los diapiros actuales. En el Surco Alavés, a partir del Campaniense Superior, se produce un levantamiento de la Cuenca (primeras fases Alpinas) que dio lugar al comienzo de la regresión cretácica, con sedimentación de arenas y limos de facies costera en el Campaniense Superior y calcarenitas y arenas en el Maastrichtiense.

En la Sierra de Cantabria se depositaron durante la mayor parte del Cretácico Superior (Cenomaniense a Santoniense) una serie de calizas, calcarenitas y dolomías en un mar nerítico o de plataforma, cuya profundidad osciló entre 30 y 80 metros. Los primeros impulsos alpinos (regresión), se manifiestan a finales del Santoniense y de modo más ostensible durante el Campaniense y Maastrichtiense, con sedimentación de arenas, probablemente no marinas y calizas y dolomías salobre-lacustres y transicionales.

Las facies de transición entre las exteriores de plataforma (batiales) y las de interior de plataforma de la Sierra de Cantabria, se sitúan en la Hoja de La Puebla de Arganzón, bajo los sedimentos de Terciario continental. Sondeos Añastro 1 y sobre todo en los de Treviño 2 y Treviño 3.

Como consecuencia de las fases regresivas iniciadas en el Campaniense, el Paleoceno comienza generalmente por facies no marinas, frecuentemente salobres o transicionales, sedimentándose dolomías.

Durante el Montiense estas facies pasan a marinas francas, continuándose durante el Thanetiense (neríticas) y ya en el final de éste tiene lugar una nueva regresión, que da lugar a depósitos arenosos, muy extensos y de potencia uniforme.

Se observa que en todo el Paleoceno las facies marinas son siempre neríticas (40 a 50 m. de profundidad) salvo en la Sierra de Cantabria, y concretamente en Portilla, en la que se presentan episodios continentales-

salobres a salobres lacustres, con una litofacies de dolomías arenosas y microconglomeráticas y calizas con algas y sílex.

A continuación tiene lugar la deposición de sedimentos transgresivos del Ilerdiense. En el Cuisiense tiene lugar una importante fase regresiva, encontrándose únicamente sedimentos de esta edad en Portilla, con una litofacies de dolomicritas a dismicritas con Gasterópodos, Characeas y Ostrácodos. El medio de sedimentación es salobre-lacustre.

La transgresión Luteciense queda restringida al extremo nororiental de la Sierra de Urbasa, descansando sus sedimentos discordantes sobre diferentes niveles del Paleoceno. En el Eoceno Medio, las calcarenitas con Nummulites, *Alveolinas* y *Discocyclinas* indican un medio de plataforma o nerítico, semejante a los episodios marinos del Paleoceno (calizas de *Alveolinas*).

La sedimentación del Paleoceno y Eoceno marinos por efecto de las fases Alpinas, se produce solamente en ejes de cubetas más o menos aisladas. Al final del Eoceno actúan las fuerzas tangenciales de compresión, que ayudadas por la evolución tectónica del zócalo, produce un intenso plegamiento de la Sierra de Cantabria, el cabalgamiento de ésta hacia el Sur y la separación de las depresiones del Ebro y de la Cubeta de Miranda-Treviño. Se produce, asimismo, la inyección del diapiro de Treviño, coincidiendo con la retirada del mar «nummulítico» y los primeros movimientos orogénicos y el consiguiente arrasamiento posterior de los relieves formados por el diapiro.

Durante el Oligoceno y el Mioceno, tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja).

Los depósitos de conglomerados, areniscas y arcillas tienen un marcado carácter fluvial con desarrollo de paleocauces y los depósitos de calizas y margas blanquecinas presentan facies lacustre. Considerada en conjunto (fuera de los límites de la Hoja de La Puebla de Arganzón), la cuenca tiene un acusado carácter asimétrico, presentando una gran discordancia progresiva de conjunto.

Se detectan localmente (área de Treviño) algunas discordancias muy suaves atribuibles a las fases Sávic y Staírica, como consecuencia de los movimientos de compresión y distensión sucesivos del diapiro no aflorante situado en dicha zona de Treviño. El plegamiento fue prácticamente continuo durante el Oligoceno y Mioceno.

El Mioceno Superior debió depositarse en el área, produciéndose un desplazamiento del eje de sedimentación hacia el Sur por basculamiento negativo de la zona meridional, dando origen a discordancias angulares bien patentes sobre el Oligoceno (Zona de Orón, Hoja 21-09, Casalarreina) dada la gran separación estratigráfica entre ambas unidades.

Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levanta-



miento de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria, con deposición de importantes masas de conglomerados de cantos mesozoicos en la Hoja 21-09 (Casalarreina). Posteriormente tiene lugar el encajamiento de la red fluvial, perfilándose el modelado actual de la región.

## 5 GEOLOGIA ECONOMICA

### 5.1 PROSPECCIONES PETROLIFERAS

El área cubierta por la Hoja reúne condiciones favorables, tanto desde el punto de vista estructural como de posibilidad de rocas almacén, para la existencia de hidrocarburos. En consecuencia CIEPSA ha llevado a cabo numerosas campañas de prospección geofísica, que han culminado en la perforación de los sondeos que se detallarán más adelante.

Los sondeos se han localizado principalmente en dos estructuras:

- Terminación periclinal del anticlinal de Castillo, donde los objetivos eran alcanzar las calizas del Turoniense Inferior y areniscas del Albiense, en los Castillos 1, 2, 3 y 4, mientras que en el Castillo 5 el objetivo era además la serie prealbiense. Todos los sondeos dieron indicios de gas (metano), encontrándose actualmente dos de ellos en producción.
- Zona diapírica de Treviño. Constituye una trampa estructural compleja con cierre al Sur a favor de los materiales plásticos del Keuper. Los objetivos han sido alcanzar los niveles Cenomaniense y Turoniense y el Cretácico Inferior carbonatado y terrígeno. En esta estructura se perforaron los sondeos profundos de Treviño (4) y Añastro 1, además de un buen número de sondeos estratigráficos con objeto de conocer la potencia del Terciario continental y edad del Cretácico infrayacente. Los sondeos profundos dieron buenos indicios de gas y petróleo.

Los sondeos profundos y las series atravesadas son:

- SONDEO VITORIA - W 1 (X = 674.350; Y = 913.700)
  - a) 0-1.180 m.: margas, margas calcáreas y calizas arcillosas (Santonense Inferior-Coniaciense).
  - b) 1.180-1.685 m.: calizas arcillosas, margas y calizas (Turoniense).
  - c) 1.685-2.529,5 m.: margas, arcillas y calizas arcillosas y calcarenitas (Cenomaniense).
- Profundidad total perforada: 2.529,5 m.

— SONDEO CASTILLO 1 (X = 682.450; Y = 911.200)

- a) 0-605 m.: margas, arcillas y algún nivel calizo a techo (Campaniense Medio e Inferior).
- b) 605-2.235 m.: calizas, calizas arcillosas y margas (Santoniense-Coniaciense).
- c) 2.235-2.615 m.: calizas arcillosas y margas calcáreas (Turoniense).
- d) 2.615-3.670 m.: margas arcillosas y arenosas y calizas arcillosas (Cenomaniense).
- e) 3.670-4.349 m.: arcillas arenosas y arenas con pasadas carbonosas (Albiense).

— Profundidad total perforada: 4.349 m.

— SONDEO CASTILLO 2 (X = 682.550; Y = 909.350)

- a) 0-830 m.: margas calcáreas arenosas y calizas arcillosas y calcarenitas (Campaniense Medio-Inferior).
- b) 830-2.460 m.: margas arcillosas, calizas, calizas arcillosas y calcarenitas (Santoniense-Coniaciense).
- c) 2.460-2.825 m.: calizas y margas arcillosas (Turoniense).
- d) 2.825-3.498 m.: margas y calizas arenosas y arcillosas (Cenomaniense).

— Profundidad total perforada: 3.498 m.

— SONDEO CASTILLO 3 (X = 682.150; Y = 913.000)

- a) 0-465 m.: margas y margas calcáreas (Campaniense Inferior).
- b) 465-2.135 m.: margas, margas calcáreas y calizas arcillosas (Santoniense-Coniaciense).
- c) 2.135-2.470 m.: calizas arcillosas y margas calcáreas (Turoniense).
- d) 2.470-2.485,5 m.: margas arcillosas (Cenomaniense).

— Profundidad total perforada: 2.485,5 m.

— SONDEO CASTILLO 4 (X = 684.900; Y = 908.420)

- a) 0-970 m.: margas arenosas y calizas arcillosas (Campaniense Medio-Inferior).
- b) 970-2.305 m.: margas calcáreas y calizas en ocasiones dolomíticas y arcillosas (Santoniense-Coniaciense).
- c) 2.305-2.630 m.: margas calcáreas y arenosas (Coniaciense Superior).
- d) 2.630-2.965 m.: margas y calizas arcillosas (Turoniense).
- e) 2.965-3.290,3 m.: margas y calizas arcillosas (Cenomaniense).

— Profundidad total perforada: 3.290,3 m.

— SONDEO CASTILLO 5 (X = 678.200; Y = 911.400)

- a) 0-780 m: margas y calizas arcillosas y arenosas (Campaniense Medio-Inferior).
- b) 780-1.080 m.: margas arenosas y calcáreas (Santoniense Superior).
- c) 1.080-1.855 m.: calizas, calizas arcillosas y margas (Santoniense-Coniaciense Medio).
- d) 1.855-2.215 m.: margas calcáreas y arenosas y calizas arcillosas (Coniaciense Inferior).
- e) 2.215-2.645 m.: calizas arcillosas y margas calcáreas y arenosas (Turoniense).
- f) 2.645-3.675 m.: calizas arcillosas, calcarenitas, margas arenosas y areniscas (Cenomaniense).
- g) 3.675-5.175 m.: arcillas, arenas y areniscas (Albiense).
- h) 5.175-5.510 m.: areniscas, calizas arcillosas y margas arenosas (Aptiense).
- i) 5.510-5.990 m.: dolomías, yesos, arcillas y sal (Keuper).

— Profundidad total perforada: 5.990 m.

— SONDEO AÑASTRO 1 (X = 675.000; Y = 905.050)

- a) 0-330 m.: areniscas conglomeráticas, margas, yesos y calizas (Mioceno).
- b) 330-738 m.: areniscas conglomeráticas y conglomerados y caliza (Oligoceno)
- c) 738-1.235 m.: margas, dolomías, calizas arcillosas y margas (Santoniense-Coniaciense Medio).
- d) 1.235-1.340 m.: margas y calizas arcillosas (Coniaciense Inferior).
- e) 1.340-1.435 m.: margas y calizas arcillosas (Turoniense).
- f) 1.435-1.800 m.: areniscas, arcillas y calcarenitas (Cenomaniense).
- g) 1.800-2.293,3 m.: areniscas, calizas y algún nivel carbonoso (Albiense).

— Profundidad total perforada: 2.293,3 m.

— SONDEO TREVIÑO 1 (X = 678.300; Y = 902.480)

- a) 0-1.545 m.: calizas, margas, areniscas y areniscas con cantos (Terciario continental).
- b) 1.545-2.595 m.: yeso, sal, arcillas y dolomías (Triásico).

— Profundidad total perforada: 2.595 m.

— SONDEO TREVIÑO 2 (X = 681.800; Y = 901.900)

- a) 0-640 m.: areniscas, arcillas, margas arenosas y calizas (Terciario continental y Paleoceno ?)

- b) 640-730 m.: calcarenitas y calizas arenosas (probable Campaniense).
  - c) 730-1.415 m.: calcarenitas, calizas y dolomías (Santoniense-Coniaciense Medio).
  - d) 1.415-1.455 m.: margas y calizas (Coniaciense Inferior).
  - e) 1.455-1.625 m.: margas y calizas arcillosas (Turoniense).
  - f) 1.625-1.998,9 m.: calizas, margas, arenas y arcillas (Cenomaniense).
- Profundidad total perforada: 1.998,9 m.
- SONDEO TREVIÑO 3 (X = 680.550; Y = 902.600)
- a) 0-305 m.: conglomerados, areniscas conglomeráticas y calizas (Terciario continental).
  - b) 305-430 m.: calcarenitas y margas arenosas (Campaniense).
  - c) 430-935 m.: calcarenitas, dolomías, margas y calizas arcillosas (Santoniense-Coniaciense).
  - d) 935-1.075 m.: margas, arcillas y calizas arcillosas (Turoniense).
  - e) 1.075-1.650 m.: areniscas y calcarenitas con alguna pasada carbonosa (Cenomaniense).
  - f) 1.650-3.060 m.: areniscas, en ocasiones con cantos, calcarenitas y pasadas carbonosas (Albiense).
  - g) 3.060-3.133,8 m.: arcillas, yeso y sal (Triásico).
- Profundidad total perforada: 3.133,8 m.
- SONDEO TREVIÑO 4 (X = 678.800; Y = 904.525)
- a) 0-375 m.: calizas arenosas con cantos, areniscas y margas arenosas (Terciario).
  - b) 375-1.210 m.: areniscas, en ocasiones con cantos, arcillas arenosas y niveles carbonosos (Cenomaniense Inferior-Albiense).
  - c) 1.210-1.945 m.: arcillas, sal y yeso (Keuper).
  - d) 1.945-2.075 m.: areniscas y arcillas (Albiense).
  - e) 2.075-2.225 m.: margas calcáreo-dolomíticas y arenosas (Oxfordiense).
  - f) 2.225-2.340 m.: areniscas calcáreas y dolomías arcillosas (Calloviense).
  - g) 2.340-2.355 m.: margas calcáreas y calizas arcillosas (Bathoniense).
  - h) 2.355-2.380 m.: calizas y dolomías arenosas (Bajociense Superior).
  - i) 2.380-2.435 m.: margas calcáreas (Bajociense Inferior y Toarciense ?).
  - j) 2.435-2.455 m.: margas calcáreas (Pliensbachense Superior).
  - k) 2.455-3.580 m.: sal, arcillas y yesos (Keuper).
  - l) 3.580-3.625 m.: dolomías arcillosas y oolíticas (Lías Inferior).
  - m) 3.625-4.215 m.: arcillas, yesos y sal (Keuper).
- Profundidad total perforada: 4.215 m.

## 5.2 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero, sólo tuvieron relativa importancia las explotaciones de lignito, hoy abandonadas, realizadas sobre los materiales del Albiense en el bloque arrastrado por el diapiro de Peñacerrada.

La explotan niveles calizos del Coniaciense-Santoniense en Nanclares de la Oca ( $X = 671.402$ ;  $Y = 913.063$ ) y otros intercalados en el Campaniense Inferior y Medio en Gomecha ( $X = 677.995$ ;  $Y = 912.620$ ) (caliza de Olárizu) como áridos de machaqueo.

También se explotan de forma intermitente los aluviones y terrazas de algunos ríos (Zadorra).

Las arcillas y margas arenosas del paso Campaniense Medio al Superior, se extraen en el Puerto de Vitoria para la fabricación de refractarios.

## 5.3 HIDROGEOLOGIA

Dentro de la Hoja de La Puebla de Arganzón se pueden diferenciar tres unidades, con características hidrogeológicas específicas.

Estas unidades son las formadas por la franja móvil de la Sierra de Cantabria, el Sinclinal de Treviño-Miranda y el área de la terminación del anticlinal de Zuazo (Sierra de Badaya). Entre las tres destacamos por su simplicidad, amplitud y posibilidades de captación de aguas subterráneas al Sinclinal de Treviño-Miranda, en el cual el acuífero de mayor interés es el formado por las calizas arenosas del Maastrichtiense Superior y las dolomías y calizas del Terciario marino, que descansan sobre el substrato impermeable constituido por margas del Campaniense Inferior-Medio, y del Santoniense Superior, o en su defecto, sobre las areniscas, arenas y limolitas del Campaniense Superior.

Este substrato impermeable del Cretácico Superior formado por margas, cambia de facies hacia el sector sur-occidental a calizas arenosas, formando un todo uno que se conecta con el sistema de la Sierra de Cantabria, en cuya conexión se producen los manantiales, y las descargas más importantes visibles, al margen de las que se suceden en el río Ebro.

La pluviometría media anual oscila entre los 700 mm. y 800 mm. año, y el área de recarga se produce en las zonas de borde, así como en los extensos afloramientos del Terciario marino, que se disponen en una amplia banda en la Hoja limítrofe oriental (Eulate).

La circulación del agua subterránea se produce según el sentido general ENE.-OSO., bifurcándose hacia el SO. y Oeste.

Sobre el Terciario marino se dispone discordantemente el Terciario continental, que en el sector más oriental se compone de conglomerados

calcáreos bien cementados, fracturados, que colaboran a la recarga del acuífero ya definido.

Hacia las zonas occidentales, la mayor parte del Terciario continental aflorante se compone de margas arcillosas con niveles de calizas lacustres y areniscas, que pueden dar lugar a acuíferos de muy limitada importancia.

En esta Hoja asoman las estribaciones septentrionales del Sistema de la Sierra de Cantabria, al cual hemos hecho referencia anteriormente.

El tercer acuífero lo componen las calizas microcristalinas y calizas margosas del Coniaciense-Santonense Inferior, que forman la Sierra de Badaya, y que descansan sobre un substrato impermeable formado por las margas del Coniaciense Inferior.

La competencia de esta unidad, junto a la estructuración y fuerte fracturación existente, unido a la alta pluviometría de la zona, confortan un conjunto de interés hidrogeológico, si bien el acuífero está limitado por la propia área de recarga, de reducida extensión regional.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 176 pp. Madrid.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*. Madrid.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- (1906).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, número 2, pp. 325-334.
- (1971).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324* (inédito).
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones Estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.

- ALLEN, P. (1955).—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281. Hetford.
- ALMELA, A.; LIZAU, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ CABEZON, C. (1953).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 86 (Orozco), Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- ARANEGUI, P. (1936).—«Geología y Geografía del País Vasco». *Com. Inv. Geogr. Geol. y Prehist.*, Mem. núm. 2, 141 pp., 52 figs., 4 láms., Madrid.
- AUBERT, J.; COUSTAU, D., y GENDROT, C. (1963).—«Montsechiana nov. ge. Un nouveau genre de Foraminifère du Crétacé Supérieur à faciès récifal de l'Espagne et des Martigues (France)». *Rev. de Micropal.*, vol. 6, número 3, pp. 169-174, París.
- AZPEITIA MOROS, F. (1933).—«Datos para el estudio de flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. Inst. Geol. España*, tomo 53, pp. 1-65, Madrid.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, número 1, pp. 7-10, Madrid.
- BLANCHET, F. (1917).—«Etude Micrographique des calcaires urgoniens». *Ann. Université Grenoble*, tomo 29, pp. 335-392, 14 figs., 2 pl.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, pp. 405-407.
- CAMPASA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campasa». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa* (inédito).
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S.* (inédito).
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S.* (inédito).
- CIRY, R. (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au cretace inferieur». *Inst. Geol. Min. de España. Libro Jubilar*, tomo 2, pp. 17-51.
- (1967).—«Etude paleogeographique et structurale de la région Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 391-394.
- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cénomanién et du Turonién des confins septentrionaux des provinces de Burgos,

- d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug. (livre Jub. Charles Jacob)*, tomo 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfaune Maestrichtienne près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl. San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Société Géologique de France. Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- COLOM, G. (1952).—«Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344 Madrid.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- CUMINGS, E. R. (1932).—«Reefs or bioherms?». *Geol. Soc. América, Bull.*, volumen 43, núm. 1, pp. 331-352, New York.
- DAHM, M. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLEE, P. (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellóriga), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanién dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1967).—«Le Cénomanién des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, tomo 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLEE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les faciès à Alveolinidés du Cénomanién dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, Paris.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanién supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, tomo 2, vol. 1, p. 48.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* BOLLÉ dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Sierra de Cantabria-Treviño-Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa* (inédito).



- (1968).—«Parte central de los permisos de Vitoria: Cortes geológicas evolutivos». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa* (inédito).
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1946).—«Revisión de algunos datos paleontológicos del Flysch Cretáceo y Nummulítico de Guipúzcoa». *Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 15, pp. 113-162, Madrid.
- (1954).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *I. Monogr., Ins. «Lucas Mallada»*, núm. 13, C. S. I. C., Madrid.
- (1956).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *II Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*, núm. 15, C. S. I. C. Madrid.
- (1958).—«Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa. El Vraconiense de septarias de Motrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 50, Madrid.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilitacion des microfunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé [faciès continentaux]. *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., Paris.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa* (inédito).
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient., Mem. 7*, 126 pp., 33 figs. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1950).—«Esquema geológico del País Vasco en los límites de Guipúzcoa con Navarra, seguido de un ensayo de síntesis de la obra de Pierre Lamare: "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne"». *Munibe*, fasc. 3, pp. 121-131, 3 figs., San Sebastián.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa* (inédito).
- HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of northern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 83, Madrid.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- JEREZ, L.; ESNAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. IGME*, tomo 79.

- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-asturischen Gebirges (Nordwest Spanien)». *Beit. Geol. Westl. Mediterr.*, Berlín (traducción de J. Gómez de Llanera en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, volumen 3, pp. 103-225, Madrid).
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich. Geol. J. B.*, 5, 66. Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, tomo 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches geologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOGTERS, H., y VOORT, H. (1968).—«Die Gastain-Structur». *Souderd. Geol. Ruds chan.*, pp. 455-472.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».
- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo II, pp. 1-160, lám. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España; Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo VI, Madrid.
- MANGIN, PH. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragón». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, PH., y RAT, P. (1962).—«L'Evolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, tomo 1, pp. 333-349.
- MANGIN, PH., y FEYSOT, CL. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besancon (Geologie)*, tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MANIEZ, F. (1972).—«*Spiroplectamminoides* nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp. número extraordinario*, pp. 179-199.

- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 44, pp. 449-453, Madrid.
- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidro-lógica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 55.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inférieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France*, Prétirage. Lyon.
- OECHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Raume Bilbao-Llodio-Durango. 1:50.000». *Informe interno de CIEPSA* (inédito).
- OLAGUE, I. (1931).—«Datos paleontológicos de la región Vasco-Navarra». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. 31, pp. 671-672, Madrid.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, París.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa* (inédito).
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Frías-Oña». *Ciepsa* (inédito).
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Cepsa*, S. A., pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I. Coloq. de Estrat. y Paleogeogr. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
- (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 78, pp. 1-375, y Ediciones CEPESA, 3 tomos.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras «en bolas concéntricas». *Acta Geol. Hispánica*, núm. 5, año II, C. S. I. C., Barcelona.

- (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*, tomo 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2<sup>eme</sup> congrès. intern. d'etud. Pyrénéennes*, tomo 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension vers L'Ouest du Crétacé superieur à Faciés Basque». *Colloque sur le Crétacé superieur en France (84 Congr. Soc. Sav. Paris) Dijon*, pp. 523-533.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Geol. France (7<sup>e</sup> serie)*, tomo 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1960).—«Le milieu et le developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, tome 1, pp. 651-657, París.
- (1963).—«Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sud de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- REY, R.; RICART, J., y SANCHEZ PAUS, J. (1964).—«Informe geológico sobre la región de Salvatierra-Alsasua». *Ciepsa* (inédito).
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa* (inédito).
- (1955).—«Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du basin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 60, pp. 152-232.
- (1949).—«Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del Inst. Geol. Min. de España*, núm. 19, pp. 95-111.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas". Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 28, pp. 49-87, Madrid.

- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del País Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barranta)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Reconocimiento de la estructura de Miravalles». *Ciepsa* (inédito).
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoria (Alava)». *Not. y Com. IGME*, núm. 10.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real. Soc. Exp. Hist. Nat.*, 44, pp. 87-126, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española». *Mem. del Inst. Geol. Min. de España*, tomo LXV, Madrid.
- SAENZ, C. (1932).—«Notas para el estudio de las facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del País Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, tomo 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1942).—«Notas y datos de estratigrafía española. Acerca de un yacimiento fosilífero alavés». *Bol. Real. Soc. Hist. Nat. Esp.*, tomo 40, pp. 105-106, Madrid.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8. Del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real. Soc. Española Hist. Natural*, tomo 41, p. 115.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952).—«Las erupciones y las rocas volcánicas de las Vascongadas».
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa* (inédito).
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa* (inédito).
- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C., Madrid*. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llarena.)
- SOLER, R. (1971).—«Estudio geológico de la Sierra de Aralar, cuenca cantábrica oriental». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 82, pp. 406-428.

- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. DEL; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.00». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, tomo 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in frm. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.