



EVE

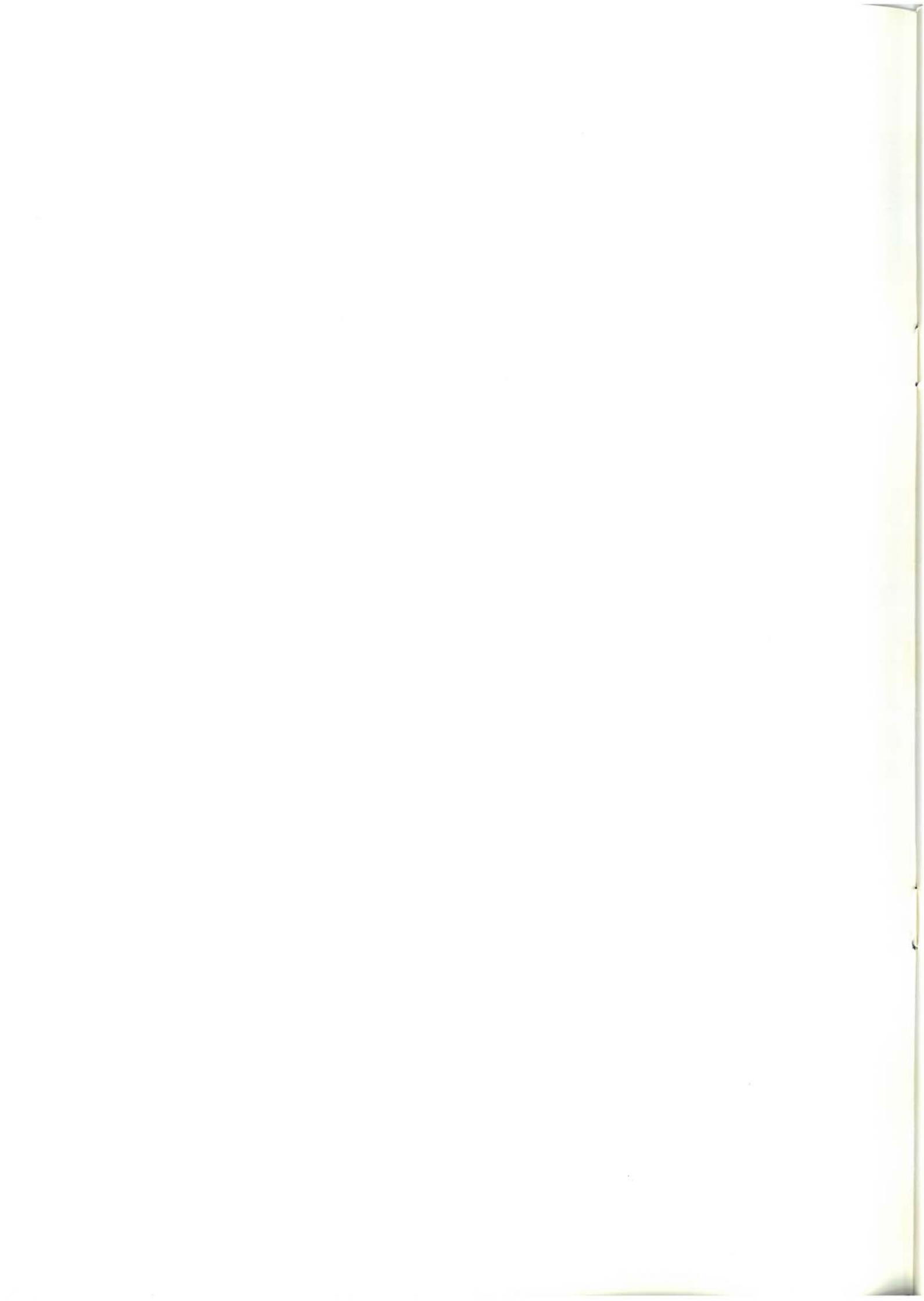
Mapa Geológico
del País Vasco

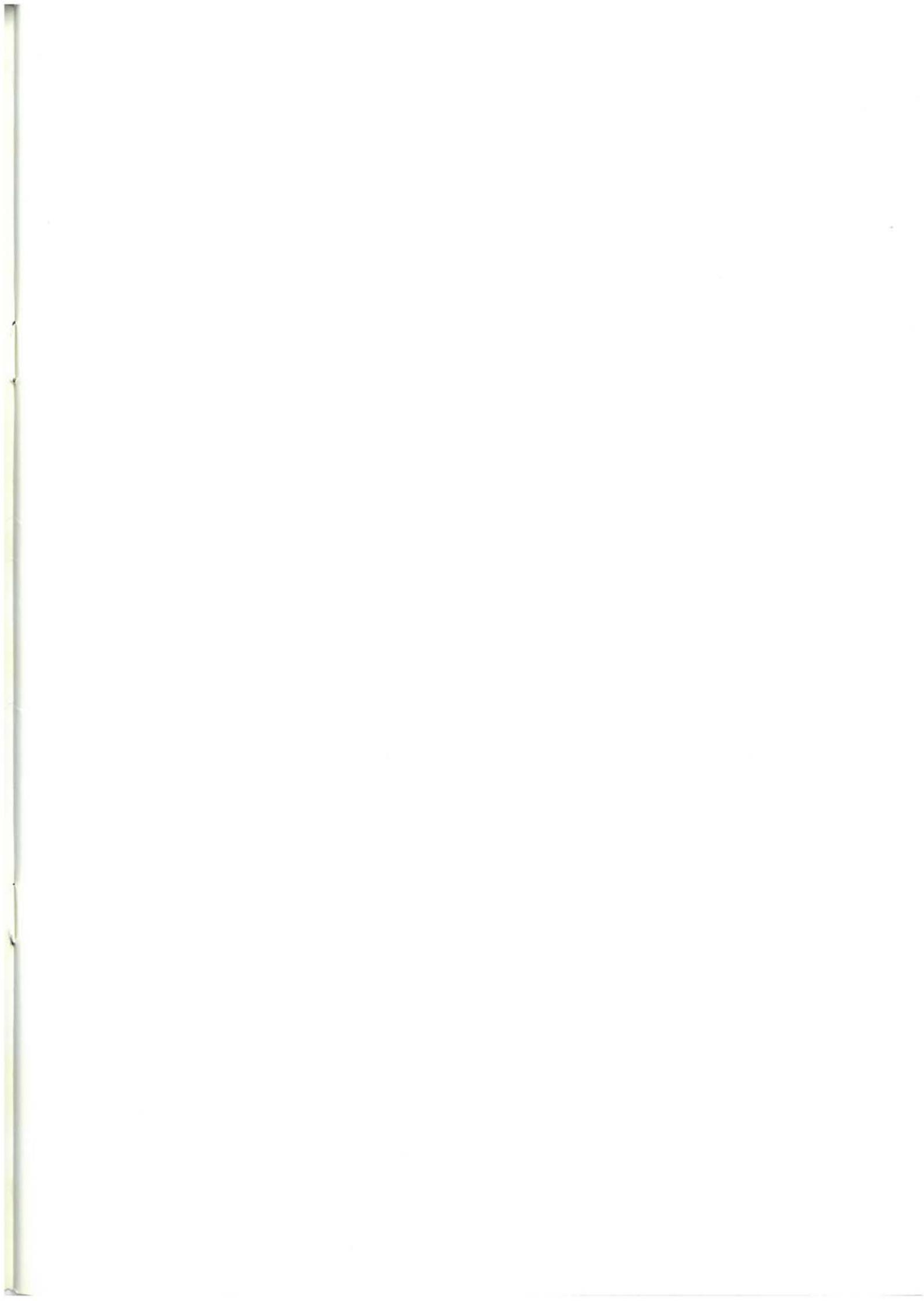
*Euskal Herriko
Mapa Geologikoa*



38-IV ELANTXOBE

E: 1/25.000







**Mapa Geológico
del País Vasco**

***Euskal Herriko
Mapa Geologikoa***

38-IV ELANTXOBE

E:1/25.000

Edita: **ENTE VASCO DE LA ENERGIA**

Impreso en: **Gráficas Indauchu, S.A.**

Polígono "El Campillo" - Gallarta (Vizcaya)

Tel.: (94) 636 36 76

Depósito Legal: BI-1182-92

I.S.B.N.: 84-88302-21-5

La presente hoja del MAPA GEOLOGICO DEL PAIS VASCO, a escala 1:25.000, ha sido realizada por el siguiente equipo de trabajo:

ENTE VASCO DE LA ENERGIA

A. Garrote Ruiz
J. García Portero

INGEMISA

A. Arriola Garrido
E. Eguiguren Altuna
I. García Pascual
R. Garrote Ruiz

Han participado como colaboradores: J. García Mondéjar y V. Pujalte Navarro, (UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO), asesorando en los capítulos de Estratigrafía y Sedimentología.

Los trabajos de campo fueron realizados en el año 1985.



INDICE

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION.....	9
2. ESTRATIGRAFIA	11
2.1. TRIAS KEUPER (1 a 4).....	11
2.2. UNIDAD DE OIZ. SECTOR DE EA.....	13
2.2.1. Complejo Urganiano (5 y 6).....	13
2.2.2. Formación Deba. Complejo Supraurgoniano (7 a 15).....	14
2.3. UNIDAD DE OIZ. SECTOR DE ONDARROA.....	16
2.3.1. Jurásico (16 a 21).....	16
2.3.2. Malm - Neocomiense (—Barremiense?) (22 y 23).....	17
2.3.3. Complejo Urganiano (24 a 35).....	18
2.4. UNIDAD DE OIZ. SECTOR DE GUERNICA.....	21
2.4.1. Jurásico (36 a 38).....	21
2.4.2. Malm terminal - Neocomiense (—Barremiense?) (39).....	21
2.4.3. Complejo Urganiano (40 a 47).....	22
2.4.4. Formación Deba. Complejo Supraurgoniano (48 y 49).....	23
2.5. CUATERNARIO (50 a 58).....	23
3. SEDIMENTOLOGIA	25
3.1. JURASICO.....	25
3.2. MALM TERMINAL - NEOCOMIENSE (—BARREMIENSE?) (CICLO PURBECK - NEOCOMIENSE).....	27
3.3. APTIENSE - ALBIENSE INFERIOR Y MEDIO (CICLO URGONIANO).....	27
3.4. ALBIENSE SUPERIOR - CENOMANIENSE INFERIOR (CICLO SUPRAURGONIANO)	33
4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	41
5. PETROLOGIA	47
5.1. OFITAS TRIASICAS.....	47
5.2. ALTERACIONES HIDROTERMALES - SILICIFICACIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA	49



1. INTRODUCCION

El cuadrante de Elantxobe —a escala 1:25.000— forma parte de la hoja n.º 38, "Bermeo", del Mapa Topográfico a escala 1:50.000.

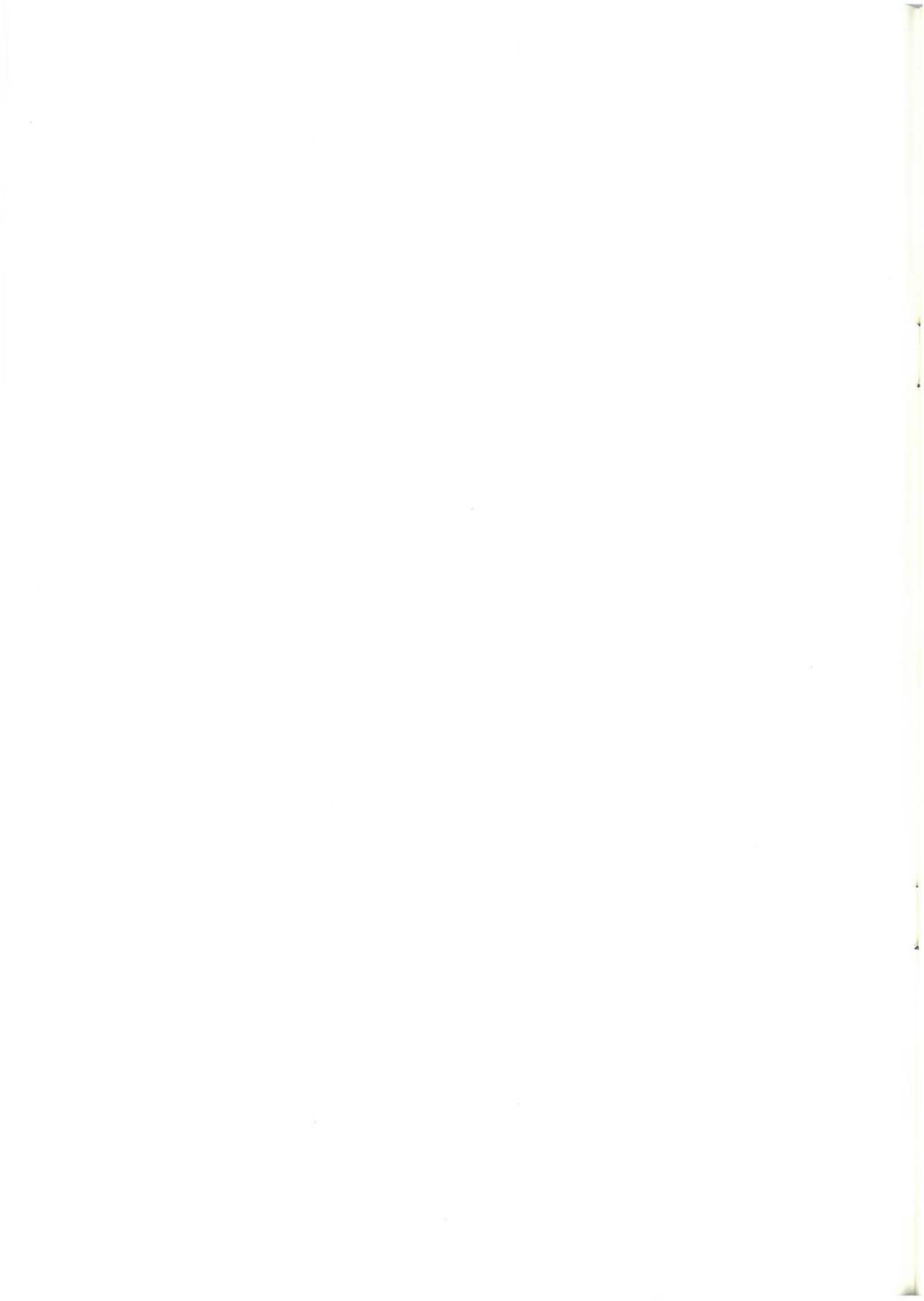
La característica geográfica fundamental de este cuadrante es que presenta una morfología típica de áreas cercanas a la costa, es decir, topografía suave en la que se encajan los cursos bajos de los ríos.

En este contexto general destacan tres tipos de morfologías bien definidas: litoral, con presencia de playas de arenas y cantos, campos de dunas, acantilados y plataformas de abrasión; estuarios, representados por la ría de Gernika, que es la mayor del litoral vizcaíno, y finalmente "karst": existen varios macizos kársticos que cubren una amplia extensión de la hoja.

En esta hoja se localizan pequeños núcleos urbanos, Elantxobe, Ibarangelu, Ea, Is-paster, Arteaga, etc. Las cotas más elevadas

son los altos de Munjozuri (599 metros), Bustarrigan (558 metros), San Miguel de Ereñozar (450 metros) y San Pedro Atxerre (313 metros). No existen cauces fluviales de importancia, a excepción de un pequeño tramo del río Lea. No obstante existen numerosos arroyos, algunos con notable caudal.

El cuadrante de Elantxobe se sitúa geológicamente en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Los materiales aflorantes más antiguos son de edad triásica en facies germánica, que se instalan a favor de zonas de fractura, arrastrados entre bloques, aunque con un posible comportamiento halocinético final. Considerando el Trías aparte, el cuadrante está constituido por materiales del Jurásico, Cretácico (hasta el Albiense terminal) y Cuaternario; estructurados según directrices generales ONO - ESE, concordantes con las estructuras regionales más importantes de la Cuenca Vasco - Cantábrica.



2. ESTRATIGRAFIA

En base a criterios paleogeográficos y tectónicos, se han diferenciado, en un área más extensa que el propio cuadrante, varias unidades, separadas entre sí por accidentes estructurales de importancia regional. Igualmente ha sido precisa la individualización de algunos sectores, que pasan lateralmente a formar parte de una única unidad.

Los afloramientos de este cuadrante se adscriben a la unidad de Oiz, diferenciándose no obstante los sectores de Ea, Ondárroa y Guernica, estos últimos separados entre sí por la falla de Aulestia - Azkoitia.

Esta separación en unidades (figura 2.1.) permite una mayor diferenciación de términos litológicos, que da lugar a una cartografía geológica más detallada. Así mismo, evita problemas de correlación entre bloques o áreas que tuvieron un funcionamiento individual y diferente durante la sedimentación.

A continuación se describe la estratigrafía de las diversas unidades cartografiadas, comenzando por el Trías que, dado su carácter alóctono, no se ha incluido en ninguna.

2.1. TRIAS KEUPER (1, 2, 3 y 4)

Los materiales triásicos afloran en el núcleo anticlinal de la ría de Gernika encontrán-

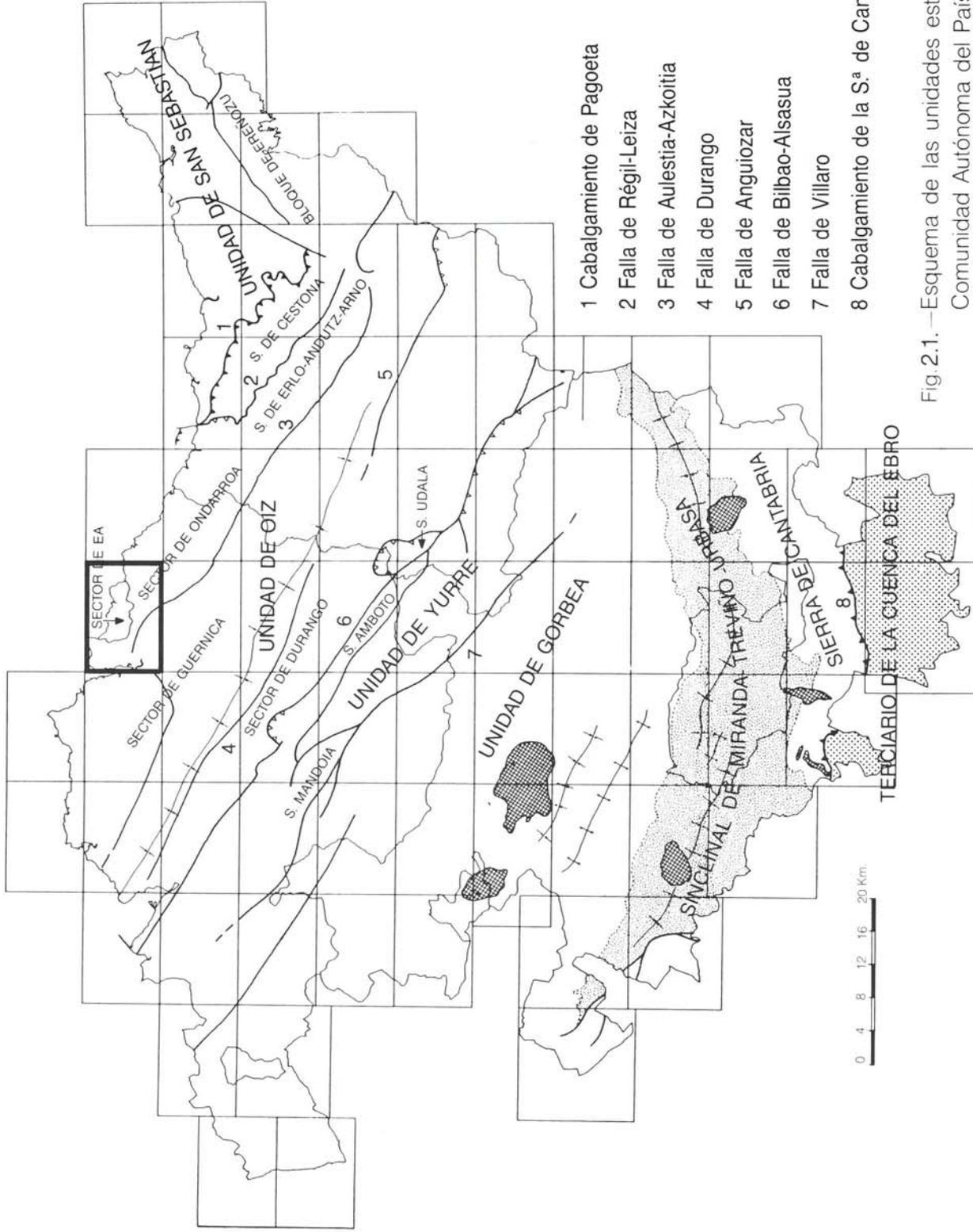
dose además pequeños asomos en Laga e Ibarrrangelu. Están compuestos mayoritariamente por ofitas (1). Entre las masas ofíticas se disponen los sedimentos triásicos formados en este caso por arcillas abigarradas y yesos (2). Se puede apreciar, igualmente, un conjunto de enclaves de naturaleza y edad variada.

Las **ofitas** (1) se encuentran en avanzado estado de meteorización. En los escasos afloramientos en que se observa la roca fresca, ésta presenta color verde oscuro. Están afectadas por un fuerte diaclasado decimétrico, localmente relleno por productos de alteración.

En cortes recientes de la capa de alteración superficial, aún se aprecia la estructura primaria de la roca, e incluso pueden recogerse restos "frescos" en forma de pequeños bolos.

Las **arcillas abigarradas y yesos** (2) aparecen en pequeños afloramientos y se distinguen por las coloraciones típicas de la facies germánica, rojas y verdes.

Localmente las arcillas presentan concentraciones salinas, generalmente yesíferas. Los yesos, en etapas posteriores, se disuelven y redepositan en fracturas que llegan a conferir un aspecto mallado a las arcillas. En las proximidades de los contactos se produce una brechificación en la que llegan a encontrarse cantos de ofitas.



- 1 Cabalgamiento de Pagoeta
- 2 Falla de Régil-Leiza
- 3 Falla de Aulestia-Azkoitia
- 4 Falla de Durango
- 5 Falla de Anguiozar
- 6 Falla de Bilbao-Alsasua
- 7 Falla de Villaro
- 8 Cabalgamiento de la S.^a de Cantabria.

Fig. 2.1. —Esquema de las unidades estructurales de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Los enclaves cartografiados son de composición fundamentalmente calcárea.

Las **brechas calcáreas** (3) tienen un aspecto masivo muy fracturado. Esporádicamente aparecen cantos calizos o dolomíticos en niveles triturados. Afloran únicamente en el tramo final del arroyo de Laga. Por su posición actual podría tratarse de calizas o brechas urgonianas fracturadas por el emplazamiento del Trías.

Las **calizas brechificadas oquerosas** (4) presentan una brechificación posiblemente sin-sedimentaria (cantos redondeados en matriz detrítica), a la que se superpone una trituración tectónica especialmente intensa en los niveles más masivos que se encuentran en el borde del enclave. Se les atribuye una edad jurásica por correlación de litofacies.

Aparecen en un gran afloramiento en Kortezubi y de forma más reducida junto con las ofitas de Laga.

UNIDAD DE OIZ

2.2. SECTOR DE EA

Se localiza al norte del cuadrante y está limitado por contactos mecánicos; así, la falla inversa de Ispaster lo separa del sector de Ondárroa por el sur y la falla de Gernika-Ibarrangelua le hace de límite occidental.

Los elementos que conforman este sector indican el tránsito del ciclo Urgoniano a la formación Deba, marcado por una secuencia de carácter brechoide carbonatado que de forma transicional pasa a sedimentos detríticos netos.

2.2.1. Complejo Urgoniano (5 y 6)

El complejo Urgoniano fue definido por RAT, P. (1959); en él agrupó un conjunto de sedimentos con facies arrecifales o paraarrecifales y sus detríticos asociados.

Aquí se va a considerar como complejo Urgoniano toda la sucesión de materiales de edad Cretácico inferior con facies mayoritariamente marinas.

En este sector está representado únicamente por los términos más altos, de carácter destructivo y edad Albiense superior. Las litologías diferenciadas son: megabrechas calcáreas canalizadas en matriz margosa (5) y areniscas calcáreas y margas; bloques aislados de brecha y megabrecha (6).

Las **megabrechas calcáreas canalizadas en matriz margosa** (5) constituyen sucesivos niveles de brechas (de potencias variables entre 12 y 15 metros), que se intercalan en una serie detrítica más fina. Están compuestas por grandes bloques calizos de tamaño métrico a decamétrico (hasta más de 25 metros) en forma de ortobrechas (aumenta hacia arriba el carácter parabrechoide), en una matriz margoarenosa que contiene cantos calcáreos, calcoarenosos y silíceos, hasta decimétricos.

Los cantos silíceos y areniscosos intraformacionales van siendo sucesivamente más abundantes en la primera mitad de la serie, hasta constituir niveles métricos de orto y paraconglomerados con cantos preferentemente silíceos (ígneos y metamórficos en su mayoría).

En la Punta Ermintzo, las megabrechas calcáreas están muy bien empaquetadas: forman una única masa muy uniforme, recubierta por una orla discontinua de areniscas y microconglomerados silíceos y calcáreos que en algunos puntos se acuñan en discordancia visible contra la masa brechoide.

Las intercalaciones que separan las diferentes barras de megabrecha, se han agrupado bajo la denominación **areniscas calcáreas y margas; bloques aislados de brecha y megabrecha** (6) y están formadas por todo tipo de niveles de inestabilidad (flujos de barro y de derrubios, "slumps", orto y parabrechas poligé-

nicas de escasa entidad), de hasta varios metros de potencia individual, alternantes con tramos de organización flyschoides más regular. La potencia de las intercalaciones que separan las barras megabrechoides oscila entre 20 y 50 metros aproximadamente. El espesor de algunos términos se ha exagerado de cara a su representación cartográfica.

Los niveles de inestabilidad son fundamentalmente de composición margo-arenosa, con cantos poligénicos muy aislados y fragmentos de estratos métricos de areniscas calcáreas, calcarenitas y microconglomerados calcáreos.

Los tramos flyschoides, cuya potencia alcanza como mucho unos pocos metros, están compuestos por una alternancia de areniscas calcáreas o silíceas, con muros muy erosivos (incluso discordantes y canaliformes) y margas más o menos arenosas, con cantos heterométricos muy dispersos. La serie presenta caracteres turbidíticos.

La potencia del conjunto es muy variable, llegando a un máximo de 160 metros. Hacia el oeste de Ea la serie se acuña y llega casi a desaparecer al tiempo que el tamaño de grano disminuye notablemente (figura 3.10.).

A pesar del carácter caótico de todos los sedimentos, se evidencia una cierta disposición en secuencias positivas, tanto a pequeña escala (series de BOUMA) como a escala de macrosecuencias "megabrecha-marga y arenisca" (episodios megaturbidíticos).

2.2.2. Formación Deba (Complejo Supraurgoniano) (7 a 15)

La formación Deba fue definida por G. MONDEJAR *et al.*, (1982); equivale al Complejo Supraurgoniano de RAT (1959), al Flysch Negro de FEUILLÉE y MATHEY (1976) y al Deva Flysch de VOORT (1963). Está formada por un conjunto de litologías esencialmente detríticas

en el que se pueden diferenciar dos series: una basal, más carbonatada, que agruparía al conglomerado poligénico en matriz margosa (7), areniscas con cemento silíceo y/o carbonatado y margas (8), areniscas con cemento calcáreo y/o silíceo (9), y cuarzoarenita con niveles de microconglomerado silíceo (10); y otra superior formada por una alternancia de lutitas, areniscas, conglomerados y margas, combinándose de tal forma que definen, según su abundancia relativa, un conjunto de elementos diferentes dentro de la sucesión (11, 12, 13, 14 y 15).

El **conglomerado poligénico en matriz margosa** (7), es un cuerpo de paraconglomerado (localmente orto, muy bien empaquetado) con cantos silíceos esféricos y redondeados, de origen ígneo y metamórfico (microgranito, esquistos, lilitas, filitas, etc...).

En los dos afloramientos más accesibles (ambas márgenes de la ría de Ea), presenta características bien diferentes, reflejo de los dos tipos de organización presentes en el término:

- Margen izquierda: Ortoconglomerado silíceo, muy bien empaquetado, con escasa matriz arenosa de grano medio a grueso y tapices de arenisca a muro y techo, así como intercalados en el interior. La estratificación es muy neta, alcanzando una potencia máxima de 4,2 metros aproximadamente.
- Margen derecha: En este afloramiento, la facies es totalmente diferente, tratándose de un paraconglomerado silíceo en matriz margoarenosa, con aspecto caótico y bloques de paraconglomerado previo embutidos en la matriz, que también engloba algún clasto calcáreo. El espesor en esta zona es difícil de establecer, si bien puede estimarse notablemente por encima de los 4 metros. Obviamente, la potencia ha sido exagerada para permitir su representación cartográfica.

Areniscas con cemento silíceo y/o carbonatado y margas (8). Forman un tramo de unos 60-80 metros de potencia compuesto a muro por un nivel parabrechoide decamétrico y a techo por alternancias complejas (a veces flyschoides) de tres litologías principales: margas arenosas, areniscas de grano fino a medio en estratos netos, con cemento generalmente carbonatado y estructura turbidítica; y areniscas de grano muy fino a fino, con estratificación difusa, oquerosas por la disolución diferencial del cemento carbonatado, y con una bioturbación notable. También se han observado en este tramo niveles canaliformes de microconglomerado silíceo y/o calcáreo, limolitas calcáreas arenosas y niveles arenosos rubefactados, los cuales, por otra parte, son corrientes en toda la serie de Ea.

Areniscas con cemento calcáreo y/o silíceo (9). Aparecen en niveles masivos (como en el pueblo de Ea donde alcanzan unos 60 metros de potencia), o bien formando alternancias de areniscas de grano fino y limolitas (Natxituko Lapatza Este) que pasan lateralmente a areniscas de grano fino a medio, descalcificadas, con intercalaciones lutíticas significativas (Natxituko Lapatza Oeste) o muy escasas (Bix). También pueden presentarse como limolitas o areniscas de grano muy fino, carbonatadas, más o menos esquistosas, e incluso como simples margas en la zona de Mendiola y en los arroyos de Argin y Erreketa. En Natxituko Lapatza Oeste el término pasa lateralmente a un cuerpo de **cuarzoarenita con niveles de microconglomerado silíceo** (10), que aflora únicamente en las proximidades de la masa megabrechoide de Ermintzo. Consta de bancos centimétricos a métricos de cuarzoarenita masiva, muy bien seleccionada, con niveles canaliformes de microconglomerado silíceo. Se dispone en discordancia, posiblemente erosiva, sobre el tramo infrayacente. Presenta una potencia mínima aproximada inferior a los 10 metros.

Areniscas y lutitas (11). Las lutitas están compuestas por materiales detríticos de tamaño

de grano fino (limo o arcilla). En corte fresco ofrecen coloraciones oscuras, debido a la abundancia de materia orgánica. Esta puede hallarse dispersa en la roca, o formar niveles milimétricos-centimétricos (ocasionalmente decimétricos). Gran parte de ella se encuentra en avanzado estado de transformación, apreciándose zonas carbonosas (generalmente en forma de vitrinita). También se aprecian sulfuros dispersos o concentrados en pequeños nódulos que, al oxidarse confieren a la roca tonalidades rojizas. Estos materiales localmente presentan disyunción esferoidal.

Las areniscas forman cuerpos lenticulares compuestos por pequeños granos de cuarzo de tamaño arena fina a media o incluso gruesa, con algo de feldespato, mica blanca y materia orgánica (tallos y restos vegetales parcialmente transformados en carbón).

Las areniscas y lutitas se disponen en bancos alternantes centimétricos-decimétricos. El aumento de la proporción de areniscas va emparejado al aumento de la potencia de sus bancos y al mayor desarrollo, en su caso, de las series turbidíticas de BOUMA.

En el sector de Ea, los afloramientos de este término se sitúan aproximadamente en el eje del sinclinal de Natxitua-Bedarona; en una banda plegada y cabalgada por las calizas de Ispaster; y, en su emplazamiento más antiguo, formando una orla discordante en torno a la masa megabrechoide de Ermintzo.

Argilitas y/o limolitas (12). Conforman este término aquellos tramos en los que existe un claro predominio de los materiales lutíticos sobre los areniscosos. Las características de los materiales son las mismas que las descritas para las lutitas en el término anterior.

Las lutitas se presentan en niveles que alternan o incluyen estratos, generalmente poco potentes, de arenisca y algunos horizontes ferruginizados.

En las zonas donde el término está en contacto con formaciones carbonatadas, su proporción de carbonato aumenta hacia dicho contacto.

Las **areniscas mayoritarias** con niveles de lutitas (13) constituyen un término similar al anterior, aunque sin presencia de conglomerados. La potencia de los bancos areniscos puede aumentar hasta más de un metro. Las series de BOUMA aparecen mejor desarrolladas, los muros son más erosivos, apareciendo con mayor nitidez todo tipo de estructuras sedimentarias. Destacan los "megaripples" en algunos estratos areniscos aislados, mientras en otros se dan niveles microconglomerados basales.

Areniscas mayoritarias y conglomerados (14). La característica de este tramo, es un porcentaje medio de areniscas en torno al 75%. El término incluye niveles decimétricos a métricos de paraconglomerados (en algunos casos son ortoconglomerados) de cantos silíceos milimétricos a decimétricos en matriz arenoso-lutítica, producto de flujos en masa.

Las **margas con brechas calcáreas** (15) afloran en la zona de Olaberri y son litológicamente similares al término urgoniano (6) anteriormente descrito, aunque se encuentran más altos en la columna estratigráfica. Son grandes bancos de margas que incluyen niveles arenosos slumpizados y bloques aislados de brechas calcáreas. Con respecto al término (6) es notablemente inferior la proporción de areniscas silíceas y calcáreas, estas características diferenciales tienen como consecuencia la casi total desaparición de los caracteres flyschoides de los materiales.

La formación Deba presenta una organización flysch bien definida, encontrándose frecuentemente estructuras sedimentarias que indican el origen turbidítico de la serie. En las proximidades de la zona donde afloran materiales del Complejo Urganiano, se ha observa-

do, en lutitas y areniscas, una abundancia relativa de cemento calcáreo respecto del silíceo.

2.3. SECTOR DE ONDARROA

Está compuesto por una serie de materiales que abarcan desde el Jurásico hasta el Albiense. Se pueden diferenciar tres grandes conjuntos: Jurásico, Malm-Neocomiense (—Barremiense?) y Complejo Urganiano.

2.3.1. Jurásico (16, 17, 18, 19, 20 y 21)

Aflora según dos bandas, una en la zona de Kanala y otra en Ereño-Gabika. Es fundamentalmente carbonatado. A continuación se describen los términos litológicos diferenciados, de más antiguo a más moderno.

Brecha calizo-dolomítica (Carniolas). Calizas dolomíticas (16). Son brechas sin sedimentarias con cantos hasta decimétricos, redondeados y medianamente esféricos, de forma irregular y composición caliza, dolomítica e incluso areniscosa. La matriz consiste en cantos más finos con proporciones variables de arcilla y arena. La textura varía entre orto y para-brecha. El cemento es calizo, localmente dolomítico, a veces disuelto, lo que confiere un cierto aspecto carniolar a la roca. Los clastos calcáreos son muy similares a la caliza infrayacente. Ocasionalmente aparecen en la base bancos hasta decimétricos de calizas dolomíticas grises. El término puede datarse como Hettangiense, por correlación litológica.

Calizas y dolomías laminadas (17). Son calizas, calizas dolomíticas y dolomías de color gris claro, micríticas, muy finamente estratificadas en bandeados milimétricos, de origen probablemente estromatolítico (laminitas). A techo aparecen intercalaciones margosas. La organización general es en estratos centimétricos a casi métricos, muy netos, a veces separados por finísimas intercalaciones margosas. En la zo-

na de Gabika son más arcillosas y con caracteres localmente brechoides. Esta litología corresponde a un medio inter y/o supramareal (quizá hipersalino) en el que se desarrollaban "algal-mats" de características estromatolíticas planares.

Calizas dolomíticas con corales (18). Es un término de calizas grises, brechoides, con laminación ondulada margosa y niveles planares centimétricos de formas aplastadas, reconocidas como corales. Tienen poca potencia y escasa extensión lateral.

Margas y margocalizas con ammonites, belemnites y crinoides. Lutitas (19). Este tramo aflora con características diferentes en dos bandas: la de Kanala y la de Gabika.

En la banda de Kanala se dispone en contacto erosivo sobre el término infrayacente. Se aprecian excavaciones en forma de suaves canalizaciones rellenas por sedimento noduloso-brechoide: margocalizas y calizas envueltas en una laminación ondulada margosa "wavy lamination". En el corte de mayor desarrollo se aprecia una disminución del carbonato y una variación significativa de la macrofauna con el transcurso del tiempo. De abajo a arriba se reconocen: calizas y margocalizas con abundantes ammonites y belemnites; alternancia de margocalizas y margas con belemnites y algunos crinoides; margas arenosas muy ricas en crinoides (pentacrínidos exclusivamente); y pizarras arenosas azoicas y areniscas calcáreas.

En la banda de Gabika el término está compuesto por margas y areniscas muy finas, calcáreas, y limolitas con belemnites y ammonites; además va perdiendo su carácter carbonatado hacia el oeste. Las condiciones de formación son de mar abierto, relativamente profundo.

Cronológicamente el término abarca al menos desde el Lías superior (aproximadamente Carixiense) hasta el Malm inferior (Oxfordien-

se), salvando posibles hiatos. Su potencia en esta hoja es variable entre unas pocas decenas y el centenar de metros. SOLER y JOSE (1972) ha citado *Dactyloceras sp.*, *Hildoceras bifrons* (BRUMG), e *Hildoceras cf. sublevisoni* (FUC.), ammonítidos que datan el Toarciense. De la misma forma, *Zigzagiceras sp.* y *Reinckia* (?) atestiguan la presencia del Dogger inferior, mientras que *Indosphinctes aff. choffati* (PAR. y BON.) y *Choffatia gr. lepta* (GEMM.) hacen lo propio con el Calloviense.

En la banda de Gabika se pueden diferenciar cartográficamente dentro de la masa margosa dos términos, discontinuos y de poca entidad, como las calizas y margocalizas (20) y areniscas con cemento calcáreo (21).

Calizas y margocalizas (20). Se encuentran con frecuencia muy descalcificadas, con fauna de lamelibranquios y equinodermos, que pasa a ser la habitual de belemnites, ammonites y crinoides hacia el sureste. Los litosomos calcáreos presentan potencias decamétricas.

Areniscas con cemento calcáreo (21). Forman un pequeño nivel arenoso de grano fino-medio, con cemento carbonatado. Se dispone a techo de la serie jurásica en la zona de Bollar. En este área, el techo puede estar representado por el Dogger, en cuyo caso faltaría, al menos, la totalidad del Malm inferior.

2.3.2. **Malm-Neocomiense (Barremiense?)** (22 y 23)

Sobre los materiales netamente jurásicos, comienza la sedimentación de los pertenecientes al conjunto Malm terminal-Neocomiense-Barremiense. En este área está representado por las calizas típicas del Neocomiense (quizá falte el Malm terminal) y, localmente, por sedimentos terrígenos que podrían representar al Barremiense. En los lugares en que las calizas neocomienses son recubiertas por margas de aspecto azoico, no es posible establecer los lí-

mites entre Barremiense y Bedouliense, ni la eventual existencia de hiatos.

Este intervalo está representado por dos términos poco potentes. El basal, **calizas estratificadas con moluscos** (22), consiste en calizas tableadas de color gris a negro. Aparecen solas o bien alternando con niveles de margas negras. Presentan una potencia que puede variar, hasta alcanzar algunas decenas de metros. Los estratos calizos son extraordinariamente continuos, netos y regulares; presentan laminación paralela milimétrica (micritas negras), así como textura calcarenítica (al parecer inorgánica) o gran cantidad de bivalvos, formando lumaquelas de finos fragmentos de concha.

La disposición de las facies es alternante entre sí, a nivel de estrato en muchos casos. No obstante parece apreciarse una sucesión vertical válida para todo el término, que consta de tres niveles: calizas negras lumaquéllicas, micríticas o peletoidales (base); "grainstone" de "pellets", con aparentes estructuras de tracción, muy difusas (parte central); y de nuevo la alternancia de lumaquelas, micritas y lechos peletoidales (parte terminal). Donde el tramo se hace más margoso, se encuentran gasterópodos turricónos mal conservados.

En la banda Ereño-Gabika, este tramo se presenta de forma discontinua. Dentro de los niveles calcáreos aparecen zonas brechoides.

El término superior está compuesto por **lutitas, areniscas, margas y calizas** (23). Es un término mixto que tan sólo aparece como diferenciable en la banda de Kanala. Consta de tres tramos que de abajo a arriba son: alternancia de calizas, lutitas, pizarras y areniscas silíceas; lutitas ferruginosas; y alternancia de lutitas con margocalizas grises. Se trata de una facies en transición al término superior. El conjunto completo se acuña hacia el sureste hasta desaparecer. A techo de estos sedimentos comienza gradualmente el depósito de las margas basales del Ciclo Urgoniano.

2.3.3. Complejo Urgoniano (24 a 35)

Los materiales englobados bajo esta denominación abarcan un intervalo temporal máximo Aptiense - Albiense, aproximadamente, y ocupan buena parte de los afloramientos cretácicos vascos. El complejo Urgoniano fue definido por RAT (1959), quien empleó el término de complejo por la heterogeneidad litológica que presenta, y el calificativo de Urgoniano por las calizas con facies urgonianas que suponen su rasgo más característico. Aunque el espesor varía considerablemente según el punto en que se trate, la serie urgoniana llega a superar 3.000 metros de potencia (por ejemplo en Aralar). Además de las típicas calizas con rudistas, corales y orbitolinas, forman el complejo, margas, lutitas, areniscas y conglomerados.

En esta unidad está representado por sedimentos netamente marinos y sus afloramientos son extensos. Litológicamente está formado por:

Margas arenosas (24). Se encuentran muy descalcificadas y tectonizadas en su mitad basal, transformándose localmente en limolitas e incluso areniscas calcáreas muy finas. Incluyen niveles de arenisca calcárea. Dispersos por toda la masa se encuentran estratos de caliza arenosa con orbitolinas y de calcarenita bioclástica, especialmente abundantes en las cercanías de los tránsitos laterales a calizas (25) y (26). Algunas de estas barras se han podido diferenciar en cartografía (alrededor de Laga). Al norte de la playa de Laida, por encima del nivel - guía de arenisca calcárea (31) se sitúa una serie flyschoide arenoso - margosa, con predominio creciente de esta última litología. En esta zona de tránsito lateral a calizas, las margas se encuentran estratificadas en bancos decimétricos a métricos muy regulares. En la serie de Laida - Punta Antzoras, este tramo aparece como una alternancia de margas y turbiditas calcáreas, terminando la sucesión con un "slump" de potencia métrica. Dispersos en la marga se

encuentran niveles de brecha calcárea con estructura turbidítica. La potencia del tramo margoso debe ser algo superior a la del conjunto calizo, lo que la sitúa en torno a los 800 metros, aunque la ausencia de afloramientos no permite asegurarlo (pueden quedar fracturas enmascaradas).

Afloran en diferentes situaciones dentro del cuadrante: como facies de tránsito entre calizas neocomienses y calizas urgonianas, como cuerpos aislados dentro de la masa caliza, y como un extenso litosoma que envuelve el afloramiento calizo de Atxerre, constituyendo un tránsito vertical y lateral a calizas impuras, estratificadas y limolitas.

Las diferencias litológicas no justifican el establecimiento de distintos términos y las macrofacies son muy similares, por lo cual se ha definido un solo término margoso.

Calizas impuras (25). Se han considerado así los nódulos o parches calizos englobados en margocalizas y margas, localmente con orbitolinas, más abundantes hacia el techo. Pueden situarse en tránsito vertical o lateral a calizas más puras, como facies de orla o transición entre estas últimas y litologías más terrígenas como margas (24), margas y areniscas calcáreas (29) e incluso areniscas silíceas (30). Debido a esta particularidad estratigráfica, su potencia y extensión lateral son muy variables pudiendo no estar representadas en algunos cortes y aparecer en otros como varios niveles superpuestos.

Calizas en bancos métricos, con rudistas y corales (26). Este término presenta una uniformidad considerable en cuanto a lito y biofacies. La litología general es de calizas puras, con escasa contaminación terrígena, y a menudo con aspecto masivo en afloramiento. Se presentan generalmente en biostromos métricos, con textura mayoritariamente fango - soportada y clastos calcáreos de tamaño arena muy fina hasta varios centímetros en su dimensión

más larga. Estos últimos están constituidos por fragmentos de rudistas, ostreidos y corales, mientras que los primeros son orbitolinas y otros bioclastos finos, así como intraclastos y ooides minoritarios. Son poco frecuentes los bancos calcareníticos extensivos, estando localizados generalmente en las proximidades de los tránsitos laterales a facies terrígenas. La biofacies, muy variada, está compuesta principalmente (por orden de importancia) por rudistas (requiñidos, radiolítidos y monopléuridos); corales ramosos, masivos y/o cupuliformes, individuales y planares; ostreidos, orbitolinas, restos de equinodermos, braquiópodos, gasterópodos, lamebranquios, algas rojas y verdes principalmente, espongiarios, miliólidos y otros microforaminíferos.

Las relaciones estratigráficas de este tramo con los que le rodean son de tipo horizontal lineal (vertiente oeste del macizo de Atxerre, donde se observa una polaridad clara de la serie, en forma de aumento de carbonato hacia techo), o bien tránsitos laterales de facies (macizo de Ogoño, vertiente este del macizo de Atxerre y área de Ispaster). En la vertiente suroeste del monte Bustarrigan son frecuentes las facies calcareníticas, hecho no habitual en otras zonas.

Calizas masivas con rudistas y corales (27). Se han incluido en este término cartográfico las calizas masivas propiamente dichas, sin estructura aparente. Los principales afloramientos se encuentran en el área de Ogoño, macizo de Atxerre, y área de Otoio, Arterreta y Ereño, donde se encuentra en forma de litosoma planar, cuyos límites coinciden aproximadamente con los de las calizas con matriz roja, explotadas como "mármoles" (rojo Ereño).

Las características que diferencian este término de las facies estratificadas, son: la mayor proporción de micrita, la ausencia casi total de calcarenitas, la menor fracturación de los fósiles de mayor tamaño y la aparición, con mayor frecuencia, de biohermos de corales y ostreidos. Es posible que una proporción apreciable

de los rudistas no fracturados se halle en posición de vida.

Así mismo es de destacar, por un lado, la ausencia de niveles más margosos, arenosos o brechoides que puedan marcar la estratificación, y por otro, la constancia y regularidad de la sedimentación calcárea que propicia la formación de masas calizas sin estructura interna. El conjunto de tramos calizos abarca edades comprendidas entre el Aptiense inferior y Albienense medio, y suma una potencia mínima en torno a los 900 metros, en Atxerre, y probablemente superior a 500 metros en Ereño - Bollar. Es necesario precisar que las numerosas fallas, tránsitos laterales y la ausencia de medidas en las facies masivas puede inducir a error en el cálculo de potencias.

Margas y areniscas calcáreas con niveles y cantos de brecha calcárea (28). Constituyen una facies relativamente organizada en la que se intercalan aportes desorganizados, flujos de derrubios en forma de canalizaciones rellenas de material brechoide (término 32).

Son margas arenosas con cantos dispersos de caliza y niveles de arenisca calcárea y calcarenita regularmente distribuidos en la serie, manteniéndose como litología minoritaria. En el caso particular del afloramiento de Arketas, se debe hablar de varias secuencias positivas parabrechoides, en las que los niveles de brechas alternan con diversas litologías; margosas de colores grises y violáceos, arenosas y calcareníticas o micríticas.

Por tratarse de depósitos de talud destructivo proximal presentan geometrías variables (potencia y extensión lateral).

Calizas en bancos decimétricos - métricos, con rudistas y corales (29). Se presentan según tres tipos de organización litoestratigráfica:

- Calizas en bancos decimétricos, generalmente con carácter micrítico, bio-

clástico o biostrómico con predominio de corales y orbitolinas sobre rudistas.

- Alternancia de calizas generalmente biostrómicas con rudistas y corales, en bancos métricos y calizas impuras (arenosas, margosas, brechoides o nodulosas).
- Tramos indiferenciados en los que un examen macroscópico global pone de manifiesto características mixtas entre las litologías descritas.

En este sector, estas calizas aparecen como pequeños litosomas aislados dentro de masas terrígenas, de margas o areniscas silíceas. Mayoritariamente se trata de litologías que encajan dentro del tercer tipo.

Areniscas silíceas (30). Son areniscas de grano medio a grueso, silíceas, generalmente bien clasificadas, localmente cuarzoarenitas. Se pueden disponer bien en estratos masivos o métricos con escasas intercalaciones lutíticas, o bien en estratos decimétricos, con proporción variable de lutitas, que se mantienen siempre en minoría. Contienen restos carbonosos, y dan tonos rojizos por oxidación de menas metálicas.

Afloran según bandas más o menos continuas, alternantes con tramos cartografiables de limolitas (Elantxobe) o bien en masas indiferenciadas, de forma irregular (alto de Armendua, área Bustarrigan - Munjozuri).

Arenisca calcárea (31). Se trata de un estrato de arenisca calcárea con laminación paralela, de potencia inferior siempre a 50 centímetros, pero que presenta una extraordinaria continuidad lateral (más de 500 metros) por lo que se considera como nivel guía. Separa las brechas calcáreas de la banda Laida - Punta Antzoras de las margas de Gametxo.

Megabrechas calcáreas canalizadas (32). Constituyen masas de cantos calizos, de

hasta varios metros de diámetro mayor, en forma de orto y parabrechas. La matriz es margoarenosa. Pueden observarse canalizaciones de muro erosivo, que cortan netamente la estratificación infrayacente. Los cantos calcáreos están localmente silicificados y rubefactados.

Es frecuente encontrar arenisca calcárea o calcarenita turbidítica como facies asociada a las canalizaciones megabrechoideas.

Margas y margocalizas con belemnites (33). Constituyen la parte más moderna de la serie de Laida - Punta Antzorras. Son margas y limolitas alternantes con estratos margocalizos y calizos micríticos centi - decimétricos, muy ricos en pirita y con abundantes belemnites. La acción del mar ha conferido un aspecto oqueoso, muy característico, a los estratos más calcáreos. En la mitad superior del tramo, hacen aparición niveles de arenisca calcárea, más frecuentes hacia techo. La potencia que presentan es superior a los 100 metros. Por correlación estratigráfica se le puede atribuir una edad Albiense medio.

Alternancia de calizas, lutitas y areniscas (34). Es un término mixto en tránsito lateral a calizas arrecifales, compuesto por areniscas y lutitas (limolitas) alternantes con barras calizas métricas - decimétricas cuya potencia aumenta hacia el sureste. En el mismo sentido se hace más neta la estratificación, observándose mayor diferenciación litológica y disminución de los niveles limolíticos. El afloramiento - tipo se sitúa en Gizaburuaga (cuadrante de Gernika - Lumo).

Limolitas silíceas (35). Son limolitas y areniscas muy finas, localmente calcáreas. Presentan como denominador común una intensa descalcificación y alteración, así como disyunción bolar muy marcada. La estratificación tan sólo es observable en afloramientos excepcionales, como en la serie costera Laga - Ogoño. Se presentan en tres disposiciones con respecto a otros tramos; como "orla" terrí-

gena de las areniscas silíceas (30) en el cerro de Armendua, haciendo el papel de tránsito entre éstas y las margas arenosas (24); alternando con las mismas areniscas (30) cuando éstas se presentan en forma de niveles lateralmente continuos (Elantxobe y Ereño); y finalmente, como terrígenos que colmatan los espacios entre "parches" calizos (Ispaster).

2.4. SECTOR DE GUERNICA

2.4.1. Jurásico (36, 37 y 38)

En el sector de Guernica los afloramientos jurásicos son de peor calidad al encontrarse más tectonizados y cubiertos que los descritos para el sector de Ondárroa.

Brecha calizo - dolomítica (Carniolas) (36). Afloramientos muy exigüos pero identificables como equivalentes al tramo (16) del sector de Ondárroa.

Calizas y dolomías laminadas (37). Afloramientos muy aislados, en general asimilables al término (17) de la serie del margen oriental de la ría de Gernika.

Jurásico margoso indiferenciado (38). Compuesto por sedimentos finos, muy meteorizados en afloramiento, donde apenas se reconoce la estructura laminar y los componentes arcillosos de la roca. Hacia el norte va siendo posible la diferenciación de términos margosos y calizos, ya en el límite con el cuadrante de Mungia.

2.4.2. Malm terminal-Neocomiense (—Barremiense?) (39)

Margas, margocalizas y calizas (39). Son cartografiables por el resalte diferencial que ocasionan en el límite de los cuadrantes de Mungia y Elantxobe. Resultan litológicamente equivalentes al término (9) del cuadrante de Mungia. Son margocalizas y calizas

micríticas de color claro, azoicas y arenosas, en estratos difusos. En las sucesiones en las que no aparecen niveles guía que sirvan de límites, se puede encontrar una serie margosa indistinguible, que abarca términos jurásicos y neocomiense - barremienses. Al igual que en toda el área, sus contactos deben ser discordantes o paraconformes, pero la escasez y alteración de los afloramientos no permite realizar esas distinciones.

2.4.3. Complejo Urganiano

(40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47)

Margas arenosas (40). Forman una estrecha banda mal aflorada dentro de este cuadrante. La descripción se realiza en base a los datos de afloramientos situados en los cuadrantes de Mungia y Gernika - Lumo. Se trata de un nivel de margas arenosas, con características similares al tramo (24), en el sector de Ondárroa. Presentan una fuerte alteración y descalcificación, que tan sólo permite observar una laminación paralela poco neta, obliterada por la fractura concoide. En el extremo norte, intercala esporádicos niveles de micritas, con potencias centi-decimétricas. Este término también aparece en las alternancias basales de la serie caliza de Aritzegane donde incluye bioclastos gruesos.

Calizas en bancos métricos con rudistas y corales (41). Las características generales son similares a las del término (26) perteneciente al sector de Ondárroa. Hay diferentes niveles de calizas netas, en tránsito a calizas masivas en la banda de Forua, e intercaladas en la serie alternante de Aritzegane. El tramo inferior de dicha serie es notablemente arenoso, mientras que el resto de afloramientos son de calizas netas, puras con la clásica facies urgoniana de rudistas, corales y, otra fauna y flora de tipo arrecifal: orbitolinas, equinodermos, bivalvos, miliólidos, algas, gasterópodos y foraminíferos diversos.

Calizas impuras (42), son similares al término (25). Constituyen una estrecha banda de

transición a las calizas netas de rudistas en la banda de Forua y una intercalación dentro de las calizas del mismo tipo en la banda de Ereño - Aritzegane. En la banda de Forua consisten principalmente en una alternancia irregular de margas y estratos calcáreos centimétricos y decimétricos con fragmentos de moluscos. La intercalación de Aritzegane conforma un único nivel, bastante uniforme y de gran continuidad lateral (más de 4 kilómetros) de calizas nodulosas, con los nódulos elongados y aislados por "wavy laminations" margosas centimétricas.

Areniscas silíceas y calcáreas, margas y calizas nodulosas (43). Se trata de un término complejo, con alternancia irregular de las cuatro litologías citadas y gran continuidad lateral, aunque los afloramientos identificables sean escasos. Tan sólo está representado en la serie de Aritzegane, formando parte de los términos terrígenos alternantes con calizas.

Calizas en bancos decimétricos - métricos, con rudistas y corales (44). Presentan las mismas características que el tramo (29), distinguiéndose los tres tipos de organización que se citaron para aquel término del sector de Ondárroa.

Dentro del sector de Guernica, que nos ocupa, las características de este tramo son intermedias entre el tipo 3, que se da en el extremo norte de la banda (Busturia) y el tipo 1 que predomina en el extremo sur (Forua).

Calizas impuras con orbitolinas (45). Calizas arenosas, localmente con "wavy laminations" margosas que independizan nódulos calcáreos. Se sitúan directamente a muro de las calizas masivas con rudistas y corales (46). Es característica la gran cantidad de orbitolinas que aparecen dispersas, tanto en nódulos como en la matriz terrígena.

Calizas masivas con rudistas y corales (46). Son calizas totalmente masivas, sin estructura aparente. Dentro del tramo se distinguen varios niveles decamétricos, marca-

dos por los resaltes topográficos diferenciales, pero la ausencia de afloramientos impide su caracterización, por lo cual quedan unificados en un solo nivel cartográfico, al igual que el término (27) en el sector de Ondárroa.

Margas arenosas (47). Afloran únicamente en la banda de Aritzegane como cambio lateral y sobre las calizas masivas (46). Litológicamente es un término similar al (40) descrito, en este mismo sector de Guernica, para la parte basal de la serie.

2.4.4. **Formación Deba (Complejo Supraurgoniano)** (48 y 49)

Dentro de este sector aflora en un triángulo de unos 2 km², al este de Kortezubi. Se han cartografiado únicamente dos términos: argilitas y/o limolitas (48), y areniscas y lutitas (49), ampliamente descritos en el sector de Ea como tramos (12) y (11), respectivamente.

2.5. **CUATERNARIO** (50 a 58)

Los depósitos cuaternarios de mayor desarrollo en este cuadrante son los relacionados con la ría de Gernika.

Se distinguen dos tipos de depósitos de origen fluvial: el **aluvial** (51), acumulación de materiales heterométricos en los que abundan los tamaños más finos en la parte superior, y las **terrazas** (50), de características muy similares pero con menor abundancia de materiales finos.

Los depósitos de gravedad se han incluido en un solo término, con el nombre de **coluvial** (52) en el que la variabilidad es grande, desde las coladas de barro hasta los coluviales de bloques, como el situado en el acantilado norte del monte Otoio, que engloba bloques calizos de dimensiones métricas e incluso posiblemente decamétricas.

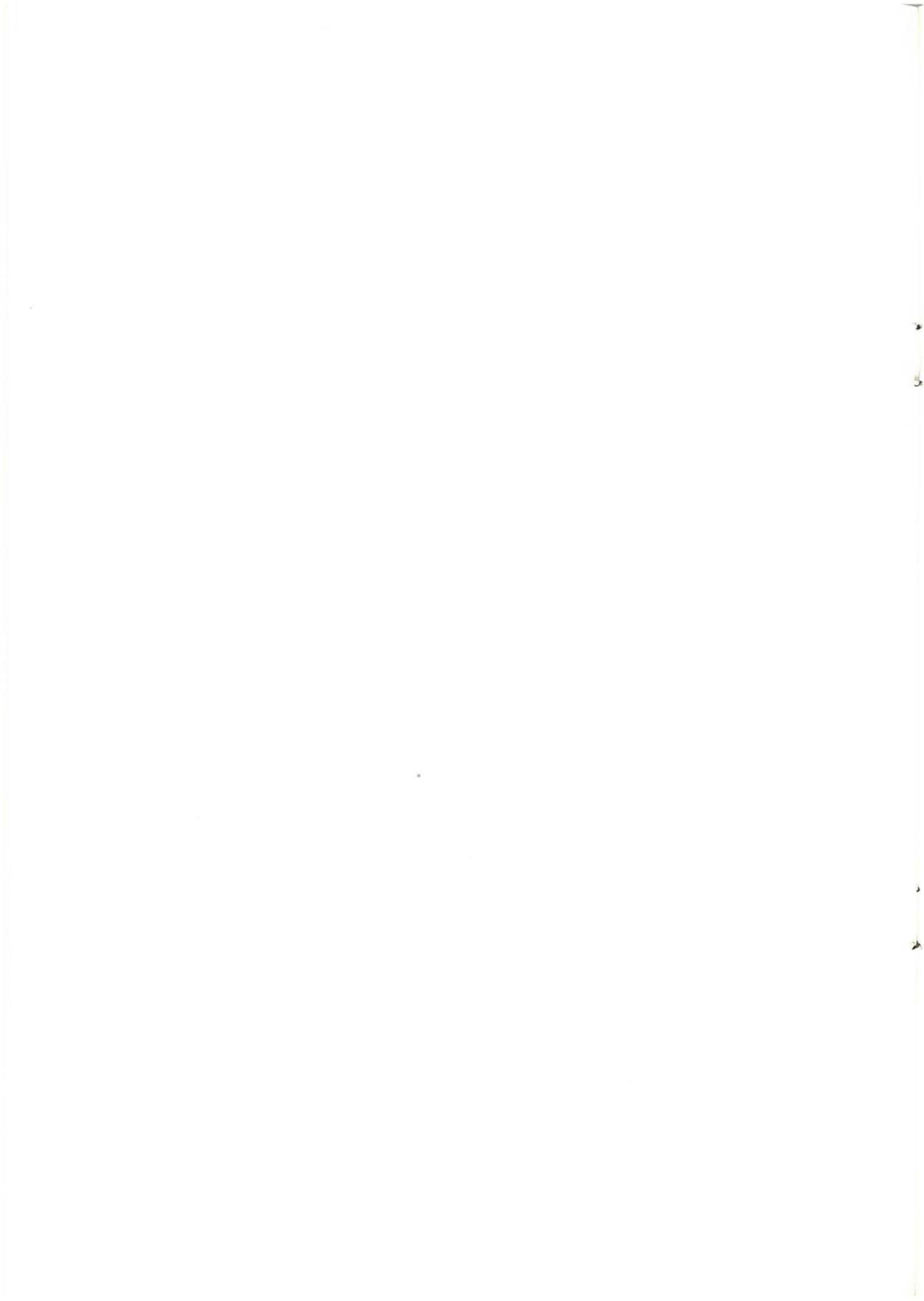
Bajo el nombre de **residual** (53) se han incluido dos tipos de acumulaciones de finos

residuales, que prácticamente no han sufrido transporte: las arcillas de descalcificación situadas en el fondo de las depresiones kársticas (Is-paster, Oma, Forua) y las acumulaciones de arcillas producto de la alteración de las ofitas (Murqueta).

Los depósitos de **playas** (54), son normalmente acumulaciones arenosas, con granos bien clasificados y con un contenido importante en carbonatos (hasta más del 50%) procedente de restos de conchas. En este cuadrante son particularmente frecuentes las playas de grandes cantos silíceos decimétricos (Elantxobe, Natxitua, Ea, Ogella). Las **dunas** (55) que se forman habitualmente a sotavento de las playas, de donde provienen los aportes, contienen arena de un tamaño de grano más fino y un mayor porcentaje de granos mates y redondeados que las playas. Aparecen bien desarrolladas en la parte interna de la playa de Laga.

Los **fangos estuarinos** (56). Son depósitos de tamaño de grano limo o arcilla, normalmente de aporte continental. Se disponen horizontalmente, presentando estratificación cruzada a gran escala y bajo ángulo. En muchas ocasiones se intercalan con los **depósitos arenosos estuarinos** (57), sobre todo en la zona central de la ría. Estos últimos, de origen marino, son más frecuentes en la zona cercana a la desembocadura y tienen características muy similares a los depósitos arenosos de playa, aunque éstos presentan mayor contenido en carbonatos por aportes internos de restos de conchas, y mayor porcentaje de granos mates debido a una mayor intensidad de la acción eólica.

Los **depósitos antropogénicos** (58) son un conjunto muy heterogéneo de vertidos y acumulaciones de origen artificial, tales como vertederos de residuos sólidos urbanos, escombreras mineras y de construcción, rellenos de diferente tipo, etc. En este cuadrante se ha cartografiado un terraplén sobre el que se asienta el camping de Arketas y el vertedero de basuras de Arteaga.



3. SEDIMENTOLOGIA

En el entorno del cuadrante en estudio aparecen materiales pertenecientes a las potentes sucesiones mesozoicas del Ciclo Alpino.

El presente capítulo es un intento de establecer la evolución paleogeográfica; ésta se realiza para los distintos sectores en la posición que ocupan en la actualidad. La correlación entre sectores es difícil al desconocer con exactitud su posición original.

3.1. JURASICO

En el entorno del área de estudio, el Jurásico comprende sucesiones eminentemente carbonatadas y margosas del Lías y Dogger, pudiendo en ocasiones aparecer el Malm (Oxfordiense y/o Kimmeridgiense).

Aunque con variaciones de potencia, la sucesión presenta características similares en toda la cuenca, representando los depósitos un ciclo transgresivo-regresivo (SOLER Y JOSE, 1971-1972; FLOQUET y RAT, 1975).

Las series jurásicas aflorantes dentro de la zona de trabajo presentan ciertas características comunes entre sí, como son la fuerte reducción de potencias (que origina series condensadas) y el carácter fundamentalmente marino de los materiales. La evolución paleogeográfica se basa principalmente en datos

del conjunto de cuadrantes limítrofes (Mungia y Gernika-Lumo), en los que las series jurásicas se complementan entre sí.

—El Lías calizo, de SOLER Y JOSE (1972) (Hettangiense - Sinemuriense) comienza, con calizas parcialmente dolomitizadas y brechificadas por colapso (previa disolución de evaporitas intercaladas; JAMES, 1979): se trata de las denominadas "carniolas infraliásicas", depositadas en un medio restringido y supra - mareal (tipo "sabkha").

Posteriormente se suceden, encuadrados en un ciclo transgresivo, depósitos de llanura mareal (figura 3.1.) de energía creciente: calizas y dolomías estromatolíticas (noroeste), y oospiritas dolomitizadas (sureste). En Gabika aparecen calizas coralinas, parcialmente dolomitizadas, como sustrato de los estromatolitos.

—El denominado "Lías margoso" (Cariense - Toarciense), junto con el Dogger y localmente parte del Malm (Oxfordiense), están representados por un tramo uniforme, margoso y calizo, de potencia condensada, con frecuentes superficies ferruginizadas ("hard-grounds") y abundante fauna de ammonites (que datan del Toarciense y Bathoniense), belemnites y crinoides, cuya distribución relativa varía en el tiempo y en el espacio. A techo de

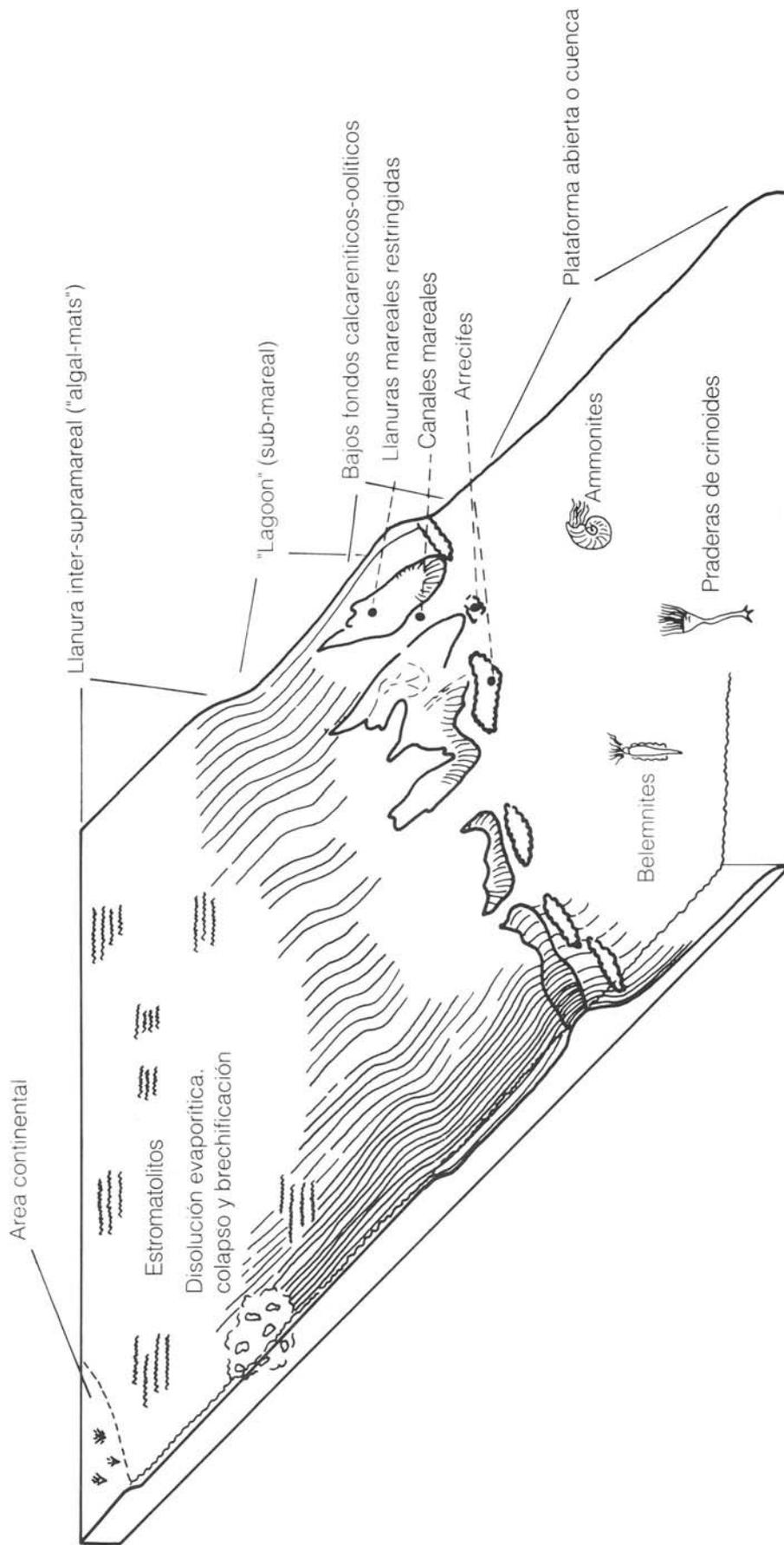


Figura 3.1.-Distribución paleogeográfica de ambientes marinos someros en el Lías inferior (escala vertical exagerada)

este tramo aparecen en Kanala y Bollar intercalaciones terrígenas lutíticas y areniscosas.

La transgresión marina que ha quedado plasmada en la evolución de los medios sedimentarios durante Lías y Dogger (figura 3.2.), se detiene bruscamente entre el Calloviense y el Oxfordiense, iniciándose una etapa de rápida regresión, a veces marcada por discordancias erosivas (discordancia Kimmérica). Es frecuente que sobre materiales de medios marinos abiertos se depositen facies oolíticas (someras y de alta energía) así como las primeras manifestaciones terrígenas gruesas (areniscas) del ciclo jurásico en el área. Este tipo de facies oolíticas no está bien representado en el presente cuadrante; el afloramiento - tipo corresponde al área de Altamira (cuadrante de Mungia).

La evolución paleogeográfica general se visualiza en la figura 3.3.

3.2. **MALM TERMINAL - NEOCOMIENSE (- BARREMIENSE ?) ("Ciclo Purbeck - Neocomiense"; SOLER Y JOSE, 1972)**

Se trata de sucesiones mixtas calizo-terrígenas, depositadas en ambientes de aguas salobres (Neocomiense, figura 3.4.), evolucionando a marinas someras (Barremiense?) y dibujando un episodio transgresivo (figura 3.5.). Litológicamente el ciclo está representado por calizas tableadas con estromatolitos y gasterópodos de aguas salobres (afloramiento-tipo en Kanala), calizas oolíticas muy bien desarrolladas (Narea), a veces con aportes terrígenos (arenosos e incluso microconglomeráticos en Malax) y margas arenosas (Barremiense?) que dan paso a las primeras "praderas" de orbitolínidos del Aptiense inferior, típicas del mar urgoniano.

La paleogeografía del área es de escaso relieve, lo que origina una pobre diferenciación de medios sedimentarios (figura 3.2.).

3.3. **APTIENSE - ALBIENSE INFERIOR Y MEDIO (CICLO URGONIANO)**

La sedimentación urgoniana en el entorno regional fue esencialmente carbonatada. Las calizas de rudistas se dispusieron en áreas de menor subsidencia relativa, a cubierto de la contaminación terrígena continental que invadía la cuenca. Las áreas de tránsito entre altos y surcos paleogeográficos están marcadas por la abundancia de fenómenos de inestabilidad gravitatoria ("slumps" y flujos de barro y derrubios).

El desarrollo de calizas en el área fue iniciante en el Aptiense inferior (1.^a secuencia deposicional* urgoniana), claro y bastante extendido superficialmente, aunque no con demasiado espesor, en el Aptiense superior basal (2.^a secuencia), y verdaderamente espectacular entre el Aptiense terminal y Albiense superior (3.^a secuencia). La evolución paleogeográfica se visualiza en la figura 3.6.

En este cuadrante se da una sedimentación margosa durante la primera secuencia, mientras que la segunda y tercera forman una serie calcárea de somerización hacia arriba, interrumpida únicamente por esporádicas intercalaciones terrígenas quizá de origen deltaico o de "fan-delta" (Armendua, Elantxobe, Ereño-Munjozuri) que se desplazan en el tiempo y en el espacio empujadas por los movimientos del sustrato (reajuste de bloques, migración del Trías) que condicionan la presión sedimentaria y originan una progradación de sistemas deposicionales.

De los datos de campo se desprende la existencia de un área-fuente terrígena septentrional, hoy sumergida y, posiblemente, de un

* Se emplea el término **secuencia deposicional**, en el sentido de MITCHUM *et al.* (1977), aludiendo al carácter de alternancias o parejas sedimentarias a gran escala que presentan los términos de la sucesión urgoniana y supraurgoniana.

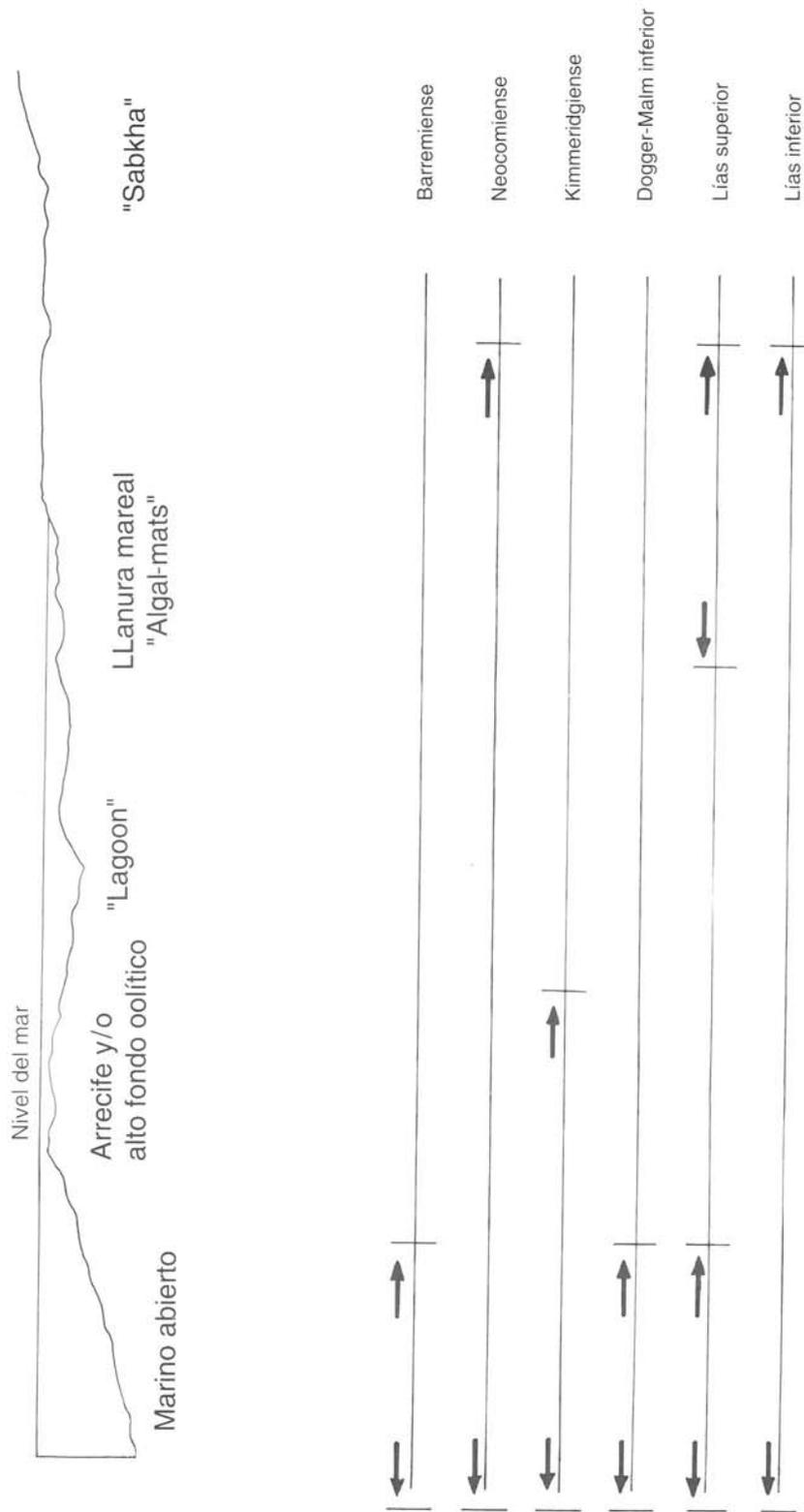


Figura 3.2.—Medios sedimentarios identificados en el área de estudio en el Jurásico y Neocomiense-Barremiense. La variedad ambiental del Lías inferior va disminuyendo al perder segmentos intermedios entre marino y mareal durante el Lías superior. Esto se debe a la transgresión que llegaría a su máximo de desarrollo durante el Dogger. La regresión durante el Kimmeridgiense y Neocomiense origina nuevamente la creación de medios sedimentarios de variedad creciente. La transgresión Barremiense anula a su vez dicha variedad hasta la llegada de los medios arrecifales del Aptiense inferior

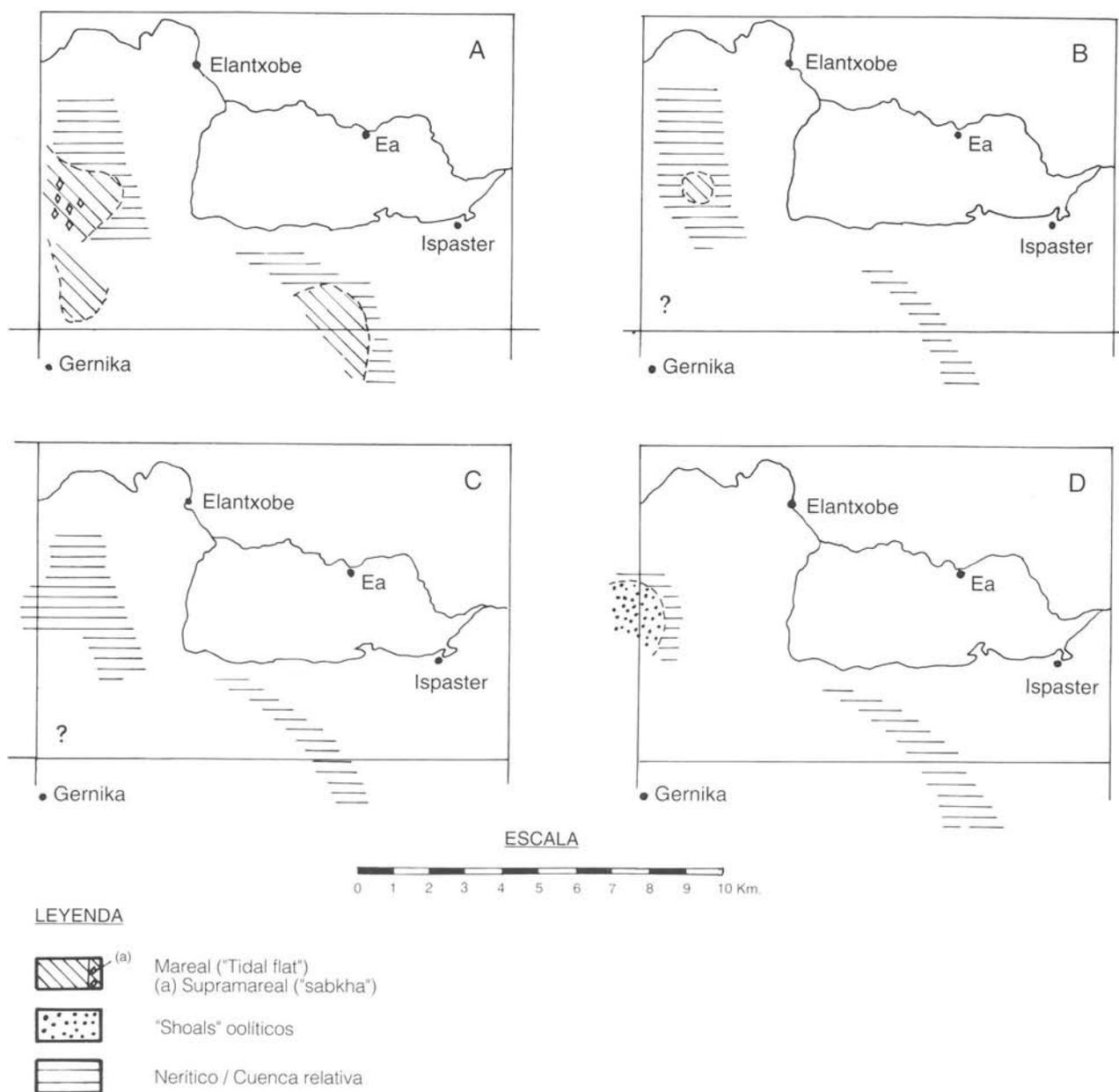
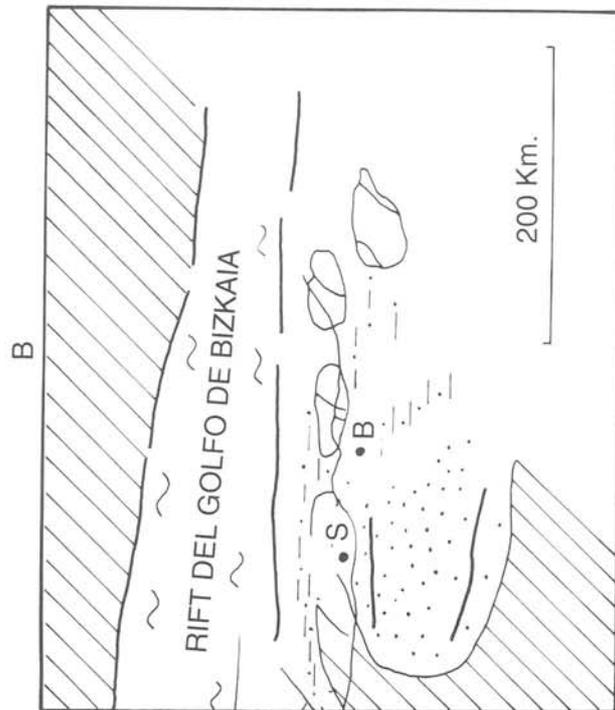
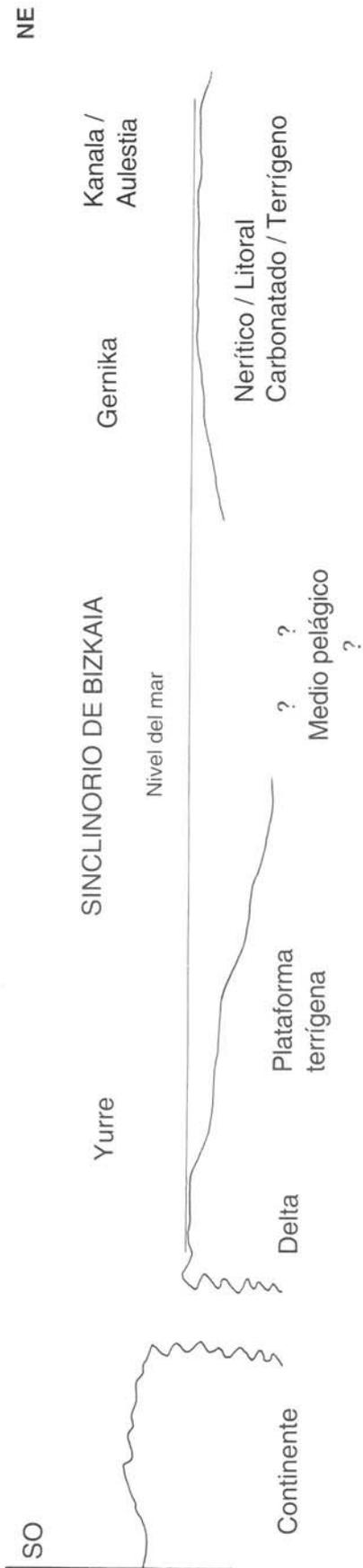


Figura 3.3.-Evolución paleogeográfica del área en el Jurásico

- A) Lías inferior
- B) Lías superior
- C) Dogger - Malm inferior
- D) Malm superior - Kimmeridgiense

Nótese la transgresión Lías-Malm inferior y la brusca reactivación tectónica Kimmeridgiense, con nueva creación de altos fondos oolíticos

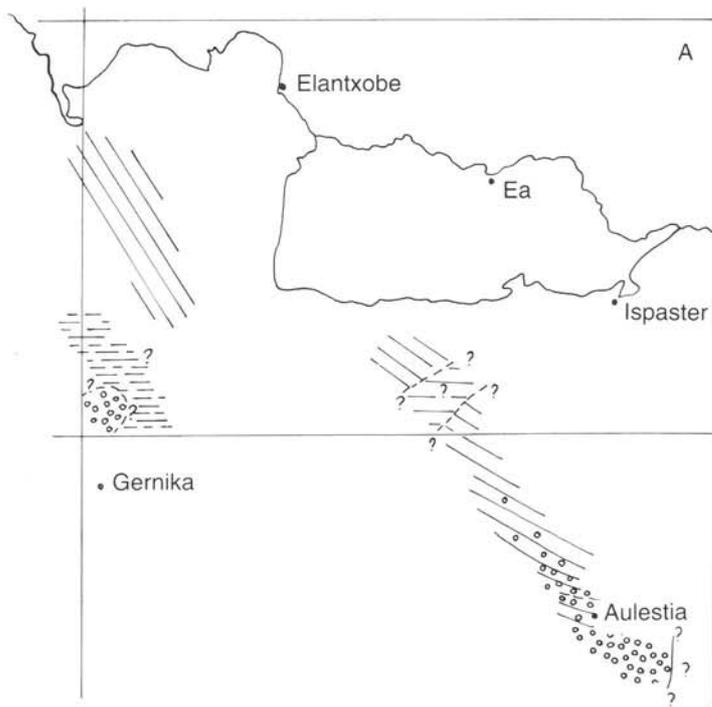
A



LEYENDA

-  Areas emergidas
-  Sedimentación continental
-  Ambientes intermedios
-  Mar abierto
- S Santander
- B Bilbao

Figura 3.4.—A: Esquema de situación de medios sedimentarios en el área de trabajo durante el Neocomiense-Aptiense prearrecifal. Nótese la presencia, ya durante el Neocomiense-Barremiense, de una zona de alto en el Norte de Bizkaia y de otra de surco en el actual emplazamiento del Sinclinal y del "Surco flysch" cretácico y terciario.
 B: Marco paleogeográfico imaginado para el Complejo Purbeck-Weald (Malm superior - Barremiense) en la Cuenca Cantábrica



ESCALA

0 1 2 3 4 5 Km.

LEYENDA

-  SUBMAREAL E INTERMAREAL CARBONATADO
-  ALTOS FONDOS ("SHOALS") OOLITICOS
-  AREA DE BORDE DE "SHOAL"
-  NERITICO
a) Supuesto
-  NERITICO / LITORAL
a) Supuesto

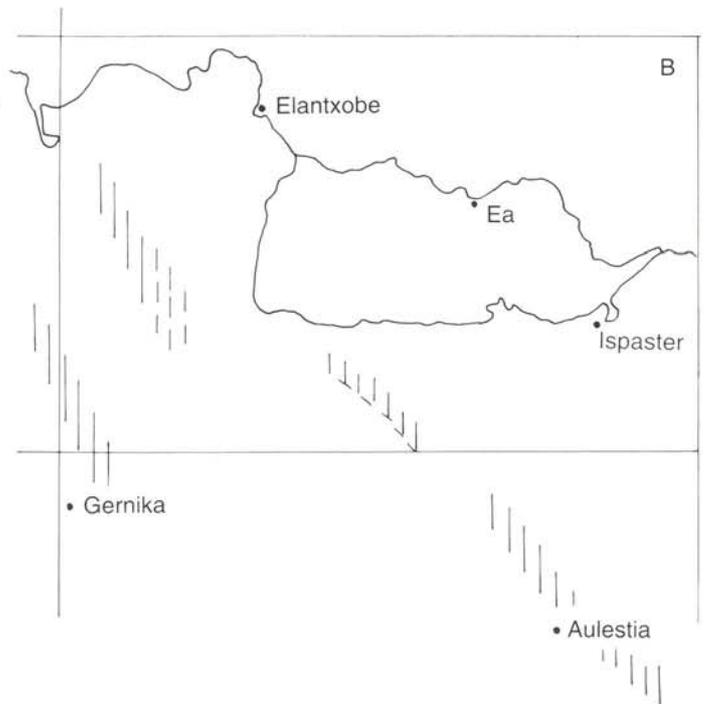


Figura 3.5.-Evolución paleogeográfica de los ambientes marinos someros durante el Neocomiense (A) y Barremiense-Aptiense basal (B). Se pone de manifiesto la primera transgresión cretácica

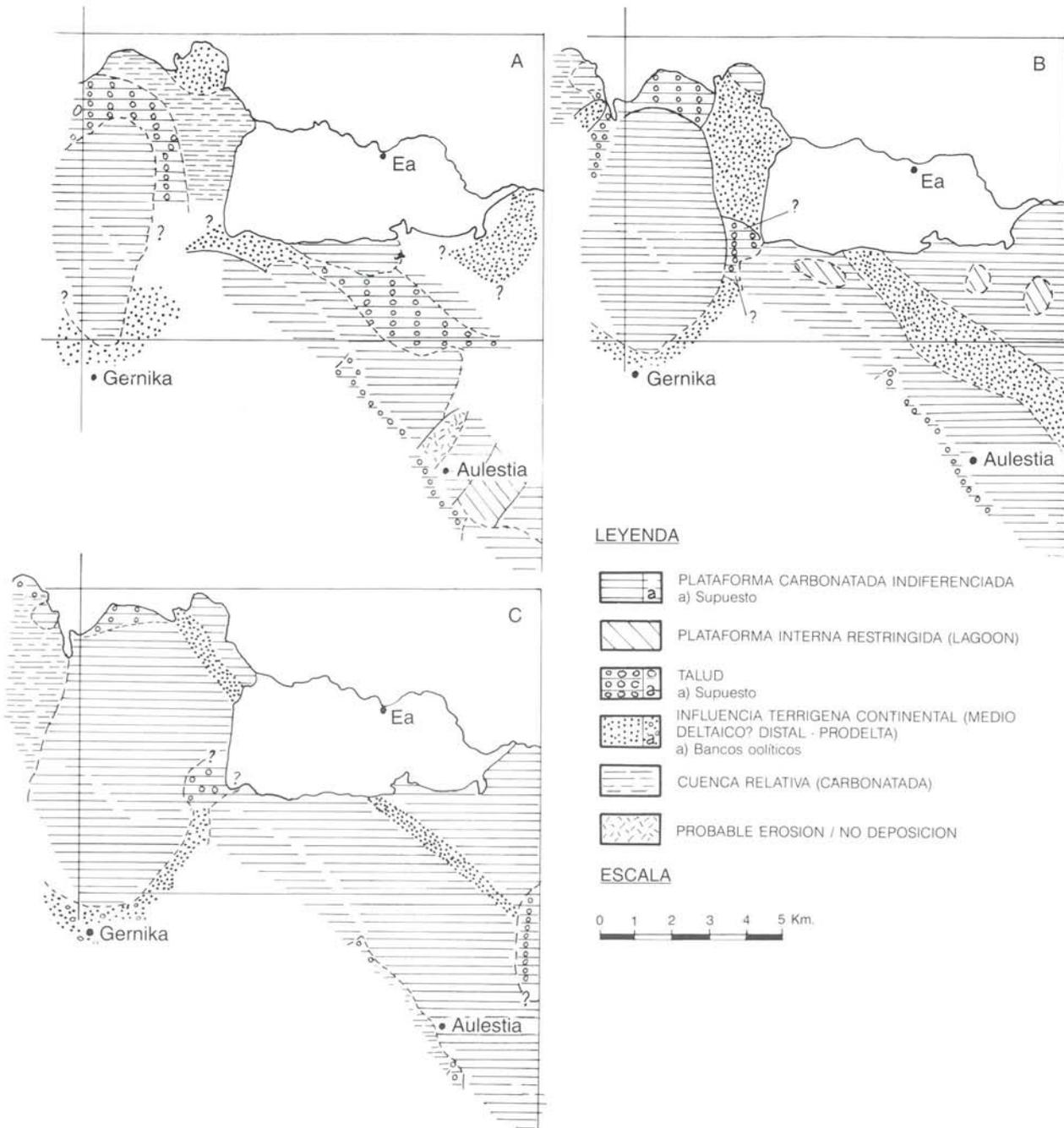


Figura 3.6.-Evolución paleogeográfica de los sistemas arrecifal-pararrecifal y deltaico (supuesto) durante las tres secuencias deposicionales urgonianas:
 A.- Barremiense-Aptiense inferior
 B.- Aptiense superior-Albiense basal
 C.- Albiense inferior y medio
 Obsérvese la expansión de las plataformas, la evolución de los taludes y la migración y evolución de los ejes de aportes terrígenos

alto paleogeográfico en el área Forua-Oxiña (figura 3.7.).

En el Aptiense inferior, la sedimentación carbonatada fosilífera empezó tímidamente, coexistiendo con abundantes aportes siliciclásticos (arenas y arcillas) de ambiente marino somero. En el área de Aulestia, con los primeros términos calizos discordantes, comenzó la uniformización del paleorrelieve (parece tratarse de un alto en dirección N 25° E) heredado del Barremiense. En la figura 3.8. se indican los medios sedimentarios teóricos que se reconocen en cada zona del área estudiada.

En el lapso Aptiense superior basal - Albiense medio, las calizas cubrieron amplias áreas, aunque sin llegar a formar una unidad tabular totalmente continua, debido a los frecuentes cambios laterales a materiales terrígenos arenosos y margosos que siguieron inundando la plataforma general urgoniana (Laga-Laida, Armendua, Ereño, Ispaster, Munjozuri). En estas áreas de tránsito pueden darse niveles brechoides y desarrollo de calizas oolíticas (Forua) o de taludes biológicamente constructivos (Mundaka, cuadrante de Mungia).

En el momento de mayor expansión, dentro de un esquema transgresivo, la presión sedimentaria del crecimiento de las plataformas arrecifales llegó a desplazar los aparatos terrígenos, progradantes hasta este momento, hacia sus áreas - fuente.

Este episodio principal de edificación de calizas se extendió, a nivel de la cuenca, desde el Aptiense superior hasta el Albiense inferior o superior. En áreas como las de Bermeo, Bilbao, Orozko, Akorda-Gametxo, etc., no existió desarrollo de calizas con rudistas, sino que el equivalente temporal estuvo formado esencialmente por margas. Por contra, en las áreas de Durango y del norte de Bizkaia, las potentes masas calizas llegaron hasta el Albiense medio. En conjunto, el esquema que se deduce es el clásico de plataforma-cuenca de WILSON

(1975), con las matizaciones de su gran espesor frente a su relativamente pequeña extensión superficial.

La aparición de las sucesiones megabrechoides en Mundaka, Laida - Laga, Bakio, Bermeo y Ea, así como, a menor escala, en la banda Nabarniz - Aulestia implica la existencia de un área fuente carbonatada en proceso de desmantelamiento (figuras 3.9. y 3.10.).

La formación de calizas urgonianas en unas áreas y de terrígenos en otras, no fue una cuestión de azar en la cuenca urgoniana Vasco - Cantábrica. Aparte de otros controles como la proximidad a vías de llegada de aportes continentales, el principal responsable de tal distribución fue la tectónica sinsedimentaria, creando subsidencias diferenciales acusadas en el fondo marino. Se constituyeron así altos (donde se dispusieron las calizas) y surcos (donde lo hicieron los terrígenos), en respuesta a una tectónica de bloques (estructurados según directrices N 125° E y N 25° E) que dejó partes del fondo marino dentro de la zona fótica y otras por debajo de la misma. A esta acción tectónica se agregó la originada por los movimientos de la sal triásica, como en el caso de Gernika, y posiblemente de la plataforma de Aritzegane y Berdatzandi - Santa Eufemia. El emplazamiento del Triás en la cuenca no tiene aspecto de haber sido casual, sino que más bien parece reflejar cada uno de los puntos de intersección de estructuras profundas de zócalo (N 25° y N 125° E) o de fracturas con cierta entidad.

3.4. ALBIENSE SUPERIOR-CENOMANIENSE INFERIOR (CICLO SUPRAURGONIANO)

Se trata del episodio terrígeno que cierra el ciclo marino somero arrecifal urgoniano y lo separa de la sedimentación carbonatada, de tipo flysch o plataforma, característica del Cretácico superior a partir del Cenomaniense superior.

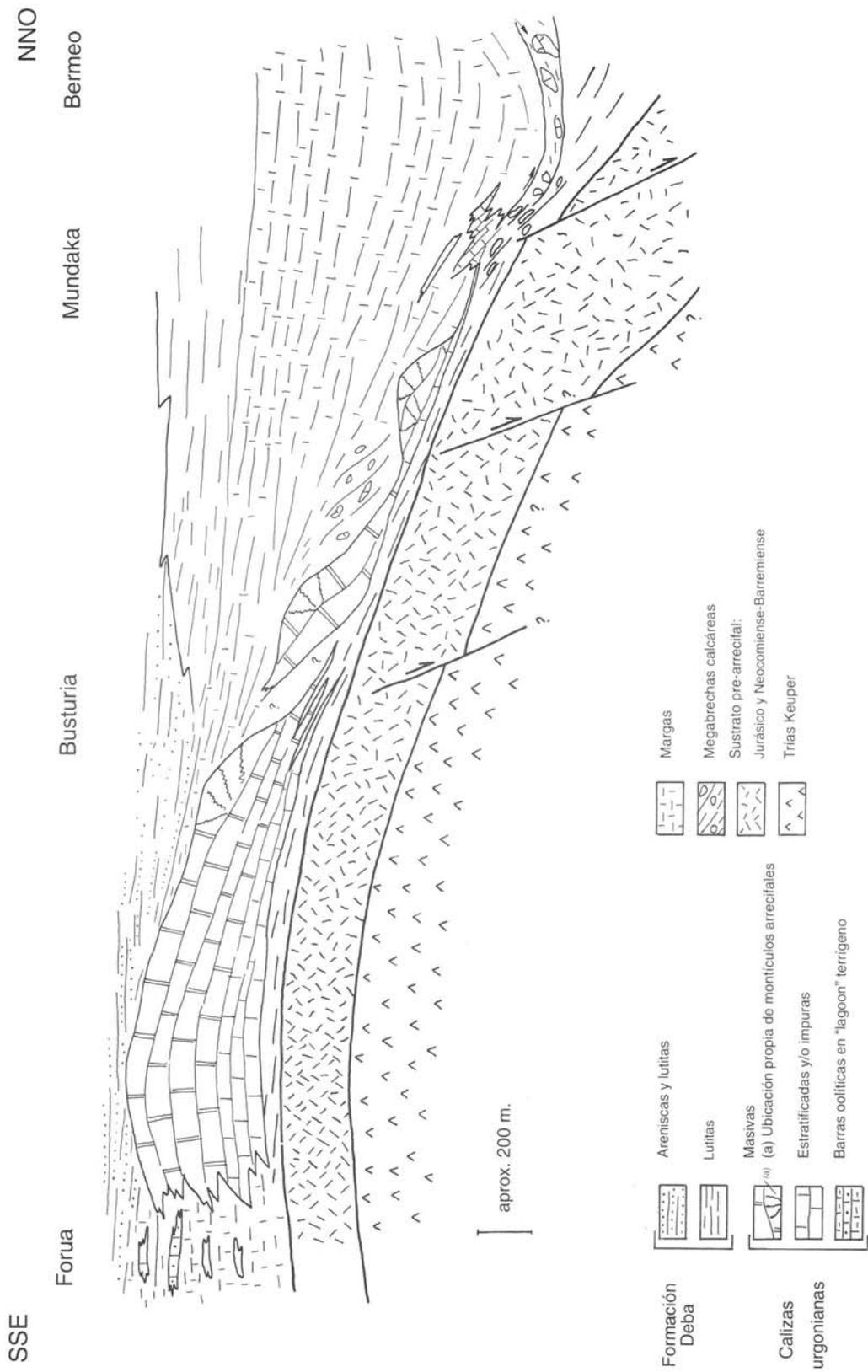


Figura 3.7.-Esquema estratigráfico y paleogeográfico de la banda Forua-Busturia-Bermeo, ilustrando la transición desde un medio de "lagoon" terrígeno con oolitos, hasta una cuenca carbonatada "profunda", con depósitos de megabrechas calcáreas. La escala horizontal no es real. La longitud del corte supera los 10 Km.

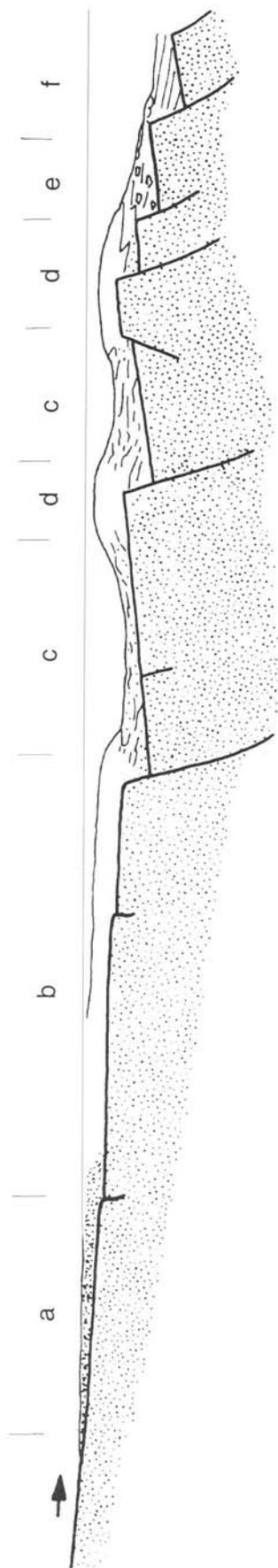


Figura 3.8—Esquema general del funcionamiento tectosedimentario uruguayano con indicación de áreas-tipo para cada situación paleogeográfica

- a) Facies de influencia continental (área de Forua)
- b) Plataforma carbonatada (banda Forua -Busturia)
- c) Cuencas restringidas o "lagoons" de plataforma interna (Aulestia, Ispaster, Ereño)
- d) Bancos arrecifales ("off-shore banks") (Sta. Eufemia, área de Nabarniz)
- e) Talud arrecifal destructivo (Bakio, Bermeo, Laga-Laida, Ea)
- f) Cuenca marina franca (Bermeo-Bakio)

Tomado de RAT y PASCAL (1.979)

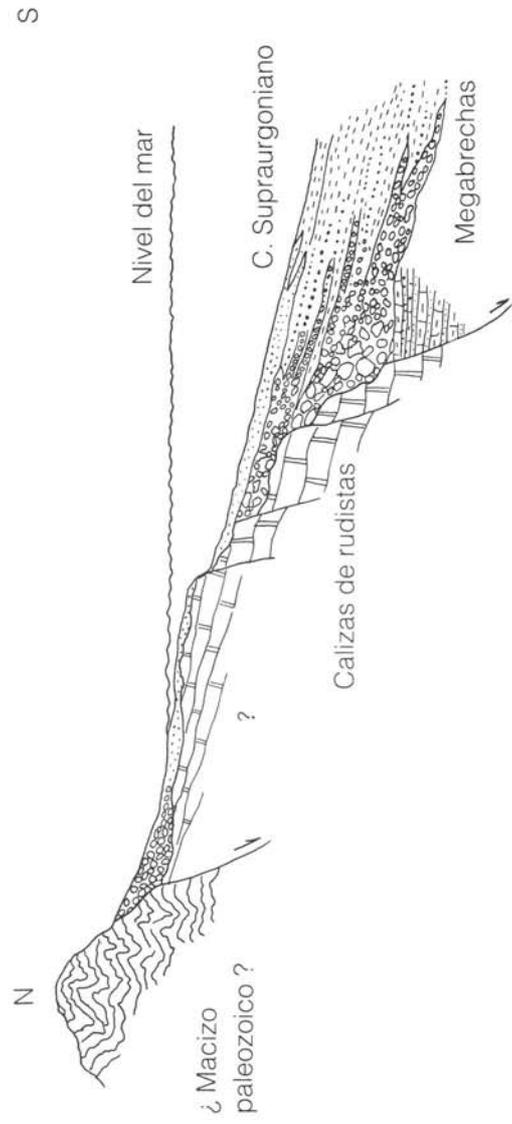
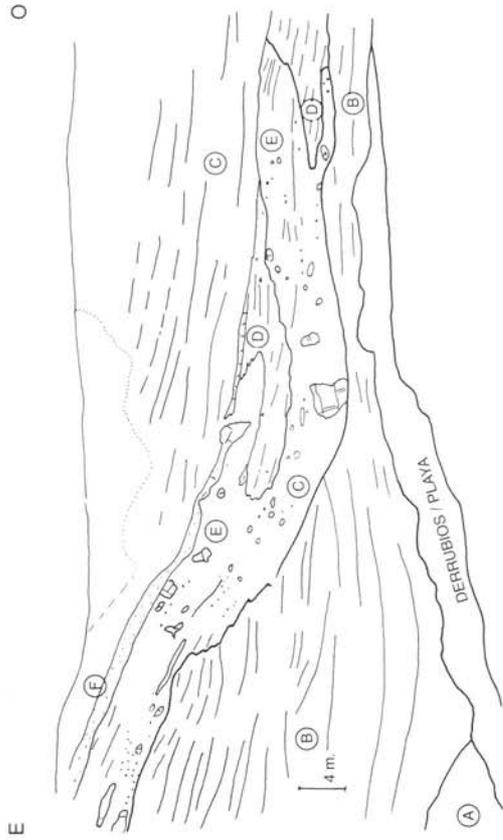
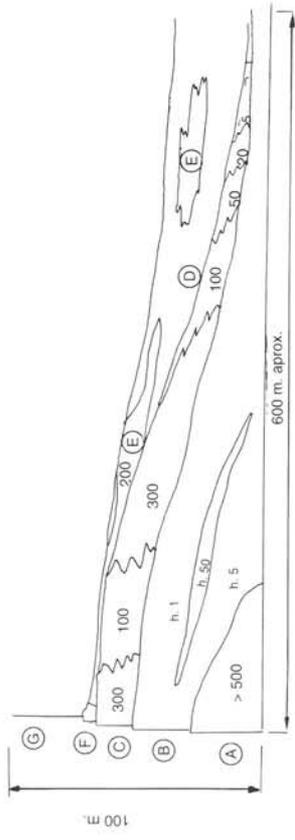


Figura 3.9.-Zona de Bakio. Esquema interpretativo de la disposición de elementos tectosedimentarios en el Albiense-Cenomaniense. Sin escala. Tomado de ROBADOR. (1984)



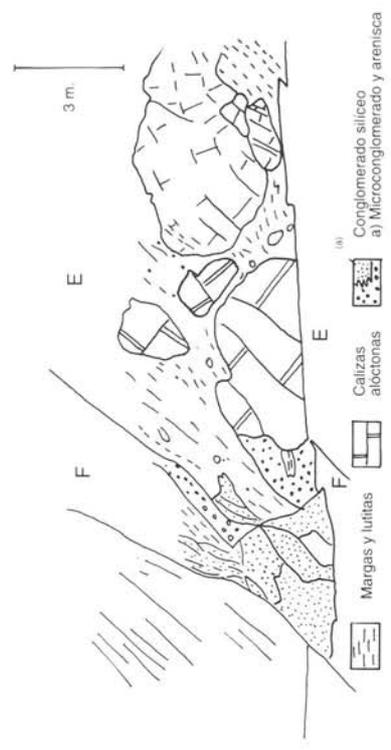
- Perspectiva fotográfica de la desaparición de granulometrías gruesas hacia el Oeste en las megabrechas de Ea



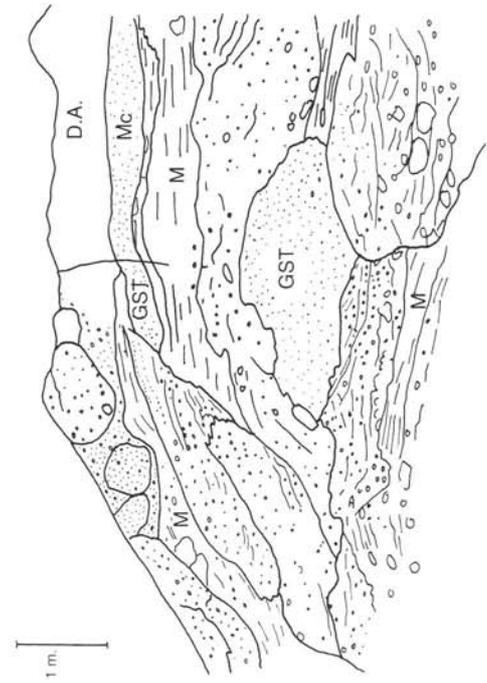
- Esquema idealizado extraído de la perspectiva fotográfica

- G: Alternancia de margas y turbiditas calcáreas
- F: Nivel conglomerático silíceo "Mud-support". Cantos centimétricos
- E: Parches megabrechoideos aislados (focalizados en un nivel)
- D: Margas con turbiditas calcáreas microbrechoideas
- C: Barra megabrechoide "matrix-support" (flujo derrubios)
- B: Facies intermedia con episodios brechoideos, a veces canaliformes
- A: Barra megabrechoide casi "clast-support"

NOTA: Los números representan el tamaño máximo de grano en cm.



- Tramos E y F de la megabrecha calcárea aflorantes en la ría de Ea



- Techo del nivel A de la megabrecha calcárea de Ea

Figura 3.10- Esquemas generales y de detalle en la serie megabrechoide de Ea. Albiense inferior - medio

Tras la sedimentación megabrechoide de Ea, comienza el depósito de facies finas de llanura de cuenca turbidítica "basin plain".

Sobre las facies descritas progresa un abanico submarino en macrosecuencia negativa: llanura de cuenca, orla de lóbulo distal y, finalmente, lóbulos proximales (en algunas áreas, fuera de este cuadrante, la secuencia se completa con depósitos de "debris - flow" canalizados).

Además se define un eje terrígeno Bakio - Aulestia, en el que pueden separarse facies proximales en Matxitxako y Lemoiz - Jata, medias en el área de Sollube, distales al este y su-

reste de Gernika, y de llanura de cuenca rodeando posiblemente esta última (franja Ibarrola-Markina) (figura 3.11.). Para el sector de Ea, debe tratarse de un abanico independiente que recubre las megabrechas calcáreas. Los aportes deben provenir aproximadamente del NE o ENE. Los dos episodios principales* de sedimentación supraurgoniana tienen también su reflejo en el presente cuadrante: a las facies distales del Albiense superior se superponen canales areniscosos más proximales, representantes del segundo episodio, correspondiente al Cenomaniense inferior. La distribución y geometría de los medios sedimentarios sugiere umbrales canalizadores (posiblemente de origen halocinético) en Bakio, Bermeo, Mungia y Gernika.

*Se trata en este caso, al igual que en los depósitos urgonianos, de **secuencias deposicionales** en el sentido de MITCHUM *et al.* (1977).

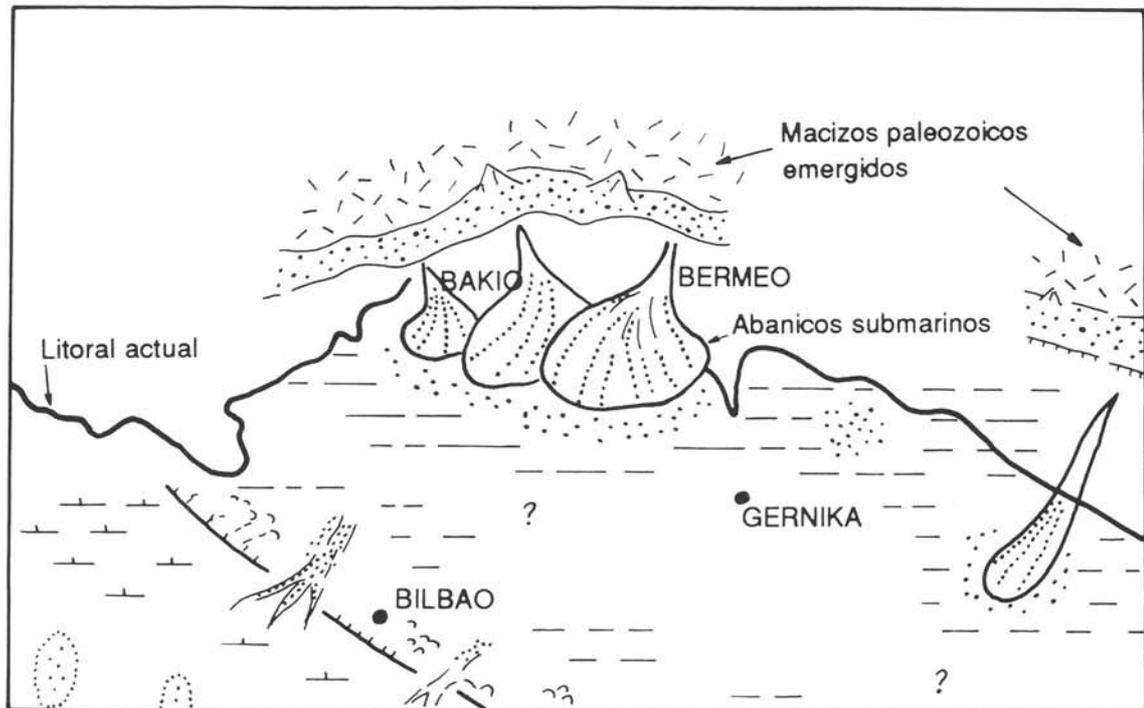


Figura 3.11.-Esquema paleogeográfico (muy generalizado) de los alrededores del área estudiada para el Albiense superior - Cenomaniense inferior ("Supraurgoniano"). Según PUJALTE, 1986

4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Tal y como se observa en el mapa geológico y en la figura 4.1., la disposición estructural de los materiales aflorantes en la hoja de Elantxobe está condicionada por la presencia de una serie de estructuras tectónicas, principalmente fallas con gran continuidad cartográfica, que rompen y desplazan fragmentos de corteza produciendo la compartimentación en bloques que ahora se observa. Por este motivo la cartografía geológica se ha realizado en base a unidades y sectores, puesto que en la mayor parte de los casos resulta difícil, sino imposible, correlacionar los materiales situados en cada uno de los bloques.

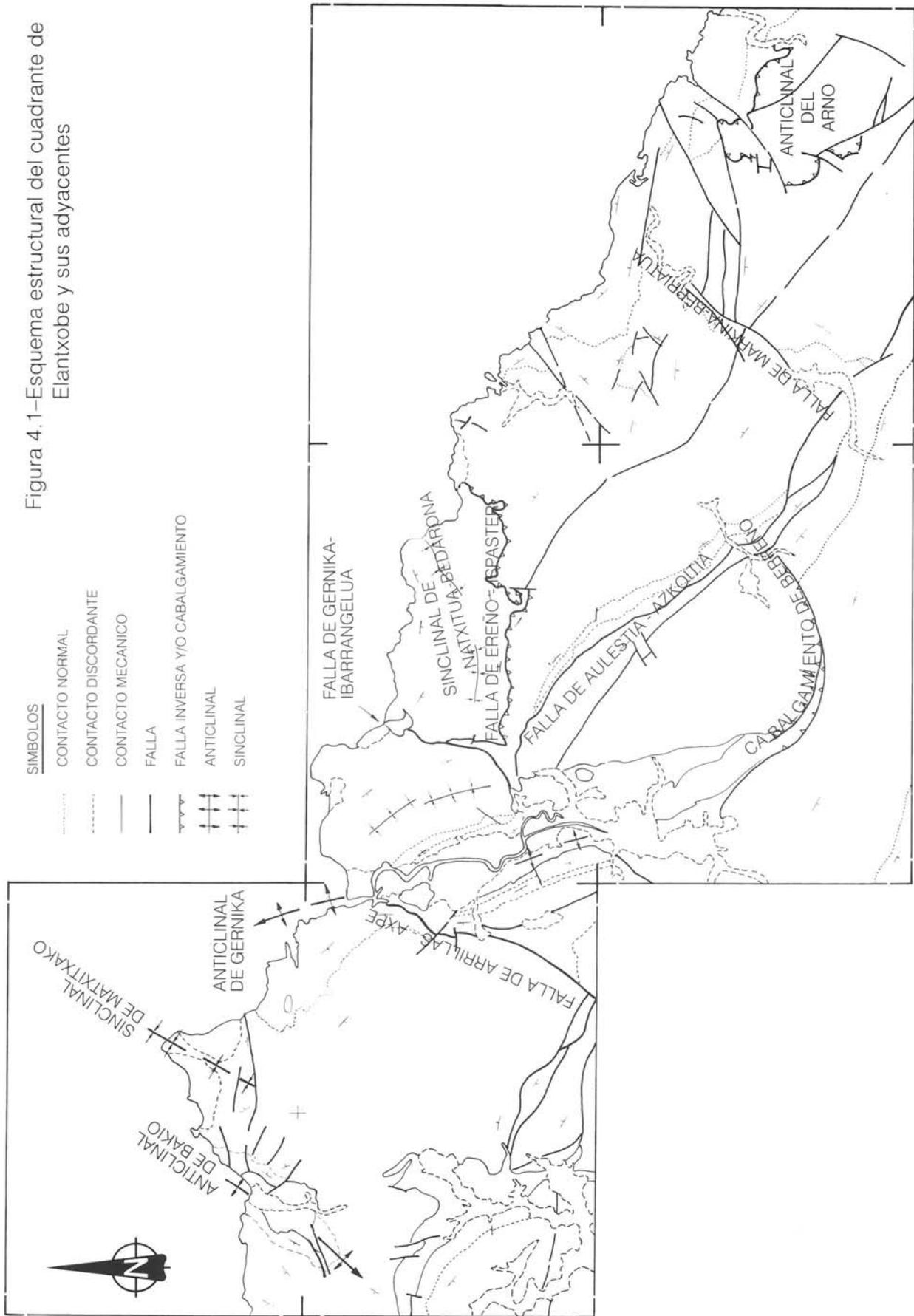
En consecuencia puede decirse que, a gran escala y en una primera interpretación de los datos cartográficos, los materiales presentes en la hoja de Elantxobe se encuentran intensamente deformados y muestran directrices oblicuas en cada uno de los bloques individualizados que, en ocasiones, no coinciden con la estructuración general característica en esta parte de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Así por ejemplo, en el sector de Ea la orientación general de las estructuras es este-oeste, e incluso N 45° E, mientras que en el flanco norte del anticlinal de la ría de Gernika (sector de Guernica) los materiales se disponen N 160° E aproximadamente; por el contrario, en el tercio sur del cuadrante (sectores de Ondárroa y Guernica), la orientación más manifiesta es NO - SE, mostrando aquí una mayor coherencia con la estructuración regional dominante.

Esta complicada disposición estructural es producto de las sucesivas fases de deformación que han afectado a los materiales durante la orogenia alpina. Los elementos estructurales generados son, por una parte, las grandes fracturas ya mencionadas que compartimentan el cuadrante, es decir: la falla de Aulestia-Azkoitia, la falla de Gernika - Ibarangelua y la falla inversa de Ereño - Ispaster. Por otra parte se han cartografiado también varios pliegues con extensión cartográfica importante como el anticlinal de la ría de Gernika y el sinclinal de Natxitua - Bedarona. El significado geológico de estas estructuras tectónicas, así como su evolución, y la relación genética existente entre algunas de ellas se describirá más adelante.

El análisis de los datos estructurales recogidos en el cuadrante de Elantxobe y sus alrededores pone de manifiesto la existencia de, al menos, dos fases de deformación superpuestas.

La primera fase de deformación es la que produce los grandes pliegues de orientación N 120° E, como por ejemplo el anticlinal de la ría de Gernika; regionalmente ésta es la fase de deformación alpina de mayor intensidad, y a ella se asocian también otras estructuras de gran representación cartográfica como el anticlinal de Bilbao, y el sinclinal de Punta Galea - Oiz (fuera del cuadrante de Elantxobe). Probablemente durante esta fase de deformación, las grandes fracturas cartografiadas tuvieron una actividad importante; si bien hay que señalar que la his-

Figura 4.1 –Esquema estructural del cuadrante de Elantxobe y sus adyacentes



toria de alguna de estas fallas es mucho más compleja y su juego no queda restringido a esta pulsación tectónica, sino que han existido mucho antes, incluso durante la sedimentación de los materiales cretácicos, y también han funcionado posteriormente en la segunda fase de deformación alpina.

La segunda fase de deformación es responsable de las estructuras dúctiles de orientación N 45° E, como por ejemplo el anticlinal de Bakio y sinclinal de Matxixako, en la zona de Bermeo. Regionalmente también se atribuye a esta fase el funcionamiento dextral de las grandes fallas de desgarre y, probablemente, ambos tipos de estructuras, pliegues SO - NE y desgarres, están genéticamente relacionados; siendo los primeros, estructuras secundarias asociadas al funcionamiento de los segundos.

Además de describir estos rasgos estructurales de carácter general, asociados a cada una de las fases de deformación, es conveniente detenerse y analizar en detalle alguno de los principales elementos tectónicos que condicionan la peculiar disposición estructural de los materiales que afloran en esta hoja.

Anticlinal de la ría de Gernika

Es una estructura cuyo eje muestra actualmente orientación N 160° E aproximadamente. Aunque en origen su dirección debía ser NO - SE (N 120° E aproximadamente), posteriormente ha sido girada por la acción de dos fracturas tal y como más adelante se comentará.

En el núcleo de la estructura afloran materiales de edad triásica, mientras que los flancos exhiben las secuencias del Jurásico y Cretácico inferior. Los materiales triásicos han debido tener una cierta actividad halocinética, aunque en el núcleo del pliegue su movimiento habrá sido mínimo, pues afloran en la posición estratigráfica que les corresponde; sin embargo, es muy probable que los flancos se encuen-

tren desplazados uno con respecto al otro, por lo que su correlación es difícil de realizar.

Dentro de este cuadrante, así como del de Gernika - Lumo, la estructura queda bruscamente interrumpida contra la falla de Gernika - Ibarrangelua; por el norte sucede lo mismo contra la falla de Arrillas - Axpe (ver esquema en la figura 4.1.); la acción combinada de estas dos fallas ha producido la rotación de la estructura, desde una orientación N 120° E aproximadamente, hasta la disposición que ahora ocupa. Hacia el norte de la falla de Arrillas - Axpe la traza cartográfica del pliegue se sitúa en el mar, deduciéndose un sentido de inmersión hacia el NO.

Sinclinal del Natxitua - Bedarona

Es una estructura de orientación aproximada este - oeste, que ocupa la parte central del cuadrante y afecta exclusivamente a los materiales del sector de Ea, caracterizando netamente la disposición estructural de este sector, tal y como se deduce de la cartografía y los cortes geológicos.

Aunque puntualmente la estructura queda rota y desplazada por la acción de diversas fracturas, cartográficamente puede seguirse durante varios kilómetros, a lo largo de toda la superficie ocupada por los materiales del sector de Ea. Por el oeste, el sinclinal de Natxitua termina bruscamente contra la falla de Gernika - Ibarrangelua, mientras que hacia el este, cerca de la línea de costa, en el paraje de Olabari, la estructura se encurva, orientándose NE - SO, al igual que el resto de los rasgos cartográficos en esa zona.

Probablemente, la orientación anómala de esta estructura está condicionada por la morfología original del surco sedimentario en el que se depositaron los materiales que constituyen el sector de Ea. Este surco estaría orientado en dirección este - oeste y en él se depo-

sitó la potente secuencia supraurgoniana que ahora aflora en el sector, así como las facies brechoides urgonianas que delatan la proximidad de los márgenes del surco.

Falla de Aulestia - Azkoitia

Es un importante accidente estructural de orientación NO - SE cuya traza cartográfica exhibe una notable continuidad, pudiendo seguirse desde la zona del Oria, en el extremo oriental del País Vasco, hasta la costa occidental de Bizkaia, pasando por las proximidades de Azkoitia, Aulestia y Gernika.

En el cuadrante de Elantxobe, la falla de Aulestia - Azkoitia se pierde contra la falla de Gernika - Ibarrangelua. El juego de esta última desplaza la traza cartográfica de la primera hacia el sur, por lo que la continuidad de la falla de Aulestia - Azkoitia hacia el oeste queda fuera del presente cuadrante.

Probablemente se trata de un accidente cortical antiguo, heredado del ciclo hercínico y, en consecuencia, con una historia compleja y dilatada a lo largo del tiempo. Asimismo, es muy posible, que la representación de la falla de Aulestia - Azkoitia se resuelva en varios planos de fractura; uno de ellos ha servido para separar los sectores de Ondárroa y Guernica; sin embargo, hacia el sur se han cartografiado otros planos de falla con la misma orientación y relativamente próximos, que deben formar parte del mismo accidente.

En su última etapa de funcionamiento se ha comportado como un desgarre dextral, aunque con anterioridad ha podido tener otro tipo de movimiento. En las proximidades de la falla se desarrolla una esquistosidad muy penetrativa que llega a obliterar la estratificación.

Falla de Gernika - Ibarrangelua

Es una falla de dirección SSO - NNE, cuya traza cartográfica puede seguirse desde el

pueblo de Gernika hasta la costa en las proximidades de Ibarrangelua, donde dicha traza cartográfica queda jalonada por la presencia de un extenso afloramiento de materiales triásicos.

La falla de Gernika - Ibarrangelua se ha comportado como un desgarre sinistral, al menos en sus últimos movimientos. El funcionamiento de esta falla ha producido un efecto cartográfico importante, puesto que desplaza y gira el anticlinal de la ría de Gernika, originando así la orientación anómala que ahora muestra. Asimismo, tal y como ya se ha comentado, la falla de Aulestia - Azkoitia queda desplazada por este accidente. Como consecuencia de todo ello, la falla de Aulestia - Azkoitia separa bloques en los cuales la orientación de los materiales aflorantes es muy distinta, reflejándose claramente este aspecto en la cartografía geológica.

Falla inversa de Ereño - Ispaster

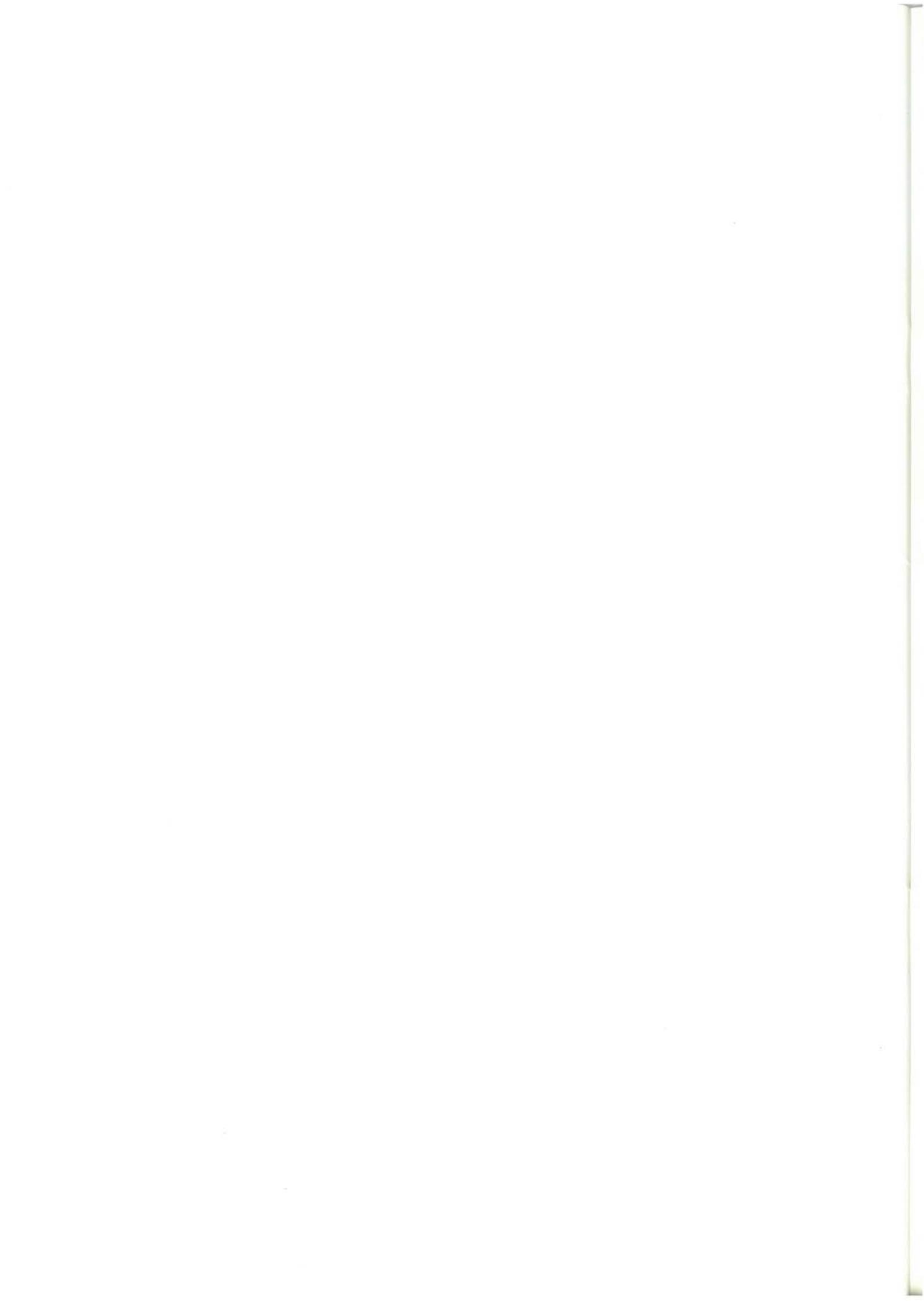
Atraviesa gran parte del cuadrante, aproximadamente en dirección este - oeste y es el accidente estructural que separa los sectores de Ea y Ondárroa. Es una falla inversa de vergencia norte, que hacia el oeste termina contra la falla de Gernika - Ibarrangelua; hacia el este su traza cartográfica alcanza la línea de costa y no se conoce su continuación a partir de ese punto.

En su mitad occidental el plano de falla se caracteriza por valores de buzamiento elevados, mientras que hacia el este, la traza cartográfica delata un plano más tendido; en cualquier caso el salto debe ser considerable, pues pone en contacto materiales que ocupan posiciones estratigráficas muy distintas.

Al igual que ocurre con otros accidentes estructurales ya descritos, la historia de la falla de Ereño - Ispaster debe ser bastante compleja, tratándose probablemente, en origen, de

una falla sinsedimentaria cretácica que limitaba por el sur una pequeña cuenca donde se depositaron los materiales del sector de Ea. Esta hipótesis ha sido reflejada en los cortes II - II'

y III - III' del mapa geológico; en dichas secciones se intuye la existencia de un accidente similar al norte de los afloramientos del sector de Ea, en la zona ahora ocupada por el mar.



5. PETROLOGIA

5.1. OFITAS TRIASICAS

Están compuestas por un entramado de cristales prismáticos de plagioclasa cálcica y piroxeno casi totalmente transformado a hornblenda (marrón y verde) y actinolita. Como accesorios se encuentran feldespato potásico, menas metálicas, rutilo y esfena. Los minerales secundarios proceden casi todos ellos de la transformación de los principales y son clorita, micas blancas (moscovita y sericita), biotita, menas y óxidos; y en algunas muestras, serpentina de alteración de olivino. Como producto de alteración es muy frecuente la epidota.

Las rocas tienen textura ofítica, microgranuda, holocristalina, homométrica de grano fino.

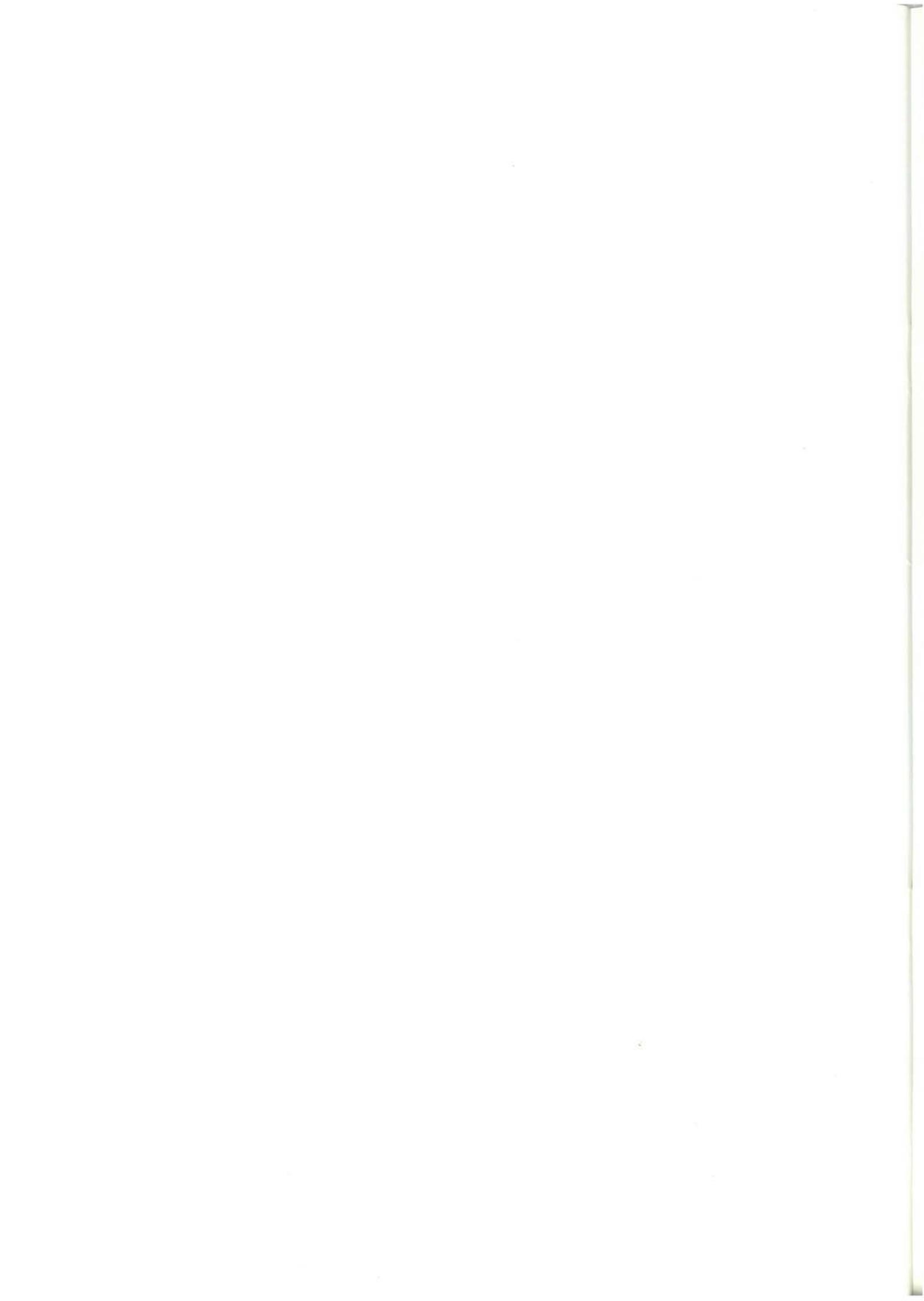
La mayoría de la hornblenda tiene origen uralítico (?), no quedando del piroxeno original más que algunos relictos. La hornblenda marrón ha sufrido una transformación a hornblenda verde, que la pseudomorfa en forma de agregados cristalinos; también se transforma en actinolita, biotita, mica blanca y clorita. Debido a estas transformaciones es corriente encontrar en los planos de exfoliación menas y epidota como subproducto. La esfena sufre una transformación (probablemente por oxidación) a menas metálicas. Por último y debido a una fase de alteración hidrotermal, se desarrolla un crecimiento intenso de epidota que tapiza toda la roca.

5.2. ALTERACIONES HIDROTERMALES - SILICIFICACIONES

Constituyen pequeños cuerpos silicificados que se localizan en el Complejo Urgoniano, asociados a fracturas, interpretados como el resultado de un proceso de alteración hidrotermal.

Son rocas alteradas, blanquecinas, de grano muy fino, de aspecto brechoide y sacaroides. En lámina delgada presentan textura microcristalina, homométrica, formada por un entramado de albita, cuarzo y sericita. Se distinguen igualmente, pirita, óxidos y apatito. Los minerales no presentan contactos netos. En otras ocasiones la mineralogía está constituida casi exclusivamente por cuarzo, que se presenta en granos monocristalinos de unas 50 micras. La textura predominante es la afieltrada, donde los microlitos se disponen en un entramado sin orientación preferente. La roca suele estar atravesada por venas de espesor milimétrico y forma irregular, que en ocasiones acaban con ensanchamientos o en geodas; el relleno de estas venas suele ser de cuarzo exclusivamente.

Es característica común en los afloramientos observados la intensa brechificación de los cuerpos, lo que confiere a la roca un aspecto "ruiniforme".



BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR TOMAS, M.J. (1975).—“Sedimentología y Paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica”. Tesis Doctoral. *Estudios geológicos* vol. XXXI pp. 1-213. Instituto “Lucas Mallada”, C.S.I.C. (España).
- ANTIGÜEDAD, I *et al.* (1983).—“Argumentos sedimentológicos e hidrogeoquímicos sobre la existencia de un diapirismo de materiales triásicos en el área de Bilbao (Vizcaya)”. *Bol. IGME*.
- BADILLO LARRIETA, J. M.; GARCIA MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1983).—“Análisis del Flysch Negro (Albiense superior - Cenomaniense inferior) en la Bahía de Arminza, Vizcaya”. *Dpto. de Geología (Estratigrafía). Universidad del País Vasco*. Comunicación Congreso de Sedimentología de Mahón - Menorca, Sept. - Oct. 1983.
- BOILLOT, G. *et al.* (1973).—“La zone nord-pyrénéenne, ses prolongements sur la marge continentale nord - espagnole et sa signification structurale”. *C.R.Ac.Sc.*, serie D, vol 227, pp. 2629 - 2632.
- BOILLOT, G. *et al.* (1974).—“Le rôle des décrochements tarde - hercyniens dans l'évolution structurale de la marge continentale et dans la localisation des grands canyons sous - marins a l'ouest et au nord de la Péninsula Ibérique”. *Revue Geogr. Phys et Geol. Dyn.*, Vol. XVI - 1, pp. 75 - 86.
- BOILLOT, G. y CAPDEVILLA, R. (1977).—“The Pyrenees: subduction and collision?”. *Earth and planetary science letters*, pp. 151 - 160.
- CAMPOS, J. (1976).—“Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa”. Tesis Doctoral, *Munibe Scda. de Ciencias Aranzadi*, año 31 fasc. 1 - 2.
- COOPER, M. R. (1977).—“Eustacy during the Cretaceous: its implications and importance”. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeocol.* 22, 1 - 60. Amsterdam.
- CHOUKROUNE, P. (1974).—“Structure et évolution tectonique de la zone nord-pyrénéenne. Analyse de la déformation dans une portion de la chaîne à schistosité subverticale”. *Thèse sc. nat. Montpellier*. 276 pp.
- CHOUKROUNE, P. y MATTAUER, M. (1978).—“Tectonique des plaques et Pyrénées: sur le fonctionnement de la faille transformante nord - pyrénéenne”. *Bull Soc. Geol. France* Vol. XX. pp. 689 - 700.
- DEREGNAUCOURT, D. y BOILLOT, G. (1982).—“Structure géologique du golfe de Gascogne”. Incluye: carte structurale du Golfe de Gascogne a 1:2.400.000”. *Bulletin du BRGM (2) I.N.* 3, pp 149 - 178.

- DEWEY, J.F. *et al.* (1973).—“Plate tectonics and the evolution of the Alpine System”. *Bull. Geol. Soc. Am.* pp. 3137 - 3180.
- FEUILLÉE, P. (1967).—“Le Cénomanién des Pyrénées Basques aux Asturies. Essai d'analyse stratigraphique”. (Tesis Doctoral). *Mémoires de la Société Géologique de France*. Paris (nouvelle série) Mémoire N. 108, fascic. 3, 343 pp.
- FEUILLÉE, P. (1970).—“Y-a-t'il des flyschs Pyrénées?”. *Bull. Soc. Géol. France* N 4, pp 603 - 611.
- FEUILLÉE, P. y RAT, P. (1971).—“Structures et paléogéographies pyrénéo - cantabriques”. En: *Histoire structurale du golfe de Gascogne*, Tomo 2, VI - 1 a VI - 48.
- FEUILLÉE, P. y MATHEY, B. (1976).—“The interstratified breccias and conglomerates in the Cretaceous flysch of the Northern Basques Pyrenees: Submarine out-flow of diapiric mass some comments”. *Sediment. Géol.*, Vol. 16, pp. 85 - 87.
- FEUILLÉE, P.; PASCAL, A.; RAT, P. (1983).—“Le système deltaïque de Valmaseda (Albien supérieur - Cénomanién inférieur)” pp. 117 - 122.
- FLOQUET, M. y RAT, P. (1975).—“Un exemple d'interrélation entre socle, paléogéographie et structure dans l'arc pyrénéen Basque: la Sierra d'Aralar”. En “*Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*. Vol XVII. Fasc 5, pp. 497 - 512.
- GARCIA MONDEJAR, J. (1979).—“El Complejo Urgoniano del Sur de Santander” *Universidad del País Vasco*. Facultad de Ciencias. Dpto. de Geología. Lejona (Bilbao).
- GARCIA MONDEJAR, J. *et al.* (1977).—“Ciclos sedimentarios mayores del Jurásico superior - Cretácico inferior de Santander”.
- GARCIA MONDEJAR, J. y GARCIA PASCUAL, J.I. (1982).—“Estudio geológico del Complejo Urgoniano del Anticlinorio de Bilbao entre los ríos Nervión y Cadagua”. KOBIE.
- GARCIA PASCUAL, I. (1981).—“Estudio geológico del Cretácico inferior del anticlinorio bilbaíno entre los ríos Nervión y Cadagua”. Facultad de Ciencias de Bilbao. *Universidad del País Vasco*, 152 pp. *Tesis de Licenciatura*.
- IGME (1973).—“Memoria explicativa del Mapa Geológico de España 1:50.000, N 38/22-4. “Bermeo”.
- INGEMISA (1982).—“Síntesis geológica del País Vasco”. Inéd.
- JAMES, N. P. (1978).—“Facies models 10. Reefs”. *Geoscience*. Canada vol. 5, n.º 1, pp. 16 - 26.
- JAMES, N. P. (1979).—“Shallowing - Upward Sequences in Carbonates”. En: *Facies Model*. Walker. pp. 109 - 121.
- LE PICHON, X. *et al.* (1971).—“Une hypothèse d'évolution tectonique du golfe de Gascogne”. *Centre Océanologique de Bretagne*. Brest. France. Contribution n.º 41 du Groupe Scientifique du Centre Océanologique de Bretagne. VI - 11, pp. 1 - 44.
- MAGNIEZ, F. y RAT, P. (1972).—“Les foraminifères des formations a spongiaires et *Tritaxia* dans l'Aptien - Albien cantabrique (Espagne)”. *Rev. esp. micropaleont.* num. extr. XXX Aniv, pp. 159 - 178.
- MATHEY, B. (1983).—“Le système du flysch gréseux”. En: *Mémoire géologique de l'Université de Dijon*, Tomo 9 “Vue sur le Crétacé basco - cantabrique et nord - ibérique” pp. 97 - 106.

- MITCHUM, Jr. R. M. *et al.* (1977).—“The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis”. (In: PAYTON, C.H.E. 1977: “*Seismic stratigraphy applications to the hydrocarbon exploration*”). Tulsa (Oklahoma). Am. Ass. Petrol. geol. pp. 53 - 62.
- MONTADERT, L. *et al.* (1973).—“L'histoire structurale du golfe de Gascogne”. In: *Histoire structurale du golfe de Gascogne*. T. III. Paris. Ed. Technip. pp. VI - 16, VI - 18.
- MONTADERT, L. *et al.* (1974).—“Continental margins of Galicia - Portugal and Bay of Biscay”. In: *The Geology of continental Margins*. BURK y DRAKE. Ed. Springer-Verlag, Berlin, pp. 323 - 342.
- OLIVE DAVO A.; AGUILAR TOMAS, M. L.; RAMIREZ DEL POZO, J. y RAMIREZ MERINO, J. I. (1984).—“Influencia de las formaciones urgonianas en la sedimentación supraurgoniana en el sector oriental de la Cuenca Cantábrica”. *I Congreso Español de Geología*. Segovia 9 - 14 de Abril de 1984. TOMO I; pp. 53 - 65.
- PEYBERNES, B. y SOUQUET, P. (1975).—“La Chaîne des Pyrénées ne résulte pas d'un coulissage le long d'une faille nord-pyrénéenne”. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*. III, pp. 204 - 210.
- PEYBERNES, B. (1976).—“Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles, entre la Garonne et la Méditerranée”. Tesis Doctoral. *Sciences Naturelles*. Toulouse, 459 pp., 149 figs. XLII, Pl.h.t. Omp. C.R.D.P. Toulouse.
- PUJALTE, V. (1981).—“Sedimentary succession and paleo-environments within a fault-controlled basin: the “wealdien” of the Santander area, Northern Spain”. In: *Sedimentary Geology*, 28, pp. 293 - 325.
- PUJALTE, V. (1982).—“La evolución paleogeográfica de la cuenca “wealdense” de Cantabria”. *Cuadernos de Geología Ibérica*. (En prensa).
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—“Bioestratigrafía y microfácies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)”. *Memoria IGME*, T. 73, pp. 1 - 357
- RAT, P. (1959).—“Les Pays Crétacés Basco-Cantabriques”. (Tesis Doctoral) *Publications de L'Université de Dijon*.
- RAT, P. y FEUILLÉE, P. (1967).—“Structures et paléogéographies Pyrénéo-Cantabriques”. *Institut des Sciences de la terre. Université de Dijon, France*. VI, pp. 1 - 48.
- RAT, P. y PASCAL, A. (1979).—“De l'étage aux systèmes biosédimentaires urgoniens”. *Geobios* N 3, pp. 385 - 399.
- RAT, P.; AMIOT, M.; FEUILLÉE, P.; FLOQUET, M.; MATHEY, B.; PASCAL, A. y SALOMON, J. (1983).—“Conclusion-Remarques-Suggestions”. En: *Mémoires Géologiques de L'Université de Dijon*. Tomo 9, pp. 177 - 180.
- RIAZA MOLINA, C. (1984).—“De la importancia de las fallas N 20 en la creación del Golfo de Vizcaya. Estudio de detalle del arco Santanderino”. *Congreso Español de Geología*. Tomo III, pp. 265 - 278.
- ROBADOR MORENO, A. (1984).—“Estudio geológico del sector de Bermeo (entre Baquio y Guernica)”. *Facultad de Ciencias Universidad del País Vasco*.
- SOLER y JOSE, R. (1972).—“Las series jurásicas y el “Purbeckiense”-Neocomiense de Guernica”. *Boletín Geológico y Minero* T. LXXXIII - III, pp. 221 - 230.

SOUQUET, M.P. *et al.* (1975).—“Nouvelle interpretation de la structure des Pyrénées”. *Comptes Rendus Hebd. des Séances de l'Académie des Sciencies*, Série D, Vol. 281, pp. 609 - 612.

VOORT, H. B. (1963).—“Zum Flysch problem in den westpyrenäen”. *Geologischen Rundschau* 53, pp. 220 - 233.

WIEDMANN, J. (1979).—“A geological itinerary through the Mid - Cretaceous of Vascogotic and Celtiberic Ranges (N. Spain). Mid - Cretaceous events”. *Field Meeting, Northern Spain*. September 1977.

WILSON, J. L. (1975).—“Carbonate facies in geologic history”. Berlin Springer - Verlag, 471 pp.

EUSKO JAURLARITZA

INDUSTRIA ETA ENERGI SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA Y ENERGIA