



EVE

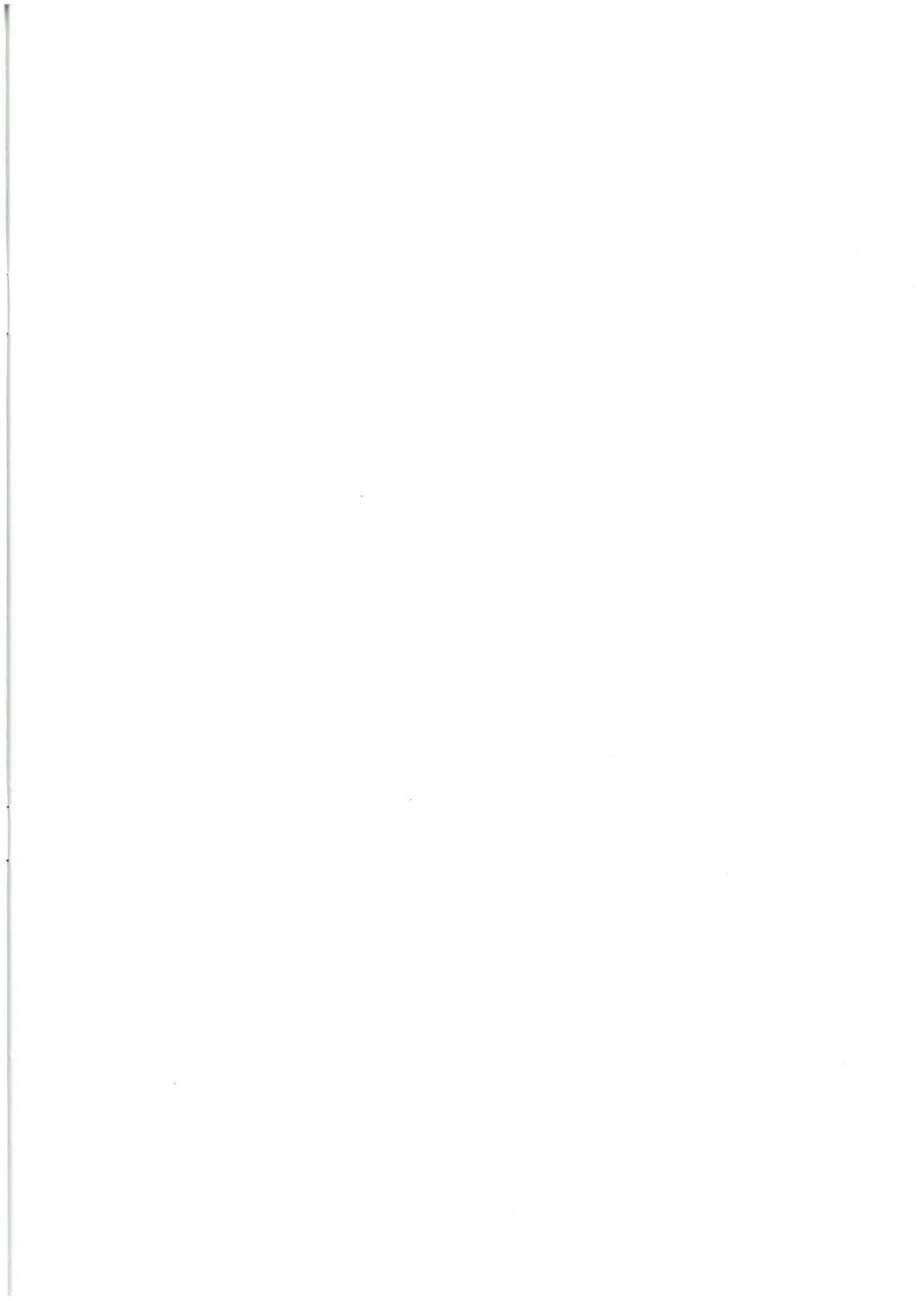
Mapa Geológico
del País Vasco

*Euskal Herriko
Mapa Geologikoa*



114-I ATAUN

E: 1/25.000



**Mapa Geológico
del País Vasco**

***Euskal Herriko
Mapa Geologikoa***

114-I ATAUN

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-1165-92

I.S.B.N.: 84-88302-38-X

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
L. Muñoz Jiménez

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

M. Zapata Sola
A. Cerezo Arasti
M. López-Horgue

Los trabajos de campo fueron realizados en el año 1990.

INDICE

	<u>Págs.</u>
1. INTRODUCCION	9
2. ESTRATIGRAFIA	11
2.1. Dogger calizo (1 y 2).....	11
2.2. Malm I (3).....	13
2.3. Malm II (4).....	13
2.4. Jurásico terminal-Neocomiense (5).....	14
2.5. Facies de implantación urgoniana (6 a 8).....	14
2.6. Urgoniano (9 a 15).....	15
2.7. Supraurgoniano (16 a 18).....	16
3. SEDIMENTOLOGIA	19
4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	29
BIBLIOGRAFIA	33

1. INTRODUCCION

El cuadrante de Ataun a escala 1:25.000 forma parte de la hoja n.º 114 (24-7) "Alsasua" del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

El área se divide, aproximadamente a partes iguales, entre el Territorio Histórico de Gipuzkoa y la Comunidad Autónoma de Navarra, correspondiendo el área de estudio a la mitad nor-occidental de la hoja (Sur de Gipuzkoa).

La zona estudiada incluye el término municipal de Ataun, así como a la parte sur de la Sierra de Aralar, dividida políticamente entre diversos ayuntamientos. Topográficamente destacan alturas cercanas a los 1.300 metros en Aralar, así como la divisoria de aguas que arranca desde el Puerto de Lizarrusti hacia el Sur-Suroeste, con alturas que rondan los 1.000 metros.

Hidrológicamente, la zona corresponde a la vertiente norte, siendo la principal corriente fluvial el río Agauntza.

En el ámbito de la geología regional, esta zona se sitúa en la terminación occidental de los Pirineos, dentro de la cuenca Vasco-Cantábrica y cercana al extremo sureste del Sinclinatorio de Bizkaia, zona donde se produce un cambio de las directrices regionales, configurándose el denominado Arco Vasco; no obstan-

te, el cuadrante en sí puede ser considerado como de "transición" a este sector estructural.

Exceptuando los materiales de edad cuaternaria, la representación estratigráfica queda comprendida entre el Dogger y el Albiense superior, estando afectados estos materiales por una o varias fases de plegamiento de edad terciaria (post-eocena).

Respecto a estudios geológicos previos en el área, las primeras referencias corresponden a los trabajos de carácter general de LAMARE, desde 1920 a 1956, destacando su trabajo de 1936. Hay que citar, especialmente, la Tesis Doctoral de P. RAT (1959), que constituye un trabajo fundamental en el ámbito de la geología regional de la cuenca. Desde el punto de vista estratigráfico hay que citar los trabajos de P. FEUILLEE (1967), y la Tesis Doctoral de RAMIREZ DEL POZO (1971). De ese mismo año, 1971, es el "Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa", editado por el IGME, y que incluye una base geológica a escala 1:50.000. Las series jurásicas fueron estudiadas con detalle por SOLER y JOSE, 1971, 1972, etc... sobre todo en el ámbito de la Sierra de Aralar. Este mismo entorno constituye la zona de trabajo de la Tesis de DUVERNOIS, FLOQUET y HUMBEL (1972), con una cartografía geológica detallada, a escala 1:25.000. La Tesis Doctoral de J. CAMPOS (1979) es otro de los trabajos fundamentales a

mencionar. En 1986 el IGME publica las últimas hojas MAGNA que incluyen esta zona (Tolosa y Alsasua). De este mismo año, 1986, es la Tesis de Licenciatura de J. A. ZUAZO, que estudia la zona comprendida entre Tolosa y Berastegi. La Tesis Doctoral de MARTINEZ-TORRES (1989) se centra en el estudio del Manto de los Mármoles, y encuentra en esta zona su límite occidental.

Por último, y en otro orden, se pueden citar además una serie de informes inéditos realizados por organismos oficiales como EVE, DIPUTACION FORAL DE GIPUZKOA, así como por empresas de exploración minera o de petróleo, como EXMINESA, CIEPSA, ENPENSA, etc....

2. ESTRATIGRAFIA

En base a la disposición estructural de los materiales aflorantes, se puede reconocer una única división con carácter propio: la Unidad de Oiz. (Ver figura 2.1).

De características muy similares respecto al cuadrante de Ordizia, la estratigrafía de esta unidad se presenta aquí con cierta variación, indicando una mayor influencia de sistemas sedimentarios meridionales en ciertos momentos geológicos.

2.1. DOGGER CALIZO (1 y 2)

Aflora aproximadamente en el margen noroeste de la hoja, correspondiendo geográficamente con la zona sur-central del Aralar guipuzcoano. Estructuralmente, se sitúa en el flanco sur-sureste del anticlinal de Aralar, encontrándose compartimentado por fallas distensivas de pequeño salto.

La serie se encuentra prácticamente completa, aflorando su base en la hoja de Ordizia, pero muy cerca del límite con el cuadrante de Ataun.

Consta esencialmente de calizas **(1)** en niveles de orden decimétrico a métrico, muy continuos lateralmente, con intercalaciones centimétricas de margas y margocalizas. Los contactos entre niveles pueden ser graduales

o netos, encontrándose variaciones laterales entre términos más o menos ricos en carbonato.

Al microscopio, estas calizas corresponden a litologías "mudstone"- "wackestone" ricas en fósiles de ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos, etc., muy representativas en la parte occidental de la sierra. En la zona oriental aparecen también "grainstones" de tamaño de grano medio, muy ricos en fracción bioclástica y con estratificaciones cruzadas de bajo ángulo, en los que destaca la presencia de fragmentos de equínidos. Hacia techo de la serie se observa la presencia de contenido terrígeno limoso, en ocasiones arenoso, el cual va siendo cada vez más importante, pudiendo llegar a generarse niveles de areniscas calcáreas **(2)** y más localmente conglomerados, ambos con estructuras canaliformes incipientes y acuñamientos laterales rápidos.

Asociadas a estas capas aparecen dolomitizaciones que nunca sobrepasan el metro de potencia, presentando una morfología estratoligada; se observan en la zona oriental, donde no aparece, sin embargo, material siliciclástico. También se encuentran silicificaciones irregulares dispersas hacia techo de toda la unidad.

En conjunto, se puede hablar de un medio de plataforma somera abierta que experimenta una somerización en la zona oriental, con la influencia de un dispositivo siliciclástico incipiente en un área de surco relativo

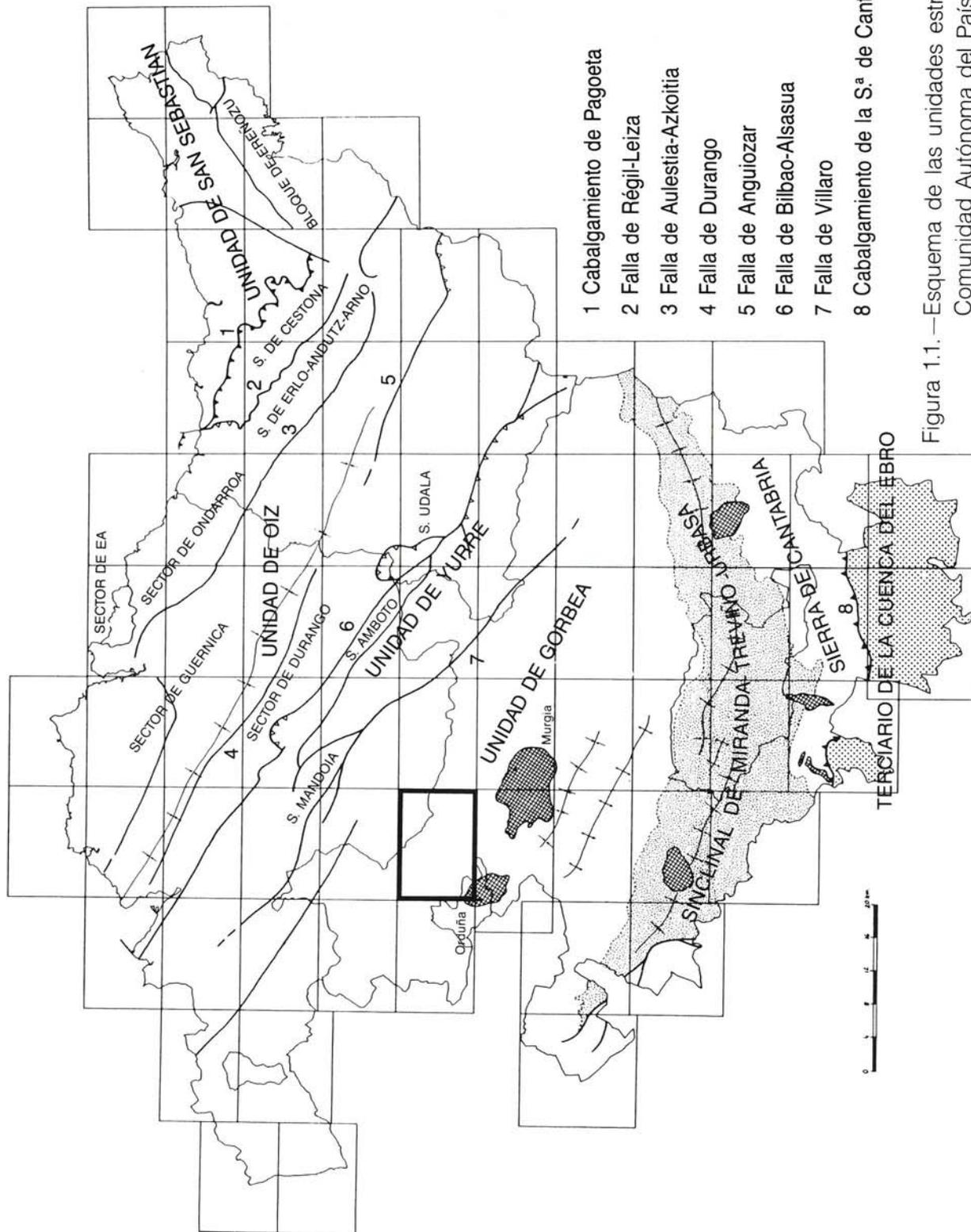


Figura 1.1.—Esquema de las unidades estructurales de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

piente en un área de surco relativo (zona occidental). La dolomitización, situada en una altura estratigráfica determinada y asociada a ciertas litologías, pudo haberse generado por un mecanismo de mezcla de aguas.

La potencia máxima observada oscila alrededor de los 250 metros, pudiendo llegar a ser algo menor hacia el Este.

Los mejores cortes se ofrecen en la estratificación sur del paraje de Isustikoleizea.

La edad atribuida a este tramo oscila entre el Bajociense medio y el Calloviense medio (BULARD *at al.*, 1979).

2.2. MALM I (3)

Aflora ampliamente en la Sierra de Aralar, sobre las calizas del Dogger, situándose por tanto en el flanco sur del anticlinal de Aralar.

Consta de litologías variadas, oscilando entre términos puramente terrígenos, tales como areniscas calcáreas y margas arenosas, y términos carbonatados como calizas arenosas, calizas conglomeráticas y calizas arcillosas.

La serie comienza con areniscas calcáreas de grano medio alternantes con calizas arenosas, en bancos de orden decimétrico; a veces se observan laminaciones cruzadas. A continuación se observa un aumento en el tamaño de grano de los terrígenos y un incremento de la fracción carbonatada, originándose así litologías mixtas como calizas arenosas (ricas en micas) y calizas conglomeráticas (cantos generalmente de cuarzo, de hasta 5-10 centímetros de diámetro). En el microscopio se distinguen texturas oolíticas y cementaciones en medios freáticos o vadosos. La serie finaliza con calizas arenosas y areniscas sucias, ofreciéndose en conjunto una tendencia vertical a la descontaminación en terrígenos.

Al igual que en el flanco norte del anticlinal de Aralar (hoja de Ordizia), esta serie ofrece un acuñamiento generalizado hacia zonas más orientales, llegando a desaparecer completamente. Asimismo, en la zona de mayor desarrollo (potencias de hasta 120 metros) se localizan las facies de mayor tamaño de grano. Estos hechos vienen a corroborar la idea de la creación de un sistema de cubeta subsidente-alto relativo en Aralar para este tiempo.

Ambientalmente corresponden a un medio marino somero de plataforma mixta terrígeno-carbonatada, donde se pudieron generar ciclos de somerización relativa. Se conservaría el carácter de surco relativo iniciado en el Dogger.

Se puede atribuir a este término una edad Oxfordiense-Kimmeridgiense, en base a criterios estratigráficos y de facies.

Existen buenos puntos de observación en las cercanías del paraje de Isustikoleizea.

2.3. MALM II (4)

Al igual que los episodios anteriores, sobre los que se dispone, aflora como una banda de dirección Este-Oeste en el flanco sur del anticlinal de Aralar.

Suele definir resaltes topográficos en relación con los materiales circundantes.

Este tramo está representado por calizas de tonos claros que de muro a techo evolucionan hacia términos cada vez más micríticos, pudiéndose distinguir calizas algo arenosas a muro, calizas esparíticas ("grainstone", bioclastos, oolitos) y calizas micríticas, en bancos generalmente de orden métrico y aspecto masivo hacia techo. Hacia muro se pueden distinguir abundantes restos de crinoides y bivalvos, haciéndose muy escasos hacia techo. El tramo

se encuentra bastante recristalizado, sobre todo en la mitad superior.

El techo de este tramo está afectado por la discordancia kimmérica, pudiendo faltar algo de serie sobre la total máxima observada de unos 40 metros.

Debido a su posición estratigráfica, se le atribuye una edad Kimmeridgiense.

El medio de sedimentación deducido es el de una plataforma marina somera carbonatada en la que se dan ciclos de somerización y desarrollo de facies energéticas, dentro de una tendencia general de descontaminación en terrígenos.

Los mejores cortes se ofrecen al Norte del paraje de Igaratza, en los alrededores de la senda que sube desde Pardelutz, en el margen nor-oriental del cuadrante. Allí se observa su disposición sobre materiales del Dogger, debido a la ausencia del Malm I.

2.4. JURASICO TERMINAL-NEOCOMIENSE (5)

Está ampliamente representado en la Sierra de Aralar, en el margen norte del área de estudio. Constituye un episodio sedimentario con características que demuestran una clara tendencia regresiva. Se sitúa a techo del Jurásico marino y precede al episodio de "implantación urgoniana".

Se dispone suprayacentemente a la discordancia kimmérica, comenzando en la zona con la deposición de conglomerados silíceos y areniscas microconglomeráticas que incluyen cantos carbonatados, producto de la erosión del material infrayacente. Su potencia no sobrepasa los 15 metros.

Posteriormente se desarrolla una serie, de unos 250 metros de potencia máxima, de cali-

zas de tonos negruzcos bien estratificadas en bancos de hasta 1 metro de potencia, ricas en serpúlidos y bivalvos, alternando con margas negras y lutitas, y algún nivel de brechas calizas intraformacionales. Son asimismo frecuentes pequeños niveles centimétricos de lumaquelas de bivalvos.

Hacia el extremo nor-oriental se produce un acuñamiento del nivel conglomerático basal, disponiéndose las calizas con sérpulas directamente sobre el Malm II. Igualmente, en esta zona las calizas experimentan una ligera pérdida de potencia en relación con puntos situados al Oeste (potencias que oscilan entre 180-200 metros).

El medio sedimentario propuesto para estos materiales consiste en áreas continentales con influencia marina, dentro de un sistema generalizado de transición, donde podrían desarrollarse zonas lagunares salobres.

La edad sugerida para este episodio podría situarse entre el Portlandiense (Jurásico superior) y Neocomiense alto (Cretácico inferior).

Se localizan buenos afloramientos al Norte del paraje de Igaratza.

2.5. FACIES DE IMPLANTACION URGONIANA (6 a 8)

Se incluye bajo esta denominación una serie de materiales que preceden a la instalación de calizas en facies arrecifales y/o paraarrecifales, y que se sitúan por encima de las calizas negruzcas ricas en serpúlidos. No obstante, litologías asimilables al intervalo Neocomiense pueden desarrollarse en este grupo litológico pre-urgoniano, observándose además un tránsito gradual entre ambos.

La base está compuesta por areniscas (7) de grano fino a medio, micáceas y versicolores (tonos rojizos), que suelen alternar con lutitas

y limos. Suelen definir lentes que se acuñan en tránsito a lutitas y margas. Estas areniscas hacia techo van adquiriendo carácter más marino, conteniendo fósiles de equínidos y bivalvos. También pueden equivaler lateralmente a calizas con ostreidos **(8)**, generalmente arcillosas, en bancos de orden decimétrico, agrupados en secuencias de descontaminación en terrígenos sobre todo hacia techo de la unidad. Estas litologías se relacionan a su vez lateralmente con lutitas, margas arenosas y areniscas sucias **(6)**, litología predominante en todo el intervalo. Suelen presentarse muy alteradas y con una esquistosidad muy desarrollada. Su contenido fósil es relativamente rico, siendo muy frecuentes los equínidos y los ammonites del género *Deshayesites* (RAT, 1959). No se observa claramente la estratificación.

La potencia total del intervalo varía de Este a Oeste, siendo el área occidental (afloramientos del domo de Ataun) la que acoge los mayores espesores (potencias cercanas a los 770 metros, a diferencia de la zona este, Igaratza, donde presenta unos 625 metros). Se le puede atribuir una edad Neocomiense alto-Barremiense a Aptiense inferior, en base a dataciones relativas paleontológicas y por posición estratigráfica.

El medio sedimentario atribuido corresponde a áreas terrígenas de transición (ambientes fluvio-deltaicos) que evolucionan gradualmente a un medio de plataforma marina abierta y somera, dominada por aportes siliciclásticos. En esta plataforma se crearían pequeñas zonas, comparativamente de menor batimetría y a "salvo" de la contaminación terrígena, donde se desarrollarían pequeños episodios carbonatados.

Los afloramientos de la pista de Ataun a Enirio constituyen unos puntos de observación interesantes.

2.6. URGONIANO (9 a 15)

Bajo este término se incluye una serie de litologías cuyo componente más característico

lo constituyen las calizas micríticas de plataforma con rudistas y corales (RAT, 1959; G^a MONDEJAR, 1979); engloba diversos ambientes sedimentarios, desde sistemas deltaicos a cuencas intraplataforma, que se desarrollaron en una edad comprendida entre el Aptiense inferior y el Albiense medio y superior.

Una pérdida, progresiva y generalizada, de material terrígeno en el área trae como consecuencia el desarrollo de secuencias de descontaminación en terrígenos y ganancia en carbonato cálcico, que culmina hacia el Aptiense inferior-medio con la implantación de un sistema de plataforma-rampa carbonatada, compuesta básicamente por facies micríticas ricas en rudistas y corales, en bancos de orden métrico o de tendencia masiva **(9)**. Estas facies de plataforma afloran ampliamente en la hoja definiendo un resalte topográfico importante y constituyendo por sí mismas la "litología-traza" que dibuja la estructura del domo de Ataun (zona occidental del cuadrante estudiado). Presenta potencias que oscilan entre los 200 y 250 metros.

A techo de éste se sucede un nuevo episodio terrígeno que, en la parte oriental del área de estudio, presenta facies de areniscas arcillosas carbonatadas **(11)** en niveles de orden decimétrico y con extensión lateral relativamente reducida. Contienen fauna de ostreidos y orbitolínidos en ocasiones. Su desarrollo se sucede en una serie de margas y margas arenosas **(10)** con escasos episodios de calizas arcillosas hacia techo. En general, supone condiciones muy similares al episodio de plataforma terrígena somera "pre-urgoniana". Su potencia no excede los 200 metros. Hacia el Oeste presenta un tránsito lateral a facies de margas y margocalizas ricas en fauna nectónica, suponiendo condiciones comparativamente menos someras.

Suprayacentemente, se desarrollan facies margosas **(13)**, margocalizas y calizas margosas **(12)**, de tonos gris-azulados, relativamente

monótonas. Este episodio sufre hacia el Oeste una pérdida en el contenido calcáreo, llegando a acuñarse los términos margocalizos. Hacia el Este, estas facies ofrecen una evolución tanto lateral como vertical a calizas micríticas de plataforma, ricas en rudistas y corales **(14)**, configurándose un tránsito plataforma-cuenca relativa, el cual evoluciona con el tiempo desde un tránsito con ligera diferencia batimétrica hasta la creación de un margen propiamente dicho. La parte superior de esta evolución no puede observarse en el área de estudio, por situarse fuera de sus límites; no obstante, se distinguen episodios de progradación de la plataforma hacia cuenca a techo de la serie, los cuales constituyen los últimos avances, previos al episodio destructivo de techo del Urganiano. Este episodio, cuya continuidad lateral en tránsito a plataforma se sitúa fuera del área de estudio, se compone de hasta tres ciclos de resedimentación que configuran sendas secuencias negativas en las que se puede observar una evolución de muro a techo: de términos ricos en arcillas ("debris", "slumps") a calcarenitas, parabrechas y ortobrechas, con cantos calizos de plataforma de hasta 2 metros de dimensión máxima **(15)**. Este episodio de resedimentación implica un talud deposicional de cierta pendiente y la existencia de una plataforma con margen destructivo; lateralmente, evoluciona a calcarenitas (de origen turbidítico) y margas autóctonas de cuenca, llegando hasta zonas bastante distales al Oeste del cuadrante.

En conjunto, debido a su posición estratigráfica y por correlación con áreas adyacentes, se atribuye una edad Aptiense superior-Albiense medio al conjunto litológico de términos 10 al 15.

La potencia total para el Urganiano oscila entre los 1.500 metros hacia plataforma (zona este) y cercana a los 2.000 hacia cuenca relativa (zona oeste).

Se localizan buenos afloramientos en las sendas que parten del Puerto de Lizarrusti, tanto hacia el Sur (observación de la megabrecha)

como hacia el Norte (facies de tránsito e instauración de la plataforma).

2.7. SUPRAURGONIANO (16 a 18)

Aflora en la zona sur del área de estudio, constituyendo sus materiales una alineación montañosa que constituye la divisoria de aguas entre las vertientes cantábrica y mediterránea.

Se han diferenciado tres términos litológicos con entidad propia:

- Alternancia de areniscas silíceas y lutitas **(16)**. A techo del depósito de resedimentación carbonatada se dispone una serie terrígena, que comienza con la instauración de facies de lutitas y limos que evolucionan rápidamente en la vertical hacia un mayor contenido en fracción arena, llegando a definir una alternancia de niveles centídecimétricos de areniscas silíceas de tonos ocre, que a menudo presentan laminaciones paralela y cruzada, con niveles lutíticos negros de similar espesor y limolitas arenosas. No poseen cemento carbonatado. Son frecuentes los restos vegetales carbonizados. Se suelen organizar en secuencias negativas ("coarsening and thickening upwards"), presentando a veces, los niveles de techo, "ripples" de oleaje. Se interpretan como aportes deltaicos en una plataforma somera, donde podría retrabajarse el material siliciclástico, definiendo barras arenosas, que en ocasiones serían progradantes.
- La serie anterior evoluciona a techo hacia una ganancia en la fracción arenosa **(18)**. Se definen así intervalos de dominio de los aportes arenosos, creando secuencias negativas de progradación de barras arenosas. Corresponden a un mismo ambiente de pla-

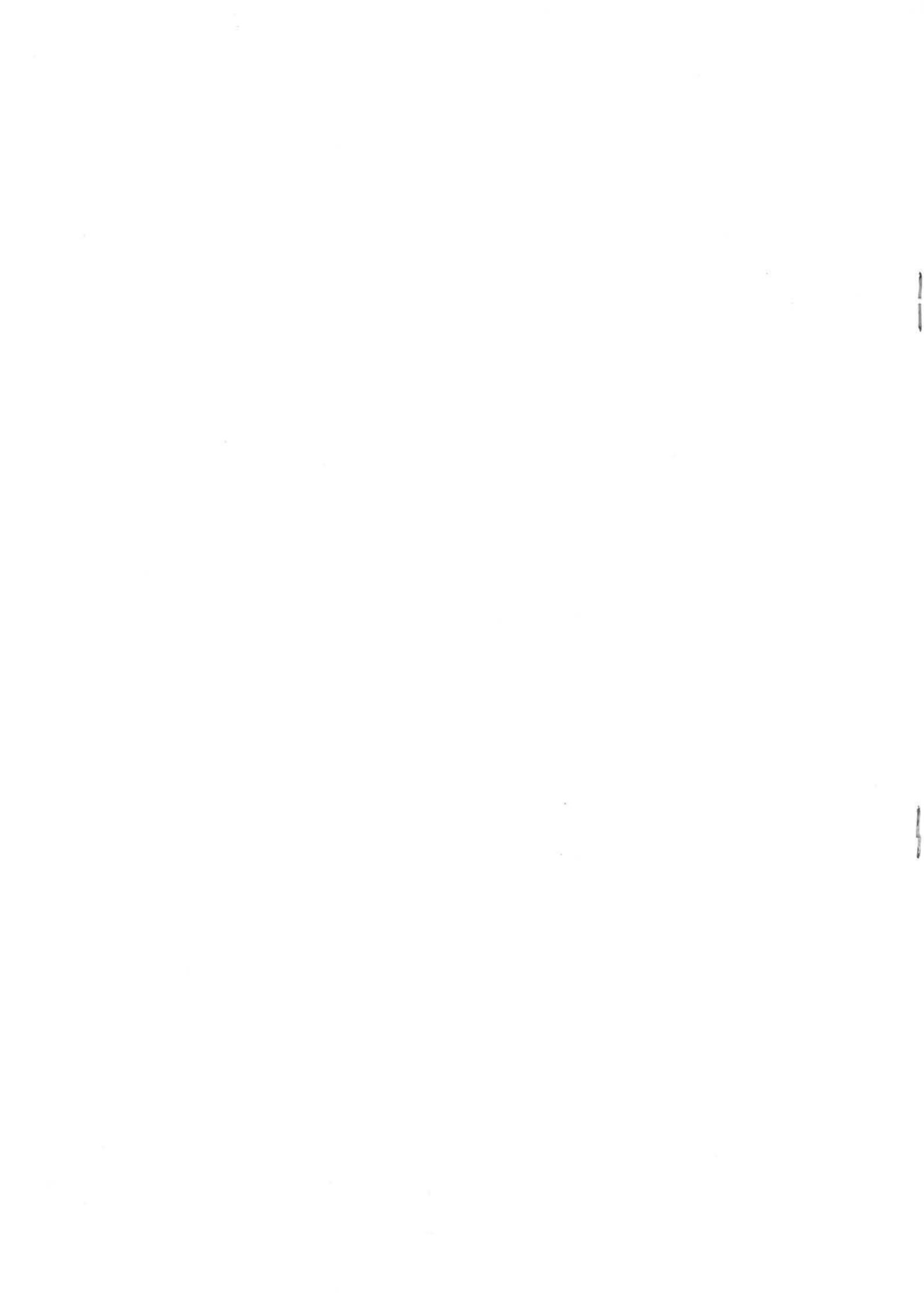
taforma terrígena, dominada por aportes de origen deltaico, observándose una tendencia a la progradación de estas facies. Los niveles areniscosos llegan a presentar potencias de hasta 2-4 metros.

- Intercalado entre los terrígenos dominantes, aparece un episodio de resedimentación con alguna calcarenita y margas autóctonas intercaladas **(17)**. Su potencia no supera los 100 metros. Debido a la mala calidad de afloramientos, no se han podido observar mejor sus relaciones estratigráficas. No obstante, todos los datos parecen indicar la existencia de pequeñas inestabilidades en áreas de talud distal, donde todavía podían llegar aportes carbonatados de pequeños "parches" arrecifales, residuales del Urganiano, existen-

tes para este tiempo en áreas situadas hacia el Este de la zona de estudio.

Estos tramos distinguidos son asimilables a la "formación Balmaseda", de carácter básicamente deltaico.

La edad atribuida a este intervalo supraurgoniano oscila entre Albiense superior y Cenomaniense basal, aunque es de destacar el carácter diacrónico de este episodio, demostrado por la presencia de facies de resedimentación carbonatada (probablemente de plataformas residuales urgonianas o de calizas de la "formación Egino"), así como por la diferente altura estratigráfica a la que aparecen las capas netamente areniscosas respecto a episodios similares al Norte del área (cuadrante de Ordizia). Por otra parte, no aflora el techo del episodio en la zona de estudio, no pudiéndose estimar por tanto su potencia total ni su evolución vertical.



3. SEDIMENTOLOGIA

Este capítulo intenta ofrecer una visión sencilla y resumida, dentro de lo posible, de la evolución que experimentaron los distintos sistemas sedimentarios estudiados en este cuadrante, tanto arealmente como a lo largo de un período de tiempo comprendido entre el Dogger y el Cenomaniense basal, teniendo en cuenta los diversos condicionantes estructurales y paleogeográficos existentes en la zona de estudio.

Los materiales más antiguos representados en la zona son los correspondientes al Dogger, los cuales se incluyen dentro de un episodio de índole general a nivel de la Cuenca Vasco-Cantábrica, denominado **Jurásico marino**. Según SOLER y JOSE (1972), este episodio se puede dividir en cinco términos litológica y sedimentológicamente diferenciables; los dos primeros, no aflorantes en el área, son los definidos como Lías calizo dolomítico y Lías margoso, y representan en líneas generales un episodio transgresivo, con una evolución desde términos de plataforma somera restringida a términos de plataforma marina abierta, y con un carácter expansivo arealmente.

En el **Dogger** se mantienen casi totalmente las condiciones de plataforma marina abierta, pero se empiezan a generar hacia techo depósitos siliciclásticos, dolomitizaciones estratoligadas y facies carbonatadas bioclásticas con estratificaciones cruzadas, indicativo todo ello de una somerización relativa y de una incipien-

te influencia continental. Las estratificaciones cruzadas planares a media escala (atribuidas a progradaciones de barras y "shoals") son más frecuentes en la zona este de la Sierra de Aralar, vislumbrándose ya una zona de alto relativo.

El **Malm I** representa una etapa regresiva, ya preludiada en el Dogger. Algunos autores citan una importante ruptura sedimentaria entre estos dos términos, la cual pasa desapercibida en la cubeta recién generada del área oeste de Aralar, zona donde se encuentra un mayor desarrollo de este tramo, el cual llega a acuñarse hacia la zona este, donde ya se definía un posible umbral en el episodio anterior. Es por tanto un capítulo sedimentológico definido en una paleogeografía de surcos y altos relativos, aunque dentro de un contexto de plataforma somera con influencias continentales siliciclásticas.

El **Malm II** corresponde al desarrollo de facies calizas de plataforma somera, en la que se pierde progresivamente la influencia siliciclástica y se llega al clímax del ciclo de somerización antes iniciado (barras oolíticas a techo). No presenta variaciones laterales de espesor importantes, si bien el carácter erosivo de su techo hace pensar en la pérdida de al menos algo de serie (paraconformidad Kimmérica). Se llega a disponer concordantemente sobre el Dogger en la parte oriental de Aralar (acuñamiento del Malm I en este sentido).

En resumen, el Dogger se genera sobre facies desarrolladas en una fase de escasa actividad tectónica y débil subsidencia, representando el fin de un ciclo transgresivo generalizado. A partir de ese momento comienza un megarritmo regresivo que culmina al final de Kimmeridgiense con la emersión de ciertos sectores.

Se configura asimismo un dispositivo paleogeográfico estructurado en altos relativos y cubetas subsidentes, controlado por accidentes de zócalo y, probablemente, diapirismo. Las cubetas contienen las series más completas y no presentan interrupción sedimentaria aparente. En los altos o umbrales aparecen series más reducidas o ausencia de ciertos términos (acentuaciones de la morfología y posible emersión; ver figura 3.1.).

En el sector oeste de Aralar se localizan importantes espesores de series terrígenas (zonas de cubetas o surcos), cuyo área fuente pudo situarse hacia partes más occidentales, pues hacia el Este no aparecen las facies más groseras.

En Aralar, los movimientos Kimméricos posibilitan la erosión de parte del Jurásico marino y la creación de una discordancia de escala regional, la cual en detalle llega a ser una paraconformidad. Así, posteriormente a ella, se generan facies resedimentadas de carácter mixto detrítico-carbonatado, las cuales llegan a acumularse en sentido este, suponiendo el mantenimiento residual de la cubeta occidental. Este pequeño episodio de resedimentación supone el inicio de un nuevo ciclo regresivo de edad **Jurásico terminal-Neocomiense**. Litológicamente, está representado por facies de calizas ricas en serpúlidos, que ambientalmente representan un medio inter-submareal. El carácter de este episodio es netamente expansivo.

Este tramo es, claramente, de características de transición continental-marina (lamina-ciones algales, lumaquelas de lamelibranquios

de concha fina, brechas intraformacionales, fauna de ostrácodos salobres, superficies de condensación, etc.), donde se suceden frecuentes secuencias de somerización.

Se puede decir que el tramo "fosiliza" morfologías previas, aunque llega a ofrecer variaciones laterales de espesor de cierta importancia (250 metros al Oeste de Aralar y 200 metros al Este), que indican la actuación de la subsidencia comenzada en episodios anteriores (cubeta de Aralar, área occidental, ver figuras 3.1. y 3.2.).

Posteriormente, un episodio terrígeno de notable importancia se genera sobre las calizas de serpulas indicando un claro cambio de condiciones. Este episodio, que pudo dar comienzo en el Neocomiense alto-Barremiense inferior, se inicia con el depósito de una serie arenisco-lutítica de tonos rojizos y versicolores que representa una regresión generalizada sobre el área, con cambio a condiciones netamente continentales. El tramo ofrece mayores espesores en la zona oeste, allí donde queda definida una mayor subsidencia.

Paulatinamente se van instaurando condiciones que indican una mayor influencia marina, comenzando así una transgresión generalizada en el área. La influencia terrígena es casi absoluta hasta el Aptiense inferior-medio, definiéndose un medio de plataforma marina somera abierta (presencia de fauna neotónica) con zonas quizás más restringidas o sin apenas corrientes (con o sin carga de terrígenos) donde se podrían generar pequeños episodios de calizas ricas en ostreidos y otros lamelibranquios, los cuales son más importantes hacia techo, definiendo un tránsito relativamente gradual a facies carbonatadas bioconstruidas.

En líneas generales, este episodio terrígeno comenzó en el Neocomiense alto, que representa un ciclo transgresivo a nivel de cuenca Vasco-Cantábrica, se define en una zona con gran subsidencia, manteniéndose en cierta ma-

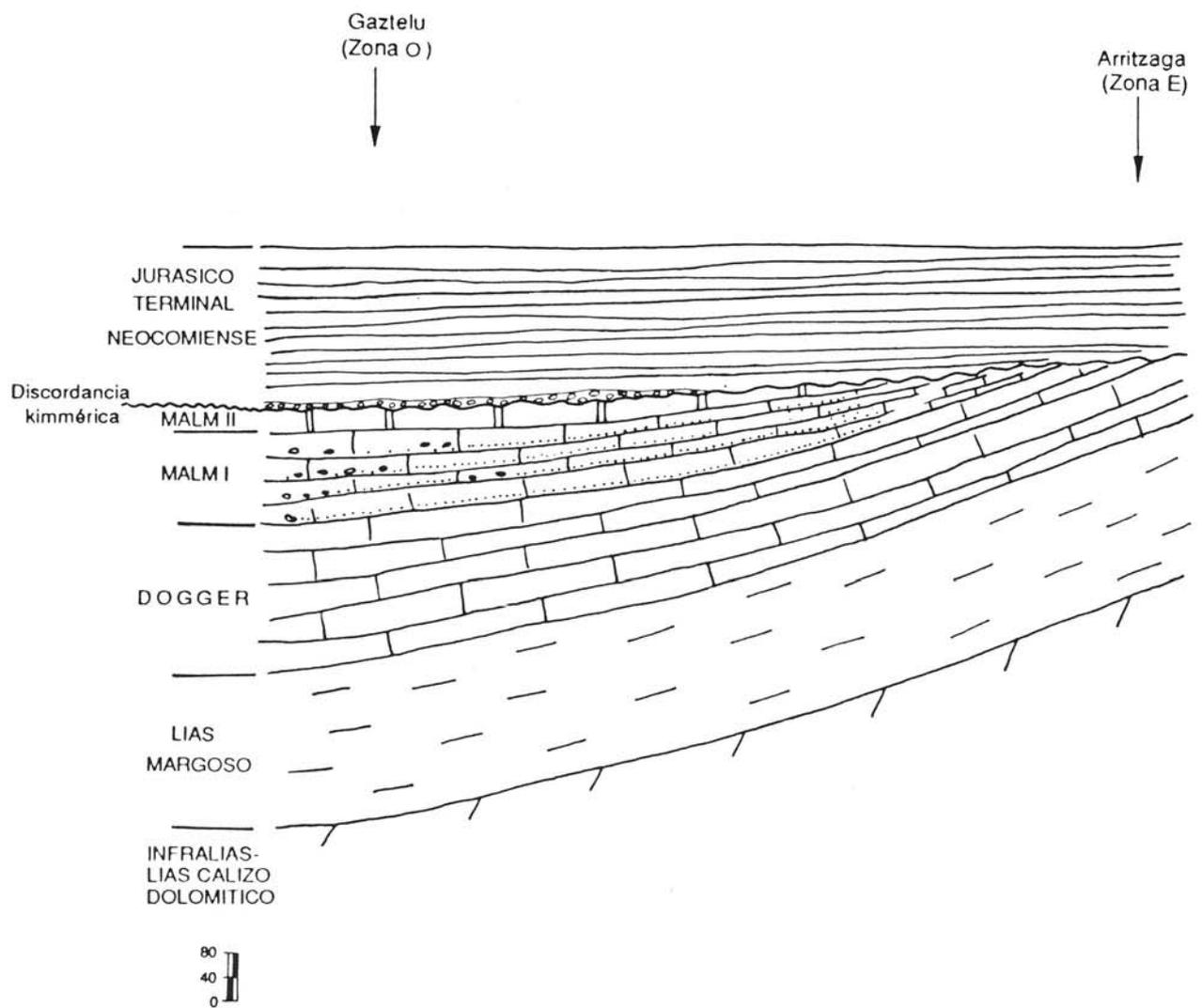


Figura 3.1.—Panel de distribución de facies para el Jurásico marino-Neocomiense del Sur de Aralar. Obsérvese la variación lateral de potencia y la falla de serie por erosión kimmérica. Sin escala horizontal.

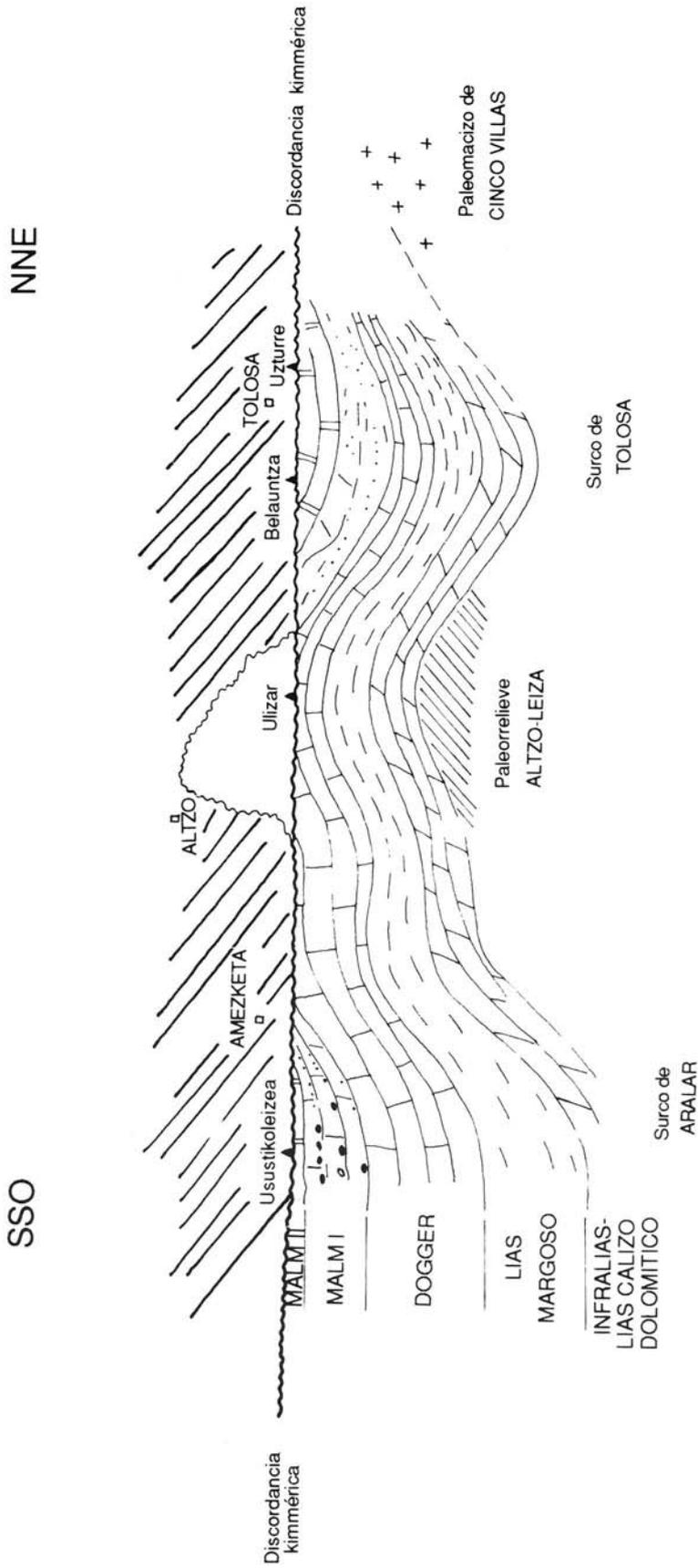


Figura 3.2.—Esquema tecto-sedimentario del momento de depósito de las "calizas con sérpulas". (Jurásico terminal-Neocomiense). (Modificado de SOLER y JOSE, 1972).

nera el esquema paleogeográfico definido en el Jurásico medio (área subsidente, zona oeste de Aralar y alto relativo hacia el Este-Noreste; compárense cortes I-I' y II-II').

Este esquema sedimentario de altos y surcos va a condicionar la historia evolutiva de los materiales calcáreos urgonianos. Como introducción general para este episodio, se puede decir que el **Complejo Urgoniano** de la Cuenca Vasco-Cantábrica (RAT, 1959; GARCIA MONDEJAR, 1979), está constituido por una serie de plataformas carbonatadas (con desarrollo o no de sistemas arrecifales) compartimentadas por un juego de fracturas que controlaban la subsidencia diferencial, condicionando la presencia de bancos de carbonatos insulares, y/o de "off-shore", y de facies de talud y cuenca relativa asociadas a los bordes de estas plataformas. Estos sistemas carbonatados se instalaban sobre bloques basculantes limitados por fallas lítricas, en una corteza continental en extensión, en el extremo norte de la Placa Ibérica (aunque este último aspecto suscita aún controversias, al menos, para los sistemas septentrionales). Durante la sedimentación del episodio urgoniano permanecieron activas numerosas fallas normales y desgarres "sin-rift" que harían, en detalle, sumamente complejo el esquema sedimentario.

De manera simplista, el Complejo Urgoniano se puede dividir en dos grandes episodios, denominados Urgoniano I (Aptiense inferior a medio-superior) y Urgoniano II (hasta el Albiense medio-superior), limitados a muro y a techo por rupturas sedimentarias de carácter regional.

La subida relativa del nivel del mar, denotada en las facies terrígenas inferiores (facies de implantación urgoniana) durante el Barremiense-Aptiense, trae como consecuencia la instalación de lo que es el primer episodio carbonatado generalizado (**Urgoniano I**), con el desarrollo de amplias plataformas limi-

tadas entre sí por "pasillos terrígenos" en zonas puntuales donde se mantuvo el dominio siliciclástico. De esta manera, el mar urgoniano va ganando terreno a los macizos, probablemente emergidos, situados hacia el Este, retrasando cada vez más los aportes terrígenos.

Esta implantación de las facies carbonatadas no ofrece en líneas generales un carácter sincrónico, aunque para el área de estudio no se evidencian características de diacronismo. No obstante, en áreas muy próximas sí se localizan pequeños episodios carbonatados a techo de la serie terrígena, así como cambios laterales de facies (hoja de Ordizia), que demuestran el diacronismo indicado.

El modelo paleogeográfico heredado de etapas anteriores sigue permitiendo el desarrollo de importantes variaciones laterales de espesor; así, la plataforma-rampa carbonatada del Urgoniano I presenta mayores espesores en la zona oeste de Aralar, manteniéndose el esquema de cubeta subsidente.

Un "drowning" generalizado de la plataforma carbonatada del Urgoniano I acaba con la génesis de carbonatos en la zona, dejando paso al desarrollo de facies margosas, comparativamente de mayor batimetría. El modelo de cubeta subsidente, hasta ahora dominante, toma a partir de este momento mayor expresión, con la génesis de dos dominios sedimentarios bien definidos formados a favor de la actuación de fracturas de zócalo.

Aparece así, suprayacente al Urgoniano I, un sistema de plataforma marina abierta dominada por aportes terrígenos (fósiles de organismos nectónicos, niveles de barras arenosas con fauna de carácter salobre-marino...), la cual presenta una polaridad en sentido oeste con tránsito lateral a facies margosas, muy homogéneas, de cuenca relativa.

Pero será posteriormente a este episodio cuando se genere un sistema de rampa carbo-

natada, con tránsito a facies comparativamente de mayor batimetría, que evoluciona hasta el Albiense medio (correlación con otras series similares a nivel de cuenca), con la creación de un margen arrecifal propiamente dicho, conservándose la polaridad presente en el episodio infrayacente.

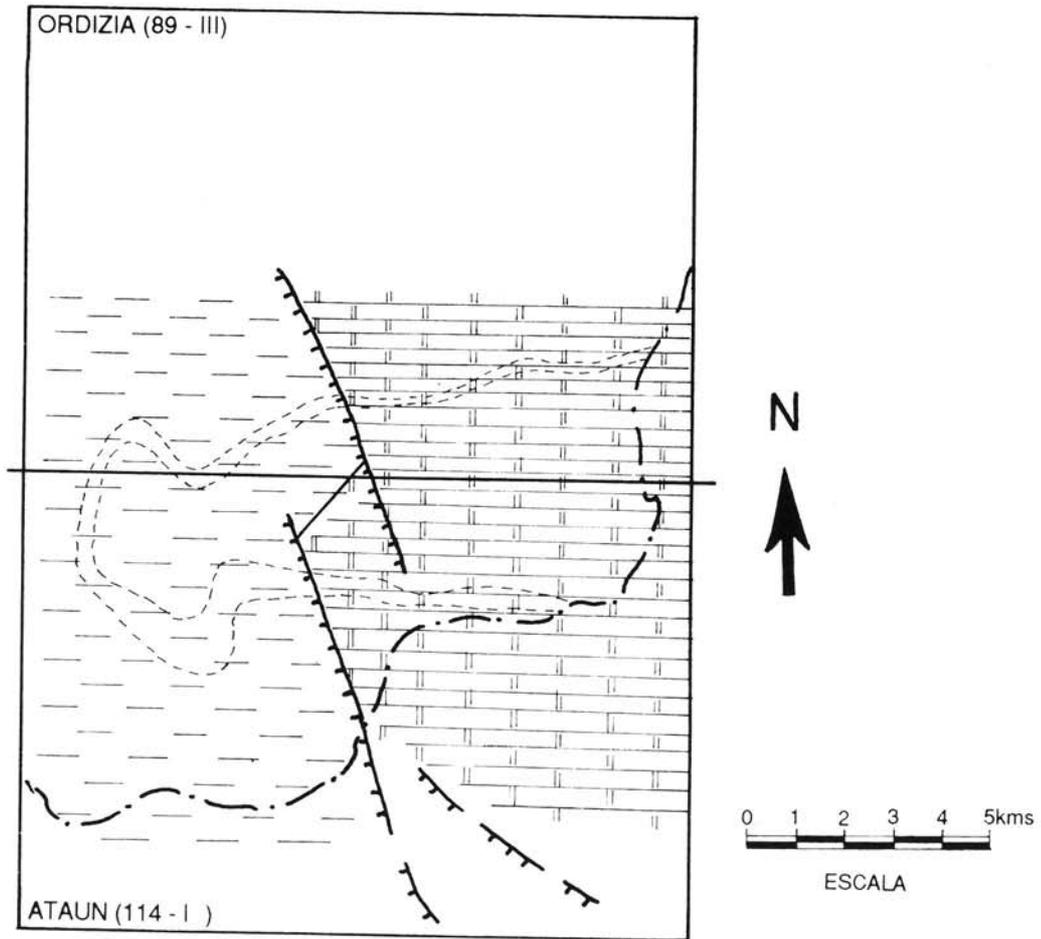
Es interesante destacar el hecho de que, geográficamente, la polaridad de los distintos sistemas sucedidos desde el Dogger (inicio de la subsidencia diferencial y creación de un esquema surco-alto relativo) hasta el Urgoniano II no cambia apenas con el tiempo, caracterizándose la cubeta oeste de la Sierra de Aralar.

El esquema anteriormente comentado de plataforma-cuenca con margen arrecifal se mantiene hasta el fin del episodio **Urgoniano II** (Albiense inferior-medio-Albiense superior). El techo del mismo no aflora en el área, pero sí la representación de lo que fueron sucesivos capítulos de retrogradación y progradación del margen (margas del Puerto de Lizarrusti, así como dos barras calizas hacia techo de las mismas). Esta dinámica estuvo seguramente controlada por subidas y caídas relativas del nivel del mar, en conjunción con fracturas de zócalo de dirección aproximada NNO-SSE que determinaron la posición del margen y el paso a cuenca subsidente (figura 3.3.). En momentos de subida relativa y mantenimiento de la lámina de agua, se suceden episodios de plataforma expansiva; con bajadas relativas se pudieron generar episodios de resedimentación hacia cuenca. En el área de estudio, el Urgoniano II termina con un episodio de resedimentación de gran importancia, de carácter relativamente expansivo (se puede correlacionar con áreas distales al Oeste-Noroeste, en la vecina hoja de Ordizia) y compuesto por brechas, calcarenitas y debritas, cuyos cantos indican un origen en plataforma (en el área de estudio no aflora el probable tránsito plataforma-cuenca, situado más al Este).

No obstante, ya incluido en las facies terrígenas suprayacentes atribuidas al **Complejo Supraurgoniano**, aparece un pequeño episodio de resedimentación compuesto básicamente por calcarenitas y facies fangosoportadas; se le atribuye un origen por inestabilidades en un talud, distal respecto a pequeñas áreas donde se podrían localizar "parques carbonatados" residuales, al Este del área de estudio.

Tras el depósito del último episodio urgoniano, tanto en facies de calizas como de margas y margocalizas adyacentes, se produce una importante ruptura sedimentaria causada quizás por una fase de actividad tectónica (fase Austrica) que rejuveneció los relieves del área fuente, provocando un masivo aporte de terrígenos que inhibió de manera brusca la sedimentación carbonatada, la cual, en adelante, sólo se volvería a manifestar de forma aislada y cuando las características del medio lo permitieran en pequeños umbrales a "salvo" de la contaminación terrígena. La configuración paleogeográfica cambia totalmente, localizándose de forma simultánea en el tiempo una serie de dominios paleogeográficos y sedimentarios, afectados tanto por la morfología previa de las construcciones arrecifales (OLIVE *et al.*, 1984) como por la acción de fallas de zócalo que controlaban la sedimentación. Estos dominios son los siguientes: (ver figura 3.4.).

- 1.— En el Suroeste de la Cuenca Vasco-Cantábrica, se deposita la formación **Arenas de Utrillas** de carácter fluvial y fluvio-deltaico, en una zona de escasa subsidencia.
- 2.— Estos materiales pasan hacia el Noreste hacia una zona de mayor subsidencia, formándose una importante acumulación de material terrígeno (más de 4.000 metros). Estos materiales forman en conjunto el denominado Delta de Balmaseda. La **formación Balmaseda** (deltaica) pasa de manera gradual hacia el Este y Sureste a



-  Límite del área de estudio
-  Afloramientos de calizas aptienses
-  Dominio de cuenca relativa albiense
-  Dominio de plataforma carbonatada albiense
-  Directrices estructurales de zócalo

Figura 3.3.—Modelo paleogeográfico muy esquemático para el Albiense inferior a superior. Se invocan fracturas de zócalo de actuación sinsedimentaria.

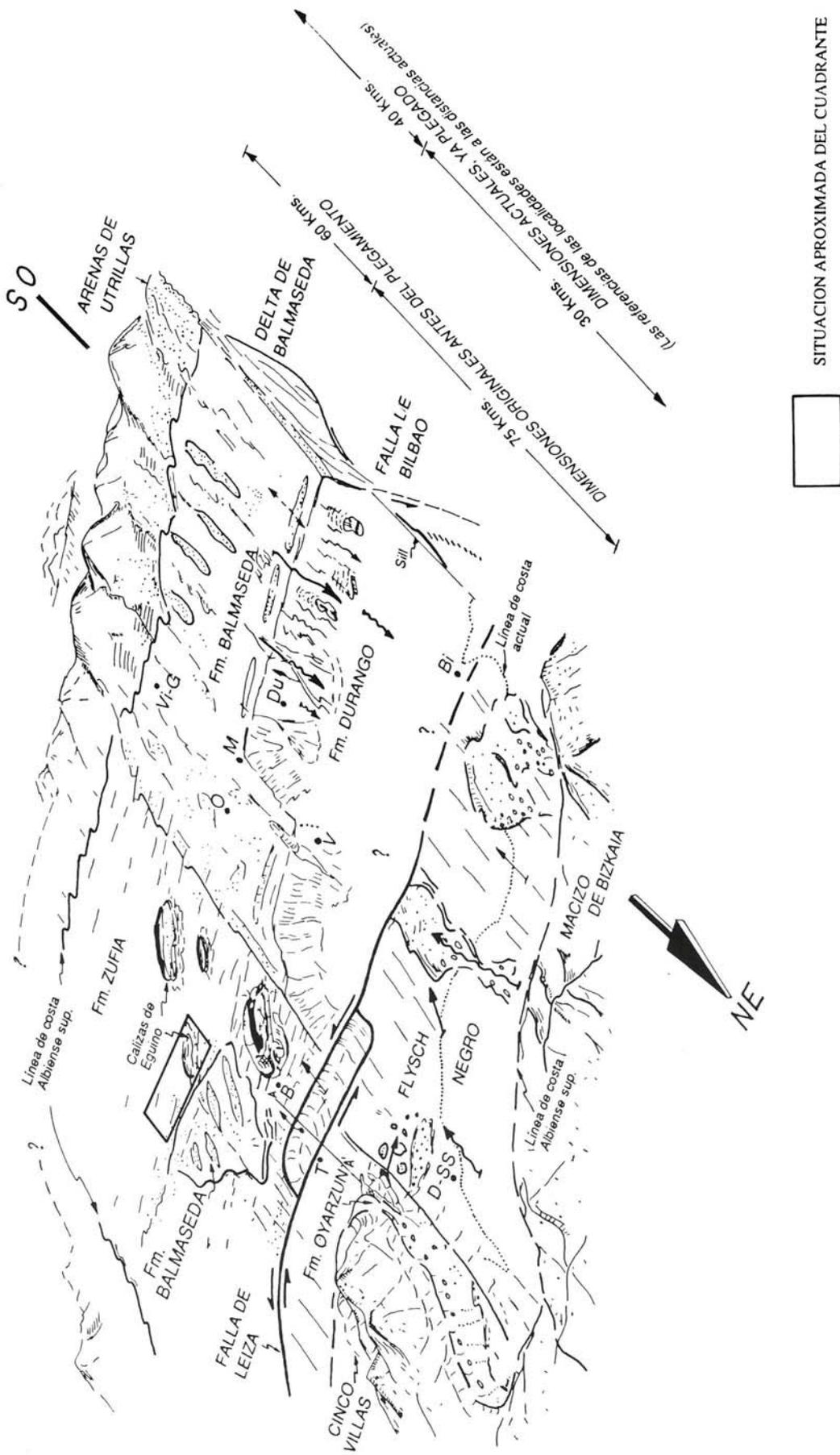


Figura 3.4.—Esquema paleogeográfico muy simplificado durante el Albiense superior.
 Bi-Bilbao; D-SS-Donostia-San Sebastián; Vi-G-Vitoria-Gasteiz, Tlolsa; B-Beasain;
 Du-Durango; V-Vergara; M-Mondragón; O-Oñate. (Explicación en el texto).

materiales lutíticos de plataforma (**formación Zufía**) y a materiales arrecifales (**Calizas de Egino**). Los equivalentes distales de la formación Balmaseda llegan hasta, aproximadamente, la alineación Bilbao-Durango, donde una importante falla de zócalo provocó un escarpe hacia el Noroeste (talud) y un cambio brusco en la sedimentación. Esta falla antigua ha sido denominada por algunos autores como "Falla de Bilbao". Esto hace que al Suroeste de este talud aparezcan facies someras, mientras que al Noreste sean facies de aguas relativamente más profundas. Efectivamente, este cambio somero-profundo se produce aproximadamente al Noreste Suroeste de la alineación de las calizas del Duranguesado.

- 3.— Los materiales distales, de carácter somero, de la formación Balmaseda llegan a una zona de talud deposicional, por el que se producen continuos deslizamientos de grandes masas de material lutítico, "slumpings", y por el que discurren canales que transportan material turbidítico. A favor de los accidentes de zócalo, además, se produce la intrusión de material subvolcánico a la cuenca ("sills"). Al conjunto de estos materiales de talud se le denomina **formación Durango**.

Estos tres sistemas deposicionales son "meridionales".

- 4.— Al mismo tiempo, al Norte del litoral actual existía una activa y cercana fuente de aportes (Macizo de Bizkaia), que generaba un sistema deposicional "septentrional": es el denominado **Flysch Negro**, en el cual se incluyen (aunque estrictamente sea una incorrección) de más somero a más profundo (de Noreste a Suroeste), facies de abanicos costeros ("fan-delta"), abanicos submarinos profundos y facies de turbiditas distales (Flysch Negro s. s.).

Efectivamente, el análisis de secuencias y paleocorrientes de las facies groseras del Flysch

Negro indica una activa y cercana fuente de aportes al Norte de la costa actual. Dicha área fuente fue mencionada inicialmente por VOORT en 1964, quien la denominó Macizo de Bizkaia. Este macizo, seguramente paleozoico, pudo estar conectado, según algunos autores, con el de Cinco Villas. Fallas de zócalo muy activas debieron crear grandes escarpes en estas áreas continentales, por los que se canalizaba material grosero procedente del dismantelamiento de los relieves. El material llegaba a la cuenca en forma de abanicos submarinos de "baja eficacia de transporte"; es decir, gran parte del material se quedaba retenido en los propios canales. Estos materiales afloran actualmente en la franja litoral (Armintza, Saturrarán, etc.).

Sólo un comentario más a la vista de la figura: si bien ésta debió ser la disposición relativa de los cinturones de facies, el esquema corresponde a los materiales ya acortados por la tectónica alpina, y por tanto, para visualizar esta cuenca en sus dimensiones originales hay que desplegar las distancias que se observan actualmente ($\times 2,5$ al Norte del accidente de Bilbao; $\times 3$ en el Arco Vasco, donde la tectónica tangencial es muy importante; y $\times 1,5$ al Sur del accidente de Bilbao, donde las series están menos acortadas).

En la hoja de Ataun solamente está representado uno de los sistemas deposicionales comentados: la formación Balmaseda, cuyos aportes indican una procedencia sur; de ahí la denominación de "sistema meridional".

Los afloramientos de la formación Balmaseda ocupan los relieves situados al Sur del área de estudio.

Los materiales pertenecientes a la misma se desarrollaron en un sistema deltaico progradante que se instauró paulatinamente en un área de talud-cuenca relativa (series margosas dominantes). Conforme avanzaba el delta, los aportes siliciclásticos se hicieron cada vez más importantes, pudiéndose definir una evolución

hacia una plataforma de carácter abierto. Asimismo, se llegaron a delimitar áreas con mayor porcentaje de terrígenos tamaño arena. En líneas generales, se deduce una somerización relativa en el área de avance de un delta, con

génesis de barras deltaicas, que llegaban a ser retrabajadas por el oleaje y las mareas (presencia de "ripples" de oscilación y estructuras tractivas mareales), y áreas inter-barras con claro dominio de la fracción fina.

4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En este capítulo se podrían distinguir dos apartados en función del momento de actuación de los esfuerzos que generaron las estructuras y directrices estructurales dominantes, presentes en los materiales objeto de estudio: una primera parte concerniente a la tectónica sinsedimentaria y una segunda relacionada con los movimientos alpinos de edad post-eocena.

Los primeros fenómenos de actuación de esfuerzos durante la sedimentación se dejan sentir al final del Dogger (movimientos neokiméricos), desarrollándose un incipiente modelo sedimentario caracterizado por la división de la cuenca en zonas con mayor subsidencia, y por tanto mayor desarrollo de las series estratigráficas, y áreas comparativamente de menor batimetría. Pero no es hasta el Oxfordiense cuando este modelo adquiere su mayor expresión, produciéndose el acuñamiento de las series en sentido este (ver figura 3.1.), pudiéndose hablar ya de una cubeta subsidente al Oeste de Aralar, zona que no perderá este carácter hasta el Albiense superior.

Al final del Kimmeridgiense, después del depósito de un episodio relativamente expansivo de plataforma carbonatada marina (Malm II, el cual presenta somerización hacia techo), se produce la actuación de la fase Kimmérica de la Orogenia Alpina, lo que implicó la emergencia de ciertos sectores de la cuenca y la génesis de una discordancia de carácter regional

(paraconformidad según sectores, por ejemplo, en Aralar), produciéndose la erosión sobre todo en zonas que funcionaron ya como paleoaltos, hacia los cuales se acuñaron los términos de resedimentación generados (el episodio basal del Jurásico terminal se acuña en sentido este, hacia el paraje de Igaratza; ver figura 3.1.).

En las áreas subsidentes pudo generarse erosión, pero sin duda menos importante.

Durante el episodio Neocomiense, con la formación de las "calizas de serpúlidos", se sigue manteniendo el esquema subsidente diferencial, aunque con carácter menos marcado.

Es en el Neocomiense alto-Aptiense cuando el modelo paleogeográfico de altos y surcos vuelve a ganar expresión, generándose, para el episodio terrígeno de "implantación urgoniana", diferencias de espesor de hasta casi 100 metros entre las series occidentales (área subsidente) y las orientales.

El episodio expansivo del sistema de rampa-plataforma carbonatada aptiense también ofrece variaciones laterales de espesor entre ambas áreas.

La subsidencia diferencial originada en estas etapas se ve incrementada con la posible actuación de fracturas de zócalo a partir del Albiense inferior. En este momento se genera

una compartimentación de la cuenca urgoniana según una paleogeografía de altos relativos (donde se desarrollarían las plataformas carbonatadas, bloques elevados) y cuenca subsidente (importantes series margosas con episodios de resedimentación), llegándose a la creación de un margen arrecifal propiamente dicho. En el área de estudio este esquema mantiene las constantes estructurales generadas en el Dogger, conservándose la zona subsidente, de cuenca relativa, al Oeste, y el área de producción carbonatada, de alto relativo, al Este. Comparando este esquema del episodio urgoniano con su correlativo situado al Norte (hoja de Ordizia), se puede observar el mantenimiento de la posición geográfica del margen de plataforma a través del tiempo según una directriz estructural de dirección aproximada NNO-SSE, definida por el juego de fracturas de zócalo ya sugerido (figura 3.3.). Esfuerzos sinsedimentarios, sumados a fluctuaciones relativas del nivel del mar, permitieron el desarrollo de episodios de resedimentación en áreas de talud.

El episodio terrígeno post-Albiense supone el rejuvenecimiento de relieves en áreas continentales situadas probablemente al Sur-Suroeste (tal como lo atestiguan las paleocorrientes observadas), generado por esfuerzos de la fase Austrica de la Orogenia Alpina. Este episodio es expansivo en el área de estudio, "fossilizando" en cierta manera morfologías previas, terminando así con el modelo de cubeta-alto relativo.

Aunque el área de estudio, en sí misma, no ofrece datos sobre la influencia tectónica post-Albiense, sí se puede comentar la estructuración de la cuenca para ese momento acorde a directrices estructurales ONO-ESE, definiendo un área de plataforma al Sur de Aralar y un tránsito a facies profundas hacia el Norte (correlación con hoja de Ordizia, ver figura 3.4.).

En general, se puede decir que no hay evidencias de funcionamiento de fenómenos de diapirismo en el área, por lo menos sinsedi-

mentariamente, aunque pudo existir una halocinesis incipiente en la génesis de los altos relativos.

En cuanto a los fenómenos tectónicos post-sedimentarios, se puede invocar la actuación de una o varias fases de plegamiento alpino post-eoceno como causantes de la creación de las directrices estructurales observadas y, consecuentemente, de las estructuras generadas, aprovechando en cierta manera disposiciones estructurales previas.

El área de estudio se presenta con una disposición estructural, en líneas generales, sencilla. No obstante, se distinguen estructuras de cierta importancia, relacionadas con la fase principal de acortamiento generalizado Norte-Sur (tectónica compresiva), a favor de la cual se desarrollaron también esfuerzos tangenciales (a nivel de Cuenca Vasco-Cantábrica: vergencias al Norte en la zona septentrional y al Sur en la meridional). Los accidentes anteriormente mencionados serían los siguientes (ver figura 4.1.):

— **Anticlinal de Aralar.** Estructura de plegamiento coherente con el sistema de esfuerzos compresivos de la fase principal de acortamiento. En el área de estudio no presenta vergencias definidas; no obstante, en su parte septentrional, en la hoja de Ordizia, evoluciona a un accidente tangencial importante: el cabalgamiento de Aralar, el cual ofrece vergencias al Norte.

En el núcleo de la estructura se encuentra un sistema de fallas de dirección subparalela al eje del anticlinal (aproximadamente N 75 °E), las cuales presentan pequeños saltos, estando seguramente relacionadas con episodios distensivos posteriores.

— **Domo de Ataun.** El anticlinal de Aralar evoluciona hacia el Oeste-Suroeste a un cierre periclinal donde se dibuja

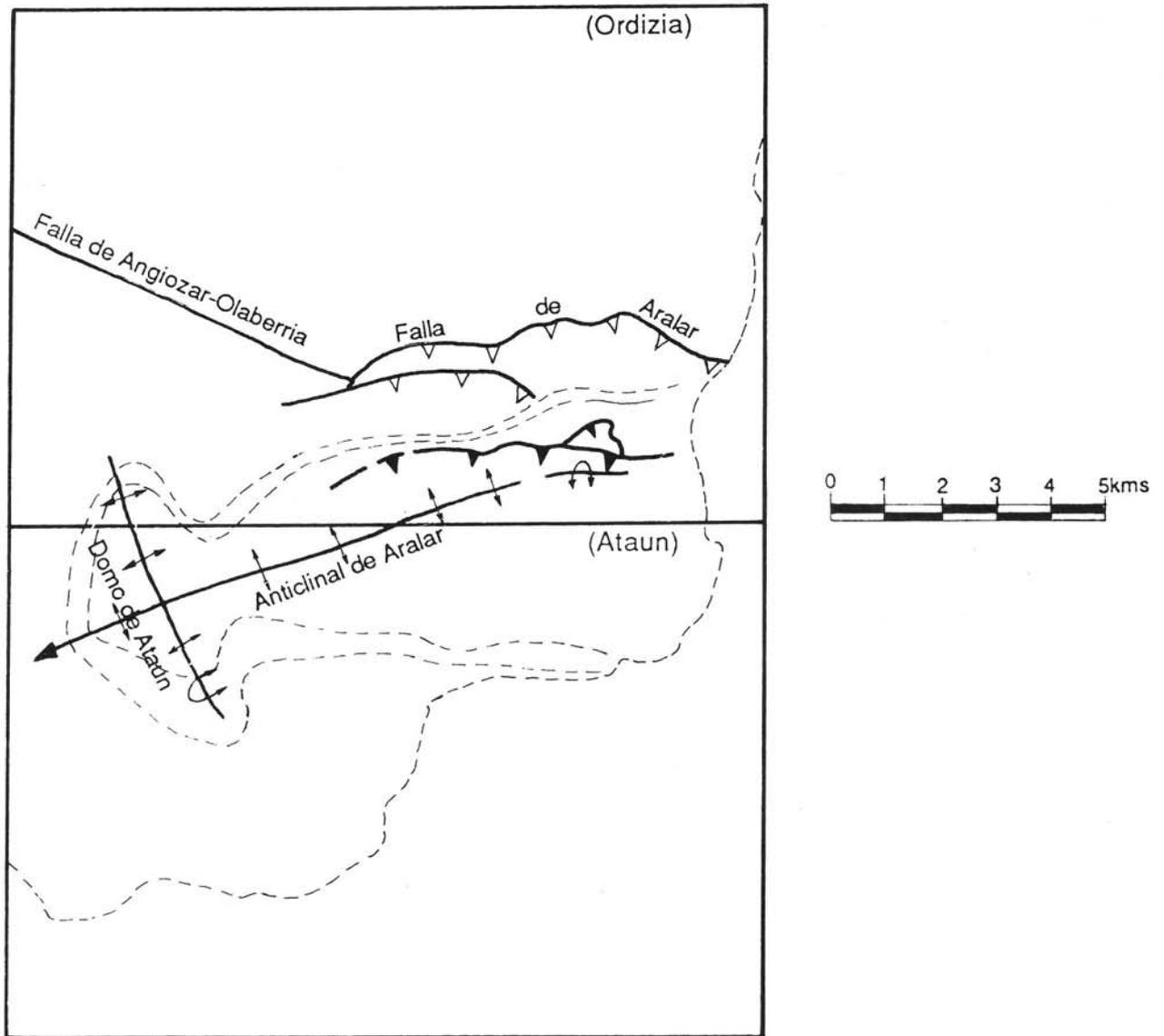


Figura 4.1.—Principales elementos estructurales asociados al anticlinal de Aralar.

una estructura en domo. Este domo presenta dos directrices antiformes, una correspondiente al eje del anticlinal de Aralar y otra definida por otro eje anticlinal de dirección aproximada NNO-SSE. Según esta última, el núcleo del domo de Ataun presenta una vergencia en sentido Oeste-Suroeste, desarrollando una estructura de pliegue anticlinal fallado en la charnela, encontrándose tumbado según la vergencia expuesta en su parte sur.

Asimismo, las esquistosidades que presenta en su núcleo son coherentes con los planos axiales de ambos accidentes.

Todos estos datos inducen a pensar en una génesis relacionada con la interferencia de esfuerzos de dirección aproximada N-S (génesis del anticlinal de Aralar) con otros de dirección ONO-ESE, generados quizás en una etapa posterior a la creación de la antiforma principal.

No se tienen evidencias de actuaciones halocinéticas en la génesis del domo de Ataun.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR TOMAS, M. J. (1965).—“Sedimentología y paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica”. *Dep. de Pub. del Instituto “Lucas Mallada”*. Vol. XXXI, n.º 1-2, Madrid, 213 pp.
- AGUILAR, M. J. (1971).—“Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica”. *Est. Geol.*, Vol. 28, pp. 325-334.
- AROSTEGUI, J.; RAMON-LLUCH, R.; MARTINEZ-TORRES, L. M. y EGUILUZ, L. (1987).—“Contribución de los minerales de la arcilla a la diferenciación de las placas ibérica y europea en el Pirineo Vasco”. *Geogaceta*, 2, pp. 34-36.
- BOILLOT, G. (1981).—“De la subduction à la collision: l'exemple des Pyrénées”. *Bull. BRGM*. I, n.º 2, 1980/1981, pp. 93-101, 12 figs.
- BULARD *et al.* (1979).—“La limite Jurassique moyen-Jurassique supérieur dans la Sierra d'Aralar (Pyrénées Basques Espagnoles)”. *Cuadernos de Geología. Univ. de Granada*.
- CAMARA, P. (1988).—“La terminación estructural occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica”. En: Libro homenaje a R. Soler. *Asoc. de Geol. y Geof. Esp. de Petróleo*.
- CAMPOS, J. (1979).—“Estudio geológico del Pirineo Vasco al Oeste del río Bidasoa”. Tes. Doc. *Munibe. Soc. Cienc. Aranzadi*, n.º 1-2, 1979, pp. 3-139.
- CIEPSA.—“Síntesis de la Cuenca Cantábrica”. Inédito.
- DEREGNAUCOURT, D.; y BOILLOT, G. (1982).—“Structure géologique du Golfe de Gascogne”. *Bull. du B. R. G. M.*, 2, 1, 3, pp. 149-178.
- DUVERNOIS, C.; FLOQUET, M. y HUMBEL, B. (1972).—“La Sierra d'Aralar (Pyrénées Basques Espagnoles). Stratigraphie, Structure”. *Thèse Inst. Sc. de la Terre. Univ. Dijon*, pp. 1-292.
- ENPENSA (1968).—“Estudio geológico y Mapa 1:50.000 de la Sierra de Aralar”. Informe interno realizado por R. SOLER Y JOSE.
- EVE (1987).—“Cartografía 1:10.000 de la Sierra de Aralar”. Inédito.
- EVE (1988).—“Investigación geológico-minera del área comprendida en las hojas a E/1:50.000 de San Sebastián (cuadrantes NE y SE); Irún (cuadrante SO); Jaizkibel (cuadrante SO); Vera de Bidasoa (cuadrantes NO y SO) y Tolosa (cuadrantes NE y SE)”. Inédito.

- EXMINESA-MINA TROYA (1989).—“Cartografía geológica del área comprendida entre Mina Troya, Mina de Legorreta y Minas de Aralar”. *Informe privado EXMINESA*.
- FERNANDEZ MENDIOLA, P. (1986).—“El complejo urgoniano en el sector oriental del Anticlinorio de Bilbao”. Tesis, *Univ. País Vasco*, 421 pp.
- FEUILLEE, P. y RAT, P. (1971).—“Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques” In: *Histoire structurale du Golfe de Gascogne*, Ed. Technip., 48 pp.
- FEUILLEE, P.; PASCAL, A. y RAT, P. (1983).—“Le système deltaïque de Balmaseda (Albien supérieur-Cénomanién inférieur)”. En: *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*; tomo 9 “Vue sur le Crétacé basco-cantabrique et nord-ibérique”, pp. 117-122 En aptdo 4: Le Crétacé supérieur de la zone des flyschs aux plates-formes, aptdo 4 b: Le domaine navarro-cantabrique.
- FLOQUET, M. y RAT, P. (1975).—“Un exemple d'interrelation entre socle, paléogéographie et structure dans l'Arc Pyrénéen Basque: La Sierra d'Aralar”. *Revue de Géographie Physique, Paris*.
- GARCIA MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1982).—“Región Vasco-Cantábrica y Pirineo navarro. Reconstrucción paleogeográfica, síntesis y evolución general”. En *el Cretácico de España*. *Univ. Complutense*. Madrid, pp. 145-160.
- HAQ, B. U. (1989).—“Sequence stratigraphy and sea level changes: A global model”. *XII Congreso Español de Sedimentología*, Bilbao. Volumen de Conferencias y Simposios.
- IGME (1971).—“Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa”. *Mem. del IGME*, Tomo 79. Madrid, 130 pp.
- IGME (1986).—“Cartografía geológica 1:50.000 de la hoja de Tolosa (89)”. Memoria explicativa. *MAGNA*.
- IGME (1986).—“Cartografía geológica 1:50.000 de la hoja de Alsasua (114)”. Memoria explicativa. *MAGNA*.
- IGME (1987).—“Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la geología de España”. *Ed. IGME*, 465 pp.
- ITGE (1989).—“Mapa geológico de España a escala 1:200.000. Hoja nº 12 (Bilbao)”. Mapa y memoria explicativa.
- INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE, ED (1983).—“Vue sur le Crétacé Basco-Cantabrique et Nord-Ibérique”. *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*. Vol. 9, Dijon, 191 pp.
- LAMARE, P. (1952).—“La structure géologique des Pyrénées Basques”. *Actas I Cong. Int. Est. Pirenaicos*, San Sebastián, I, pp. 18-44.
- LLANOS, H. (1980).—“Estudio geológico del borde sur del macizo de Cinco Villas. Transversal Huici-Leiza (Navarra)”. Tesis de Licenciatura, *Univ. de Bilbao*, 175 pp.
- MARTINEZ-TORRES, L. M.; EGUILUZ, L.; RAMON-LLUCH, R. y LLANOS ACEBO, H. (1984).—“Geometría del Pirineo occidental y Arco Vasco”. *I Congreso Español de Geología*. Tomo III, pp. 207-217.
- MARTINEZ-TORRES, L. M.; MORALES, T.; RAMON-LLUCH, R. e IBARRA, V. (1988).—“Interferencia de plegamientos alpinos en el tercio occidental del Arco Vasco (cuenca Vasca)”. *Geogaceta*, 5, pp. 5-6.
- MEGIAS, A. G. (1988).—“La tectónica pirenaica en relación con la evolución alpina del margen noribérico”. *Rev. Soc. Geol. de España*, 1, 3-4, pp. 365-372.

- OLIVE, A.; AGUILAR TOMAS, M. J.; 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*. Vol. I, pp. 53-65.
- PUJALTE, V. y MONGE, C. (1985).—“A tide dominated delta system in a rapidly subsiding basin: The middle Albian-Lower Cenomanian, Balmaseda Fm. of the Basque-Cantabrian Region, Northern Spain”. *6th Eur. Reg. Meet. of Sedimentology I. A. S. Lleida*.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—“Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)”. Tesis Doctoral, Ed. CIEPSA, Madrid, 2 tomos.
- RAT, P. (1959).—“Les Pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)”. *Thèse Fac. Sc. Publ. Univ. Dijon*, Vol. XVIII, 525 pp.
- RIAZA MOLINA, C. (1984).—“De la importancia de las fallas N20 en la creación del Golfo de Vizcaya. Estudio de detalle del Arco Santanderino”. *I Congreso Español de Geología*. Vol. III, pp. 265-278.
- SOLER Y JOSE, R. (1972).—“Estudio geológico de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica oriental)”. *Bol. Geol. Min.* Vol. 82, pp. 406-428.
- (1981).—“El Jurásico marino de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica oriental)”. *Cuad. Geol. Ibérica*, nº 2, pp. 509-532.
- (1972).—“El Jurásico y Cretácico inferior de Leiza y Tolosa (Cuenca Cantábrica oriental)”. *Bol. Geol. y Min.* Vol. LXXXIII-IV. Año 1972, pp. 582-594.

EUSKO JAURLARITZA

INDUSTRIA ETA ENERGI SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA Y ENERGIA