

## **GEOLOGIA DEL CORTE DEL GASEODUCTO ENTRE SOLLUBE Y AMOREBIETA (BIZKAIA)**

Benito Abalos Villaro (1)

### **RESUMEN**

En este trabajo se presenta un corte geológico de los materiales existentes entre el monte Sollube y la localidad de Amorebieta (Vizcaya) siguiendo la zanja abierta durante el verano de 1985 para la canalización del gaseoducto.

Se establece que la directriz estructural predominante es la N12OE. Perpendicularmente a ella tuvo lugar una compresión simultánea con movimientos longitudinales a favor de accidentes verticales de la citada directriz. Asimismo, se han diferenciado tres dominios afectados por estilos diferentes de deformación. De ellos, el dominio central es el que presenta la deformación más intensa, característica de la parte inferior del nivel estructural medio. En los otros dos dominios la deformación es de menor intensidad, tipificando niveles estructurales más superficiales. La banda central donde la deformación es más acusada aparece alineada con la continuación occidental de la Falla de Leiza y con otras áreas donde se recoge una deformación acusada (área de Barrika).

### **SUMMARY**

A geologic cross section between the Sollube mountain and the Amorebieta village (Vizcaya province) is presented in this paper. Data for this section were taken along a trench for a gas pipe line which was excavated during the 1985 summer.

The study reveals a N12OE oriented structural trend along which strike slip movements in vertical faults took place. These movements were coeval with shortening processes in the perpendicular N3OE direction. The section shows three domains with different types of deformational structures. The central one, with intensely strained materials, typifies the middle structural level. The other two are less deformed and represent shallowed structural levels. The central domain corresponds to a faulted area which is aligned with the Leiza Fault to the East and with the strongly deformed Barrika area to the West.

### **LABURPENA**

Lan honetan Sollube mendiaren eta Amorebietaren (Bizkaia) tortean dauden materialeen zehartebaki geologikoa aurkezten da, 1985-ko gasoduktoaren kanalizazioarako ireki zen zanja jarraituz.

Direkzio estruktural nagusia N12OE da. Direkzio honen zartature bertikaleetako mugimendu longitudinaleekin batera konpresio bat ere eman da direkzio nagusi horren perpendikularrean. Baita ere estilo ezberdineko deformazioak josandako hiru alde ezberdindu dira. Horietatik deformazio handiena erdiko aldeak aurkezten du, deformazio hau erdiko maila estrukturalaren behe aldeko karakteristikoa izanik. Beste bi aldeak gainazaleko maila estrukturalakoak izanik, deformazio gutxiago aurkezten dute. Deformazio handia duen erdiko aldea, Leizako fail eta deformazio handia ozaltzen duten beste alde batzuren (Barrikako inguruak) jarrapenean ozaltzen da.

(1) Departamento de Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Universidad del País Vasco. Apdo. 644, 48080 BILBAO.

## INTRODUCCION

El corte geológico que se presenta en este trabajo se ha levantado siguiendo la zanja de las obras del gaseoducto que va de Bermeo a Lemona (Vizcaya), entre los kilómetros 11,000 y 31,600 del mismo. Las obras consistían en una zanja de 1 a 2 metros de anchura y de 1,5 a 5 metros de profundidad, abierta en los meses de julio y agosto de 1985 y progresivamente cerrada a medida que progresaba la introducción de las tuberías. Esta zanja permitió durante unas semanas la observación directa de los materiales y sus estructuras en un área muy cubierta por la vegetación (Fig. 1) en la cual era prácticamente imposible realizar un corte continuo siguiendo los métodos de campo convencionales.

En detalle, este corte comienza en la falda meridional del monte Sollube, pasa por el barrio de Jainkoa, corta a la carretera Frúniz-Rigoitia a mitad de camino entre ambas localidades, pasa por algunos barrios de Morga, de aquí al monte Urkulu, luego al Vizcargui, y desde aquí en línea recta hasta la carretera y la autopista Bilbao-Behobia a la altura de la localidad de Boroa, 2 km al Oeste de Amorebieta.

Este corte permite estudiar la estructura del Sinclinorio de Oiz-Punta Galea, incluyendo materiales cuyas edades oscilan entre Cretácico Medio y Terciario en el flanco NNE de la citada estructura y Cretácico Superior-Terciario en el flanco SSW.

## ESTRATIGRAFIA

El estudio estratigráfico ha consistido exclusivamente en el reconocimiento de las principales unidades litoestratigráficas presentes en el corte, sobre todo en relación con sus propiedades mecánicas y con los problemas de su disposición estructural. Con esta finalidad se han levantado dos columnas estratigráficas generales (Fig. 2), una representativa del flanco NNE del Sinclinorio (con 2800 m de potencia) y otra representativa del flanco SSW (800 m de potencia). El establecimiento de la edad aproximada de cada unidad ha sido posible por comparación con las formaciones del Cretácico Superior del Arco Vasco establecidas por MATHEY (1982). Cuando este criterio era de difícil aplicación se siguieron las directrices impuestas por la cartografía de la Hoja nº 62 "Durango" del Plan MAGNA y del mapa 1:200000 de RAT (1959).

### Cretácico del Flanco NNE del corte

#### Formación del Puerto Sollube

Se trata de una alternancia de areniscas, margas y lutitas. Las areniscas presentan estructuras sedimentarias de ordenamiento interno (laminación planar y cruzada) y externas (slumps y canales). Las margas y lutitas son de colores grises

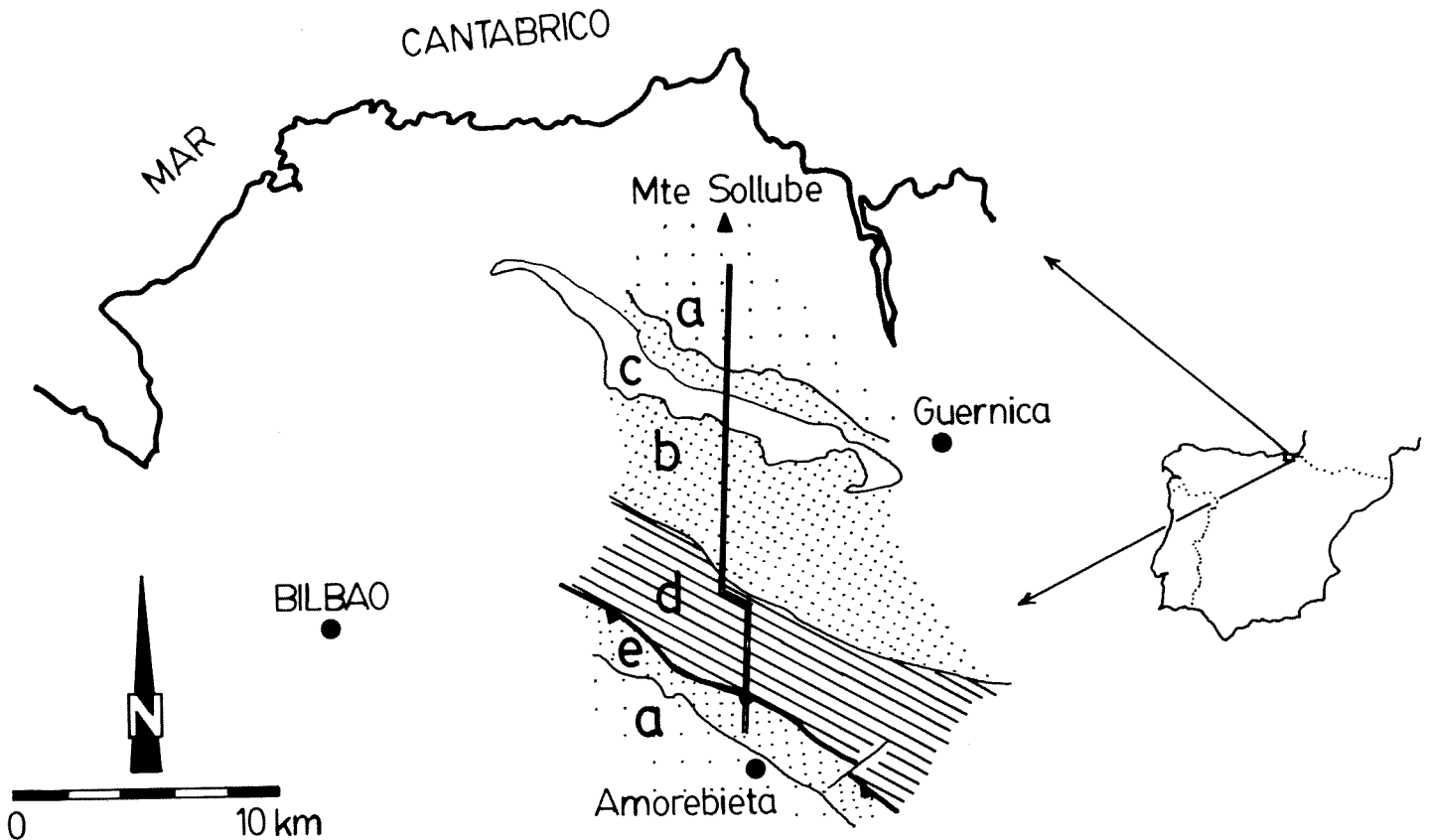


Fig. 1. Mapa de situación del corte estudiado y de la geología sucinta de la banda que atraviesa. a: materiales del Cretácico Inferior; b: Cretácico Superior del Flanco NNE del Sinclinorio; c: rocas volcánicas; d: Terciario; e: Cretácico Superior del Flanco SSW del Sinclinorio.

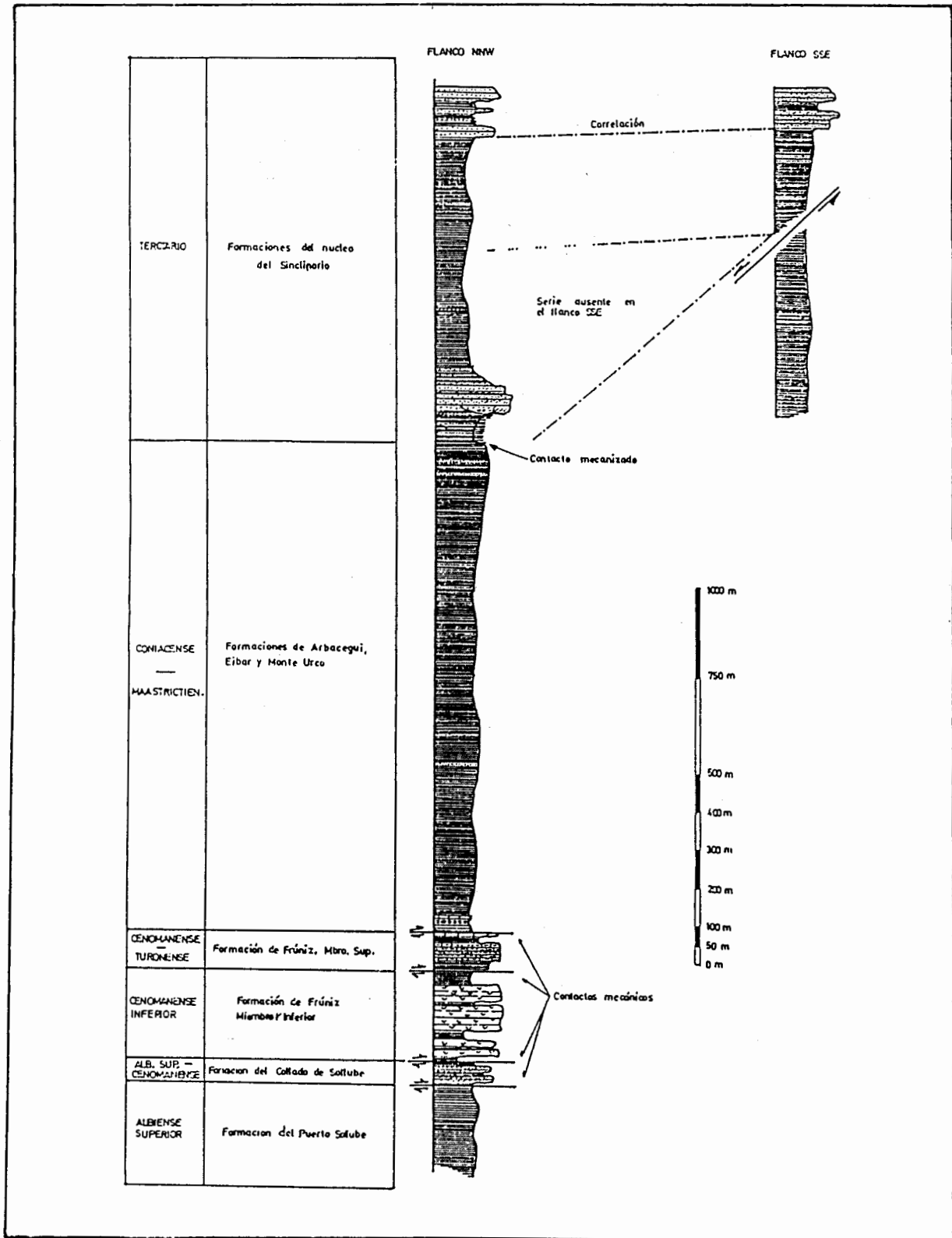


Fig. 2. Columnas estratigráficas esquemáticas representativas de los flancos NNE y SSW del Sinclinal en la longitud del corte estudiado.

o negros con alteraciones ocreas. La potencia mínima observada en esta unidad es de 300 m, observándose todas las peculiaridades que caracterizan a la Formación del Puerto Sollube, de edad Albiense Superior (MATHEY, 1982).

#### *Formación del Collado de Sollube*

Se trata de una unidad esencialmente areniscosa con algunos paquetes lutíticos intercalados que alcanza una potencia de unos 100 m. Las areniscas son cuarcíticas y micáceas, de tonos claros o rojizos. Contienen abundantes estructuras sedimentarias (laminaciones, parting lineations, bioturbaciones). En las intercalaciones lutíticas, principalmente margas y limolitas grises y negras, son frecuentes los restos vegetales. La edad de esta formación es Albiense Superior a Cenomanense Inferior. Esta unidad es cabalgada por la Fm. del Puerto Sollube y cabalga, a su vez, a la Fm. de Frúniz, que se sitúa estratigráficamente por encima y estructuralmente por debajo.

#### *Formación de Frúniz*

Esta formación está integrada por dos miembros, uno inferior, con una potencia de 250 m, y otro superior de 100 m de potencia aproximada, delimitados a muro y techo por contactos mecánicos cabalgantes.

En el miembro inferior predominan las rocas volcánicas dispuestas en grandes conjuntos separados entre sí por paquetes lutíticos y margosos mecánicamente incompetentes. Cuando las rocas volcánicas no están excesivamente alteradas se puede apreciar su naturaleza basáltica o espilitica, así como la presencia de abundantes vacuolas, niveles de pillow-lavas y de pillow-brechas. Las coladas están cubiertas en muchas ocasiones por niveles decimétricos de lutitas negras, aunque también puede ocurrir que estas lutitas aparezcan como enclaves dentro de las lavas. Se han observado enclaves de margas rojizas de aspecto muy parecido al de los materiales del Triás Keuper. Las rocas volcánicas están la mayoría de las veces casi totalmente alteradas, de forma que sólo son reconocibles por las vacuolas que aún contienen los productos de su alteración. Estos productos de alteración son agregados arenosos o lutíticos de colores ocreos, rojizos o amarillentos. Se ha detectado la presencia de niveles de rocas volcanoclasticas, tanto dentro de las masas de coladas como entre los tramos lutíticos que las separan. Se trata de aglomerados de origen volcanosedimentario de colores verdosos que contienen cantos angulosos de basalto con fenocristales de piroxeno, cantos de espilitas y de margas grises.

Las masas terrígenas que separan las unidades de origen volcánico consisten en alternancias de margas y lutitas grises, negras o rojizas con escasos niveles areniscosos negros y de volcanoclastitas.

El miembro superior es esencialmente calcáreo. Su tramo basal es de naturaleza parecida a la de los tramos terrígenos del miembro inferior, aunque predominan más las margas. El tramo superior consiste en un paquete de margas y margocalizas laminadas coronado por un paquete de calizas y margocalizas rojas bien estratificadas.

La edad de esta formación se sitúa entre el Cenomanense Inferior y el Turonense.

#### *Formaciones del Cretácico Superior*

Se trata de una unidad extraordinariamente monótona

consistente en una alternancia de margas y lutitas grises-azuladas entre las que se intercalan algunos niveles areniscosos o calcáreos siempre de potencia decimétrica o inferior. Debido a su gran uniformidad, no ha sido posible diferenciar términos salvo en el caso del tramo basal, donde son más frecuentes paquetes calizos areniscosos de potencia métrica.

La unidad aparece replegada, lo cual repercute en la exageración de la potencia aparente, que se puede estimar a partir de la cartografía en unos 3000 m, siendo la potencia real del orden de 1300 m.

El conjunto de formaciones incluidas bajo este epígrafe (Fm. Arbacegui, Fm. Eibar y Fm. Monte Urko) comprende edades desde Coniaciense hasta Maastrichtiense.

### **Terciario del Flanco NNE del corte**

#### *Unidad Turbidítica*

Es la unidad basal del Terciario del Sinclínorio. Se trata de una alternancia de areniscas calcáreas beigeas con margas donde la relación arenisca/marga es variable. Existen intercalaciones de niveles resistentes areniscosos y microconglomeráticos que incluyen cantos cuarcíticos y cantos blandos de naturaleza lutítica. Las estructuras sedimentarias son muy abundantes, destacando de entre ellas acuñaientos laterales de capas, canalizaciones, laminaciones de diverso tipo (laminación paralela y cruzada, convoluted bedding) y marcas de muro, debidas a corrientes tractivas en general. El contacto basal con los materiales del Cretácico Superior aparece fuertemente replegado y mecanizado. La potencia de este conjunto es de 80 m.

#### *Unidad Margosa*

Consiste en una alternancia de margas y lutitas, con areniscas de grano fino en menor proporción, de naturaleza turbidítica. A esta unidad se pasa de modo gradual desde la unidad anterior, y es bastante monótona. Hacia techo se pasa también gradualmente hacia una unidad arenosa. La potencia de esta unidad, eliminados los efectos de la tectónica es de unos 800 m.

#### *Unidad Arenosa*

Consta principalmente de arenas y areniscas, por lo general con escasas estructuras sedimentarias (algunas laminaciones paralelas en las areniscas). Existen algunas intercalaciones de niveles lutíticos. La potencia alcanza 130 m y los efectos de los replegamientos son casi inexistentes.

### **Cretácico y Terciario del Flanco SSW del corte**

La unidad basal del corte estudiado en el flanco SSW del Sinclínorio está formada por una alternancia de margas, lutitas y areniscas semejantes a las de la unidad margosa del Cretácico Superior del Flanco NNE. Esta unidad se pone en contacto mecánicamente con una unidad comparable a la Unidad Margosa del Terciario del Flanco NNE. Este contacto cabalgante determina el que al menos el 75% de la potencia de la unidad cabalgada no aflore por causas tectónicas. La unidad superior es totalmente análoga a la descrita en un apartado anterior como Unidad Arenosa, pudiéndose observar que se trata de su continuación lateral.

**TECTONICA****Rasgos generales**

La dirección estructural más frecuente que se ha encontrado es congruente totalmente con la directriz N120E predominante en el sector de la Cuenca Vasco-Cantábrica donde se ubica el corte. En los diagramas de frecuencia de distribución de diversos elementos estructurales en proyección estereográfica de la figura 3 (proyecciones en el hemisferio inferior de las estereofalsillas de Schmidt y Kalsbeek) se pueden vislumbrar algunas de las peculiaridades de las estructuras presentes y de su disposición.

En primer lugar, la estratificación (diagrama 3a) presenta cuatro máximos de distribución de polos, dos en la dirección N30-40E, que evidencian la existencia de un plegamiento de dirección N120-130E y con vergencia al N, y otros dos en una dirección N150-160E. Por su parte, los polos de los planos axiales de los pliegues menores asociados a las grandes estructuras (figura 3b) indican la presencia de dos vergencias estructurales, una de mayor importancia hacia el N, y otra de

menor importancia hacia el S. La esquistosidad (diagrama de la figura 3c) presenta una extensión muy localizada; es subvertical y su dirección permite relacionarla con el plegamiento N120E. Esta estructura aparece en el sector central del corte y puede estar en relación con los numerosos accidentes de juego en dirección allí existentes (en algunos casos la esquistosidad corta a la estratificación con una dirección perpendicular a la de ésta). La distribución de los ejes de los pliegues menores permite detallar aún más algunos aspectos (fig. 3d); en este caso, aunque los ejes más frecuentes son subhorizontales y de dirección N120E, la proyección estereográfica de todos los ejes medidos define una guirnalda dispuesta según un círculo mayor, lo cual indica con toda probabilidad la existencia de pliegues de ejes con orientaciones próximas a N-S posteriormente plegados por pliegues de dirección N120E o la existencia de movimientos en dirección coetáneos con el plegamiento. Los ejes fuertemente inclinados o subverticales son frecuentes en las proximidades de fallas, lo que apoyaría el segundo supuesto, aunque este tipo de pliegues se ha observado también en áreas alejadas de accidentes de juego en dirección.

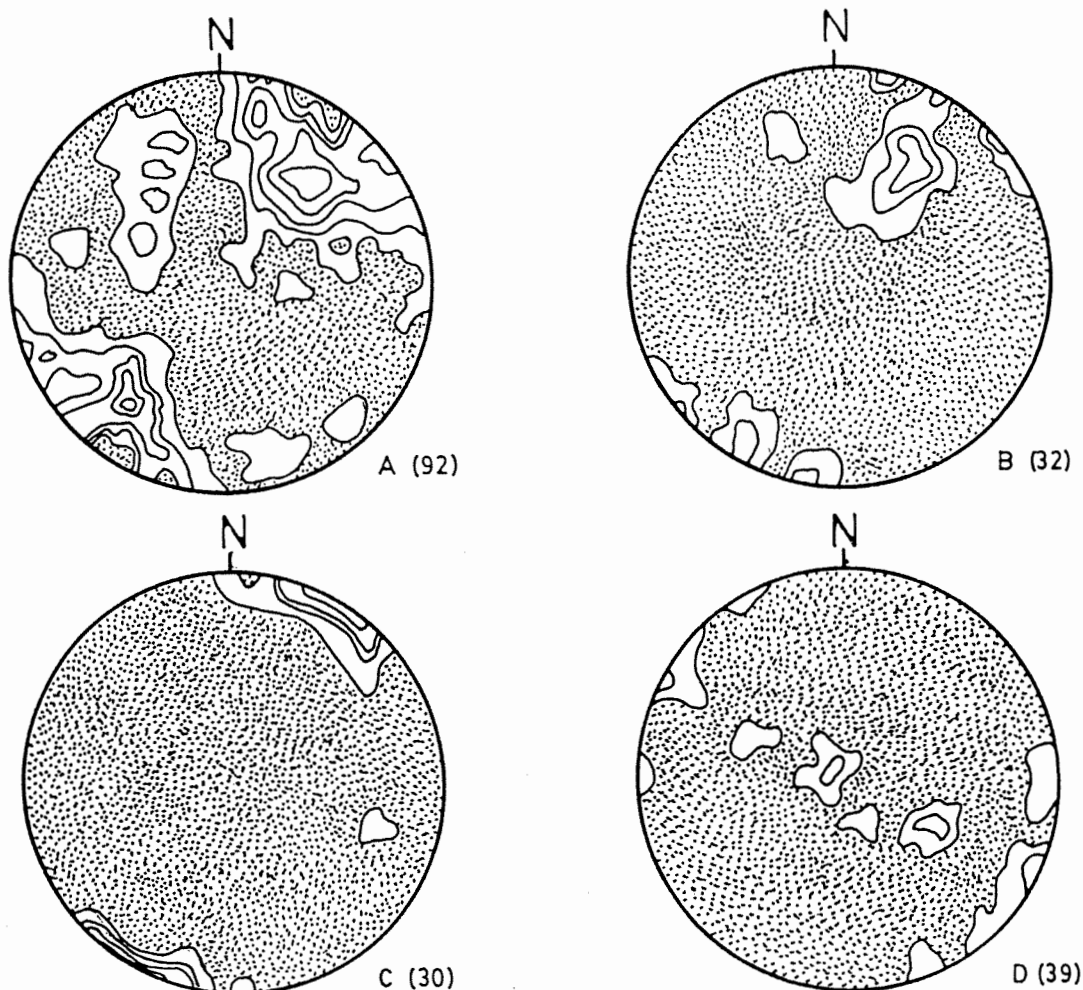


Fig. 3. Diagramas de proyección estereográfica (redes de Schmidt-Kalsbeek, hemisferio inferior) de los elementos estructurales medidos. A: planos de estratificación; B: polos de planos axiales de pliegues menores; C: polos de planos de esquistosidad; D: ejes de pliegues menores. Los números entre paréntesis indican el número de medidas utilizadas en la construcción de cada diagrama. Los intervalos entre isólinas son: A, 1,09; B, 3,12; C, 3,33 y D, 3,56%.

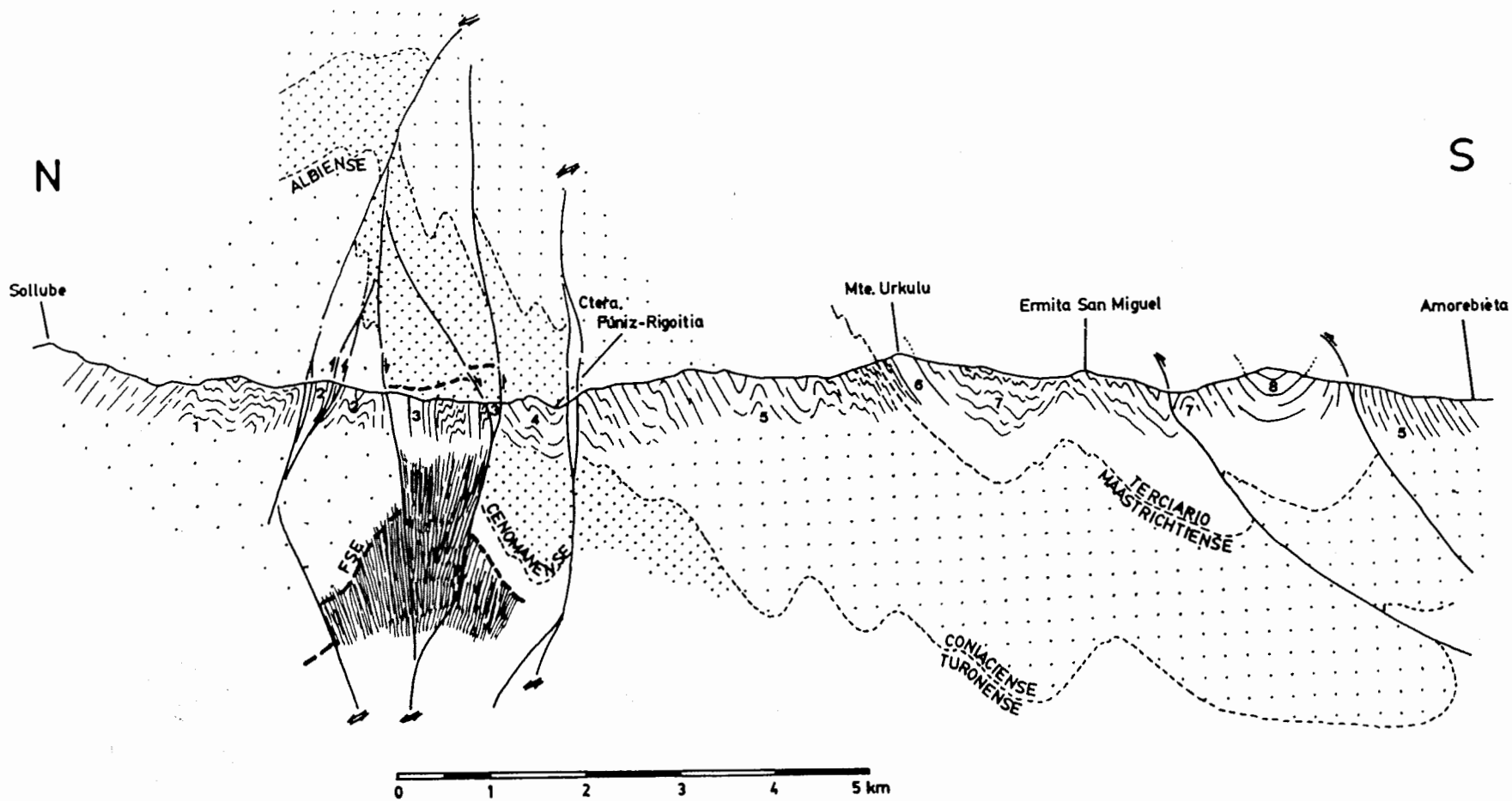


Fig. 4. Corte geológico correspondiente a la sección representada en la figura 1. FSE: frente superior de la esquistosidad; 1: Fm. del Puerto Sollube; 2: Fm. del Collado Sollube; 3: Fm. de Frúniz, miembro inferior; 4: Fm. de Frúniz, miembro superior; 5: Formaciones de Arbacegi, Eibar y Monte Urko; 6: Terciario, Unidad Turbidítica; 7: Terciario, Unidad Margosa; 8: Terciario, Unidad Arenosa.

Este pequeño esbozo estructural evidencia el carácter polifásico de la deformación en el sector y la importancia de la transpresión como mecanismo de deformación responsable de la generación de estructuras con funcionamiento en dirección asociadas a otras que implican un acortamiento perpendicular.

Estas observaciones pueden integrarse geográficamente en la estructura general del corte que se presenta aquí (Fig. 4), de modo que es posible diferenciar los dominios siguientes:

- Dominio al N de la carretera. Frúniz-Rigoitia: la serie de Cretácico Medio aparece bastante replegada, fuertemente inclinada o invertida; las principales estructuras que se observan son fallas normales tardías, fallas inversas de vergencia S y fallas en dirección; la esquistosidad está presente en muchos casos.
- Dominio al S de la carretera. Frúniz-Rigoitia: las estructuras son casi siempre vergentes al N y consisten principalmente en plegamientos y pequeñas fallas inversas.

### Estructuras al N de la carretera Frúniz-Rigoitia

#### *Plegues*

La tipología de los pliegues observados permite dividir este sector en dos subdominios. En el dominio al N de la falla situada al N de la carretera, de Jainkoa predominan los pliegues isopacos, a veces pliegues en cofre y son frecuentes pequeñas disarmonías asociadas a los problemas de espacio creados en los núcleos de los mismos. Al S del accidente anteriormente señalado los pliegues son más apretados, de tipo chevron, lo cual supone un estadio más avanzado del plegamiento isopaco debido a compresiones más fuertes (MATTAUER, 1976). Los pliegues del segundo tipo señalado afectan exclusivamente a los materiales incompetentes que se sitúan entre las grandes unidades de rocas volcánicas, indicando a su vez cierto desplazamiento relativo entre ellas, de tal manera que las más septentrionales tienden a cabalgar a las más meridionales.

#### *Fallas*

Las fallas que aparecen en este dominio pueden ser normales, inversas o en dirección, aunque generalmente no son fallas con una única componente vertical u horizontal en su desplazamiento. Algunas fallas llevan asociados ganchos que indican un movimiento tanto vertical como en dirección sinistoso. Otras fallas no llevan asociados ganchos, pero pueden provocar cambios en la dirección de la estratificación de hasta 90°, de tal manera que la intersección de tales planos con los planos definidos por la estratificación general resulta en ejes de pliegues fuertemente inclinados. Las fallas normales o inversas puras son escasas. Los planos de falla aparecen en ocasiones curvados lo suficientemente como para que a lo largo del plano de falla se pase de fallas normales a fallas inversas. La dirección de todas estas fallas está próxima a N120E, por lo que todas ellas podrían estar genéticamente relacionadas con un campo de esfuerzos complejo.

#### *Esquistosidad*

Esta estructura aparece exclusivamente en este dominio. Afecta a las zonas de núcleo de los pliegues o a todos los materiales situados entre otros más competentes independien-

temente de su estructura. En general, se trata de una esquistosidad de flujo, subvertical y de dirección N120E. Las relaciones geométricas de corte con la estratificación indican que ésta está invertida en muchas ocasiones. La esquistosidad es una estructura frecuente en las proximidades de algunas fallas. Cuando los materiales esquistosados contienen niveles más competentes, estos últimos suelen aparecer cizallados y afectados por boudinage; en muchas ocasiones los cizallamientos van acompañados por mineralizaciones de calcita.

### Estructuras al S de la carretera Frúniz-Rigoitia

#### *El contacto Cretácico-Terciario*

Los materiales que se sitúan a ambos lados del contacto son incompetentes, aunque estratigráficamente distintos, y sobre ellos se sitúa una unidad que se ha comportado de manera rígida. Es por esto que el contacto Cretácico-Terciario se halla mecanizado, con un fuerte replegamiento de los materiales supra e infrayacentes en una banda de unos 100 m de potencia. La vergencia de las estructuras es hacia el N.

#### *Plegues de 2º y 3º orden en el flanco NNE del Sinclinorio*

En este flanco del Sinclinorio, el cual corresponde a la megaestructura o pliegue de primer orden, se han desarrollado importantes replegamientos a todas las escalas. Estos replegamientos indican por lo general una vergencia al N, aunque existen áreas pequeñas en las que los pliegues menores indican vergencia al S. Estas variaciones permiten reconocer la existencia de estructuras de entidad intermedia (pliegues de segundo orden) entre la del Sinclinorio y la de las estructuras menores observadas en el afloramiento (pliegues de tercer orden). La importancia de estas estructuras radica principalmente en su seguimiento detallado para la determinación de las potencias reales de materiales involucrados en el plegamiento, de tal manera que su desestimación puede llevar a estimar la potencia de los materiales en casi el triple de su potencia real.

#### *El núcleo del Sinclinorio*

El núcleo del Sinclinorio aparece casi indeformado; está constituido por materiales competentes que han sido ligeramente basculados en uno y otro flanco de la estructura.

#### *El Flanco SSW del Sinclinorio*

Presenta una estructura de tipo monoclinial con ligeras variaciones en el ángulo de buzamiento. En este flanco aparece un cabalgamiento que coloca los materiales del Cretácico Medio y Superior del flanco SSW del Sinclinorio sobre el Terciario, haciendo desaparecer el 75% de la potencia de este último. El plazo de cabalgamiento parece estar próximo o ser paralelo a la estratificación, o al menos tal es lo que se observa en afloramiento.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se desprenden del presente estudio son las siguientes:

- Existe una banda al N de la carretera Frúniz-Rigoitia fuertemente deformada según un estilo propio de la parte baja del nivel estructural medio, cerca del frente superior de la esquistosidad.
- La banda anterior, junto con la zona de plegamiento más suave situada inmediatamente al N, presentan vergencia al S y están afectadas por un cortejo de fallas de tipo diverso que podrían estar genéticamente relacionadas y que presentan una componente de su salto según la dirección N120E, con movimiento sinostroso.
- Al S de la carretera Frúniz-Rigoitia existe un dominio afectado por plegamiento isopaco, propio del nivel estructural medio ss. La vergencia de este dominio es hacia el N, tanto si se trata de pliegues como de fallas.

#### BIBLIOGRAFIA

- I.G.M.E. (1973). Plan MAGNA, Hoja nº 62 "Durango" y Memoria explicativa. Publicaciones del IGME, Madrid.
- MATHEY (1982). El Cretácico Superior del Arco Vasco. IN: El Cretácico de España. Univ. Complutense de Madrid. pp. 111-135.
- MATTAUER, M. (1976). Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre. Ed. Omega, Barcelona. 574 pp.
- RAT, P. (1959). Les Pays Cretacés Basco-Cantabriques (Espagne). Thèse, Fac. Sci. Dijon, nº 18, 525 pp.