

## EL BASAMENTO METAMORFICO DE ISLA TERESA, ARCHIPIELAGO DE LOS CHONOS, AYSEN, CHILE

## THE METAMORPHIC BASEMENT AT TERESA ISLAND, CHONOS ARCHIPIELAGO, AYSEN, CHILE

IVAN GARRIDO DE LA BARRA

Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile. Casilla 13518, Correo 21, Santiago Chile.

### RESUMEN

*El Basamento Metamórfico de Isla Teresa e islotes aledaños está compuesto por tres unidades litodémicas dispuestas en fajas meridianas: (a) Metasedimentitas del Estero Lampazo (MEL), al oriente, anquimetamórfica, compuesta por franjas de una alternancia plegada de pizarra y metarenisca con intercalaciones de metachert y metabasitas y franjas compuestas por mélanges de estas mismas rocas. (b) Filitas Bandeadas de Canal Ciriaco (FBCC), al occidente, una serie monótona de filitas con bandas "cuarcíticas", centimétricas de origen tectónico y (c) Mélange de Isla Teresa (MIT), en el sector central, constituida por fragmentos de metarenisca, cuarcita y metachert inmersos en una matriz filítica.*

*La estructura en las MEL se caracteriza por trenes de pliegues (b1), subisoclinales a chevrones de rumbo NW y clivaje de plano axial (S1), alternados con franjas de mélanges que evidencian desgarramiento, paralelo a los flancos de los pliegues b1. Una segunda deformación (D2) origina un microplegamiento (b2) acompañado de un clivaje de crenulación (S2) cuya penetratividad aumenta progresivamente hacia el oeste, de tal modo que en FBCC origina un bandeamiento textural y composicional. Esta polaridad en la expresión de la deformación D2 y el epimetamorfismo que la acompañó, explican las actuales diferencias litológicas.*

*La asociación litológica de MEL, sumada al estilo de deformación del conjunto de unidades litodémicas, sugiere que ellas formaron parte de un prisma de acreción activo. La acreción de estas rocas comenzaría con una deformación compresiva, D1 con aplastamiento y desarrollo de franjas alternantes de cizalle dúctil en que se generan los mélanges.*

*Estas franjas representarían zonas de fallas inversas que limitan escamas de sedimentos menos deformados, las cuales habrían sido arrancadas de la placa oceánica en descenso e imbricadas en el prisma de acreción.*

## ABSTRACT

The metamorphic basement of Teresa Island and small nearby isles (44°46' - 44°58'S) is made up of three lithodemic units disposed in meridian bands: (a) The easternmost Lampazo Metasedimentites (MEL), consist in alternating belts of tightly folded anchimetamorphic slates and metasandstone with minor metachert and metabasite and melanges of the same lithologies (b) The westernmost Ciriaco Banded Phyllites (FBCC), is composed of phyllites with centrimetric quartz-rich bands of tectonic origin and (c) Teresa Melange (MIT), in the central area, composed of metasandstone, quartzite and metachert fragments immersed in a phyllite matrix.

MEL is characterized by isoclinal to chevron NW trending fold trains (b1) and axial-plane foliation (S1). They alternate with melange bands noncoaxially disrupted parallel to b1 fold limbs. Microfolds (b2) and a crenulation cleavage (S2) originated during a second deformation phase (D2). Penetrativity of S2 progressively increases westward, so that in FBCC it originates a textural and compositional banding. This polarity of the D2 deformation and the epimetamorphic character of FBCC explain the present East to west lithologic differences.

The lithologic association of MEL, added to the deformation style of the lithodemic units, suggest that they belonged to an active accretionary prism. The accretion of these rocks would have begun with a compressive deformation phase, the generation of b1 folds, followed by flattening and development of alternating layers of shear zone melanges. These bands would represent thrust zones limiting bodies of less deformed sediments, detached from the subducting plate and imbricated in the accretionary prism.

## INTRODUCCION

Isla Teresa e islotes aledaños (Fig. 1) se ubican en la parte central del Archipiélago de los Chonos entre los 44°45' y 45°00' de latitud sur, en la Región de Aysén.

El Archipiélago de los Chonos se extiende al oeste del canal de Moraleda en la región insular de Aysén. Está constituido principalmente por rocas metamórficas (Fig. 1), que corresponden a la prolongación hacia el sur del Basamento Metamórfico de Chile central y en su parte oriental, por granitoides del Batolito Norpatagónico.

Durante los meses de febrero y marzo de 1985 se realizó el levantamiento geológico de terreno de Isla Teresa e islotes aledaños, escala 1:50.000. La Fig. 2 muestra una versión simplificada del mapa geológico, donde se distinguen tres unidades litodémicas en el Basamento Metamórfico, diferenciadas por su estructura y litología:

Metasedimentitas del Estero Lampazo al oriente, Filitas Bandeadas de Canal Ciriaco al occidente y Melange de Isla Teresa al centro de la isla de igual nombre. El Batolito Norpatagónico, de edad Jurásico a Terciario (Halpern y Fuenzalida, 1978), está representado en el área por la Granodiorita de Tangbac y el Granito de Tránsito que intruye a las Metasedimentitas

del Estero Lampazo en el sector sur-oriente y nor-oriente respectivamente.

Las primeras observaciones geológicas en el Archipiélago de los Chonos fueron realizadas por el naturalista Charles Darwin (en Escuti, 1906) en su viaje por Sud-América en la corbeta Beagle. Stiefel (1970), intentó delimitar unidades litológicas en el basamento metamórfico. Posteriormente, Fuenzalida y Etchart (1975) presentaron un mapa geológico a escala 1:250.000, del "territorio de Aysén" entre los 43°45' y 45°00' de latitud sur.

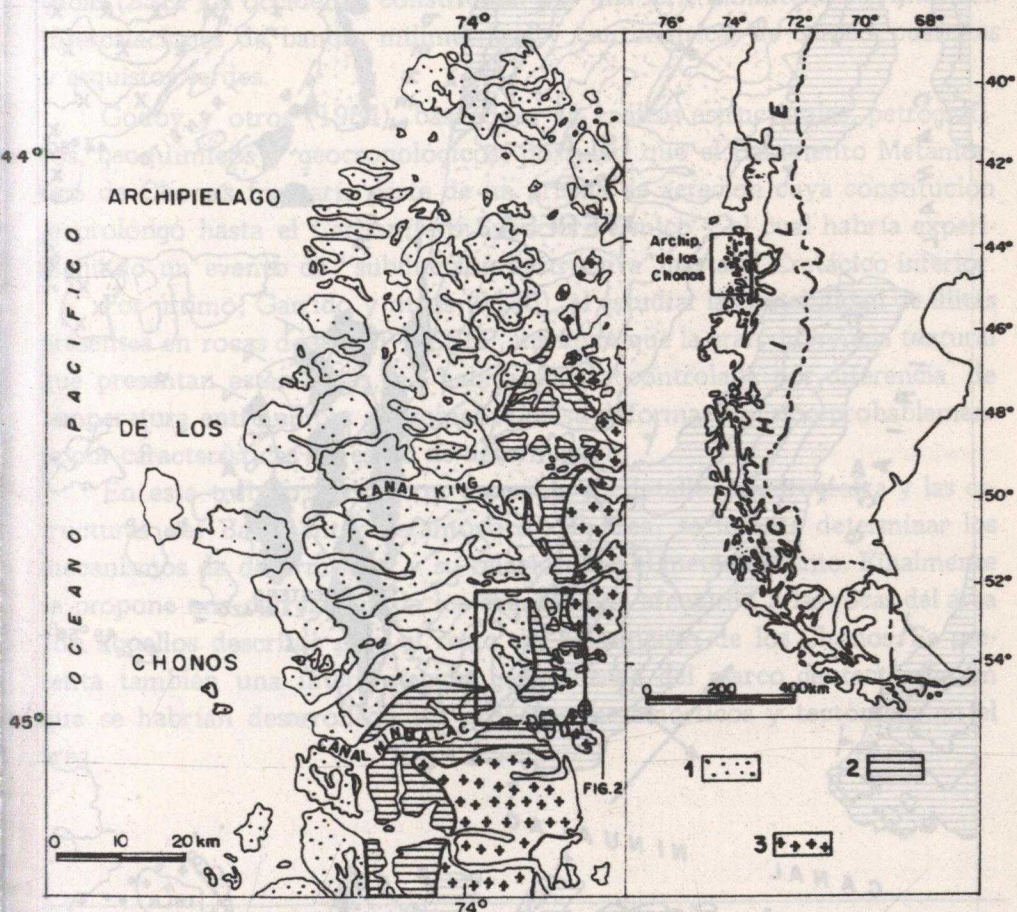


Fig.1 Mapa de ubicación y distribución de las zonas propuestas por Godoy y otros (1984) para las rocas del Basamento Metamórfico en el Archipiélago de los Chonos. 1. Basamento Metamórfico: Zona sin estructuras primarias conservadas; 2. Basamento Metamórfico: Zona con estructuras primarias conservadas; 3. Batolito Norpatagónico. En el recuadro: Área estudiada en el presente trabajo.

Fig. 1. Study area and metamorphic zones in the Chonos Archipelago Basement (after Godoy et al., 1984). Metamorphic Basement: 1. Zone where primary structures have been completely transposed. 2. Zone with well preserved primary sedimentary structures. 3. Norpatagonian Batholith.

Miller (1973, 1976, 1979), quien estudió en especial el Basamento Metamórfico de Chonos, define en él tres formaciones de edad diferente:

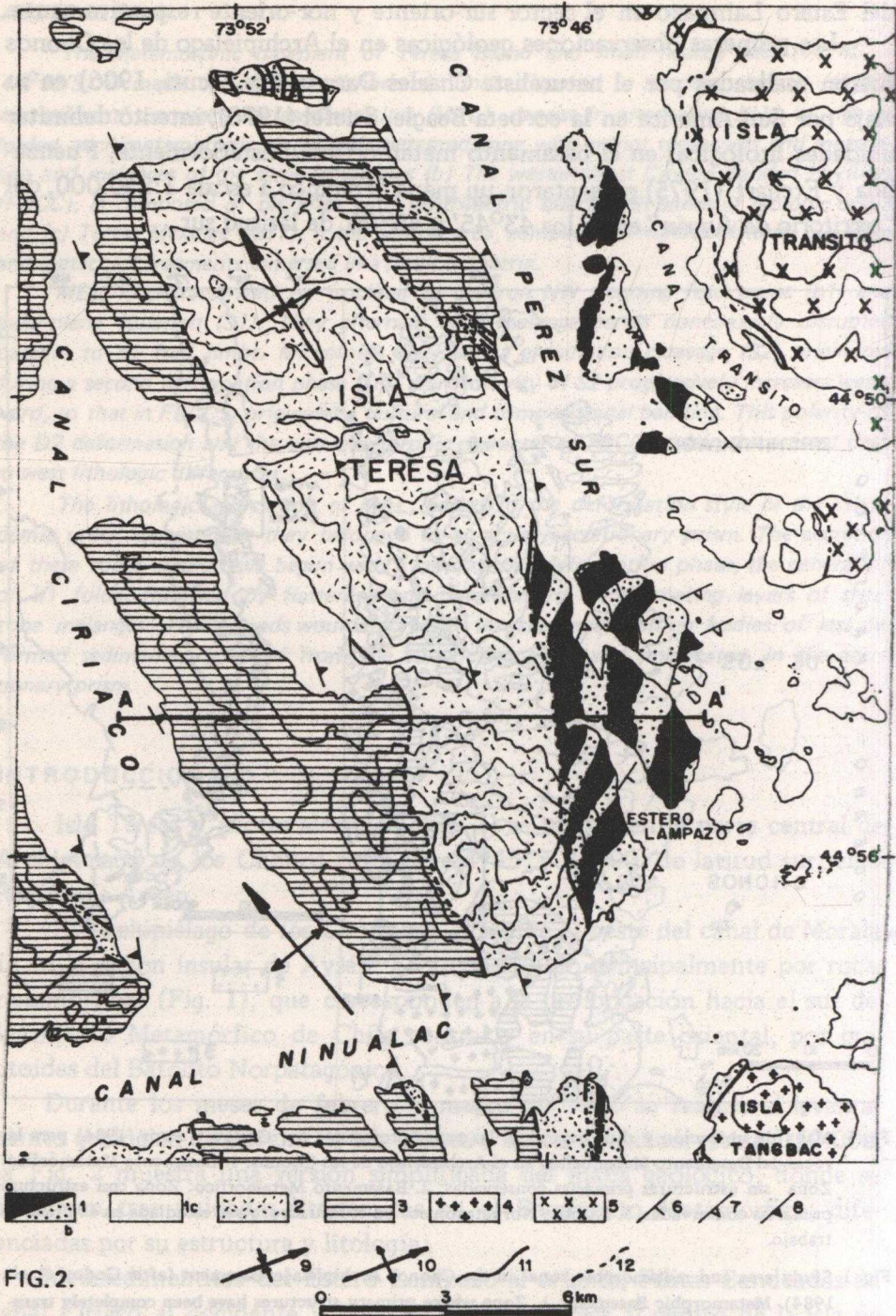


FIG. 2.

Formación Canal King, de supuesta edad cámbrica u ordovícica; Formación Potranca, asignada al Devónico inferior a medio sobre la base de una fauna fósil de braquiópodos y Formación Canal Pérez Sur, de supuesta edad permo-

carbonífera. Hervé y otros (1976, 1981), cuestionan la separación en formaciones hechas por Miller y sostienen que "no existiría ningún quiebre estructural o litológico, que pudiera servir como límite a una o más formaciones". Definen en cambio, dos zonas de acuerdo a las estructuras predominantes en las metamórfitas del basamento (Fig. 1): Zona con estructuras primarias conservadas (ZEP) al oriente, constituidas por lutitas, pizarras, areniscas grises e intercalaciones de chert bandeados y Zona sin estructuras primarias conservadas (ZSEP) al occidente, constituida por una serie monótona de filitas con intercalaciones de bandas milimétricas y centimétricas de cuarzo, cuarcitas y esquistos verdes.

Godoy y otros (1984), basándose en análisis estructurales, petrográficos, geoquímicos y geocronológicos, postulan que el Basamento Metamórfico de Chonos formaría parte de un prisma de acreción cuya constitución se prolongó hasta el Carbonífero Superior-Pérmico y el cual habría experimentado un evento de "subducción destructiva" hasta el Cretácico inferior.

Por último, Garrido y otros (1985), al estudiar la cristalinidad de illitas presentes en rocas de la ZEP y ZSEP, insinúan que la gran diferencia textural que presentan estas zonas, no habría estado controlada por diferencia de temperatura entre ambas al momento de su deformación, sino probablemente por características del estilo de deformación.

En este trabajo, junto con describir en detalle la petrografía y las estructuras del Basamento Metamórfico del área, se intenta determinar los mecanismos de deformación y su relación con el metamorfismo. Finalmente se propone una correlación de los eventos que afectaron a las rocas del área con aquellos descritos para el resto del Basamento de los Chonos. Se presenta también una interpretación generalizada del marco geotectónico en que se habrían desarrollado los procesos metamórficos y tectónicos en el área.

Fig. 2. Mapa geológico simplificado de Isla Teresa e islotes aladaños. 1. Metasedimentitas del Estero Lampazo; 1a. mélangé; 1b. alternancia de pizarra, metarenisca, metachert y metabasitas plegadas; 1c. Metasedimentita del Estero Lampazo indiferenciadas; 2: Mélangé de Isla Teresa; 3. Filitas Bandeadas de Canal Ciriaco; 4: Granodiorita de Tangbac; 5: Granito de Tránsito; 6: So; 7: S1; 8: S2; 9-10. Pliegues tardíos b-4; 9: Sinformes; 10. Antiformes; 11-12. Contactos litológicos; 11: Observados; 12: Inferidos.

Fig. 2. Simplified geological map of Teresa Island and surrounding area. 1. Estero Lampazo Metasedimentites; 1a: Melange; 1b: Folded alternation of slates and metasandstone with intercalated metachert and metabasites; 1c: undifferentiated; 2: Isla Teresa Melange; 3: Canal Ciriaco banded phyllites; 4: Tangbac Granodiorite; 5: Transito Grannite; 6-8 Attitude of structural elements; 6: So; 7: S1; 8: S2; 9-10. Late folds b4; 9: sinform; 10: Antiform; Lithologic contact; 11: observed; 12: inferred.

## METASEDIMENTITAS DEL ESTERO LAMPAZO (MEL)

### Definición

Aflora en las Islas Teresa, Ximena, Lampazo y en las islas que separan los canales Pérez Sur y Tránsito (Fig. 2). La unidad se caracteriza litológicamente por una alternancia de capas centimétricas, plegada, de pizarra y metarenisca con intercalaciones centimétricas de metachert y escasas metabasitas, interrumpida regularmente por mélanges, que se disponen en franjas de 0.5 a 1 km de ancho.

### Petrografía

Las Pizarras, negras y gris rojizas, consisten en un agregado lepidoblástico de mica blanca fina ( $< 0.05$  mm) y cuarzo elipsoidal ( $> 0.3$  mm). Estas presentan abundantes intercalaciones laminares, milimétricas, de metareniscas y metachert, discontinuas, boudinadas, con textura clástica a granuloblástica, heterogranular elongada.

En la gran mayoría de estas intercalaciones se presenta crecimiento de clorita no orientada y diseminada en microfracturas.

Las Metareniscas, verdes y grises, consisten en metawacas arcósicas, metawacas liticas y metacuarzowacas de grano grueso, medio y fino. En la Fig. 3 se constata que estas rocas se ubican preferentemente en el campo de wacas ricas en cuarzo, con porcentajes pequeños de feldespatos y líticos.

La mineralogía de la porción clástica de estas metawacas consiste principalmente en cuarzo monocristalino y policristalino. Los primeros (1 a 0.1 mm), se presentan subangulosos, con bordes embahados, extinción ondulosa en bandas y laminar, con evidencias de disolución por presión: límites festoneados, estilolíticos, y sombras de presión. Los segundos (0.05 a 0.01 mm), de abundancia menor se presentan como agregados finos, poligonales, en casos rodeando a los primeros.

La plagioclasa, sódica (0.2 a 0.005 mm), está en cristales tabulares, con bordes embahados, extinción ondulosa, generalmente doblados, fracturados y con evidencias de disolución bajo presión. El feldespato potásico es escaso, de tamaño similar a la plagioclasa y ocasionalmente presenta microtextura pertítica.

Los líticos, corresponden principalmente a fragmentos posiblemente volcánicos, de formas lenticulares y tamaño del orden del milímetro, constituidos por un agregado fino cuarzo-feldespático. También ocurren escasos fragmentos de filitas.

En forma accesoria se encuentran muscovita, turmalina, circón, apatito y opacos detríticos, como también clorita y calcita secundaria, las cuales se asocian generalmente a abundantes venillas de cuarzo.

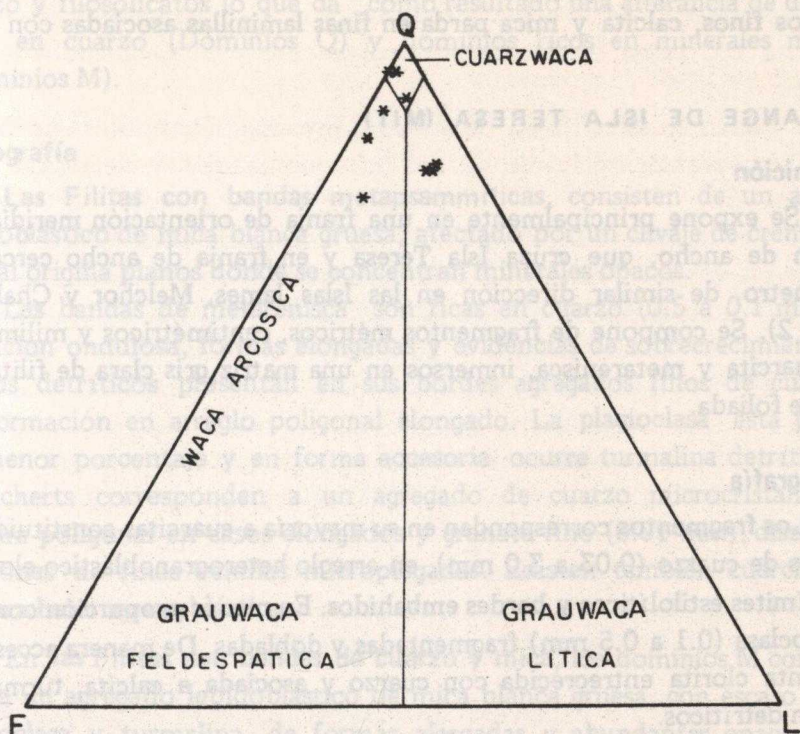


Fig. 3. Ubicación de Metasedimentitas del Estero Lampazo en diagramas de clasificación para areniscas, según Dott (1964) modificada por Pettijohn, (1973).

Fig. 3. Location of Lampazo Metasedimentites in the sandstone classification diagram (Dott, 1964 modified from Pettijohn, 1973).

Los metacherts, blancos, verdes y grises están compuestos por una matriz de cuarzo microcristalino, atravesada por abundantes venas de cuarzo en casos muy gruesos, granoblástico elongado, asociado a calcita y mica blanca.

Los Mélanges, consisten en fragmentos métricos (hasta 10 m en Estero Lampazo) a centimétricos de materinca y metachert inmersos en una matriz de pizarra negra, finamente foliada. Las características petrográficas de estas metapsammitas y metapelitas son similares a las correspondientes descritas más arriba.

Las Metabasitas, son rocas verdes foliadas, constituidas por un agregado fino lepidoblástico, de serpentina fibrosa y clorita fina (0.1 a 0.05 mm, 50%). La primera, es producto de la alteración pseudomórfica de anfíbolos pardos, posiblemente hornbléndicas (0.1 a 0.6 mm, 20%), tabulares, curvadas y fracturadas, que en casos presentan bordes de color verde pálido. La clorita también se presenta como borde de núcleos de calcita, esta última abundante en vetillas y diseminaciones. Esfeno ocurre generalmente asociado con

opacos finos, calcita y mica parda en finas laminillas asociadas con calcita.

## MELANGE DE ISLA TERESA (MIT)

### Definición

Se expone principalmente en una franja de orientación meridiana, de 4 km de ancho, que cruza Isla Teresa y en franja de ancho cercano al kilómetro, de similar dirección en las Islas James, Melchor y Chalacayec (Fig. 2). Se compone de fragmentos métricos, centimétricos y milimétricos de cuarcita y metarenisca, inmersos en una matriz gris clara de filita, finamente foliada.

### Petrografía

Los fragmentos corresponden en su mayoría a cuarcitas constituidas por granos de cuarzo (0.03 a 3.0 mm), en arreglo heterogranoblástico elongado, con límites estilolíticos y bordes embahidos. En menor proporción contienen plagioclasa (0.1 a 0.5 mm) fragmentadas y dobladas. De manera accesoria se presenta clorita entrecrecida con cuarzo y asociada a calcita, turmalina y circón detríticos.

En menor abundancia se encuentran metareniscas que corresponden a metawacas ricas en cuarzo, en cristales de 0.5 mm elongados y con menor contenido en plagioclasa, turmalina y micas.

Estos fragmentos se caracterizan por la presencia de una alta densidad de venillas de cuarzo, milimétricas, microplegadas, que los atraviesan.

La Matriz, consiste en filitas de color gris claro a negro constituida por un agregado lepidoblástico de mica blanca gruesa (mayor que 0.05 mm), en el cual puede distinguirse cuarzo, plagioclasa, turmalina y circón detríticos finos y elipsoidales, como también agregados en forma de abanico de mica muscovítica y clorita.

## FILITAS BANDEADAS DE CANAL CIRIACO (FBCC)

### Definición

Aflora en el sector más occidental del área, en las Islas Teresa, James, Jorge, Melchor y Chalacayec (Fig. 2).

Está constituida por una serie monótona de filitas grises con bandas de diferente naturaleza. Al oriente, sector nor-este de Isla Teresa, están compuestas por metareniscas, metacherts y cuarcitas, centimétricas a milimétricas, continuas y plegadas. Al occidente, sector sur-este de la Isla, las bandas, milimétricas, son producto de una concentración diferenciada de



cuarzo y filosilicatos lo que da como resultado una alterancia de dominios ricos en cuarzo (Dominios Q) y dominios ricos en minerales micáceos (Dominios M).

### **Petrografía**

**Las Filitas con bandas metapsammiticas**, consisten de un agregado lepidoblástico de mica blanca gruesa, afectado por un clivaje de crenulación, el cual origina planos donde se concentran minerales opacos.

Las bandas de metarenisca son ricas en cuarzo (0.5 a 0.1 mm), con extinción ondulosa, formas elongadas y evidencias de sobrecrecimiento. Los granos detríticos presentan en sus bordes agregados finos de cuarzo de neoformación en arreglo poligonal elongado. La plagioclasa esta presente en menor porcentaje y en forma accesoria ocurre turmalina detrítica. Los metacherts corresponden a un agregado de cuarzo microcristalino con textura poligonal en casos elongados y granate fino (0.01 mm), diseminado en zonas de finas venillas microplegadas. Existen también cuarcitas con textura heterogranoblástica.

En las **Filitas con bandas de cuarzo y mica**, los dominios M corresponden a un agregado lepidoblástico de mica blanca gruesa, con escaso cuarzo, plagioclasa y turmalina, de formas alargadas y abundantes opacos en los planos de clivaje.

Los dominios Q consisten en un agregado granoblástico poligonal elongado de cuarzo. Los granos tienen formas irregulares, bordes festoneados, límites estilolíticos y sombras de presión. Están asociados invariablemente con clorita dispuesta en fracturas y diseminadas en zonas de charnelas de micropliegues.

### **Estructura**

El arreglo estructural que presentan las rocas del Basamento Metamórfico del área es el resultado de cuatro episodios de deformación superpuestos.

El primero (D1) generó una foliación de plano axial (S1a) y produjo pliegues (b1) que afectan a la estratificación (So). Causó también un desgarramiento de las capas más competentes, originando así bandas con una fábrica tipo mélange, acompañada de una foliación (S1b).

El segundo (D2), que afecta a los elementos estructurales D1, produjo micropliegues (b2) acompañados de un clivaje de crenulación (S2), con penetratividad creciente de este a oeste. Este último, produce en las rocas de exposición más occidental, una completa transposición de So y S1 originando un bandeado tectónico macroscópico y microscópico.

El tercero (D3), el cual afecta tanto a los elementos estructurales D1 como D2, causa bandas de encarrujamiento y pliegues chevron centimétricos.

El cuarto episodio (D4), tiene como principal expresión la generación de un plegamiento amplio de S2 del tipo culminación y depresión (Park, 1983, pp. 16).

La distribución y predominio de los elementos estructurales de cada episodio en el área es variable. Como consecuencia de esto los límites de cada unidad definida anteriormente son graduales. Así, por ejemplo los elementos D1 son predominantes y característicos en las MEL. Los de D2, por otra parte, producen una superposición evidente en el MIT. En él se observa que mientras la fábrica tipo mélange se relaciona a D1, la foliación de la matriz y orientación de los fragmentos elongados corresponden a la actitud de D2. Más al oeste, en las FBCC el predominio de D2 es notable y oblitera los rasgos de D1.

Los episodios D3 y D4, son tardíos y de débil penetratividad.

En la descripción de foliaciones primarias se ha considerado la terminología en español propuesta por Bastidas (1981a).

## **METASEDIMENTITAS DEL ESTERO LAMPAZO**

Las rocas de esta unidad presentan dos fábricas mesoscópicas, de límites graduales, alternadas en franjas de 1 a 2 km de ancho y elongación NNE (Fig. 2), paralelas a la foliación principal (S1).

Una se caracteriza por apretados pliegues (b1) de la estratificación (So), del tipo chevron a subsoclinal métrico, los cuales muestran adelgazamiento y boudines en los flancos de las capas más competentes, metachert y metarenisca. Pliegues parásitos (Z, M, S) se observan en los niveles incompetentes, pizarras.

Acompaña a estos pliegues una foliación de plano axial (S1) que en las metapelitas corresponde a un clivaje de pizarra y en las metapsammitas a una esquistosidad grosera.

En las pizarras, el clivaje es producto de la orientación dimensional preferente de pequeños cristales de mica blanca y cuarzo. Las intercalaciones laminares metapsammíticas, abundantes en estas rocas, constituyen micropliegues intrafoliales de planos axiales paralelos a S1.

Las metareniscas presentan una fábrica heterogénea. Los minerales que componen la matriz están orientados mientras los clastos, sin o con leve orientación, aparecen fracturados, doblados y sobrecrecidos. Esto produce una foliación anastomosada definida como esquistosidad grosera. Las venas

de cuarzo policristalino se encuentran microplegadas en chevron con sus planos axiales paralelos a S1.

Tanto en las pizarras como en las metareniscas la foliación S1 se ve afectada débilmente por la sobreimposición de un clivaje de crenulación (S2).

Un segundo tipo de fábrica mesoscópica es la de los mélanges, resultado de un desgarramiento y mezcla mecánica, experimentada a lo largo de franjas alternadas por la secuencia polilitológica de MEL (Fig. 4).

Los fragmentos poseen formas tabulares, lenticulares, elongados o irregulares producto de una destrucción total de los niveles más incompetentes y la ruptura parcial de los niveles más competentes de la secuencia, metachert y metarenisca.

En los sectores con desgarramiento incipiente, por su menor contenido de metapelitas se observan apretados pliegues isoclinales métricos y centimétricos, desgarrados, de flancos adelgazados. Estructuras menores desarrolladas en niveles que presentan desgarramiento intenso y mayor proporción de metapelitas corresponden a:

- Boudines unidos por estrechos cuellos sigmoidales o aislados completamente.
- Boudines de formas sigmoidales y en echelón.
- Charnelas de pliegues métricos isoclinales desgarradas y rotadas.
- Pliegues intrafoliales centimétricos, con formas de Z y S desgarrados y en casos replegados.
- Figuras de interferencia con formas de "ojo" y "hongos" en pliegues centimétricos dentro de fragmentos mayores.
- Variadas formas sigmoidales en fragmentos menores.

Dentro de las microestructuras que presentan estos fragmentos se destacan sombras de presión asimétricas en cuarzo y feldespatos, muscovita relicta sigmoidal, plagioclasa microfallada y rotada.

Bajo esta perspectiva la matriz que envuelve estos fragmentos presenta una foliación S1b, paralela a S1a. Esta foliación S1b, un clivaje de fractura milimétrico, evidencia deslizamiento relativo y separa fragmentos tabulares de roca, sin microfracturas, con arreglo sigmoidal.

La mayoría de estos fragmentos, incluso los irregulares, se encuentran orientados paralelamente a la foliación (S1a y S1b) de la matriz. La Fig. 5a muestra algunas actitudes de ejes de boudines y su relación geométrica con los planos de foliación principal (S1a).

La foliación presente en la matriz, que rodea intrincadamente los fragmentos orientados, adquiere un aspecto anastomosado a escala de afloramiento.

La Fig. 5b es un diagrama de Schmidt que representa los polos de los

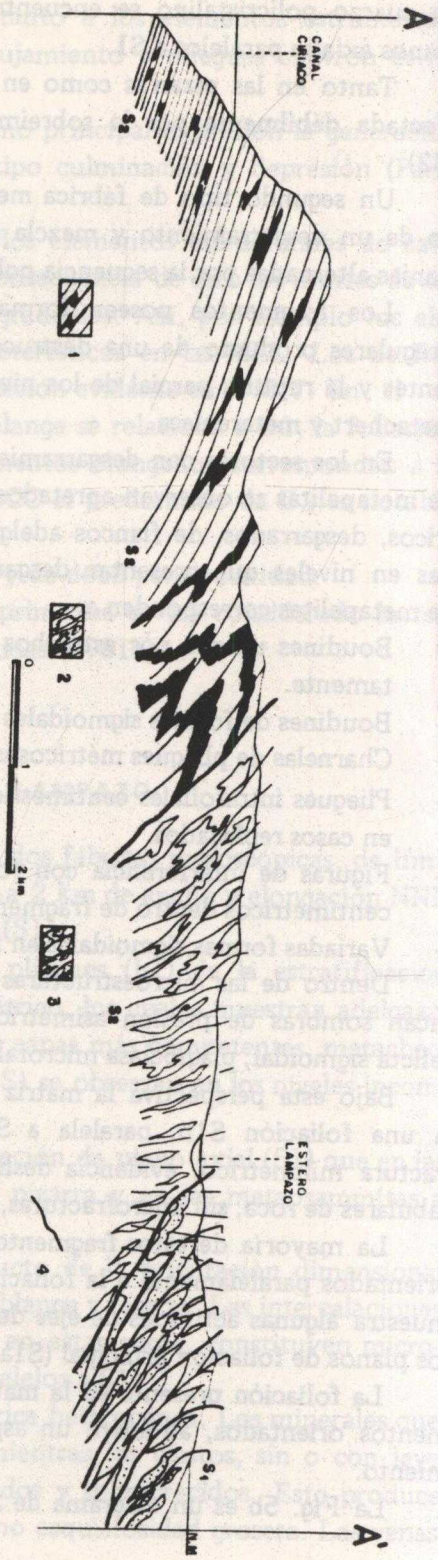


Fig. 4. Sección estructural Este-Oeste en sector Sur de Isla Teresa. 1: Metasedimentas del Estero Lampazo; 2: Mélange de Isla Teresa. 3: Filitas Bandedas de Canal Ciriaco; 4: Contactos litológicos graduales.

Fig. 4. E-W cross-section across of southern Teresa Island. 1: Estero Lampazo Metasedimentites; 2: Isla Teresa Mélange; 3: Canal Ciriaco Banded Phyllites; 4: Gradual lithologic contacts.

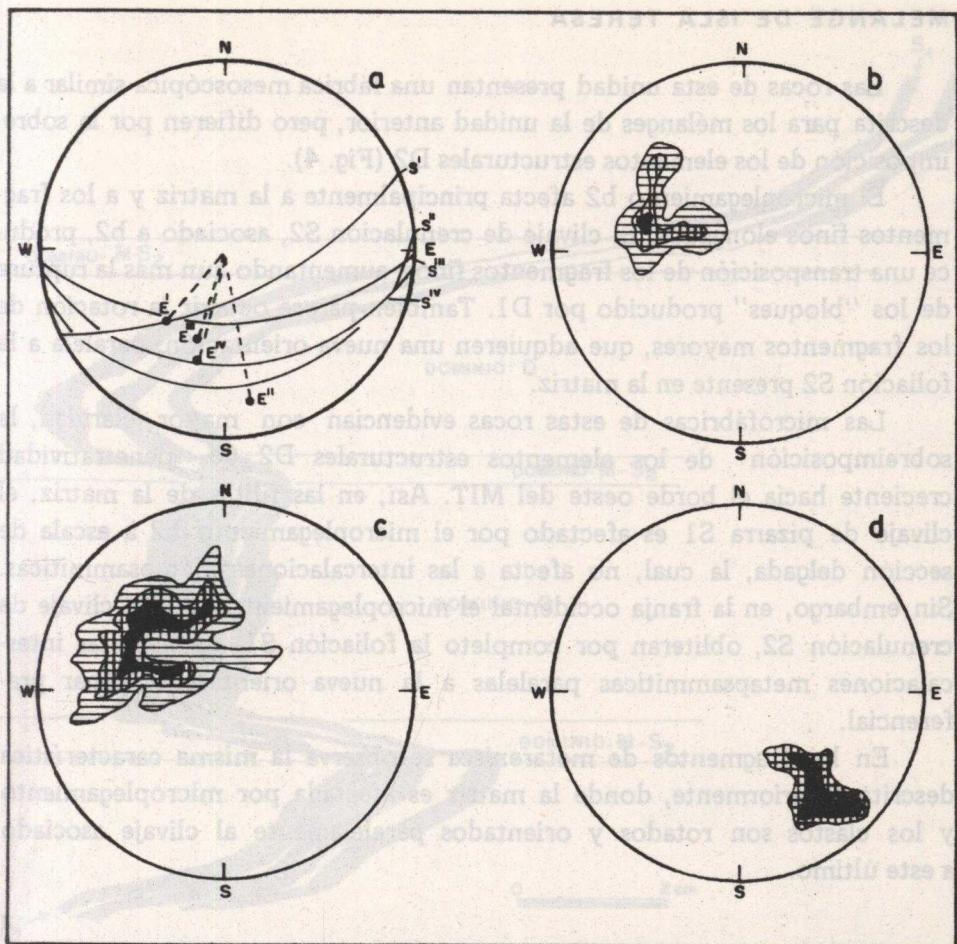


Fig.5. Sterogramas de elementos estructurales en rocas de Metasedimentitas del Estero Lampazo. a: Eje de boudines y su relación con la foliación adyacente. b. Polos de  $S_0$ : 14 medidas. Contornos a 3, 6, 7% por 1%  $\alpha$ ; d: Ejes de pliegues b1; 12 medidas. Contornos a 8, 17% por 1%.

Fig.5. Sterograms of Structural elements in rocks of the Estero Lampazo Metasedimentites. Equal-area projection. a: Boudin axis and their relation with adjacent foliation. b: Poles to  $S_0$ ; 14 data points, contours at 3, 6, 14, 21% for 1%  $\alpha$ ; c: Poles to  $S_1$ ; 69 data points, contours at 3, 6, 7% for 1%  $\alpha$ ; d: Fold axis b1; 12 data points, contours at 8, 17% for 1%.

planos de estratificación ( $S_0$ ), los cuales presentan una concentración máxima que corresponde a un plano N19E/45SE.

En el plano de los polos de  $S_1$  (N45E/45SE) tienden a disponerse los ejes de los pliegues (b1) (Fig. 5c y 5d).

La foliación ( $S_1$ ) de plano axial, se dispone sub-paralela a la estratificación debido a la naturaleza isoclinal de los pliegues que afectan a esta última.

## MELANGE DE ISLA TERESA

Las rocas de esta unidad presentan una fábrica mesoscópica similar a la descrita para los mélanges de la unidad anterior, pero difieren por la sobreimposición de los elementos estructurales D2 (Fig. 4).

El microplegamiento b2 afecta principalmente a la matriz y a los fragmentos finos elongados. El clivaje de crenulación S2, asociado a b2, produce una transposición de los fragmentos finos, aumentando aún más la ruptura de los "bloques" producido por D1. También parece ocurrir la rotación de los fragmentos mayores, que adquieren una nueva orientación, paralela a la foliación S2 presente en la matriz.

Las microfábricas de estas rocas evidencian con mayor claridad, la sobreimposición de los elementos estructurales D2 de penetratividad creciente hacia el borde oeste del MIT. Así, en las filitas de la matriz, el clivaje de pizarra S1 es afectado por el microplegamiento b2 a escala de sección delgada, la cual, no afecta a las intercalaciones metapsammiticas. Sin embargo, en la franja occidental el microplegamiento b2 y el clivaje de crenulación S2, obliteran por completo la foliación S1, dejando las intercalaciones metapsammiticas paralelas a la nueva orientación planar preferencial.

En los fragmentos de metarenisca se observa la misma característica descrita anteriormente, donde la matriz es afectada por microplegamiento y los clastos son rotados y orientados paralelamente al clivaje asociado a este último.

## FILITAS BANDEADAS DE CANAL CIRIACO

Las rocas de esta unidad, presentan una fábrica mesoscópica definida por la sobreimposición creciente de oriente a occidente, de los elementos estructurales D2 sobre los D1. Los pliegues b1 se ven afectados por micropliegues (b2), que originan un incipiente clivaje de crenulación (S2) espaciado centimétricamente (Fig. 4). Este arreglo caracteriza a las rocas de exposición oriental. Hacia el oeste de la unidad la penetratividad de S2 aumenta progresivamente, generándose un bandeamiento textural o microlitones, centimétricos y milimétricos, separados por zonas laminares de debilidad o clivaje de crenulación (Fig. 6). En este bandeamiento textural los dominios Q corresponden a los microlitones y los dominios M a las zonas de clivaje.

Las filitas de exposición más oriental presentan una sobreimposición marcada de b2 y S2, pero el clivaje de pizarra S1 es aún claramente reconocible. En las filitas más occidentales, en cambio, gradualmente ocurre

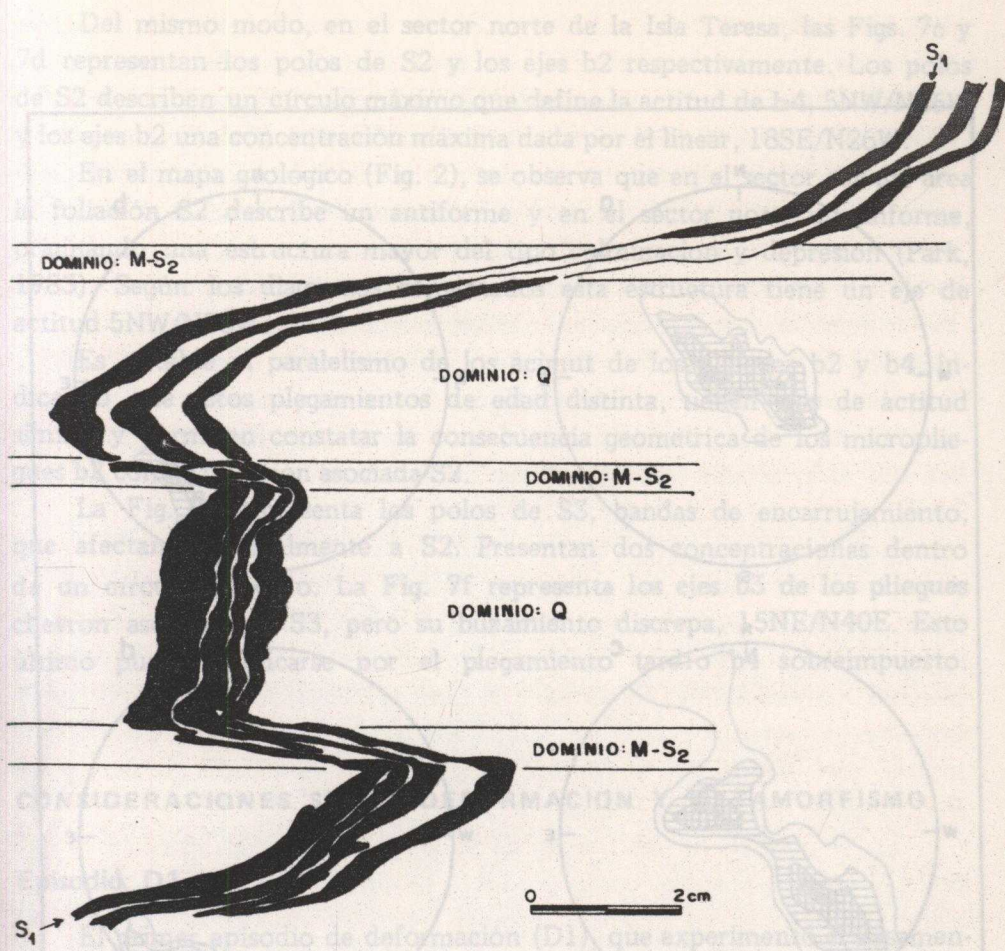


Fig. 6. Croquis de Bandeamiento tectónico incipiente presente en rocas de exposición oriental de Filitas Bandeadas de Canal Ciriaco.

Fig. 6. Sketch of incipient tectonic banding present in the eastern Canal Ciriaco Banded Phyllites.

el bandeamiento descrito más arriba. Los micropliegues muestran charnelas engrosadas y elongadas por cristalización de cuarzo y clorita de neoformación mientras sus flancos adelgazados son transpuestos por las zonas laminares del clivaje. La composición mineralógica de estas última es más abundante en mica blanca y opacos.

La Fig. 7a presenta los polos de S2, medidos en el sector sur de Isla Teresa e islotes aledaños, los cuales definen un círculo máximo que permite obtener la actitud del eje b4 (no medido en terreno), del plegamiento tardío (D4) que afecta a S2, 4NW/N38W.

Los ejes de micropliegues b2, de este mismo sector están representados en la Fig. 7b y presentan una concentración máxima definida por el linear 12S/N34W.

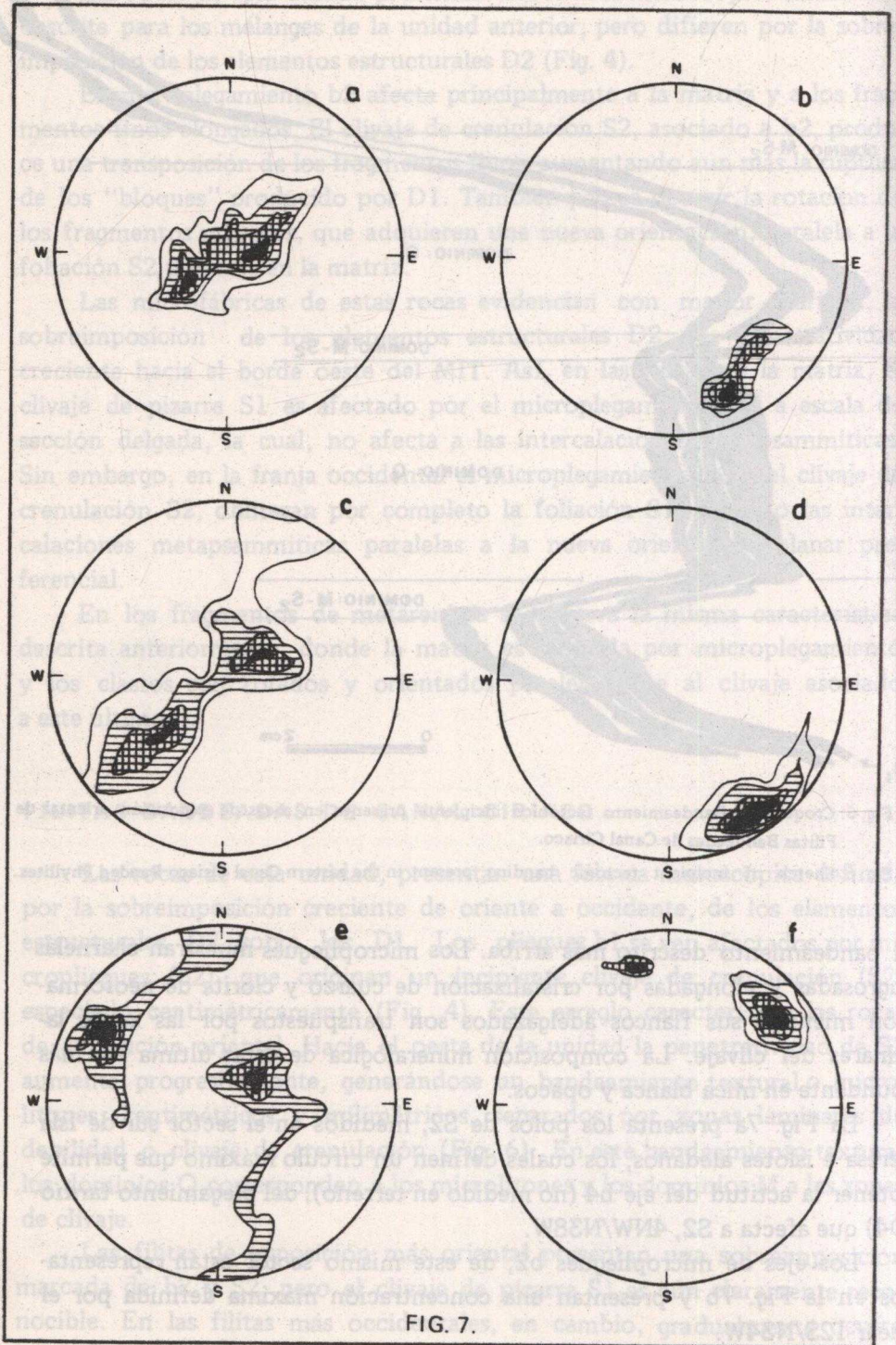


FIG. 7.



Del mismo modo, en el sector norte de la Isla Teresa, las Figs. 7c y 7d representan los polos de S2 y los ejes b2 respectivamente. Los polos de S2 describen un círculo máximo que define la actitud de b4, 5NW/N26W y los ejes b2 una concentración máxima dada por el linear, 18SE/N26W.

En el mapa geológico (Fig. 2), se observa que en el sector sur del área la foliación S2 describe un antiformal y en el sector norte un sinforme, originando una estructura mayor del tipo culminación y depresión (Park, 1983). Según los diagramas comentados esta estructura tiene un eje de actitud 5NW/N30W.

Es notable el paralelismo de los acimut de los pliegues b2 y b4, indicando que estos plegamientos de edad distinta, tienen ejes de actitud similar y permiten constatar la consecuencia geométrica de los micropliegues b2 con su foliación asociada S2.

La Fig. 7e representa los polos de S3, bandas de encarrujamiento, que afectan principalmente a S2. Presentan dos concentraciones dentro de un círculo máximo. La Fig. 7f representa los ejes b3 de los pliegues chevron asociados a S3, pero su buzamiento discrepa, 15NE/N40E. Esto último puede explicarse por el plegamiento tardío b4 sobreimpuesto.

## CONSIDERACIONES SOBRE DEFORMACION Y METAMORFISMO

### Episodio D1

El primer episodio de deformación (D1), que experimentó el Basamento Metamórfico del área es evidenciado por las estructuras expuestas en las MEL.

Características geométricas de los pliegues b1 y de rocas en las franjas de mélangé, permiten algunas consideraciones sobre los mecanismos de deformación operantes en este episodio.

Fig. 7. Esterogramas de elementos estructurales en rocas de Mélange de Isla Teresa y Filitas Bandeadas de Canal Ciriaco. Sector Sur de Isla Teresa: a) Polos de S2; 87 medidas, contornos a 2, 5, 7 y 11% por 1% b) Ejes de micropliegues b2; 49 medidas, contornos a 3, 7, 14 y 29% por 1% Sector Norte de Isla Teresa; c) Polos de S2: 68 medidas, contornos a 3, 6, 9 y 15% por 1% d) Ejes de micropliegues b2; 28 medidas, contorno a 7, 11 y 14% por 1% e) Polos de S3; 24 medidas, contorno a 4, 8 y 13% por 1% f) Ejes de pliegues b3; 15 medidas, contornos 7, 12, 20 y 33% por 1%.

Fig. 7. Sterograms of structural elements in rocks of the Isla Teresa Melange and the Canal Ciriaco Banded Phyllites. Equal-area projection. Southern Teresa Island; a) Poles to S2; 87 data points, contours at 2, 5, 7 and 11% for 1% b) b2 Microfold axis, 49 data points, contours at 3, 7, 14 and 29% for 1% Northern Teresa Island; c) Poles to S2; 68 data points, contours at 3, 6, 9 and 15% for 1% d) b2 Microfold axis, 28 data points, contours at 7, 11, and 14% for 1% e) Poles to S3; 24 data points, contours at 4, 8 and 13% for 1% f) b3 Fold axis, 15 data points, contours at 7, 12 and 33% for 1%.

Los pliegues bl son subisoclinales, sus charnelas de formas angulares, chevrones, y por adelgazamiento de sus limbos y engrosamiento de sus charnelas, posiblemente similares. La foliación S1 se dispone paralela a los planos axiales de estos pliegues y a la estratificación (So). Estas características geométricas sugieren un mecanismo inicial para su génesis de plegamiento flexural, acompañado posiblemente de fenómenos de flujo en los niveles de mayor ductilidad. Pasado un cierto valor de acortamiento, las rocas habrían comenzado a aplastarse (c.f. Ramsay, 1967; Moore y Wheeler, 1978; Bastidas, 1981; Fergusson, 1984) y sincrónicamente se originaría la foliación de plano axial (c.f. Chapple, 1968; Dieterich, 1969; Wood, 1974). Los cristales de cuarzo y feldespato con bordes festoneados, estilolíticos y sombras de presión simétricas, paralelas a los planos de anisotropía; sugieren que el aplastamiento interno fue acompañado por fenómenos de disolución por presión (c.f. Bastidas, 1981).

Las franjas con fábrica tipo "melange", de límites graduales y márgenes paralelos a la foliación S1, presentan variadas estructuras menores que podrían sugerir en parte los mecanismos que lo han originado. Cercano a sus márgenes se observa una ruptura incipiente de los niveles competentes, pliegues subisoclinales desgarrados de flancos adelgazados y/o extirpados, boudines conectados o aislados, subparalelos a la foliación S1. Esto podría indicar una elongación y ruptura, producto de extensión paralela a los flancos de los pliegues bl (Ramsay y Huber, 1983, pp. 7 - 8).

En el interior de las franjas de mélange se observan estructuras que podrían ser interpretadas como producto de una intensa deformación, con claras indicaciones de rotación: grandes boudines aislados sigmoidales, secuencia de boudines pequeños oblicuos, pliegues intrafoliales con forma de Z y S, charnelas con superficies escotadas y rotadas. Bajo el microscopio la deformación rotacional se evidencia por sombras de presión asimétricas y filosilicatos relictos sigmoidales, estructuras que son relacionadas a cizalle (Faure, 1985).

Otras estructuras menores dentro de estas franjas aportan información adicional que sugiere cizalle como el mecanismo que generó deformación rotacional. Las figuras de interferencia en pliegues menores dentro de los fragmentos, pueden explicarse por rotación de estos fragmentos, la cual induciría el replegamiento de pequeños pliegues de naturaleza tectónica o sinsedimentaria, asociados a ellos (c.f. Platt y Behrmann, 1986). Algunos autores (Park, 1983; Faure, 1986) postulan que estas figuras de interferencia en pliegues menores se produciría en zonas de cizalle dúctil durante cizalle progresivo simple. La foliación S1b que ocurre en la matriz de estos mélanges resultaría de este cizalle simple.

Lc expuesto más arriba indica que las franjas de mélanges se habrían

producido en zonas de cizalle dúctil o semidúctil, paralelas a los flancos de los pliegues b1 (c.f. Moore y Wheeler, 1978; Fergursson, 1984; Bachman, 1982; Underwood, 1984; Byrne, 1985). Sin embargo, no es posible descartar una naturaleza poligenética para estos mélanges, sedimentario y posteriormente tectonizado.

Con respecto al grado metamórfico la cristalinidad relativa (C.R.) en illitas presentes en dos muestras de roca que han experimentado esta deformación, indica el campo de anquimetamorfismo. La petrografía y los mecanismos de deformación expuestos, son compatibles con el anquimetamorfismo (Bastidas, 1981a; Moore and Wheeler, 1978; Platt y Behrmann, 1986).

## Episodio D2

El segundo episodio de deformación (D2) que experimentó el Basamento Metamórfico del área, es evidenciado por las estructuras expuestas en las rocas de MIT y principalmente por las FBCC.

Como ya se ha mencionado, la deformación D2 aumenta su penetratividad de este a oeste, otorgando un buen ejemplo para analizar las estructuras generadas bajo un régimen de deformación progresiva.

Las rocas de exposición más oriental presentan la foliación S1 microplegada y un clivaje de crenulación (S2) poco penetrativo (Fig. 4), sin embargo, en las de exposición más occidental la foliación S1 se conserva sólo en microlitones y el clivaje S2 es muy penetrativo (bandeamiento textural). Esto sugiere que en estadios tempranos de la deformación D2 las rocas experimentaron un microplegamiento controlado por su anisotropía mecánica (Foliación S1). Posteriormente se habría producido un estiramiento de los flancos de estos microplegues, producto de incremento de la deformación y disolución de cuarzo. El proceso culmina en transposición, desarrollo de microlitones y bandeamiento textural (Ramsay, 1967, p. 389).

Las rocas que muestran deformación más intensa también presentan un bandeamiento composicional, microlitones ricos en cuarzo y clorita (Dominios Q) y bandas foliadas ricas en filosilicatos y opacos (Dominios M). Las observaciones bajo microscopio, evidencian crecimiento de las charnelas en los microlitos por cristalización de cuarzo y clorita de neoformación. El escaso cuarzo de los flancos, pequeños y de formas elongadas, representaría un residuo de disolución por presión. El proceso que originaría el bandeamiento composicional sincrónico con el textural ha sido estudiado por muchos autores (Williams, 1972; Cosgrove, 1976; Pulgar, 1981; Swager, 1985) los cuales proponen una transferencia selectiva de masa, debido a la disolución por presión de minerales de solubilidad más alta, en especial cuarzo con respecto a filosilicatos y opacos. En el caso de la clorita,

Cosgrove (1976) propone que la disolución de ésta en las zonas de mayor presión, evidenciada aquí, es producto de su volúmen de celda unidad mayor comparado con el de las micas blancas.

Las rocas de MIT presentan un arreglo estructural similar a los meláncos de MEL, sin embargo, los elementos estructurales de D2 se superponen aquí a los de D1 produciendo su transposición y consecuente obliteración hacia el oeste. La unidad habría sido afectada por los mismos procesos de deformación descritos para MEL, pero su débil anisotropía previa inhibiría en parte la penetratividad de la foliación S2.

Garrido y otros (1985) proponen un grado epimetamórfico para estas rocas, basándose en medidas de cristalinidad relativa en illita. La presencia de cuarzo, clorita, mica blanca y granate de neoformación, más los procesos de deformación aquí discutidos son compatibles con el campo epimetamórfico, (Pulgar, 1981; Swager, 1985; Williams, 1972).

### Episodios D3 y D4

Los episodios de deformación tardíos, D3 y D4 se caracterizan por ser poco penetrativos y haber ocurrido en ausencia de metamorfismo.

### DISCUSION Y CONCLUSIONES

El Basamento Metamórfico de Isla Teresa e islotes aledaños está compuesto por tres unidades litodémicas; MEL al oriente, FBCC al occidente y MIT al centro de la isla homónima. Estas unidades se diferencian por su litología y sus fábricas mesoscópicas. El paso entre ellas es gradual, tanto para su litología como su arreglo estructural. No obstante estas diferencias el protolito de las tres unidades parece haber sido similar.

Godoy y otros (1984) concluyen que la asociación de litofacies de la ZEP, en el sector del Canal Ninualac al sur (Fig. 1), el cual incluye a las rocas de MEL, indica "un ambiente de abanico medio a superior edificado, probablemente, sobre corteza oceánica". Estos autores también establecen que la química de la fracción arcillosa de cherts de la misma unidad tiene características parecidas a la de los sedimentos pelágicos de océanos actuales.

El ambiente de depositación, ubicado a lo largo de un margen continental activo, unido al estilo de la deformación que presentan las rocas de MEL, sugiere que éstas formaron parte de un prisma de acreción (Godoy y otros op. cit.), tal como lo concluyeron Cowan y Silling (1978) para

depósitos similares. La acreción de estas rocas comenzaría con una deformación compresiva, plegamiento b1, seguido de aplastamiento. El proceso habría continuado con la formación de zonas de cizalle dúctil, alternadas, paralelas a los flancos de los pliegues b1, donde se habría generado el desgarramiento y la mezcla tectónica evidenciada en los mélanges. Parte de estas zonas de cizalle debieran estar expresadas en fallas inversas que, según diversos autores, limitan escamas de sedimentos menos deformados, arrancados de la placa oceánica en descenso e imbricadas dentro del prisma de acreción en formación (Moore y Wheeler, 1978; Bachman, 1982; Underwood; 1984; Byrne, 1985 en Cowan, 1985).

A la construcción progresiva del prisma se asocia un metamorfismo de grado muy bajo, anquimetamórfico.

El MIT y FBCC presentan evidencias petrográficas y estructurales que indican que su protolito fué similar a aquel de MEL. La deformación ocurrida durante el episodio D2 y el epimetamorfismo que la acompañó, explicarían las diferencias actuales con MEL.

Según Godoy y otros (op.cit.) el episodio D2 y el metamorfismo sobrepuesto serían producto de una "convergencia destructiva" experimentada por el prisma aquí considerado, la cual se habría extendido hasta comienzos del neocomiano.

## AGRADECIMIENTOS

El Proyecto 1113 del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico y los Grants E-1300 y E-2457 del Departamento de Investigación Bibliotecas de la Universidad de Chile financiaron este estudio.

Agradezco a Francisco Hervé, Profesor Guía del ramo Taller de Título II, cursado por el autor, que dió origen a este trabajo y a Estanislao Godoy quien colaboró, tanto en la campaña de terreno como en la redacción. La Sra. Eugenia Pirzio-Biroli brindó apoyo en los preparativos de la etapa de acercamiento a la zona de estudio y el Sr. Alberto Miranda fue una vital ayuda en terreno.

## REFERENCIAS

- Bachman, S.B. 1982. The Coastal Belt of the Franciscan: Youngest phases of northern California subduction, in Leggett, J.K., ed., Trench-forearc geology: Geol. Soc. of London Special Publication, 10, 410-417.
- Bastidas, F., 1981a. La esquistosidad primaria: una síntesis sobre sus características y desarrollo. Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo, 11, 35-54.

- Bastidas, F., 1981b. Medida de la deformación a partir de pliegues paralelos y aplastados. *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 11, 15–33.
- Byrne, T. 1985. Structural geology of mélangé terranes in the Ghost rocks Formation, Kodiak Islands Alaska, in *Geological Soc. of America. Special Paper*.
- Chappel, W.M. 1968. Mathematical theory of finite-amplitude rocks-folding. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 79, 47–68.
- Cosgrove, J.W. 1976. The formation of crenulation cleavage I. *Geol. Soc. London*, 132, 155–178.
- Cowan, D.F. y Silling, R.M. 1978. A dynamic scaled model of accretion in trenches and its implications for the tectonic evolution of subduction complexes. *Jour. Geoph. Res.*, 83: 5389–5396.
- Cowan, D.F. 1985. Structural styles in mesozoic and cenozoic mélanges in the western cordillera of north american. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96: 451–462.
- Dieterich, J.H. 1969. Origin of cleavage in folded rocks. *Am. Jour. Sci.*, 267, 129–154.
- Escuti, A. 1906. *Jeolojia de la America Meridional (Geological observations on South America, Voyage of H.M.S. "Beagle")*. Traducción directa del inglés de la 2<sup>da</sup> (Charles Darwin) i adiciones por Escuti, Stgo. Imprenta Cervantes, 41 p.
- Faure, M. 1985. Microtectonic evidence for eastward ductile shear in the jurassic orogen of SW Japan. *Jour Structural Geol.*, 7 (2), 175–186.
- Fergusson, C.L. 1984. The Gundahl complex of the New England fold belt, eastern Australia: a tectonic mélangé formed in a paleozoic subduction complex. *Jour. Structural Geol.*, 5(3), 257–271.
- Fuenzalida, R. y Etchar, H., 1975. Geología del territorio de Aysén, comprendido entre los 43°45' y 45°00' latitud sur. *Inst. Invest. Geol.*, (inédito), 99 p. Santiago.
- Garrido, I., Vogel, S. y Hervé, F., 1985. La cristalinidad de la illita como indicador de grado de metamorfismo de ciertas unidades paleozoicas de Chile. In *IV Congr. Geol. Chileno, Actas*, 4; 655–670, Antofagasta.
- Godoy, E., Davidson, J., Hervé, F., Mpodozis, C. y Kawashita., 1984. Deformación sobreimpuesto y metamorfismo progresivo en un prisma de acreción paleozoico : Archipiélago de los Chonos, Aysén, Chile. In *IX Congr. Geol. Argentino, Bariloche, Actas*, 4, 211–232, Buenos Aires.
- Halpern, M. y Fuenzalida, R., 1978. Rb-Sr Geochronology of a transect of the Chilean Andes between latitudes 45° and 46°S. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 41., 1, 60–66.
- Hervé, F.; Thiele, R. y Parada, M.A., 1976. El Basamento Metamórfico del Archipiélago de las Guaitecas, Aysén, Chile. In *Primer Congr. Geol. Chileno, Actas*, 1, 873–875.
- Hervé, F. Mpodozis, C., Davidson, J. y Godoy, E., 1981. Observaciones estructurales y petrográficas en el Basamento Metamórfico de los Chonos, entre el Canal King y el Canal Ninualac, Aysén. *Rev. Geológica de Chile*, 13–14, 3–16.
- Miller, H., 1973. Características estructurales del basamento geológico chileno. In *IV Congr. Geol. Argentino, Actas*, 4, 101–115. Buenos Aires.
- Miller, H., 1976. El basamento de la provincia de Aysén (Chile) y sus correlaciones con las rocas Premesozoicas de la Patagonia Argentina. In *VI Congr. Geol. Argentino, Actas*, 1, 125–141, Bahía Blanca.
- Miller, H. 1979. Unidades estratigráficas y estructurales del basamento andino en el Archipiélago de los Chonos, Aysén, Chile. In *II Congr. Geol. Chileno, Actas*, 1, A101–A120, Arica.
- Moore, J.C. y Wheeler, R.L., 1978. Structural fabric of mélangé, Kodiak Island, Alaska. *Am. Jour. of Sci.*, 278, 739–765.

- Park, R.G. 1983. Foundation of structural geology. Blackie and Son Ltd., London, 135 p.
- Petijohn, F.J., Potter, P.E. and Siever, E., 1983. Sand and Sandstones, Springer-Verlag. 617 p.
- Platt y Behrmann, 1986. Structural and fabric in a crustal-scale shear zone, Betic Cordillera, SE Spain. Jour. Structural Geol., 8, 1, 15-33
- Pulgar, J.A., 1981. La disolución por presión y el desarrollo del bandeo tectónico meso y microscópico en rocas metapelíticas de bajo grado del NW de España. Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo, 11, 147-190.
- Ramsay, J.G. 1967. Folding and Fracturing of rocks. McGraw-Hill, New York, 568 p.
- Ramsay, J.G. y Martin, I.H., 1983. The Techniques of modern Structural Geology, Vol. 1, Strain Analysis. London, Academic Press, 307. p.
- Silver, E. y Beutner, 1980. Melanges. Geology, 8, 32-34.
- Stiefel, J., 1970. Das Andenprofil im Bereich des 45 Südlichen Breitengrades. Geol. Rundsch., 59, 3, 961-979.
- Swager, N., 1985. Solution transfer, mechanical rotation and kink-band boundary migration during crenulation-cleavage development. Jour. Structural Geol., 7, 3/4, 421-429.
- Underwood, M.B., 1984. A sedimentologic perspective on stratal disruption within sandstone-rich melange terranes. J. of Geology, 92, 369-385.
- Williams, P.F., 1972. Development of metamorphic layering and cleavage in low grade metamorphic rocks at Bermagui, Australia. Am. Jour. of Sci., 271, 1-147.

Estos tipos de alteración y mineralización se encuentran ligados a determinados tipos de vetillas que le son características. Las vetillas de la etapa más temprana se caracterizan por la ausencia de halos de alteración.

Análisis macroscópicos y microscópicos han permitido distinguir 5 tipos de vetillas tempranas. Estas vetillas contienen inclusiones fluidas de alta salinidad (34-37% de NaCl) con cristales hijos de halita e inclusiones fluidas de baja salinidad (1-15% de NaCl) sin cristales hijos.

Se reconoció la coexistencia de inclusiones fluidas ricas en vapor, de inclusiones fluidas ricas en líquido y de inclusiones fluidas con cristales hijos de halita, lo que indicaría la presencia de fluidos en equilibrio subsaturados en sales.

La presencia de fluidos de baja salinidad, y las bajas temperaturas obtenidas (300-410°C) en las inclusiones fluidas contenidas en vetillas de la etapa temprana, está evidenciando la incorporación de aguas meteóricas al sistema.

#### ABSTRACT

In the North West area of "El Yacimiento" Mine, each mineralization and alteration stage is related to characteristic types of veinlets. The earliest stage veinlets are characterized by the lack of alteration halos.

Five types of early veinlets have been determined based in macroscopic and microscopic analysis. These veinlets contain both high salinity fluid inclusions (34-37% NaCl) with halite daughter crystals and low salinity fluid inclusions (1-15% NaCl) without daughter crystals.

The coexistence of high vapour fluid inclusions, high-liquid fluid inclusions and fluid inclusions with halite daughter crystals would indicate that the boiling fluids

