

REPÚBLICA



ARGENTINA

MINISTERIO DE ECONOMÍA
SECRETARÍA DE ESTADO DE MINERÍA

BOLETÍN N° 175

**DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA
DE LA
HOJA 67 e,
ISLA DE LOS ESTADOS**

Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur.

Carta Geológico - Económica de la República Argentina
Escala 1 : 200.000

por

ROBERTO CAMINOS y FRANCISCO NULLO



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

BUENOS AIRES
1979

REPÚBLICA



ARGENTINA

MINISTERIO DE ECONOMÍA
SECRETARÍA DE ESTADO DE MINERÍA

BOLETÍN N° 175

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA HOJA 67 e, ISLA DE LOS ESTADOS

Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida
e Islas del Atlántico Sur.

por

ROBERTO CAMINOS y FRANCISCO NULLO

Carta Geológico Económica de la República Argentina

Escala 1 : 200.000



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

BUENOS AIRES

1979

REPÚBLICA



ARGENTINA

Ministro de Economía

Dr. José A. Martínez de Hoz

Secretario de Estado de Minería

Dr. Fernando V. Puca Prota

Subsecretario Técnico

Ing. Santiago Brarda

Director del Servicio Geológico Nacional

Dr. Oscar J. Ruiz Huidobro

SUBSECRETARÍA TÉCNICA
SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
SANTA FE 1548 - 1060 - BUENOS AIRES

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
A. Ubicación de la Hoja y área que abarca	7
B. Naturaleza del trabajo	7
C. Investigaciones anteriores	9
GEOGRAFÍA	11
A. Geografía física	11
I. Orografía	11
II. Hidrografía	12
III. Clima	12
IV. Suelos y vegetación	13
B. Geografía económica y humana	16
I. Vías de comunicación y medios de transporte	16
II. Población, industrias y recursos de la región	17
GEOLOGÍA	19
A. Estratigrafía	19
I. Relaciones generales	19
II. Descripción de las Formaciones Geológicas	19
1. MESOZOICO	19
1.1. Jurásico superior	19
a) Formación Lemaire	19
1.2. Jurásico superior a Cretácico inferior	31
a) Formación Beauvoir	31
2. CENOZOICO	36
2.1. Cuartario	36
2.1.1. Pleistoceno	36
2.1.2. Holoceno	37
B. Estructura	38
C. Geomorfología	40
D. Historia Geológica	44
GEOLOGIA ECONÓMICA	47
A. Recursos Minerales	47
B. Recursos de aguas	47
LISTA BIBLIOGRÁFICA	51

ILUSTRACIONES

Figuras

1. Mapa de ubicación de la Hoja 67 e, Isla de Los Estados	8
2. Perfiles esquemáticos	38

Cuadros

I. Datos climáticos	14
II. Estratigráfico	20
III. Posición cronológica de la Formación Lemaire	32
IV. Análisis de aguas	48

Láminas

I al X	55
--------------	----

—Perfiles.

—Hoja 67 e, Isla de Los Estados, escala 1 : 200.000, del Mapa Geológico Económico de la República Argentina.

RESUMEN

La Hoja Geológica 67 a, Isla de los Estados, incluye, como únicas tierras emergidas, la isla de los Estados y varios pequeños islotes que, en total, suman unos 520 km² de superficie. La isla de los Estados mide 65 km de longitud y 8 km de ancho promedio; su contorno es muy sinuoso, con un desarrollo de costas que llega a los 292 kilómetros. Es una isla montañosa, de relieve escarpado, con alturas máximas de alrededor de 800 m sobre el nivel del mar. El clima es frío, húmedo y ventoso; los suelos, podzólicos; la vegetación, boscosa y en partes palustre, muy densa. El estrecho de Le Maire, con un ancho de 24 km, la separa de la Isla Grande de Tierra del Fuego. La isla de los Estados no cuenta con medios de comunicación regulares y ha sido poblada sólo esporádicamente. En la época en que se realizó este levantamiento estaba deshabitada.

La unidad geológica más antigua es la Formación Lemaire, complejo estratificado volcánico-sedimentario compuesto por tobas y lavas ácidas entre las que se intercalan, en menor cantidad, tufitas, areniscas tobáceas, limo-arcilitas, lutitas negras y conglomerados finos. El conjunto, que alcanza un espesor del orden de los 10.000 metros, está plegado y dinamometamorfizado regionalmente. Los afloramientos de esta unidad constituyen el cordón montañoso de la isla y las costas del flanco sur. Los tipos rocosos más abundantes son tobas porfiroclásticas con matriz pizarrosa y estratificación poco marcada, asociadas con tobas y tufitas de grano más fino, bien estratificadas, con clivaje muy acentuado oblicuo a la estratificación; entre estas rocas se intercalan bancos de lavas macizas, de textura porfírica, y lentes de 100 a 600 m de espesor formadas por areniscas tobáceas, lutitas negras, pizarrosas, ricas en pirita y materia carbonosa, y capas de conglomerados finos, de dos a tres metros de espesor, con rodados de vulcanitas ácidas. Es probable que la composición original de las tobas y lavas variara entre riolítica y riolítica y que las efusiones fueran, el menos en parte, de tipo ignimbrítico. El metamorfismo ha modificado parcialmente los caracteres primarios. Las tobas esquistosas contienen fenocristales relictos de cuarzo, plagioclasa sódica y feldespatos potásicos; la matriz ha recrystalizado por completo en un agregado muy fino de textura lepidoblástica bandeada formado por cuarzo, moscovita, albita y estilpnomelano; en menor cantidad participan clorita, epidoto y calcita. Las estructuras metamórficas mejor desarrolladas son distintos tipos de clivaje pizarroso, acompañados en ciertos sectores por clivajes de transposición y de fractura; las sombras de presión y el bandeamiento composicional son también muy frecuentes. Los fenocristales relictos muestran rotaciones, agrietamientos y granulaciones marginales, maclas de deformación y laminillas de Bohem. El metamorfismo alcanzó la facies de metagrauvaca prehnítica-pumpellitica. Megascópicamente, las estructuras primarias mejor conservadas son distintos tipos de estratificación (paralela, diagonal, gradada, etc.), laminación, bandas eutaxíticas, litofisas, fósiles, etcétera.

La base de la Formación Lemaire no aflora en la isla de los Estados; su techo es la Formación Beauvoir. El contacto entre ambas unidades es transicional y está expuesto sólo en la costa suroeste de la bahía Flinders. Es posible que el conglomerado de caleta San Luis, interpretado por Harrington (1943) como el comienzo de la serie sedimentaria, y asimilado por Borrello (1969) al "Grupo Springhill", sea en realidad una de las intercalaciones clásticas alojadas dentro de la secuencia volcánica. La edad de la Formación Lemaire es jurásica superior.

La Formación Beauvoir se apoya concordantemente sobre la Formación Lemaire y aflora en los cabos del flanco noroccidental de la isla de los Estados y en las islas Año Nuevo. Está constituida por lutitas y limolitas pizarrosas de color negro grisáceo, grauvacas finas de igual color, areniscas cuarzosas macizas, limolitas calcáreas, calizas micríticas de color gris oscuro y lutitas negro-azuladas, carbonosas y piritíferas. En algunos niveles pueden hallarse concreciones carbonáticas, septarias y restos de belemnites, pelecípodos, braquiópodos y briozoarios; bajo el microscopio se advierten foraminíferos y radiolarios. La serie denota fuerte diagénesis y metamorfismo dinámico incipiente, con desarrollo de clivaje pizarroso muy bien marcado en ciertos sectores. Hay abundante inyección de cuarzo venoso. Los fósiles coleccionados se clasificaron como *Belemnopsis patagoniensis* (Fabre), *Granularia* sp., *Inoceramus* sp. y *Fquinoderma* indet. Se ubica a la Formación Beauvoir entre el Jurásico superior y parte más baja del Cretácico.

Los depósitos cuaternarios están constituidos por acumulaciones de till de edad pleistocena y por limos, arcillas, arenas y gravas holocenas. Hay depósitos de till en el piso de las artesas glaciares del área montañosa de la isla y al pie de la escarpa septentrional, donde alcanzan espesores de 15 a 20 metros; son sedimentos de estructura caótica, brechosa, con guijarros angulosos y bloques de dos o tres metros de diámetro alojados en una matriz areno-

arcillosa de color gris a gris verdoso. El manto de till cubre también las zonas bajas del sector occidental de la isla, gran parte de los cabos San Antonio y Colnett y las islas Año Nuevo. En la isla Observatorio tiene unos dos metros de espesor, estructura brechosa, color gris verdoso, estratificación tosca o ausente y escasa consolidación. Los depósitos holocenos se reducen a limos, arcillas y arenas finas mezcladas con gravas de origen fluvial, glaci-fluvial y lacustre. se trata, en gran parte, de till redepositado en un ambiente de pantanos, lagunas y arroyos divagantes. A lo largo de la línea de ribera hay acumulaciones de arena en las cabezas de algunas bahías, y gravas en las terrazas de erosión de ola de los cabos del flanco norte de la isla.

El estilo tectónico de la isla de los Estados es de plegamiento asimétrico con rumbo general este-oeste y vergencia hacia el norte. Ambas unidades estratigráficas, Lemaire y Beauvoir, se encuentran plegadas conjuntamente en un sinclinal de grandes dimensiones cuyo eje coincide con el alargamiento de la isla; en el sector oriental el pliegue es apretado y su superficie axial inclina unos 45° hacia el sur, de modo que el ala austral, que aflora a lo largo del flanco suroriental de la isla, está en posición invertida. El plegamiento se abre gradualmente hacia el oeste, de manera que en el extremo occidental las capas asumen una posición general cercana a la horizontal. Numerosos pliegues de menor categoría y distintos juegos de clivaje están contenidos dentro de la estructura mayor. El plegamiento es resultado de un sólo evento tectónico, dividido en tres etapas de deformación que originaron, sucesivamente, los distintos órdenes de pliegues y los juegos de clivaje relacionados genéticamente con el plegamiento. Fallas longitudinales y transversales cortan a la estructura plegada. Se estima que la deformación plegante fue producida por un esfuerzo compresivo subhorizontal proveniente del lado oceánico del orógeno. Sobre la base de consideraciones regionales se deduce que el plegamiento se produjo en la parte media del Cretácico, entre el Albiano superior y el Coniaciano.

En el área montañosa de la isla la morfología es típicamente glaciaria, alpina, madura, modelada por la acción erosiva de la glaciación pleistocena sobre las rocas consistentes de la Formación Lemaire. Sus rasgos más sobresalientes son circos de distinto tipo y valles glacia-rios estrechos y profundos, de piso escalonado, invadidos por el mar y transformadas en fiordos en sus tramos inferiores. La mayoría de los circos, así como las huellas de las artesas escalonadas, están ocupados por lagos de agua dulce. En las mayores alturas, el rumbo de los valles es paralelo al de la estructura plegada; hacia abajo, en cambio, cortan transversalmente los ejes del plegamiento. Crestas dentadas, aristas, agujas y pináculos completan el paisaje glaciario. La región occidental de la isla, menos elevada, muestra un relieve más suave, con formas redondeadas y mesetiformes; los valles son amplios, con paredes de pendiente suave y fondo aplanado. Sobre algunas laderas se han producido formas originadas por deslizamientos gravitacionales (soliflucción). El till acumulado en los valles y en las tierras bajas septentrionales produce una topografía suavemente ondulada. La forma de las costas es también, fundamentalmente, de origen glaciario; el trazado sumamente sinuoso de la línea de ribera denota el estado de madurez alcanzado por este ciclo erosivo; se trata de una costa englazada ahogada luego por el mar. El ciclo erosivo marino se encuentra, en cambio, en una etapa muy juvenil; acantilados, pináculos, chimeneas, grutas y puentes de piedra son los primeros productos de su trabajo; a lo largo de algunas costas se han formado ya terrazas de erosión marina, pero el desarrollo de playas arenosas es aún incipiente. Es probable que, al avanzar este ciclo, el retroceso de la línea de ribera sea más rápido en el flanco norte de la isla, más bajo y formado por rocas poco consistentes, que en el flanco sur, que es alto y compuesto por rocas comparativamente más sólidas.

Durante las observaciones que dieron lugar a la presente descripción no se hallaron manifestaciones minerales de importancia económica ni otros indicios de mineralización. Las aguas superficiales, de origen meteórico, son abundantes y de buena calidad. No hay aguas termales.

INTRODUCCIÓN

A. UBICACIÓN DE LA HOJA Y ÁREA QUE ABARCA

La Hoja Geológica 67 e, Isla de los Estados, está situada entre los paralelos $54^{\circ} 30'$ y $55^{\circ} 00'$ de latitud sur y los meridianos $63^{\circ} 45'$ y $65^{\circ} 00'$ de longitud oeste de Greenwich. La superficie de la Isla de los Estados, incluyendo algunas pequeñas islas e islotes adyacentes, es de unos 520 km^2 .

Políticamente, la isla de los Estados forma parte del Territorio Nacional de la Tierra del Fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur. En la fecha en que se realizó el levantamiento geológico estaba deshabitada. Los centros poblados más cercanos se encuentran en la Isla Grande de Tierra del Fuego, siendo los dos más importantes Ushuaia, capital del Territorio, situada a unos 230 km al oeste, sobre la costa norte del canal de Beagle, y Río Grande, localidad ubicada a igual distancia hacia el noroeste, sobre la costa del Océano Atlántico.

B. NATURALEZA DEL TRABAJO

Las observaciones que se utilizaron como base para esta descripción se llevaron a cabo en cumplimiento de un convenio de cooperación científica entre la Dirección Nacional de Geología y Minería y la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. El estudio de la isla de los Estados fue una etapa dentro de un plan mayor —el Proyecto sobre la Tectónica del Arco del Scotia, propiciado por la Comisión Internacional de Geodinámica— cuyo objeto es dilucidar la estructura del tramo austral de la Cordillera de los Andes, el arco del Scotia y los Andes Antárticos. Las observaciones de orden estratigráfico y tectónico las realizaron los presentes autores en colaboración con los Dres. I. W. D. Dalziel y K. F. Palmer, del Observatorio Geológico Lamont - Doherty, de la Universidad de Columbia. El trabajo de campo requirió una campaña de cuarenta días, efectuada en los meses de abril y mayo de 1972, durante la cual se contó con el apoyo logístico del *R. V. Hero*, buque propiedad de la Fundación Nacional, que fue utilizado como medio de transporte y base de operaciones durante toda la permanencia en la isla.

Sobre el terreno, el método de trabajo debió adaptarse a las condiciones adversas impuestas por el relieve, muy escarpado en la mayor parte de la isla, el clima extremadamente húmedo y la vegetación casi impenetrable. Aun en la región occidental, de relieve más suave, las incursiones a pie por el interior de la isla, a través de un terreno accidentado, cubierto por bosques y pantanos que ocultan el lecho rocoso, exigen esfuerzos que no son compensados por el número de afloramientos que es posible encontrar. Las costas, en cambio, ofrecen una faja delgada pero continua de roca descubierta que fue examinada en todos aquellos puntos en los que fue posible desembarcar; además, el contorno sumamente sinuoso de la línea de ribera y los fiordos que penetran hasta el núcleo montañoso de la isla, exponen buenos perfiles transversales de la estructura geológica, brindando además puerto seguro para los buques durante el mal tiempo.

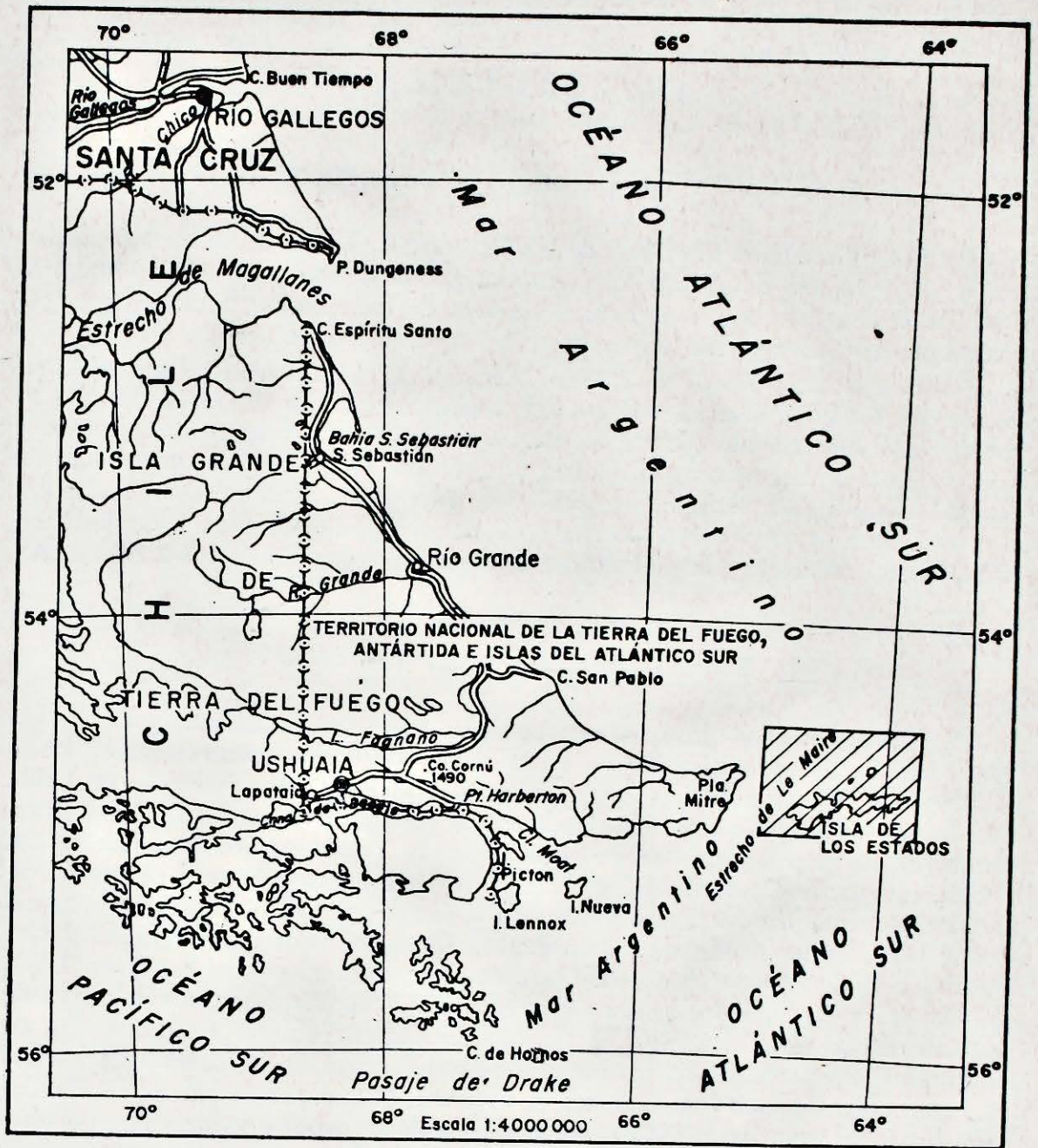


Fig. 1. Mapa de ubicación de la Hoja 67 e, Isla de los Estados.

Ante estas circunstancias favorables, el *R. V. Hero* fue utilizado como base móvil de operaciones, empleándose para realizar observaciones a lo largo de las costas botes inflables Zodiac con motor fuera de borda. En las islas y cabos del sector norte es posible, durante la marea baja, desplazarse algunos cientos de metros por la línea de ribera, caminando sobre la plataforma de abrasión marina; pero en el resto de la isla, donde las costas acantiladas exponen una pared rocosa que se hunde abruptamente bajo el nivel del mar, esto es casi imposible y cada toque de tierra significa, aun durante la bajamar, el examen de muy pocos metros cuadrados de terreno. Esta limitación obligó a efectuar alrededor de trescientos desembarcos en distintos lugares de la costa. Debemos destacar que las cualidades excepcionales de los botes neumáticos permitieron el acceso a puntos que hubiera sido muy difícil alcanzar por otros medios. En muchos lugares la maraña de algas marinas contribuye a aumentar las dificultades del desembarco. Durante estas operaciones los grupos de trabajo mantenían contacto con el buque por medio de transeptores de corto alcance.

Los datos obtenidos permitieron la interpretación tectónico - estratigráfica de la isla, objeto principal de la campaña. Los presentes autores reunieron además la información adicional necesaria para la descripción de la Hoja Geológica. En el gabinete se estudiaron alrededor de sesenta cortes delgados de rocas, poniendo atención especial en la petrografía de las vulcanitas jurásicas dinamometamorfizadas. Las Dras. Regina Levy y Graciela Blasco clasificaron los fósiles coleccionados. En el laboratorio químico de este Servicio se analizaron las muestras de aguas superficiales.

Como base topográfica para el mapeo geológico, así como para la interpretación de algunos rasgos estructurales poco visibles sobre el terreno, se utilizaron fotografías aéreas verticales, en escala aproximada 1 : 40.000, obtenidas por el Servicio de Hidrografía Naval. El mapa topográfico que aquí se publica es una restitución planialtimétrica que realizó el Departamento Cartográfico, empleando como base los mismos fotogramas y la carta N° 221, en escala 1 : 125.000, del Servicio de Hidrografía Naval.

C. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Las primeras referencias geológicas acerca de la isla de los Estados provienen de expediciones que hacia fines del siglo pasado, recorriendo las regiones australes del continente, efectuaron breves escalas en esa isla. Entre ellas se cuentan las descripciones de Lovisato (1883), integrante de la expedición italo - argentina de 1881, comandada por el teniente Bove, y de Hyades (1887), especialista que estudió las muestras petrográficas coleccionadas por aquél. Los fósiles descubiertos en esa ocasión fueron clasificados, luego de diversas alternativas, por Fischer y por Richter (véase Harrington, 1943). En su mapa geológico de la Tierra del Fuego, Bonarelli (1917), que no pudo visitar la isla de los Estados, la representó basándose en el trabajo de Lovisato y en su propio criterio regional.

Más tarde Harrington (1943) dio a conocer los resultados de las observaciones que realizó, en el año 1934, como miembro de la Comisión Científica del Museo Argentino de Ciencias Naturales, adjunta a la Misión Hidrográfica del Ministerio de Marina. Este geólogo distinguió las dos principales unidades litoestratigráficas que afloran en la isla de los Estados: una más antigua, a la que llamó Serie Porfirítica, y otra más moderna a la que denominó Serie Pizarreña, asignando ambas al Jurásico superior. Describió además los rasgos tectónicos fundamentales, caracterizó con mucha precisión la naturaleza petrográfica de la Serie Porfirítica, descubrió nuevos fósiles y rectificó algunas de las determinaciones paleontológicas de Richter y Fischer. Durante más de treinta años este trabajo fue la obra de consulta más completa acerca de la

geología de la isla. En el mapa geológico de la Patagonia publicado por Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Feruglio, 1949), y en los mapas geológicos de la República Argentina publicados por la Dirección Nacional de Geología y Minería (1964 a, 1964 b), la isla de los Estados figura de acuerdo con el bosquejo geológico de Harrington.

Los principales resultados de orden estratigráfico y tectónico obtenidos durante la campaña de abril y mayo de 1972, origen de la presente Hoja, fueron publicados recientemente por los participantes de la misma; en ese trabajo (Dalziel *et al.*, 1974 a) se modifican algunos de los conceptos estratigráficos de Harrington y se da una distinta interpretación de la estructura. Uno de los autores presentó además un estudio sobre el dinamometamorfismo de las tobas y lavas de la serie volcánica jurásica (Caminos, 1976). Otros trabajos recientes (Dalziel y Elliot, 1973; Dalziel *et al.*, 1974 b; Dalziel *et al.*, 1975) tienen relación con la isla de los Estados en lo que respecta a su posición geotectónica dentro del arco del Scotia.

GEOGRAFÍA

A. GEOGRAFÍA FÍSICA

La isla de los Estados, porción de tierra estrecha y alargada en sentido este-oeste, mide unos 65 km de longitud. Su ancho es muy variable: 16 km en la sección de mayor amplitud y sólo 500 m en la parte más angosta; el promedio puede calcularse en unos 8 kilómetros. El eje longitudinal de la isla está marcado por un cordón montañoso de 50 km de longitud, integrado por cerros cuyas cumbres se sitúan entre los 400 y 800 m de altura sobre el nivel del mar. Recortado por numerosos cabos y bahías, el contorno de la isla es sumamente sinuoso; sus costas alcanzan una longitud de 292 kilómetros.

Varias islas más pequeñas se levantan a poca distancia; hacia el norte, las cuatro islas Año Nuevo, de las cuales las islas Observatorio y Elizalde son las mayores; hacia el sur, las islas Menzies, Dampier, el islote Alenxander y otros de menor importancia. El estrecho de Le Maire, cuyo ancho es de 24 km, separa la isla de los Estados de la Isla Grande de Tierra del Fuego.

I. OROGRAFÍA

El cordón montañoso que constituye el cuerpo de la isla, y que puede considerarse extremo suroriental de la Cordillera Fueguina, describe una gran S suavemente extendida con rumbo general este-oeste, rasgo particular que obedece al ajuste de la línea orográfica a los ejes de la estructura tectónica. Comenzando por el oeste, el cordón se eleva como elemento prominente al sur de la bahía Flinders, destacando en primer término a los montes Spegazzini (741 m) y, poco más allá, al sur de la bahía San Antonio, a los montes Bove (823 m), alturas máximas de la isla. A continuación de éstos se encuentran los montes San Juan (553 m a 800 m), al norte de los cuales se sitúa el monte Buckland (654 m), y al sur de los mismos el monte Fantasma (563 m). Prosiguiendo hacia el este aparecen los montes Noguera (500 m), Torre (710 m) y Buenos Aires (613 m), y más al naciente los montes Dentado (703 m), Cook (620 m) y Orejas de Burro (486 m). El cordón finaliza con los montes Foster (501 m) y Richardson (678 m), que marcan el extremo oriental de la isla.

El relieve de esta faja montañosa se caracteriza por su aspereza: picos agudos, crestas afiladas y valles profundos denotan el efecto erosivo de la glaciación pleistocena. Retirado el hielo, el mar ocupó los tramos inferiores y medios de las artesas glaciarias, transformándolas en bahías estrechas y de laderas abruptas que configuran un típico paisaje de fiordos. Varios cabos de forma aproximadamente triangular se separan de ambos lados de la dorsal montañosa. Hacia el norte se dirigen los cabos Galeano, Beaulieu, San Antonio, Colnett, Conway, Cooper, Furneaux y San Juan; hacia el sur apuntan los cabos Kempe, Webster, Kendall, Ventana y Follows. La superficie de estos cabos se encuentra a un nivel más bajo que el de la faja montañosa central y su relieve es mucho menos áspero; algunos presentan una superficie plana que con pendiente suave y ligeramente aterrazada desciende desde la base hasta el vértice.

El sector occidental de la isla, entre las bahías Flinders y Franklin, muestra un paisaje no tan abrupto como el del resto del área montañosa; hay allí cerros que alcanzan entre 400 y 600 m de altura, como el monte del Medio, pero el relieve, más suave, presenta formas redondeadas a mesetiformes. Las islas Año Nuevo son tierras bajas, de relieve llano, comparable al que caracteriza la extremidad de los cabos del flanco norte; la altura máxima —51 m sobre el nivel del mar— se encuentra en el centro de la isla Observatorio, precisamente en el lugar en que ha sido construido el nuevo faro.

II. HIDROGRAFIA

Los fiordos, que hacia ambos lados de la dorsal montañosa cortan transversalmente la cadena de cerros, determinan bahías estrechas y de aguas tranquilas, protegidas de los vientos. Estas entradas profundas figuran en las cartas de navegación con el nombre de puertos. Sobre el flanco norte de la isla se destacan los puertos Hopen, Parry, Basil Hall, Año Nuevo, Cook y San Juan del Salvamento; sobre el flanco sur se encuentran la bahía Capitán Cánepa y los puertos Celular, Vancouver y Back.

Existen además entradas amplias, abiertas, sin reparo ante los vientos y el oleaje, como las bahías Crossley, Flinders, San Antonio y Colnett, que recortan el lado norte de la isla, y las bahías York y Blossom, situadas en el lado sur. En el extremo occidental se encuentra la gran bahía Franklin, abierta hacia el suroeste. Numerosas entradas pequeñas, o caletas, recortan ambas costas; las principales, del lado norte, son las caletas Pactolus, San Luis y 5 de Enero, y del lado sur la caleta Brent y las bahías, Grant, Primera y Segunda.

En el interior de la isla hay numerosos cursos de agua dulce de carácter permanente. En el área montañosa central y oriental tienen escasa longitud; la mayoría son arroyos torrentosos, que se precipitan al mar por las laderas abruptas de los fiordos, o corren, entre saltos y cascadas, sobre el fondo escalonado de los valles glaciarios. Los que desaguan en los fiordos no miden más de uno o dos kilómetros de longitud; poco más largos son los que se vuelcan en las bahías abiertas. En el área montañosa occidental, donde el relieve es más suave, existen cursos cuyo desarrollo longitudinal merece mayor consideración; allí se forman arroyos de tres a seis kilómetros de longitud, como los que descienden desde los montes Spegazzini hacia el oeste, inundando la zona deprimida situada entre las bahías Franklin y Flinders; otros cursos de igual longitud se dirigen a las bahías Crossley y Franklin. Estos arroyos, que en los tramos superiores corren por laderas de pendiente escasa o moderada, en los inferiores divagan entre lagunas, pantanos y turbales, sobre el fondo aplanado de los valles. A diferencia de los cerros, cabos y bahías, elementos fisiográficos destacados del paisaje, ninguno de los arroyos ha recibido nombre geográfico. Despoblada la isla, la toponimia no ha sido elaborada por colonos sino por navegantes.

Alrededor de 125 pequeños lagos de agua dulce salpican el interior de la isla en el área montañosa. Casi todos ellos se encuentran en los tramos superiores de los valles glaciarios; miden de uno a cuatro kilómetros cuadrados de superficie y se disponen en forma escalonada, comunicándose entre sí por arroyos que finalmente desaguan en las cabeceras de los fiordos. El mayor cuerpo de agua es el lago Lovisato, de tres kilómetros de longitud, que ocupa el tramo inferior de una antigua artesa cuya salida al mar ha sido bloqueada por una barrera de depósitos morénicos.

III. CLIMA

El clima de la isla de los Estados es frío, húmedo y ventoso. Según datos registrados por la estación meteorológica que funcionó en la isla Observatorio,

y de acuerdo con los términos de la escala climática decimal utilizada por Knoche y Borzacov (1947, pág. 416), en la isla de los Estados el promedio anual de temperatura corresponde a "frío moderado", mientras las máximas y mínimas absolutas corresponden a los términos "templado" y "frío" respectivamente. En promedio, este clima resulta algo más frío que el de Ushuaia, localidad situada a la misma latitud; pero, según destacan Knoche y Borzacov, debido a las condiciones más marcadamente insulares de la isla de los Estados, el ambiente marítimo, actuando como agente moderador de las diferencias climáticas estacionales, determina allí inviernos algo más benévolos pero, en cambio, veranos más desfavorables.

Con respecto a los vientos, señalan Knoche y Borzacov (ob. cit.) que la isla de los Estados es el único lugar del país en el que la velocidad media anual del viento equivale al término "fuerte" de la escala decimal, denotando así la frecuencia con que se suceden las tormentas y los temporales. El viento frío y la humedad ambiente acentúan en forma notable la crudeza del clima; obsérvese, en el Cuadro I, la diferencia que existe entre las temperaturas efectivas medidas en días de calma y en días de viento; en la escala decimal, a las primeras les corresponde el término "frío moderado" y a las segundas el término "frío intenso".

Las precipitaciones, en forma de lluvia o de nieve, son frecuentes pero de intensidad moderada. A las frecuencias les corresponden, en efecto, los términos "muy grande" para los meses de invierno y "grande" para el resto del año, pero en cambio las intensidades varían entre "escasas" y "medianas". La nieve acumulada durante el invierno llega a fundirse totalmente en el verano; no hay pues hielo permanente ni campos de neviza en la isla de los Estados.

El Cuadro I es una adaptación del de Knoche y Borzacov (ob. cit.) para la isla de los Estados en el que figuran directamente los rangos de temperatura, humedad, etc., utilizados por dichos autores para definir los términos de su escala decimal.

IV. SUELOS Y VEGETACIÓN

En la isla de los Estados, como en toda la Cordillera Fueguina, las condiciones ambientales son propicias para el desarrollo de suelos podzolizados o con tendencia a la podzolización, es decir, suelos de reacción ácida. La gruesa capa de residuos vegetales acumulada sobre el piso de los bosques del distrito florístico magallánico, se descompone muy lentamente, originando ácidos orgánicos que, junto con las aguas pluviales, lavan y acidifican el suelo produciendo podzoles. En las praderas adyacentes, igualmente húmedas, la podzolización es aún más acentuada.

Los distintos tipos de suelos podzólicos distinguidos por Cappannini y Domínguez (1959) en la Isla Grande de Tierra del Fuego, suelos que se originan en estrecha dependencia con el relieve y la vegetación, pueden reconocerse, con características muy similares, también en la isla de los Estados. Las tres categorías de suelos señaladas por dichos autores son las siguientes:

- 1) *Suelos podzólicos de bosque*, desarrollados en áreas montañosas, cubiertas por vegetación selvática, y evolucionados a partir de rocas relativamente consistentes. Estos suelos suelen ser muy ácidos y ricos en materia orgánica y en nitratos, pero debido al intenso lavado carecen de sales solubles; son poco profundos y presentan textura franco-arenosa. En la isla de los Estados se los encuentra en las laderas escarpadas y cubiertas por densa vegetación boscosa del área montañosa centro-oriental; son suelos de color pardo oscuro que tienen como base a las lavas y tobas de la Formación Lemaire; miden de uno a dos metros de espesor y se asientan sobre el sustrato rocoso en contacto neto.

CUADRO I. DATOS CLIMATICOS

Estación: ISLAS AÑO NUEVO. Alt. s./n. mar: 51 m

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Temperatura media (°C)	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0
Temperatura máxima absoluta (°C)	15,1 a 20,0	15,1 a 20,0	15,1 a 10,0	10,1 a 15,0	10,1 a 15,0	5,1 a 10,0
Temperatura mínima absoluta (°C)	-10,0 a 0,0	0,1 a 5,0	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0
Temperatura efectiva (°C)	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0
Viento	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-10 a 0,0	<-10,0	<-10,0	<-10,0
Humedad relativa (%)	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85
Velocidad media del viento (km/h)	16,5 a 27,2	16,5 a 27,2	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4
Nubosidad (%)	81 a 90	71 a 80	71 a 80	71 a 80	81 a 90	81 a 90
Precipitación (mm)	61 a 100	61 a 100	61 a 100	61 a 100	31 a 60	31 a 60
Frecuencia de precipitación (nº de días)	20 a 22	17 a 19	20 a 22	20 a 22	23 a 25	25

	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	AÑO
Temperatura media (°C)	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	0,1 a 5,0
Temperatura máxima absoluta (°C)	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	10,1 a 15,0	10,1 a 15,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0
Temperatura mínima absoluta (°C)	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-10,0 a 0,0	-0,1 a 5,0	-10,0 a 0,0
Temperatura efectiva (°C)	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0	0,1 a 5,0	5,1 a 10,0	5,1 a 10,0	0,1 a 5,0
	<-10,0	<-10,0	<-10	<-10,0	<-10,0	-10,0 a 0,0	<-10,0
Humedad relativa (%)	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85	76 a 85
Velocidad media del viento (km/h)	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4	27,3 a 43,4	16,5 a 27,2	27,3 a 43,4
Nubosidad (%)	81 a 90	71 a 80	71 a 80	71 a 80	81 a 90	81 a 90	71 a 80
Precipitación (mm)	31 a 60	31 a 60	31 a 60	31 a 60	31 a 60	31 a 60	31 a 60
Frecuencia de precipitación (nº de días)	23 a 25	20 a 22	17 a 19	17 a 19	17 a 19	20 a 22	20 a 22

2) *Suelos podzólicos de la estepa*, formados en terrenos predominantemente llanos, cubiertos por vegetación de gramíneas o por bosques bajo y discontinuo. Son suelos más evolucionados y de mayor espesor que los anteriores, de textura franco - arenosa friable, ricos en raíces vegetales. En la isla de los Estados aparecen en el área montañosa occidental, de relieve más suave, cubriendo las laderas de pendiente poco pronunciada, o bien ocupando las partes más bajas de este sector, asociados con suelos turbosos; se los encuentran también en los cabos del flanco norte y en las islas Año Nuevo; presentan color pardo oscuro y tienen como base rocas más frágiles, como las pizarras y limolitas de la Formación Beauvoir, o sedimentos friables, como los depósitos morénicos de edad cuartaria.

3) *Suelos turbosos*, originados en los lugares más bajos del relieve, donde la presencia constante de agua favorece el crecimiento de una abundante vegetación higrófila. Son suelos profundos, fuertemente ácidos, muy ricos en materia orgánica y en nitrógeno. En la isla de los Estados adquieren buen desarrollo en las zonas más deprimidas del área occidental, entre las bahías Flinders, Crossley y Franklin, dentro de un ambiente francamente palustre, y también en las islas Año Nuevo, donde pasan en transición a suelos podzólicos de estepa.

Fitogeográficamente, la isla de los Estados pertenece al distrito magallánico, subdivisión más austral de la provincia florística subantártica. En esta región montañosa y extremadamente húmeda prospera un bosque higrófilo, de hojas persistentes, al que algunos botánicos, teniendo en cuenta la variedad de especies que reúne, han calificado de selva. En la isla de los Estados las formas arbóreas predominantes son diversas especies del género *Notophagus*, entre las que se destaca la conocida con el nombre vulgar de lenga; se encuentran también cohíues, guindos, canelos y maitines. Estos árboles alcanzan alturas de 10 a 15 metros. En el sotobosque abundan helechos, hongos, líquenes y musgos esponjosos saturados de agua. No hay enredaderas ni cañaverales, pero el tránsito resulta igualmente difícil debido a las epifitas y, sobre todo, a la vegetación arbustiva, muy densa y ramificada.

En el área montañosa centro - occidental de la isla, dentro de las bahías profundas, al reparo de los vientos, el bosque selvático, denso, cubre las laderas de los fiordos desde el nivel del mar hasta los 150 o 200 m de altura; allí cede lugar a la roca semidesnuda que aflora en las cumbres de los cerros. Si el relieve es menos escarpado pero más expuesto a la acción del viento, como en el área occidental, el bosque se diluye, a los 50 ó 100 m de altura, en agrupaciones de árboles bajos y achaparrados (bosque enano) que alternan con pastizales de gramíneas (prados alpinos); este tipo de vegetación cubre terrenos situados entre los 100 y 400 m sobre el nivel del mar; aún en estas alturas, si las pendientes no son muy pronunciadas, el suelo resulta marcadamente cenagoso.

En el ambiente de lagunas, pantanos y turbales que ocupa las partes más bajas de la región occidental, entre las bahías Franklin y Flinders, el bosque es reemplazado por matorrales intrincados de coníferas rastreras o por una cubierta tupida de plantas higrófilas compuesta por gramíneas, juncáceas y ciperáceas. En las islas Año Nuevo la vegetación es del mismo tipo; no se encuentran allí bosques sino una pradera herbácea, pantanosa, con pajonales de cortadera y abundantes especies palustres.

B. GEOGRAFÍA ECONÓMICA Y HUMANA

I. VIAS DE COMUNICACIÓN Y MEDIOS DE TRANSPORTE

No hay actualmente líneas de navegación marítima o aérea, que efectúen escalas en la isla de los Estados. Los buques de la Armada Nacional, en sus viajes a lo largo del litoral patagónico o en ruta a la Antártida, pasan con cierta

frecuencia por el estrecho de Le Maire, pero no se detienen en la isla si no es por algún motivo especial. Sólo misiones científicas y buques del Servicio de Hidrografía Naval en cumplimiento de sus tareas específicas visitan aisladamente la isla de los Estados.

Salvo la huella precaria que une la costa sur de la isla Observatorio con el faro situado en su interior, no existen en la región otras vías terrestres de comunicación interna. Exceptuando la playa de la bahía Colnett, donde, en 1967, lograron descender dos máquinas particulares, no parece haber en la isla otros lugares naturalmente apropiados para el aterrizaje de aviones. Los fiordos, sin embargo, podrían ser sitios adecuados para el descenso de hidroaviones. En las actuales condiciones, el helicóptero parece ser el medio más eficaz para recorrer el interior de la isla.

II. POBLACIÓN, INDUSTRIAS Y RECURSOS DE LA REGIÓN

Todos los intentos de establecer alguna población estable en la isla de los Estados se han visto frustrados. La Subprefectura Marítima y el faro, instalados en 1884 por el comodoro Laserre en la entrada de puerto San Juan del Salvamento, ya no funcionan, y la estación meteorológica, establecida en 1894 en la isla Observatorio, fue abandonada en 1919; los edificios, desocupados, aún se mantienen en pie, aunque no en buen estado de conservación. El presidio militar, levantado en 1896 sobre la costa norte del istmo que separa puerto Cook de la bahía Vancouver, fue trasladado en 1902 a Ushuaia; de esta construcción sólo quedan hoy las ruinas y el cementerio. El nuevo faro, levantado en la isla Observatorio, junto a la antigua estación meteorológica, funciona en forma automática; personal del Servicio de Hidrografía Naval se ocupa de renovar periódicamente su provisión de gas acetileno.

En la región occidental de la isla mayor, y también en la isla Observatorio, viven en estado semisalvaje algunas cabezas de ganado, cabras y ovejas mayormente, restos de malogrados intentos de colonización realizados en fechas recientes; los propietarios de estos animales residen actualmente en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

GEOLOGÍA

A. ESTRATIGRAFÍA

I. RELACIONES GENERALES

En la Hoja 67 e afloran dos unidades litoestratigráficas principales. La más antigua es la Formación Lemaire, constituida por tobas y lavas ácidas de edad jurásica superior, entre las que se intercalan, en cantidad subordinada, tufitas, areniscas tobáceas, limo-arcilitas, lutitas y conglomerados finos. El conjunto, plegado y dinamometamorfizado, mide alrededor de 10.000 m de espesor y su base no está expuesta. Los afloramientos de esta unidad ocupan la mayor parte de la isla de los Estados, principalmente el área montañosa centro-oriental y los cabos del flanco sur.

La unidad más joven es la Formación Beauvoir, que se apoya sobre la anterior en forma concordante y transicional. Está compuesta por limo-arcilitas, grauvacas y lutitas negras marinas, algo carbonáticas y fosilíferas, de edad jurásica superior a cretácica inferior; aparece con un espesor de unos 300 m y su techo no está expuesto. Aflora sólo en el extremo noroccidental de la isla mayor, en los cabos del flanco norte y en las islas Año Nuevo.

La estratigrafía de la Hoja se completa con acumulaciones glaciarias de edad pleistocena, de escasa extensión y potencia, que ocupan las partes más bajas del relieve, y con depósitos glacifluviales, glacimarininos y marinos de edad reciente.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS

1. MESOZOICO

1.1 JURÁSICO SUPERIOR

a) Formación Lemaire

Antecedentes: El nombre de Formación Lemaire (o Vulcanita Lemaire) fue propuesto por Borrello (1969, pág. 125) para denominar a las vulcanitas de edad jurásica superior que afloran en la Cordillera Fueguina, particularmente desde el este del lago Fagnano hasta la isla de los Estados. Estas rocas forman parte de la entidad de mucho mayor extensión regional mencionada a menudo en la literatura geológica de la Patagonia con el nombre de "Serie Porfírica o Porfirítica". Feruglio (1949) trató a todo este complejo bajo el título de "Pórfidos cuarcíferos y porfiritas de la Cordillera" y lo ubicó, al menos en parte, en el Jurásico superior. La serie alcanza varios cientos de metros de espesor y está constituida por tobas, lavas y brechas volcánicas de composición predominantemente riolítica; según destaca Feruglio (ob. cit.), aflora a lo largo de los Andes Patagónicos y Fueguinos en una faja casi continua que se extiende desde la isla de los Estados (55° L.S.) hasta muy poco al sur del lago Fontana (44° L.S.).

II. CUADRO ESTRATIGRAFICO

ERA	PERIODO	UNIDADES GEOLÓGICAS	LITOLOGIA	PROCESOS GEOLÓGICOS	ESESOR
CENOZOICO	Cuaternario	Depósitos Glaci - fluviales	Limos, arcillas, arenas, gravas, etcétera	Sedimentación fluvio - palustre	
		Sedimentos Glaciares	Till (arenas, brechas, conglomerados, etc.)	Erosión y sedimentación glaciaria	15 - 20 m
	Cretácico inf	Formación Beauvoir	Lutitas, limolitas, pizarras, grauvacas finas, lutitas carbonáticas	Sedimentación marina	300 m
Jurásico superior		Formación Lemaire	Tobas y lavas de composición ácida, tufitas, areniscas tobáceas, limo arcillitas, lutitas y conglomerados	Vulcanismo ácido	10.000 m
MESOZOICO					

De acuerdo con los autores y lugares en que ha sido estudiado, este complejo ha recibido distintos nombres, la mayoría de ellos informales. En los Andes Patagónicos, Bonarelli y Nágera (1921) llamaron "Serie Eruptiva Supra-triásica" a los afloramientos del lago San Martín, mientras Feruglio (en Fossa-Mancini *et al.*, 1938) denominó "Complejo Volcánico del Quemado" a los del lago Argentino; esta última denominación ha sido reemplazada por el nombre de Formación Quemado, propuesto por Katz (1963) y adoptado incluso por geólogos de Chile para referirse a los afloramientos de la región y de Última Esperanza. Furque (1966) llamó Formación Lucio López a los afloramientos de la sierra homónima, situada en la península Mitre, extremo oriental de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Fuera de la Cordillera, el equivalente litoestratigráfico de estas vulcanitas es el "Complejo Porfírico de la Patagonia extra-andina" (Feruglio, 1949), entidad de gran extensión areal que, en su porción más austral, constituye el basamento de la cuenca magallánica; Thomas (1949 a y b) denominó a este complejo "Serie Tobífera", nombre informal cuyo uso está bastante difundido entre los geólogos petroleros chilenos y argentinos. Riccardi (1971), debido a su constitución litológica, volvió a utilizar la denominación de Complejo El Quemado, criterio seguido por distintos investigadores actualmente.

Las primeras observaciones sobre esta serie efusiva fueron realizadas por Lovisato (1883), precisamente en la isla de los Estados; Hyades (1887) estudió petrográficamente las muestras obtenidas por este geólogo. Más tarde Nordenskjöld (1905) reconoció rocas similares en la Isla Grande de Tierra del Fuego, que luego Quensel (1912, 1913) estudió desde el punto de vista petrológico, extendiendo sus observaciones desde los afloramientos de la Cordillera Fueguina hasta los más septentrionales de la Cordillera Patagónica. Los estudios de Kranck (1932) contribuyeron principalmente a establecer sus rasgos tectónicos y sus relaciones estratigráficas en Tierra del Fuego, Borrello (1969, 1972) consideró la posición de este complejo dentro de la evolución del geosinclinal patagónico - fueguino.

En su trabajo sobre la isla de los Estados, Harrington (1943) demostró que gran parte de las rocas que Hyades (ob cit.) clasificara como sedimentarias son en realidad volcánicas. Las muestras descritas por Hyades como areniscas, arcosas, cuarcitas y esquistos arcillosos, señala Harrington, son "simplemente pórfidos cuarcíferos y sus tobas mostrando distintos grados de dinamometamorfismo". Agrega este autor que los principales tipos rocosos que componen la "Serie Porfírica" en la isla de los Estados son pórfidos cuarcíferos, a menudo caolínizados y sericitizados, felsitas, tobas de pórfido cuarcífero y esquistos sericíticos producidos por la creciente intensidad de la deformación tectónica, causante de una fuerte laminación y de estructuras fluidales secundarias; no niega, sin embargo, la presencia de intercalaciones sedimentarias en algunos niveles de la serie. Los trabajos posteriores de Dalziel *et al.* (1974 a) y de Caminos (1976), sobre los que se basa parcialmente la descripción de esta Hoja, confirman la opinión de Harrington acerca de la litología de las vulcanitas jurásicas.

Litología y distribución de los afloramientos: En la isla de los Estados, la Formación Lemaire está compuesta principalmente por tobas y lavas ácidas, entre las que se intercalan, en menor cantidad, bancos de tufitas, areniscas tobáceas, limo - arcilitas, lutitas negras y conglomerados. La serie está plegada y dinamometamorfizada regionalmente.

Este cuerpo rocoso constituye alrededor del ochenta por ciento de la isla de los Estados. Sus afloramientos determinan la cadena de cerros que se extiende desde los montes Spegazzini hasta los montes Richardson, así como los cabos del flanco sur y sur - oriental de la isla. La observación de campo per-

mite distinguir dentro de esta unidad, por orden de abundancia los siguientes tipos litológicos:

a.1. Tobas y lavas macizas, homogéneas, no estratificadas

Estas rocas afloran predominantemente en la dorsal montañosa de la isla, donde integran un conjunto mapeable, de gran espesor, cuyos afloramientos forman los cerros de mayor altura y relieve más escarpado (montes Spegazzini, Bove, Buckland, Torre, Dentado, Cook, etc.), las paredes de los fiordos del flanco norte (puertos Hopner, Parry, Basil Hall, Año Nuevo, Cook y San Juan del Salvamento), la costa suroriental de la bahía Flinders, y el seno de las bahías amplias que recortan el flanco sur (bahías Blossom, York, Capitán Cánepa y puerto Vancouver). La meteorización confiere a los afloramientos colores grisáceos claros, superficies rugosas y formas redondeadas que recuerdan a las de las rocas graníticas. La estratificación está ausente o es muy poco marcada (Láms. I, II y IV).

Los principales constituyentes de este conjunto rocoso son tobas porfiroclásticas de grano mediano a grueso, muy compactas, con matriz ligeramente pizarrosa. Estas rocas contienen fenoclastos de feldespato y cuarzo de uno a cinco milímetros de diámetro, angulosos, a veces levemente alargados y orientados según la foliación de la matriz. Los cristales de feldespato son de color blanco o rosado pálido con brillo mate; su aspecto sugiere caolinización, pero en general se encuentran frescos; los de cuarzo son algo más pequeños y de brillo vítreo. La matriz es afanítica, foliada, de color gris plumizo a gris verdoso pálido. En algunas tobas la orientación paralela de los fenoclastos lenticulares, alojados en una matriz finamente bandeada, produce una estructura de ojos, de origen mecánico, bastante bien definida; estas rocas se exfolian en delgadas lenticulas paralelas; otras, macizas a simple vista, destacan bajo el microscopio la foliación secundaria impuesta por el metamorfismo dinámico. En fractura fresca, las tobas de este tipo presentan un color general grisáceo con matices cenicientos, verdosos, castaños o rosados.

Algunos niveles de la secuencia tobácea conservan estructuras bandeadas de carácter eutaxítico. Este rasgo se destaca a simple vista por la alternancia de fajas subparalelas de distintos colores (verdosos, violados, negros grisáceos), o de igual color pero de distintos tonos; estas bandas, que a menudo se transforman en lentes muy alargadas, miden desde pocos centímetros hasta dos metros de espesor. Algunas fajas son muy ricas en cristaloclastos y en inclusiones lenticulares oscuras, isorientadas; otras carecen de inclusiones y se destacan por su aspecto vítreo. Pueden observarse estructuras bien desarrolladas de este tipo, sobre la costa oriental de puerto Basil Hall; en la costa sureste de puerto Año Nuevo (dentro de la pequeña caleta que recorta la cabecera del fiordo); en la entrada de puerto Cook, sobre la costa este; en puerto San Juan del Salvamento (a lo largo de la costa sur del fiordo); en punta Marina, pequeña apófisis situada sobre la costa oriental de la bahía Blossom; en puerto Celular, dependencia de la bahía York, y en distintos lugares situados a lo largo de las costas de la bahía Capitán Cánepa. El bandeamiento eutaxítico sugiere que, al menos en estos niveles, las efusiones fueron de carácter ignimbrítico.

Las tobas de grano fino, bien estratificadas, no abundan dentro de este conjunto. Se las puede encontrar, como ejemplo aislado, sobre la costa oriental de la bahía exterior de puerto Parry. Allí afloran tobas finas de color blanco ceniciento a gris verdoso claro que alternan con capas de grano algo más grueso y color ligeramente más oscuro; los bancos miden entre tres y 25 cm de espesor y están separados por superficies notablemente planas y paralelas; algunas capas tienen estructura gradada. Estas tobas contienen fenoclastos muy

pequeños, blanquecinos, de medio a un milímetro de diámetro, alojados en una matriz afanítica. El clivaje pizarroso, muy marcado, corta limpiamente la estratificación.

Son raras las texturas esferulíticas visibles en escala mesoscópica; ocasionalmente, como en la costa norte de la bahía York, afloran bancos macizos, muy compactos, de consistencia córnea, que alojan numerosas litofisas de hasta un centímetro de diámetro. Las brechas gruesas y los aglomerados tampoco son tipos litológicos comunes; el más notable de los depósitos de esta naturaleza, observado sobre la costa oriental de la bahía Capitán Cánepa, es una acumulación densa, caótica, formada por litoclastos angulosos de dos a cinco centímetros de diámetro asociados con bloques aislados de hasta un metro y medio. Los litoclastos, semivítreos, se destacan por su color gris oscuro; la matriz, tobácea, de color más claro, probablemente vítrea en su origen, hoy se encuentra totalmente cristalizada.

Entre las tobas porfiroclásticas gruesas se intercalan, en cantidad subordinada, mantos de origen lávico. Son rocas porfíricas, macizas, formadas por fenocristales idiomorfos de feldespato y cuarzo incluidos en una pasta afanítica de fractura subconcoidea; en ciertos casos el cuarzo es escaso o está ausente. En general presentan colores oscuros, grises negruzcos, y aspecto alterado; afloran, por ejemplo, en la costa oriental de puerto San Juan del Salvamento, en contacto con una intercalación de lutitas negras. Las lavas que afloran en la costa de la bahía Flinders, en cambio, están formadas por una pasta de color gris perla, muy compacta, que aloja fenocristales de cuarzo de dos a seis milímetros de diámetro. Algunos bancos muestran clivaje, aunque débilmente marcado. Sobre el terreno no siempre es posible diferenciar estas rocas de las tobas gruesas, macizas.

a.2. Tobas, lavas y tufitas estratificadas

A lo largo del flanco sur de la isla aflora otro conjunto rocoso potente formado en su mayor parte por tobas, lavas y tufitas. A diferencia del grupo anterior, esta secuencia muestra una estratificación bien marcada, gruesa, claramente definida por la alternancia de bancos de cinco a 20 m de espesor que se repiten regularmente. Este rasgo es bien visible sobre las costas acantiladas de los cabos Kendall y Webster.

El afloramiento de estas rocas determina una faja mapeable que, con ancho creciente hacia el este, se extiende desde las proximidades de la bahía Capitán Cánepa hasta el extremo oriental de la isla. Las rocas de este grupo constituyen los cabos San Juan, Kendall, Webster y Kempe, las puntas Fallows y Ventana, las islas Dampier y los islotes Gilbert. La serie, fuertemente inclinada e invertida en la parte oriental del afloramiento, yace estratigráficamente por debajo de las rocas del grupo anterior; el contacto entre ambas secuencias es normal y el pasaje de una a otra relativamente rápido.

Las tobas gruesas que aparecen en este conjunto son similares a las que, en el grupo anterior, participan como elementos predominantes, casi únicos. Se observa aquí, en cambio, una mayor proporción de tobas finas y de tufitas, rocas de colores claros, blanquecinos, que afloran en bancos bien estratificados de 10 a 30 cm de espesor (Lám. VII, 2); algunas capas muestran una fina laminación; otras, estructura gradada; hay bancos silicificados, compactos, de fractura concoidea y aspecto cuarcífero. El clivaje, oblicuo a la estratificación, está muy desarrollado en los materiales finos; estas rocas adquieren a menudo el carácter de pizarras y filitas cuya fractura produce láminas delgadas, de superficie gris satinada, cruzadas por fajas de corrugamiento (*kink bands*); estructuras secundarias de este tipo pueden observarse, por ejemplo, en la costa oriental de la bahía Blossom, frente a punta Marina. En el mismo sector, cerca de

punta Ventana, afloran bancos tobáceos macizos en alternancia regular con tobas finas; los primeros, deformados por *boudinage*, muestran una típica estructura en rosario.

Las lavas, siempre subordinadas en cantidad con respecto a las tobas, destacan sin embargo algunos buenos afloramientos en las costas de la caleta Brent y también de la bahía Blossom, cerca de punta Marina; en este último lugar aflora un pórfido muy característico, con pasta de color gris violado y fenocristales de feldespatos, más claros, de dos a cuatro milímetros de diámetro; carece de cuarzo y de minerales oscuros.

a.3. Areniscas tobáceas, limo - arcilitas, lutitas y conglomerados

Las rocas sedimentarias intercaladas entre las tobas y lavas son areniscas de grano mediano a fino, limo - arcilitas, lutitas negras, pizarrosas, ricas en materia orgánica, y conglomerados finos. En algunos niveles de la Formación Lemaire estos materiales tienen una participación tan notable que es posible distinguir conjuntos mixtos sedimentario - volcánicos y aun miembros puramente sedimentarios cuya separación como unidades mapeables estará naturalmente supeditada a la escala en que se realicen las observaciones.

La escala del presente levantamiento nos permite distinguir un conjunto sedimentario - volcánico que aflora sobre la costa norte de la isla, entre los cabos Cooper y Fourneaux, y en el extremo suroccidental, a lo largo de las costas del cabo San Bartolomé. La serie está bien estratificada y, aunque localmente las capas muestran repliegues violentos, la posición general del conjunto es subhorizontal. El carácter estratificado es visible desde gran distancia: las capas areno - arcillosas intercaladas entre los bancos de tobas y lavas confieren a los acantilados del noreste y suroeste de la isla un aspecto bandeado muy característico. Hay buenos afloramientos de vulcanitas lávicas, macizas, en la costa oriental de puerto Pactolus, en contacto tectónico con tobas estratificadas, y en la costa occidental de la caleta San Luis, debajo de una serie de conglomerados, areniscas y lutitas negras. Este conjunto mixto sedimentario - volcánico marca la culminación de la Formación Lemaire en la isla de los Estados; sobre él se apoyan los términos inferiores de la Formación Beauvoir.

Es posible distinguir también varios cuerpos puramente sedimentarios cuya potencia y extensión les permite figurar como elementos mapeables en la escala 1 : 200.000. Son intercalaciones de 100 a 600 m de espesor y forma lenticular muy alargada; afloran como fajas de 10 a 15 km de longitud que en sus extremos finalizan acuniándose entre las rocas volcánicas. Siendo rocas menos resistentes a la erosión que las tobas y lavas, sus afloramientos coinciden con portezuelos, itsmos, ensenadas y otras depresiones del terreno. Una de las intercalaciones más visibles aflora al pie del monte Kendall, cruzando de este a oeste el istmo que separa puerto Año Nuevo de puerto Basil Hall; otra no menos notable aparece en la entrada de puerto Hopner, aflorando, a nivel del mar, sobre ambas costas del fiordo. El cuerpo sedimentario que aflora a lo largo de la costa sudoriental de puerto San Juan del Salvamento, es una de las intercalaciones más potentes y de litología más variada. Sobre el flanco sur de la isla se destaca una intercalación formada por pizarras negras, areniscas y conglomerados finos que se extiende desde puerto Back hasta el islote Gilbert. Otra intercalación, lutítico - pizarrosa, aflora en la base del cabo Kempe, frente a las islas Alexander.

Las areniscas que componen estas facies sedimentarias son de grano mediano a fino y de color blanco grisáceo. El rasgo más característico de estas rocas es una laminación fina producida por la alternancia de capas claras y oscuras de uno a dos milímetros de espesor. Areniscas de este tipo afloran en las costas de puerto Pactolus y de la caleta San Luis, en punta Laserre, en puerto San Juan del Salvamento y en las bahías Blossom y Franklin. En otros

niveles la estructura laminada es más gruesa y está determinada por bandas de dos cinco centímetros de espesor que se repiten rítmicamente; las capas claras están formadas por areniscas finas y las oscuras por limo - arcilitas grises negruzcas. Hay bancos aislados con laminación diagonal y, ocasionalmente, estructuras de corte y relleno. En general son rocas algo friables, que pasan en transición a tufitas y areniscas tobáceas. Contienen granitos angulosos de cuarzo y feldespato y pequeños litoclastos vítreos o semicristalinos; estos últimos, algo caolinizados, se destacan claramente en la matriz más fina y oscura de las limo - arcilitas que afloran en los acantilados de la costa nororiental. La fracción arcilla, abundante en algunas areniscas tobáceas, ha recristalizado en fina moscovita paralelamente orientada. Todas estas rocas presentan generalmente uno o dos juegos de clivaje muy bien marcados; estas estructuras secundarias no afectan sin embargo a los rasgos primarios más delicados, como la laminación paralela, por ejemplo, que se encuentra siempre perfectamente conservada. Algunos bancos arenosos finos contienen restos de belemnites.

Las lutitas negras, pizarrosas, forman paquetes de 10 a 50 m de espesor, bien definidos, en contacto neto con los bancos de arenisca o toba que les sirven de techo o base. Son rocas generalmente deleznableles que se exfolian a menudo en láminas papiráceas de brillo lustroso; algunos niveles denotan riqueza en piritita y materia carbonosa. Los afloramientos de lutitas negras de puerto Basil Hall contienen fragmentos de *Inoceramus*. Algunas intercalaciones de este tipo presentan microplegamientos apretados y abundante inyección de cuarzo venoso.

Los conglomerados, comparativamente escasos, forman bancos compactos, de dos a tres metros de espesor, asociados generalmente con capas de areniscas gruesas, sabulíticas, y a veces en contacto directo con lutitas negras. Contienen guijarros subredondeados, de uno a cuatro centímetros de diámetro, de tobas y lavas similares a las que constituyen el grueso de la Formación Lemaire. Los rodados que contiene el conglomerado que aflora en las costas de la caleta San Luis, por ejemplo, provienen sin duda del manto de lava porfírica que sirve de base a este depósito. Las estructuras secundarias de origen mecánico están poco desarrolladas en los conglomerados; algunos bancos muestran clivaje, aunque toscamente definido, y en ninguno de los casos observados se comprobó alargamiento ni orientación dimensional en los guijarros.

Petrografía: De acuerdo con el estudio petrográfico realizado por uno de los autores (Camino, 1976), trabajo en el que se basa la siguiente descripción, las vulcanitas de la Formación Lemaire y los sedimentos asociados son rocas semireconstituidas metamórficamente. En la mayoría de los casos observados la matriz de las vulcanitas ha recristalizado por completo, mostrando con claridad el desarrollo de distintos tipos de clivaje; los fenocristales, en cambio, sobreviven como elementos relicticos alojados en una matriz metamórfica. La textura que resulta es así típicamente blastoporfírica. Desde este punto de vista las vulcanitas de la isla de los Estados pueden clasificarse como tobas o pórfidos pizarrosos, foliados o esquistosos. Algunos autores denominan porfiróides a las rocas de esta naturaleza.

Dado que la reconstitución metamórfica ha modificado en parte la mineralogía primitiva, es problemático decidir con exactitud la composición original de estas rocas, máxime si no se cuenta con análisis químicos. Cabe señalar que el estudio de los minerales relicticos demuestra que los fenocristales de plagioclasa sódica predominan sobre los de feldespato potásico, circunstancia que define tipos rocosos con marcada afinidad queratofírica. Esta particularidad mineralógica, sin embargo, no parece ser de origen primario; ciertas evidencias sugieren que en estas rocas la presencia de plagioclasa albítica se debe relacionar con procesos secundarios que promovieron el reemplazo metasomático de potasio por sodio. Es probable entonces que la composición original

de las lavas y tobas de la Formación Lemaire oscilara entre riolítica y riolítica.

Elementos relicticos: Las tobas y lavas pizarreñas contienen abundantes fenocristales relicticos de plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico. En promedio, los más numerosos son los de plagioclasa. Este mineral aparece en cristales eu- o subhedrales, de hábito tabular, a menudo quebrados en fragmentos angulosos; son individuos homogéneos de albita u oligo-albita. Las secciones tienen bordes lisos, aunque finamente aserrados por la penetración de las laminillas de moscovita metamórfica que forman la matriz. En algunas lavas los fenocristales de albita presentan una envoltura de igual composición, crecida tardíamente y depositada en continuidad óptica o no sobre un núcleo de formación más temprana; estos cristales no tienen bordes rectos sino contornos ameboideos y la envoltura posee estructura esponjosa. Las maclas más comunes siguen las leyes de Albita y Carlsbad; con cierta frecuencia aparece la estructura en tablero de ajedrez (*chess-board twinnig*) producida por el desarrollo discontinuo y alternado de las laminillas del maclado polisintético (Lám. X, 2).

La mayoría de los cristales de albita se encuentran frescos; cuando hay alteración química ésta se reduce a partículas de sericita o caolinita y a granulos de epidoto, calcita, clorita y titanita. En general, las roturas y deformaciones por cataclasis no son severas; extinciones onduladas y grietas o fisuras ocupadas por minerales de crecimiento secundario son las perturbaciones de origen mecánico más comunes; algunas veces se observan maclas arqueadas, cristales desgajados a lo largo de los planos de clivaje y fajas de material granuloso. Algunos fenoclastos acusan movimientos rotacionales de 10° a 15° ; otros han girado hasta 90° sin sufrir roturas.

El cuarzo es, después de la plagioclasa, el más abundante de los minerales relicticos. Es preciso indicar, sin embargo, que en algunas rocas puede ser escaso o hallarse ausente. Aparece en cristaloclastos angulosos o en bipirámides hexagonales desgastadas por corrosión magmática; algunos individuos asumen contornos muy irregulares. Las secciones muestran en general bordes lisos, menos penetrados que los de feldespato por la moscovita metamórfica, aunque a menudo cruzados por fibrillas de estilpnomelano. Algunas lavas contienen fenocristales de cuarzo cuyo núcleo está formado por una bipirámide de bordes rectos, crecida tempranamente, sobre la que se apoya en continuidad óptica una envoltura del mismo mineral crecida tardíamente. En algunos fenocristales el cuarzo desarrollado en la segunda etapa de crecimiento supera en volumen al formado en la primera, e incluso hay individuos contruidos totalmente por cuarzo de segunda generación. El cuarzo de crecimiento magmático tardío se distingue por su estructura poiquilitica y límites ameboideos. Los cristales de cuarzo se extinguen en forma ondulante y a veces fragmentaria. Muchos individuos presentan laminillas de deformación (a veces llamadas, erróneamente, laminillas de Bohem) de 0,005 mm de espesor; los juegos de laminillas cubren parcialmente los cristales de cuarzo y, en general, se disponen oblicuamente con respecto al clivaje pizarreño y en ángulo recto con respecto a las bandas de extinción ondulada. Hay cristales de cuarzo fracturados y granulados en los bordes, pero no son abundantes. La mayoría de los fenocristales conservan íntegras sus formas primarias.

Los cristales de feldespato potásico, ortosa, aparecen en cantidad subordinada con respecto a los de plagioclasa y cuarzo; en pocas muestras llegan a ser elementos predominantes y en muchas faltan por completo. Son individuos eu- o subhedrales, con bordes engolfados y a menudo angulosos por fracturamiento piroclástico. Raramente presentan maclas y si lo hacen es según la ley de Carlsbad. Pueden estar alterados en caolinita, a veces en grado avanzado. En algunas rocas los cristales de ortosa contienen parches de albita,

maclados e isorientados cristalográficamente; en ciertos casos, la yuxtaposición de parches origina zonas de albita con estructura en tablero de ajedrez que ocupan partes del cristal y a veces casi todo el individuo. Esta observación tiene dos consecuencias importantes: primero, lleva a pensar que los cristales homogéneos de albita con dicho tipo de estructura son el producto de un remplazo completo de potasio por sodio; segundo, permite suponer que la presencia de rocas queratófíricas en la Formación Lemaire puede atribuirse a un proceso tardío de redistribución metasomática de álcalis en rocas de composición original aproximadamente riolítica.

La biotita es el único mineral ferromagnésico hallado entre los elementos relictivos. No es abundante, probablemente porque fue ya un mineral escaso entre los componentes originales y porque ha sufrido más que ningún otro los efectos de la deformación. Se encuentran láminas de este mineral flexionadas en planos escalonados (*kinking*), microplegadas violentamente o transformadas en jirones clorítico-moscovíticos atrapados entre planos de cizalla. Algunas lavas contienen cristales de biotita cloritizada que alojan granos de titanita, magnetita, rutilo y manojos de estilpnomelano.

Los litoclastos no son abundantes en las tobas de la Formación Lemaire, aunque en algunos niveles se los encuentra en cantidad considerable. Se trata en tales casos de fragmentos líticos de formas irregulares, angulosos, a veces semidesintegrados, o bien de inclusiones alargadas, lingüiformes, orientadas paralelamente (*fiammes*). Están transformadas a menudo en masas granulosas de epidoto, clorita y óxido de hierro. Los litoclastos mejor conservados pueden estar formados internamente por un fieltro de esferulitas de cuarzo y feldespato, por un agregado felsítico o por una masa semicristalina. Algunas inclusiones líticas son fragmentos de vulcanitas ácidas hialoporfíricas con pastas de estructura bandeada por flujo verdadero; otras, de origen seguramente ignimbítico, consisten en una masa pseudofluidal de vitroclastos aglutinados.

Texturas y componentes metamórficos: En la matriz de las tobas, tufitas y areniscas tobáceas la reconstitución ha sido total; en grado algo menor han reaccionado las pastas de las lavas. Los principales minerales metamórficos son cuarzo, albita, moscovita y estilpnomelano; en menor cantidad se encuentran clorita, sericita, epidoto, calcita, titanita, rutilo y minerales opacos; es probable la presencia de paragonita mezclada con la moscovita. La mayoría de los minerales metamórficos crecieron en condiciones dinámicas; los menos crecieron, estática y tardíamente, en condición postectónica. La cristalización sincinemática, desarrollada en varias etapas, estuvo acompañada por la formación de distintos tipos de clivaje.

El clivaje pizarreño (*slaty cleavage, flow cleavage*), penetrativo en la matriz de las tobas y tufitas, se debe, fundamentalmente, a la perfecta orientación paralela de las laminillas de moscovita y, en ciertos casos, de estilpnomelano. La textura resultante es lepidoblástica, bandeada y extremadamente fina. Las laminillas de moscovita miden entre 0,08 y 0,016 mm de longitud; los cristales de estilpnomelano lo mismo o poco más; los granos de cuarzo y albita, isodiamétricos o ligeramente alargados en el sentido de la foliación, miden alrededor de 0,02 milímetros. No hay minerales porfiroblásticos. El bandeamiento composicional (*compositional layering*) está marcado por fajas subparalelas ricas en moscovita o en estilpnomelano (Lám. VIII, 1). El curso de las bandas micáceas suele ser sinuoso; ondulan entre los grandes fenoclastos relictivos, se bifurcan y anastomosan, y a veces se diluyen en zonas de composición homogénea (seudoflujo de origen mecánico). Las bandas composicionales miden entre 0,5 y 0,1 mm de espesor.

Dos estructuras características acompañan al clivaje pizarreño: sombras de presión y fajas de cuarzo granular. Las sombras de presión (*pressure shadows*) forman colas o cabelleras de cuarzo, estilpnomelano o moscovita adosa-

das a los fenoclastos de feldespato y cuarzo (Lám. VIII, 1 y 2; IX, 1). La estructura de ojos, visible a veces en las muestras de mano, se debe en gran parte al efecto de las sombras de presión que se desprenden de los cristales relicticos. El alargamiento de las colas es siempre paralelo al rumbo del clivaje pizarreño. El cuarzo integrante de las sombras de presión configura un mosaico de textura granoblástica poligonal cuyos granitos miden entre 0,08 y 0,02 mm de diámetro; hay colas formadas casi exclusivamente por fibrillas de estilpnomelano orientadas paralelamente; la moscovita suele ser un componente subordinado. Es corriente la conexión de dos a más fenoclastos por medio de puentes de cuarzo formados por la unión de sus respectivas sombras de presión.

Las fajas de cuarzo granular están formadas por granitos de cuarzo granoblástico, equidimensionales, límpidos y de extinción rápida. Estas características pueden perderse cuando las fajas son cortadas por planos de cizalla y/o clivaje desarrollados en etapas posteriores de deformación. Además de cuarzo pueden participar en su composición cristales aciculares de estilpnomelano, de hasta 0,3 mm de longitud, agrupados en manojos desordenados; pueden contener también granos aislados de calcita. El mosaico de cuarzo suele invadir el interior de los fenoclastos fracturados penetrando a lo largo de grietas y fisuras. Hay, finalmente, fajas cuarzosas transversales a toda estructura laminar que rellenan fracturas tardías.

El clivaje de transposición (*strain-slip cleavage, crenulation cleavage*) se desarrolla a partir del clivaje pizarreño combinando flexiones, rotaciones, microfracturamientos, deslizamientos y cristalización de nuevos minerales sobre las superficies de cizalla. Produce estructuras laminares sobreimpuestas, no penetrativas en escala mesoscópica y, por lo general, tampoco en escala microscópica, pero en ciertos casos puede derivar hacia un verdadero clivaje pizarreño totalmente penetrativo. Los neominerales que acompañan el desarrollo de este clivaje son láminas de moscovita o de estilpnomelano de alrededor de 0,1 mm de longitud. La separación más corriente entre plano y plano de transposición varía entre 0,2 y 0,4 mm (Lám. IX, 2); no es raro sin embargo, observar microlitones de hasta 5 mm de espesor. En general, estos planos se desvían o interrumpen al tocar los fenoclastos relicticos de cuarzo y feldespato, pero cruzan las sombras de presión y las fajas de cuarzo formadas previamente; el arrastre de algunas colas cortadas por planos de cizalla indica desplazamientos relativos de hasta 0,6 milímetros.

El clivaje de fractura (*fracture cleavage*) es otra estructura laminar común en la matriz de las tobas y sedimentos asociados. No es raro que, combinándose con microplegamientos y deslizamientos, se transforme en clivaje de transposición. En las vulcanitas lávicas el clivaje de fractura es la estructura secundaria de origen dinámico más destacada; los otros tipos de clivaje están ausentes o mucho menos desarrollados. Las pastas de algunas lavas conservan aún ciertos caracteres primarios, tales como esferulitas de desvitrificación y bandas de flujo magmático; estas estructuras son cortadas por los planos subparalelos, anastomosados, del clivaje de fractura, ocupados a menudo por diminutas laminillas de estilpnomelano o minerales opacos.

Merece un breve comentario la presencia de estilpnomelano, silicato ferromagnésico no registrado en las metavulcanitas jurásicas que afloran en otras regiones de la Cordillera Fueguina (Quensel, 1913; Kranck, 1932; etc). En las tobas y lavas dinamometamorfizadas de la isla de los Estados este mineral es relativamente abundante y se caracteriza por su hábito marcadamente acicular y por la tendencia de los cristales a agruparse en haces o ramilletes de fibrillas divergentes; tiene color castaño rojizo intenso y pleocroísmo muy acentuado, lo cual indicaría que se trata de la variedad más rica en óxido férrico que ferroso. Sus relaciones texturales indican que su cristalización abarcó un pe-

riodo bastante amplio dentro de la historia metamórfica de las rocas en cuestión.

Demuestran cristalización sintectónica las laminillas de estilpnomelano paralelamente orientadas que forman parte de las bandas composicionales y de las sombras de presión, acompañando en ambos casos al clivaje pizarreño (Láms. VIII, 2; IX, 1); estos cristales, crecidos bajo condiciones generales de esfuerzo, representan uno de los primeros productos de la reconstitución metamórfica; aunque algo más tardías, pertenecen a la misma categoría las laminillas paralelas ubicadas en los planos de cizalla que controlaron el desarrollo del clivaje de transposición. Revelan formación postectónica los cristales de estilpnomelano sin orientación definida, agrupados a menudo en manojos de estructura fibroso - radiada, que se encuentran en el interior de cristales relictos, dispersos en la matriz o asociados con las venas discordantes de cuarzo granular (Láms. VIII, 1; X, 1); en estos casos la presencia de este mineral puede atribuirse a procesos tales como migración tardía de elementos móviles, reemplazo metasomático y circulación de fluidos postectónicos a lo largo de planos de debilidad estructural.

Petrogénesis y grado de metamorfismo: Los distintos tipos de clivaje señalados en las metavulcanitas de la Formación Lemaire son estructuras de origen eminentemente dinámico; la posición oblicua del clivaje pizarreño con respecto a la estratificación, por ejemplo, elimina toda sospecha de que pudiera tratarse de una estructura originada por recristalización mimética. No ha sido sin embargo la ruptura y granulación de cristales (cataclasis, milonitización, etc.) el principal factor responsable de tales estructuras laminares; en estas rocas originalmente porfíricas, provistas de abundante pasta o matriz, la posibilidad de contactos y fricciones intergranulares fueron sin duda muy limitadas; al producirse la deformación plegante, la matriz de las tobas y tufitas, formada por trizas vítreas o por finas partículas cristalinas, absorbió la mayor parte del esfuerzo tectónico, mientras los fenoclastos, rígidos, flotaban libremente dentro de una envoltura plástica en proceso de recristalización sincinemática.

La reconstitución metamórfica se realizó, en su mayor parte, bajo el control de los planos de esfuerzo cizallante inducidos en el seno de la masa rocosa por la acción tectónica. Cabe suponer una intensa actividad química simultánea con la deformación y aliada con procesos tales como remoción y transporte de átomos o grupos atómicos por solución, redepositación, difusión por circulación intersticial y convecciones por gradientes de presión. El control de los planos de esfuerzo de cizalla sobre todos estos procesos produjo el crecimiento de los neominerales en posición paralela y su segregación en bandas de distinta composición, es decir, los rasgos que definen al clivaje pizarreño. Las sombras de presión, originadas por la migración de sílico y otros elementos móviles a las zonas de menor esfuerzo, al resguardo de los fenoclastos, se formaron en condiciones análogas. Es de notar que la migración de elementos fue un proceso activo aun después de la deformación, según lo demuestra la presencia de minerales que, como el estilpnomelano tardío, cristalizaron sin duda en condiciones estáticas.

Es interesante destacar que el clivaje pizarreño, como rasgo difundido en la mayor parte del cuerpo rocoso, se formó sólo durante la primera etapa de deformación (véase el capítulo sobre Estructura). Los movimientos posteriores produjeron clivaje pizarreño sólo en las partes más comprimidas del plegamiento o en las rocas que por su naturaleza íntima fueron más propensas a la deformación plástica; en muchos lugares el clivaje pizarreño es reemplazado por clivajes de fractura y transposición, y en otros no llegó a formarse en ningún momento de la historia tectónica. Los mantos lávicos, por ejemplo, más

competentes que los tobáceos, respondieron al esfuerzo tectónico de distinta manera; en estas rocas hay cataclasis más intensa, pero el clivaje pizarreño está menos desarrollado que en las tobas y tufitas.

En el caso de la Formación Lemaire debe desecharse la hipótesis, expuesta por algunos autores para otras unidades, según la cual el clivaje pizarreño se originó por compactación tectónica y rotación de las partículas hasta una posición paralela a los planos axiales del plegamiento. Este mecanismo requiere como condición necesaria sedimentos no consolidados y abundante agua intersticial que facilite el libre movimiento de las partículas; más tarde, si se dan condiciones favorables, se producirá la reconstitución metamórfica y los nuevos minerales crecerán de acuerdo con la posición de las arcillas previamente orientadas. No se han hallado en la Formación Lemaire evidencias que demuestren un origen semejante para el clivaje pizarreño. Hay más motivos para pensar que al comenzar la deformación la serie rocosa, aunque en condiciones de reaccionar plásticamente ante el esfuerzo, se encontraba ya consolidada incluso en los niveles sedimentarios, y que la recrystalización y el clivaje se produjeron simultáneamente gracias a una combinación de factores mecánicos y químicos que actuaron en forma sincrónica.

En síntesis, las metavulcanitas de la Formación Lemaire y los sedimentos asociados son rocas que se encuentran en estado de reconstitución parcial, los minerales metamórficos demuestran haber alcanzado su equilibrio en condiciones de temperatura muy baja y presión moderada, y las estructuras laminares, aunque bien desarrolladas en general, no han llegado a borrar por completo muchos rasgos primarios. Estas características denotan uno de los términos más bajos del metamorfismo regional, más precisamente, la facies de metagrauvaca prehnítica pumpellitica, tal como fuera definida por Coombs (1960) para incluir a las rocas metamórficas de grado intermedio entre la facies de ceolita y las facies de esquistos verdes y esquistos glaucofánicos.

Relaciones estratigráficas y edad: La base de la Formación Lemaire no está expuesta en la isla de los Estados. El complejo basal, de edad presumiblemente paleozoica, sobre el que se apoyan las rocas jurásicas de la Cordillera Fueguina, no aflora en esta región.

El techo, en cambio, es visible y está determinado por las sedimentitas de la Formación Beauvoir, que se apoyan normalmente sobre las vulcanitas. Según lo que puede observarse en la costa suroeste de la bahía Flinders, el contacto entre ambas unidades es concordante y transicional (Dalziel *et al.*, 1974, págs. 2507 - 2508). En dicho lugar el pasaje de la Formación Lemaire a la Formación Beauvoir se realiza a través de una zona de transición, de unos 50 m de espesor, formada por bancos de tobas, areniscas tobáceas claras, limolitas y lutitas negras; de allí hacia arriba no vuelven a aparecer rocas volcánicas. Algunas fallas normales de ángulo alto y pequeño rechazo cortan la zona de contacto.

Ahora bien, en su trabajo sobre la isla de los Estados, Harrington (1943, págs. 38, 39 y 44) destaca la presencia en caleta San Luis de un conjunto sedimentario apoyado normalmente sobre rocas volcánicas. Esta secuencia que, en efecto, aflora bien expuesta en la costa oeste de dicha caleta, se inicia con un conglomerado de uno a dos metros de espesor que se apoya en contacto neto sobre un manto de vulcanitas porfíricas, macizas; el depósito contiene rodados de rocas similares, de hasta 30 cm de diámetro, fuertemente cementados. Sobre el conglomerado siguen bancos de areniscas blanco grisáceas, ligeramente verdosas, con laminación diagonal, estructuras de corte y relleno en los niveles superiores, y clivaje bien marcado; las areniscas se transforman hacia arriba en un grueso paquete de limolitas y pizarras de color negro azulado comparables con las que constituyen gran parte de la Formación Beauvoir. El conjunto, sin techo visible, alcanza unos 500 m de espesor.

Harrington (ob. cit.) considera que esta secuencia representa el comienzo de la serie sedimentaria sobrepuesta a las vulcanitas, la que descansaría entonces "por medio de un conglomerado basal de escaso espesor, en pseudoconcordancia sobre los pórfidos cuarcíferos tobáceos"; esta opinión implicaría que los sedimentos que originaron la Formación Beauvoir comenzaron a depositarse sobre las vulcanitas luego de un período de erosión de cierta consideración. Aceptando esta idea, Borrello (1969, pág. 131; 1972, pág. 746) agrega que el conglomerado y las areniscas de la caleta San Luis pueden asimilarse al "grupo arenoso basal" o "Grupo Sprinhill", unidad reconocida y descripta en el subsuelo de la cuenca magallánica como un cuerpo sedimentario de espesor variable y lateralmente discontinuo, intercalado entre el complejo volcánico jurásico y las series sedimentarias sobreyacentes.

Sin embargo, no podría asegurarse que el contacto expuesto en la caleta San Luis marque verdaderamente el techo de la Formación Lemaire, ni que el conglomerado y las areniscas sean realmente el "grupo arenoso basal" o "Grupo Sprinhill". Según se indica en un trabajo anterior (Dalziel *et al.*, ob. cit.), dado que hay bancos de conglomerados, areniscas y lutitas negras intercalados en la serie volcánica, no existen motivos para suponer que los depósitos de la caleta San Luis sean necesariamente las capas basales de la Formación Beauvoir; podría tratarse de una de las tantas intercalaciones sedimentarias alojadas dentro del complejo volcánico. Debe considerarse además que el conglomerado de la caleta San Luis no tiene por qué significar un extenso período de erosión; es más probable que este conglomerado, lo mismo que otras acumulaciones gruesas intercaladas entre las vulcanitas, sea en realidad un depósito de carácter lenticular y discontinuo y de importancia local dentro de la secuencia. Por el contrario, la relación observada en la bahía Flinders tiende a demostrar que el contacto entre la Formación Lemaire y la Formación Beauvoir es, regionalmente, una transición volcánico - sedimentaria concordante.

Con respecto a la posición cronológica de la Formación Lemaire, se mantiene la edad jurásica, preferentemente media a superior, que en general se asigna a este complejo volcánico de la Cordillera Patagónico - Fueguina. El Cuadro III sintetiza la opinión de distintos autores acerca de esta unidad y sus correlativas.

1.2. JURÁSICO SUPERIOR A CRETÁCICO INFERIOR

a) Formación Beauvoir

Antecedentes: El nombre de "Serie de Beauvoir" fue dado por Camacho (1948) a un conjunto sedimentario que aflora en la sierra homónima, situada al norte del lago Fagnano, en la Isla Grande de Tierra del Fuego. Afloramientos de presumiblemente la misma entidad fueron reconocidos más tarde por Furque (1966) en la península Mitre y denominados Formación Beauvoir. En el presente trabajo asimilaremos a dicha unidad la serie sedimentaria que en la isla de los Estados sucede estratigráficamente a la Formación Lemaire. Harrington (1943) se había referido a estas rocas con el nombre de serie pizarreña.

Litología y distribución de los afloramientos: La Formación Beauvoir aflora en los cabos del flanco noroccidental de la isla de los Estados y en las islas Año Nuevo. Los mejores afloramientos se encuentran a lo largo de las costas de los cabos Setabense, Galeano, Beaulieu, San Antonio y Colnett, en las puntas Rocagli, Victoria y Conway y en la isla Observatorio. Es difícil hallar asomos en las tierras del interior, donde estas rocas son cubiertas por la vegetación y los depósitos cuaternarios.

Esta serie sedimentaria, de composición muy uniforme, es predominantemente limo - arcillosa y en menor grado carbonática. El color general del conjunto es negro grisáceo. Sus principales componentes son lutitas y limolitas pizarrosas de color negro a gris oscuro; en cantidad subordinada participan grauvacas finas de igual color, areniscas cuarzosas macizas, muy compactas, limolitas calcáreas y bancos de caliza de color grisáceo que a menudo se intercalan rítmicamente entre las limolitas oscuras. En algunos niveles se destacan paquetes de lutitas negro - azuladas, lustrosas, muy fisiles, papiráceas, ricas en materia carbonosa; ciertas capas contienen abundante pirita, diseminada en cristales que a veces alcanzan hasta un centímetro de diámetro, o lentejuelas de arenisca finamente piritizadas; rocas de este tipo pueden observarse, por ejemplo, en la costa occidental de puerto Presidente Roca, al sur de punta Victorica. En los bancos pelíticos es frecuente hallar concreciones carbonáticas, nodulosas, muy compactas, a veces elipsoidales y a menudo aplanadas sobre las superficies de estratificación; estos cuerpos consistentes miden en general entre cinco y 15 cm de diámetro, pero hay casos aislados que llegan hasta 60 o 70 centímetros. Harrington (1943) señala la presencia, en las pizarras de una de las islas Año Nuevo, de septarias de un metro de diámetro. Algunos niveles contienen restos, en general mal conservados, de belemnites, pelecípodos, braquiópodos y briozoarios (?). Abundan las venas de cuarzo de recorrido sinuoso, sobre todo en los lugares de mayor deformación. El conjunto está plegado y metamorfozado en grado incipiente.

La estratificación suele estar marcada por la alternancia de capas claras y oscuras de cinco a 10 cm de potencia, como puede comprobarse, por ejemplo, en la isla Observatorio y en la costa occidental del cabo San Antonio, o por las intercalaciones carbonáticas, que en ciertos niveles se repiten regularmente en bancos paralelos de cinco a 20 cm de potencia; en otros lugares se advierte una fina laminación dada por capas alternadas de limo y arcilla de uno a dos centímetros de espesor. Muchas veces, sin embargo, la ausencia de estructuras primarias hace que la estratificación sea muy poco evidente. Varios juegos de clivaje pizarreño, algunos muy bien marcados, cortan el cuerpo rocoso y, en muchos lugares, prevalecen sobre la estratificación como planos de lamamiento. Los clivajes de fractura y transposición aparecen sólo localmente, aunque en ciertos lugares pueden estar bien desarrollados. Las lutitas y limolitas pizarrosas asumen en algunos niveles aspecto filítico, con superficies de clivaje de color gris verdoso y brillo satinado, cruzadas a menudo por bandas de corrugamiento. Son frecuentes los micropliegues, asociados a menudo con pequeñas fracturas.

Según se observa al microscopio, la fracción pelítica de estas rocas consiste en laminillas de sericita y clorita paralelamente orientadas; el origen de estos materiales puede atribuirse, según los casos, a una fuerte diagénesis o a un leve metamorfismo. Los elementos más gruesos, correspondientes a la fracción limo y arena fina, son granos aislados de cuarzo y plagioclasa, o pequeños litoclastos vítreos o semicristalinos. El material carbonático mezclado con el limo y la arcilla, formando a veces niveles francamente calcáreos, es siempre muy fino; desde este punto de vista, las calizas pueden clasificarse como micríticas. Entre estos materiales se encuentran restos de foraminíferos, radiolarios y otras formas redondeadas de probable origen orgánico.

Contenido Paleontológico

Harrington (1943) recolectó un material fosilífero en la isla de los Estados, que él mismo clasificó como:

Belemnopsis sp. indet.
Problematicum

El material fosilífero coleccionado durante el levantamiento de la Hoja 67 e, fue determinado por Blasco y Levy (1975), mencionándose la siguiente lista de fósiles:

- Belemnopsis patagoniensis* (Favre)
- Granularia* sp.
- Inoceramus* sp.
- equinoideo indet.

Según Stevens (1965) *Belemnopsis patagoniensis* es un buen elemento definitivo para el Tithoniano superior - Neocomiano de Sudamérica, ya que pertenece al Grupo "Uhlriigi" del complejo Indopacífico y recuerda a *B. madascarensis* y a *B. casterae* del Cretácico inferior de Madagascar.

Belemnopsis patagoniensis está presente en lago Argentino, lago Belgrano (holotipo), y en los lagos Posadas y San Martín. En la primera localidad se asocia con *Favrela* y, por la presencia de este amonite, Leanza (1963) le asignó a la Formación Sutherland, considerada por Cecioni (1957) como la parte superior de la Formación Sombrero en Chile, y posiblemente equivalente con la Formación Springhill, una edad tithono - neocomiana. Riccardi (1971, pág. 271) acepta una edad neocomiana para *Favrela*.

En cuanto a la microfauna, en numerosos cortes delgados se observan radiolarios, abundantes foraminíferos, escleritos de equinodermos y posiblemente tintinidos indeterminables.

Edad y Correlaciones

Harrington (1943) asigna a la secuencia aflorante en la isla de los Estados una edad, suprajurásica; por lo menos para la parte inferior de la serie sedimentaria y dice (pág. 41) ... "No es posible decidir aún si en la isla de los Estados parte de este grupo es de edad cretácica o si solamente afloran aquí los sedimentos suprajurásicos".

Camacho (1948) describió por primera vez a la "Serie de Beauvoir", tal como aflora en el lago Fagnano, como una secuencia ... "constituida exclusivamente por grauvacas en parte silicificadas, con abundante inyección de cuarzo. Las rocas son en general negruzcas, aunque en las cercanías de la Serie siguiente adquieren coloración verdosa...". La base de esta unidad no ha sido observada en esta localidad y, sin el contacto observado, es cubierta por la "Serie de Río Claro". Dicho autor correlacionó a esta unidad con las sedimentitas que afloran en la costa atlántica, donde Furque hallara dos ejemplares de amonites. La unidad contiene una abundante fauna compuesta por pelecípodos, gastrópodos y equinóideos, que según Camacho (op. cit.) le asignan una edad senoniana, sobre la base de correlaciones con otras localidades australes como Snow Hill, Cerro Cazador, Monte Tarn, islas San Pedro y San Pablo e islas Seymour.

Posteriormente el mismo autor (1948 a) realizó un estudio comparativo de todas las especies recolectadas y determinadas de *Inoceramus*, entre las que menciona a *I. steimani* Wilck, para la isla de los Estados y otras localidades, asignándole a estos fósiles una edad senoniana. También cita que Feruglio menciona estos ejemplares en el Tithoniano - Infracretácico del lago Argentino.

Petersen y Methol (1948), refiriéndose a las sedimentitas del Cretácico superior, correlacionan a las que contienen la fauna encontrada por Furque, con las del Senoniano del departamento Magallanes (Chile) coleccionadas por Keidel y Hammer (1931), con las del cerro Cazador obtenidas por Brandmayer y con las descritas por Steimann para las Capas de Quiriquina.

Petersen (1949) describe los afloramientos pertenecientes a la "Serie de Beauvoir" y hace referencia a los amonites recolectados por Furque en bahía The-

tis, ya mencionados por Camacho (op. cit.), diciendo que por determinación paleontológica efectuada por Leanza (com. verb.) podrían clasificarse como *Lytoceras* y *Philloceras*, y que este último sería parecido a *P. surya* Forbes, que indicaría una edad senoniana en Quiriquina.

Este mismo autor (pág. 16) indica la contradicción que existe entre la edad (supuesta) de la "Serie de Beauvoir" dada como senoniana y las Capas del Hito XIX, que se encuentran por arriba y serían según Camacho (1948) de edad más joven. Agrega que: "El problema así planteado presenta, como principal interrogante, el de la verdadera posición estratigráfica de la "Serie de Beauvoir". Los fósiles hallados en la costa atlántica indican una edad senoniana para ésta y, por su parte, los del Hito XIX y La Vicuña, en ser sin duda más jóvenes acusan un límite superior correspondientes al Senoniano.

La cita de afloramientos más cercanos a los de la isla de los Estados es la de Furque (1966), cuando menciona a la Formación Beauvoir en la costa austral de la Isla Grande de Tierra del Fuego y le asigna una edad cretácica inferior a media a todo el conjunto, sobre la base de los amonites antes mencionados. Estudios posteriores siguen correlacionando a la Formación Beauvoir de Furque, con la "Serie de Beauvoir" de Camacho, aflorante en la zona central de la isla Grande.

Camacho (1967) modificó la edad de la Formación Beauvoir, diciendo que posiblemente sea coetánea con los afloramientos del Hito XIX, que contienen *Aucellina* y *Parahiolites*... "La fauna del Hito XIX —expresa— es correlacionable con las del lago San Martín y lago Argentino en Patagonia y con la Isla Alejandro I^o en la Antártida occidental..." indicando una edad aptiana superior. Mas adelante dice: "...Las relaciones verdaderas entre los Estratos del Hito XIX y la Formación Beauvoir aún no se han establecido correctamente, aunque las observaciones de campo parecen apoyar la existencia de una vinculación entre ambas unidades...". En el mismo trabajo (fig. 1) ubica a la Formación Beauvoir en el Hauteriviano - Barremiano, aunque con dudas.

Borrello (1969, Cuadro XVII; 1972) asigna esta Formación al Cretácico l. s. y ubica a la Formación Beauvoir sincrónica con la Formación Monte Olivia (parte de la Formación Yahgan de Kranck) y a ambas en el Neocomiano, dejando abierta la posibilidad de que llegue hasta el Cretácico medio.

Posteriormente Flores *et al.*, (1973) crearon nuevos nombres formacionales para el subsuelo de Tierra del Fuego y asignaron la Formación Pampa Rincón al Valanginiano - Hauteriviano, equivalente con la parte inferior de la Formación Monte Olivia.

Recientemente Dalziel *et al.* (1974) equipararon tentativamente los afloramientos de la isla de los Estados con la Formación Zapata (Katz, 1963) aflorante en Chile y equivalente de las Formaciones Río Mayer y Beauvoir de la Argentina, asignándole una edad jurásica superior - cretácica inferior.

Estos niveles, en efecto, pueden correlacionarse con los de la Formación Zapata tanto por su litología como por su posición estratigráfica.

Litológicamente, ambas están constituidas por una monótona sucesión de pelitas duras, en general arcillosas, de colores oscuros, que pasan transicionalmente, en la base, a sedimentos tufíticos y brechas piroclásticas, pertenecientes a la Formación Quemado en Patagonia y la Formación Lemaire en Tierra del Fuego. El espesor de la Formación Zapata es muy superior al aflorante en la isla de los Estados.

En la base de la Formación Zapata, Katz (1963) menciona la presencia de abundante fauna, entre la que se puede citar: *Belemnopsis patagoniensis* Favre, *Inoceramus*, *Favrella*, *Berriaciella*, *Aulacophinctes*, *Aptichus*, *Lytoceras* aff. *transgredium*, Steuer, *Olcostephanus*. Los términos superiores contienen *Inoceramus concentricus* Park. en abundancia y varias especies de *Aucelina*, entre la que se encuentra *A. andica*.

Si consideramos que en los términos superiores de la Formación Beauvoir, al sur del lago Fagnano, Camacho (1967) menciona la presencia de *Aucellina*, que en la isla de los Estados se han encontrado *Belemnites e Inoceramus*, y que con dudas se puede mencionar la presencia de *Lytoceras* en el sector oriental de Tierra del Fuego, ya que estos ejemplares nunca han sido figurados ni descriptos, se podría suponer que los afloramientos de la isla de los Estados y bahía Tethis se corresponderían con los términos inferiores de la Formación Zapata, mientras que los de la Formación Beauvoir en el lago Fagnano lo harían con la parte superior aflorante en Chile.

Si se efectúa una correlación con las Formaciones del subsuelo, la Formación Beauvoir podría corresponderse tanto con la Formación Pampa Rincón como con la Nueva Argentina, ya que ambas unidades presentan similitudes litológicas.

En cualquiera de los dos casos la Formación Beauvoir sería cretácica inferior, ya que Pampa Rincón es valanginiano - hauteriviana y Nueva Argentina es aptiano - albiana. Si consideramos que a la Formación Nueva Argentina los autores la correlacionan con las Capas del Hito XIX, y que éstas en aquella localidad se encuentran por arriba de la Formación Beauvoir (Camacho, 1967), es más seguro, por ahora, que la Formación Beauvoir sea correlacionable con la Formación Pampa Rincón.

Basándonos en estas correlaciones, se podría inferir que la Formación Beauvoir en los afloramientos de isla de los Estados podría tener una edad valanginiano - hauteriviana, sin descartar la posibilidad que pueda ser un poco más joven.

2. CENOZOICO

2.1. CUARTARIO

2.1.1. Pleistoceno

En la isla de los Estados el Pleistoceno está representado exclusivamente por sedimentos de origen glaciario. Dentro del área montañosa centro - oriental estos materiales se reducen a una capa de till depositada sobre el piso de las artesas glaciarias; en los tramos superiores de los valles estas acumulaciones son delgadas y discontinuas, y a menudo están ausentes, pero en los tramos inferiores pueden alcanzar espesores de cierta importancia. El valle que ocupa el lago Lovisato y el valle que desemboca en puerto Pres. Roca, artesas no invadidas por el mar, contienen los depósitos de till más extensos de la región montañosa. También hay acumulaciones importantes al pie de la escarpa septentrional, sobre todo en la base de los montes Bove y de los montes Buckland. Sin embargo, los afloramientos son muy escasos debido a la espesa cubierta de bosque y suelo en formación, de tal modo que la presencia de depósitos glaciarios debe inferirse mayormente de las particularidades del relieve topográfico. En general, la observación directa sólo es posible en las cabeceras de algunas caletas o bahías en las que los acantilados ofrecen cortes limpios de los sedimentos pleistocenos.

Pueden observarse buenos perfiles, por ejemplo, en las cabeceras de la caleta San Luis, en puerto Vancouver (al oeste del istmo que lo separa de puerto Cook) y en la costa oriental de la bahía York, donde los depósitos de till cortados por el acantilado miden entre 15 y 20 m de espesor. Otros afloramientos ilustrativos, retazos aislados, no mapeables, de acumulaciones mayores, se encuentran en punta Ross, flanqueando la salida de puerto Hopner; hay allí un depósito de till de unos 20 m de espesor, de estructura brechosa, apoyado sobre las vulcanitas de la Formación Lemaire; contiene guijarros angulosos y bloques

de hasta dos o tres metros de diámetro alojados en una matriz areno - arcillosa de color gris a gris verdoso.

Es probable que los valles de la región occidental, entre las bahías Flinders y Franklin, contengan un relleno de till no despreciable, según lo sugiere la topografía, pues en este sector los sedimentos recientes, los suelos turbosos, los pantanos y la vegetación higrófila impiden toda observación directa.

La acumulación glaciaria se extiende hacia el norte, fuera del área montañosa, cubriendo con un manto de till los cabos San Antonio, Colnett y las islas Año Nuevo. En estos lugares la observación directa es también muy difícil, ya que son pocos los cortes naturales que brindan una buena exposición. Uno de ellos es el acantilado de la costa oriental de la isla Observatorio, que expone una capa de till brechoso, de unos dos metros de espesor, depositada sobre las pizarras plegadas de la Formación Beauvoir. Esta acumulación está formada por rodados angulosos, de alrededor de 10 cm de diámetro en su mayoría, aunque no son raros los individuos de 20 cm y, aisladamente, los bloques de medio metro de diámetro; los clastos son de vulcanitas (Formación Lemaire) y de pizarras (Formación Beauvoir); no hay estratificación y el grado de consolidación es moderado o débil, con zonas arcillosas totalmente friables; el color general del depósito es gris verdoso. Todos los otros ejemplos de till observados muestran características similares.

2.1.2. Holoceno

En el interior de la isla los depósitos holocenos se reducen a una cubierta delgada de sedimentos de origen fluvial, glaci-fluvial y lacustre depositada sobre las acumulaciones glaciarias del fondo de los valles. Son limos, arcillas y arenas finas, mezcladas a veces con gravas, cuyo principal agente de transporte ha sido la red fluvial establecida sobre los depósitos glaciarios; en su composición intervienen detritos de las formaciones rocosas mesozoicas y, sobre todo, till redepositado. Estos sedimentos alcanzan su mayor extensión mapeable en la región occidental de la isla, donde el relieve es más suave y los valles presentan un fondo amplio. La sedimentación tuvo lugar en un ambiente de pantanos, lagunas y arroyos divagantes.

A lo largo de la línea de ribera, especialmente sobre el flanco norte de la isla, pueden encontrarse, en algunos lugares, acumulaciones de arena y grava. Arenas relativamente puras, de grano mediano a grueso, se encuentran sólo en las pequeñas playas formadas en las cabeceras de algunas caletas y bahías (véase el capítulo sobre Geomorfología); los depósitos más importantes aparecen en puerto Pres. Roca, en la bahía Colnett y en las cabeceras de la bahía Crossley; es este último lugar, la arena levantada por los vientos del sector norte ha dado origen a una duna costera que obstruye el drenaje del interior de la isla.

Las gravas aparecen por lo general sobre las terrazas de erosión de ola que marginan las costas de las islas Año Nuevo y de los cabos Beaulieu, San Antonio y Colnett; allí se encuentran acumulaciones gruesas de origen marino y glaci-marino trabajadas continuamente por el oleaje; los clastos muestran, en general, un alto grado de redondeamiento y esfericidad. La mayoría de los rodados son de rocas volcánicas (Formación Lemaire) y sedimentarias (Formación Beauvoir), pero es de notar, hecho señalado ya por Harrington (1943), que hay también rodados de rocas plutónicas (granitos, granodioritas, tonalitas, etc.). La presencia de rodados graníticos en las costas de la isla de los Estados, donde no afloran rocas plutónicas, debe atribuirse a témpanos que, en su deriva, actuaron como medio de transporte de materiales aflorantes en otros sectores de las regiones australes. Las rocas alóctonas, en forma de rodados marinos, son comunes en las costas de las islas del norte de la Antártida y del extremo sur de América.

B. ESTRUCTURA

I. ESTRUCTURA PLEGADA

El principal rasgo estructural de la isla de los Estados es el plegamiento de ambas unidades estratigráficas, Lemaire y Beauvoir, en un sinclinal de grandes dimensiones. El eje de este pliegue describe una gran S de rumbo general este - oeste que gira francamente hacia el noreste en el extremo oriental de la isla. De acuerdo con las conclusiones expuestas por Dalziel *et al.* (1974), la intensidad del plegamiento principal aumenta de oeste a este de la siguiente manera:

En la región occidental de la isla, aunque puede haber pliegues de orden inferior, la posición general de las capas es subhorizontal (Fig. 2 a). En la parte central se produce el plegamiento sinclinal, suave al principio pero progresando gradualmente hacia el este; en este tramo el pliegue es abierto, algo asimétrico y la superficie axial inclina hacia el sur con ángulo alto (Fig. 2, b y c; perfiles A - A' y B - B'). En la región oriental el pliegue es apretado, asimétrico y la superficie axial inclina unos 45° hacia el sur, de tal modo que uno de sus flancos está rebatido y las tobas estratificadas de la costa suroriental de la

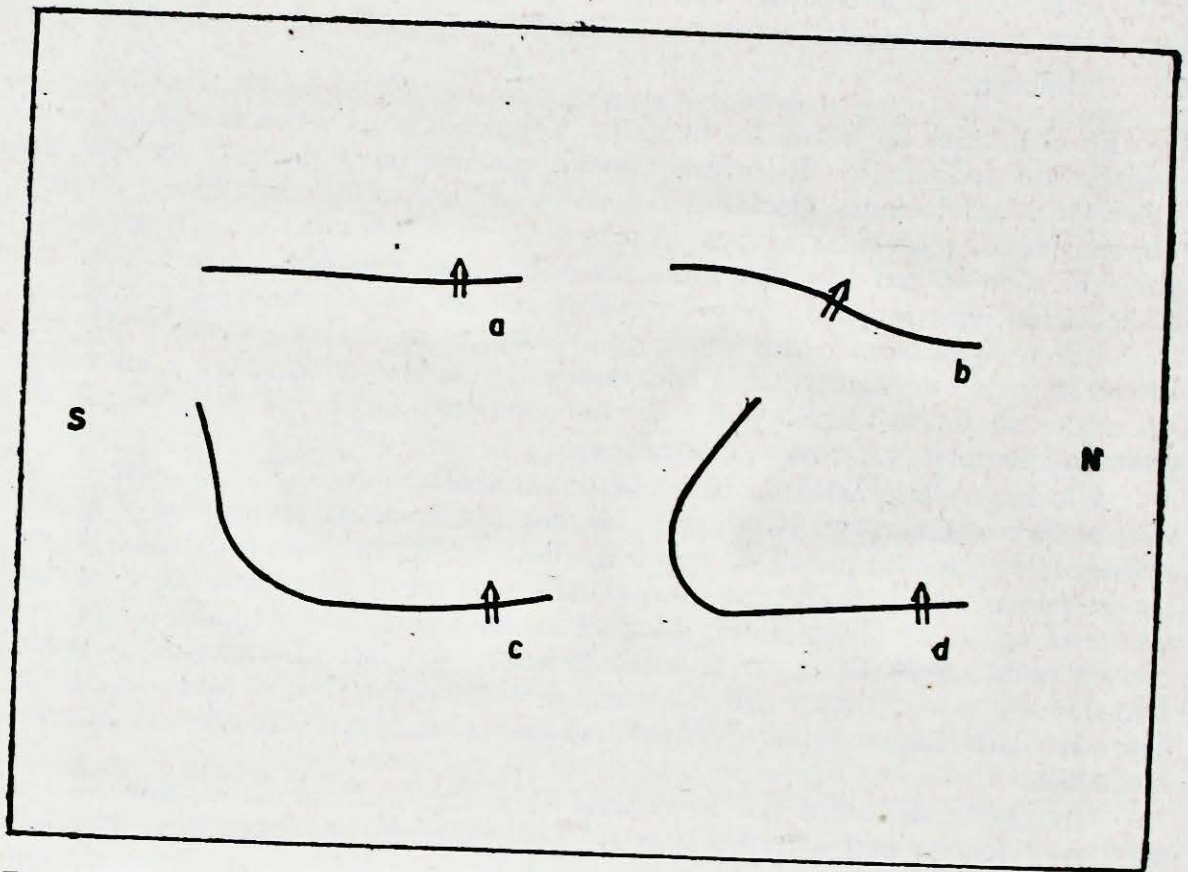


Fig. 2. Perfiles esquemáticos, transversales, del pliegue sinclinal mayor de la isla de los Estados. a) extremo oeste de la isla; b) a través de la bahía Flinders; c) a través de puerto Parry. d) a través de puerto Cook (según Dalziel *et al.*, 1974).

isla, entre los cabos Kendall y San Juan, se encuentran en posición invertida, formando parte del ala volcada del sinclinal (Fig. 2, d; perfil C - C'; Lám. VII, 2). El eje del pliegue buza ligeramente hacia el oeste.

Numerosos pliegues menores, secundarios, no señalados por su dimensión en el presente mapeo, están contenidos dentro de la estructura mayor. El rumbo de la cadena montañosa central, y el alargamiento mismo de la isla, son notoriamente paralelos al rumbo de la estructura plegada.

Según los autores mencionados (Dalziel *et al.*, ob. cit.), el plegamiento de la isla de los Estados es producto de un sólo evento tectónico, en el que pueden distinguirse, sin embargo, tres etapas sucesivas de deformación. La primera produjo, por compresión y compactación, un acortamiento general del cuerpo rocoso en sentido horizontal, con pliegues de pequeña amplitud localizados en los niveles sedimentarios, y un clivaje pizarreño que corta la estratificación con un ángulo constante de unos 30° . La segunda etapa originó el gran sinclinal asimétrico que constituye la estructura mayor de la isla, plegando ambas series estratificadas y también al clivaje pizarreño formado en la etapa anterior; produjo además, en las partes más apretadas de la estructura, nuevas superficies de clivaje paralelas al plano axial y de intensidad variable entre una gruesa crenulación y un clivaje pizarreño totalmente penetrativo. La tercera etapa formó pliegues pequeños, secundarios, y planos de clivaje pizarreño cuya posición subhorizontal se atribuye a esfuerzos de origen gravitacional inducidos por el propio peso de la masa rocosa, ya considerablemente engrosada en sentido vertical por la acción tectónica.

La vergencia del plegamiento, volcado hacia el norte, la orientación de los planos de clivaje originados durante las dos primeras etapas de deformación, y el hecho de que estas estructuras desaparezcan hacia el lado continental del cordón montañoso, indican, de acuerdo con dichos autores, que la deformación plegante fue producto de un esfuerzo compresivo subhorizontal proveniente del lado oceánico de la faja orogénica.

No hay en la isla de los Estados evidencias que permitan fijar con precisión la edad del plegamiento, pero ésta puede inferirse de las siguientes consideraciones de índole regional: 1) Se conocen en la Isla Grande de Tierra del Fuego rocas y estructuras comparables a las de la isla de los Estados (Dalziel y Palmer, 1973), lo cual permite incluir a esta última dentro de la misma unidad tectono - estratigráfica. 2) En la estructura de la Cordillera Fueguina hay rocas plegadas de edad albiada intruidas por los granitos discordantes, no deformados, del Batolito Andino. 3) La edad radiométrica de estos granitos, según Halpern (1973), varía entre 80 y 90 m.a., es decir que sería preconiáciana. Por lo tanto, la fecha de la deformación plegante puede fijarse en la parte media del Cretácico entre las edades Albiada superior y Coniáciana.

II. FALLAS

No hemos comprobado en la isla de los Estados la presencia de fallas relacionadas genéticamente con la estructura plegada. Hemos observado en cambio sobre el terreno, o inferido de lineamientos aerofotográficos, varias fallas directas e inversas, transversales y longitudinales, de ángulo alto, probablemente más jóvenes que el plegamiento. Estas fracturas dividen en bloques a la estructura plegada, originando algunos pequeños pilares y fosas tectónicas sobre todo en el flanco nororiental de la isla.

Existen dos juegos de fallas transversales de rumbo noreste - suroeste y noroeste - sureste respectivamente, es decir, oblicuos con respecto a los ejes del plegamiento. Es probable una gran falla transversal de rumbo norte - sur que se extienda desde punta Conway hasta el extremo del cabo Webster, cortando normalmente la estructura plegada. Varias fallas longitudinales corren a lo largo del flanco septentrional del plegamiento. Es probable, además, que la gran bahía Franklin, en el extremo occidental de la isla, represente una depresión tectónica limitada al norte y al sur por fallas longitudinales.

Al considerar la estructura de la isla de los Estados, Harrington (1943) mencionó la existencia de varios corrimientos importantes. Inducido tal vez por la semejanza que existe entre las lutitas negras intercaladas en la secuencia volcánica y las que forman parte de la serie sedimentaria suprayacente (Forma-

ción Beauvoir), este geólogo interpretó la presencia de tales materiales dentro del complejo volcánico como jirones de la serie sedimentaria enclavados tectónicamente entre las tobas y lavas. Estructuras de este tipo no han sido reconocidas, sin embargo, por los presentes autores. De acuerdo con nuestras observaciones, la mayoría de los contactos entre los bancos sedimentarios y las rocas volcánicas son normales, y cuando hay relaciones tectónicas —como ocurre en punta Bayly, sobre la costa occidental de puerto Cook, donde tobas y pizarras se yuxtaponen mediante una falla inversa—, éstas son originadas no por corrimientos sino por fallas de ángulo alto que obedecen a perturbaciones locales, no generales.

C. GEOMORFOLOGÍA

La mayor parte de la isla de los Estados está constituida por tierras altas, montañosas, que se levantan hasta los 600 - 800 m sobre el nivel del mar. El cordón de cerros que forma el dorso de la isla se extiende desde un extremo al otro de la misma y presenta, en casi todo su recorrido, un relieve áspero y escarpado modelado por la erosión glaciaria pleistocena. Aún quedan, sin embargo, restos de una antigua planicie de destrucción, anterior al englazamiento de tipo alpino, situada actualmente entre los 250 y 300 m sobre el nivel del mar; se trata de una superficie de relieve irregular, con montes aislados que se elevan hasta 200 o 300 m sobre el nivel general de aplanación (Lám. I). Se la puede observar, por ejemplo, formando la superficie aplanada o ligeramente ondulada de los cabos Kempe, Kendall y Webster (Lám. V); en el interior de la isla sólo se conservan pequeños restos aislados de este antiguo plano de erosión.

Hacia el norte, la faja montañosa tiene un límite bastante bien definido, marcado por una escarpa que se extiende desde los montes Bove hasta el extremo oriental de la isla. El frente de la escarpa está carcomido por algunos circos colgantes y es cortado intermitentemente por las artesas glaciarias (hoy fiordos) que salen del interior de la isla al mar abierto. Las tierras bajas y de relieve llano, en parte sumergidas, situadas al norte de la escarpa, comprenden los cabos Colnett y San Antonio y las islas Año Nuevo. El mar que flanquea estos cabos y rodea al pequeño archipiélago es de aguas someras; sus profundidades oscilan entre los 20 y 40 m (Servicio de Hidrografía Naval, 1965). Se trata de la parte más austral de la plataforma continental argentina.

En contraste con el flanco norte, el sur de la cadena montañosa, recortado por fiordos y bahías amplias, se hunde en forma abrupta en un mar cuyas profundidades aumentan rápidamente; a cinco y 10 km de la costa se encuentran profundidades de 900 y 3.000 m respectivamente. Esta pendiente, que tiene el carácter de un talud continental, marca el borde norte de la cuenca oceánica del mar del Scotia.

I. PAISAJE GLACIARIO

a) *Región montañosa centro-oriental*

Esta región de la isla es la que en mayor grado denota los efectos erosivos de la intervención glaciaria pleistocena. En la actualidad, la ausencia total de hielos dejó al descubierto un paisaje glaciario de tipo alpino, en estado de plena madurez, fresco, muy poco modificado por los agentes erosivos posteriores. En su mayor parte, este relieve está labrado sobre las rocas consistentes de la Formación Lemaire (Láminas III, IV y VII, 1). Los rasgos erosivos de origen glaciario más notables son los siguientes:

Circos. Los circos glaciarios son un rasgo profusamente desarrollado en este sector, tanto en lo que respecta a cantidad como a variedad de formas

y combinaciones. Las laderas situadas por arriba de los 250 m s.n.m. presentan circos simples y compuestos, de contornos semicirculares casi perfectos, cuyos diámetros varían entre 500 y 1.000 metros; algunos tienen bordes festoneados y no son raros los circos de dos pisos o en tándem, así como los circos escalonados. Las cabeceras, en general muy escarpadas, tienen pendientes de 50° a 60° de inclinación y aún más en ciertos casos. Son ejemplos sobresalientes los circos ubicados en las laderas de los montes Trapecio, Dentado, Casco y Tres Puntas; y los situados sobre el flanco oriental de los montes San Juan o sobre las laderas sur y surentales de los montes Bove. Los nacimientos de la artesa de puerto Hopner consisten en una serie de circos escalonados. No son tan comunes, en cambio, los circos colgantes; algunos de este tipo pueden observarse, medianamente desarrollados, sobre la escarpa que limita por el norte al área montañosa.

Artesas. El desarrollo de artesas glaciarias en ambas vertientes de la cadena de cerros es otro rasgo erosivo tan acentuado como el de los circos. Las que bajan por la vertiente septentrional son, por lo general, más estrechas y profundas que las que descienden por el flanco sur, más abiertas y extendidas. Casi todas son artesas simples, con fondo de relieve irregular y estrechuras a lo largo del rumbo; los tramos superiores muestran un piso limpio y escalonado, con contrahuellas abruptas, mamperlanes prominentes y huellas de pendiente invertida transformadas a menudo en cuencas lacustres separadas por umbrales. En realidad, muchos de los valles glaciarios de la isla son formas de transición entre circos alineados y artesas de fondo escalonado o escaleras glaciarias. Hay dos ejemplos espectaculares de este rasgo morfológico: uno es la escalera glaciaria que desciende desde los montes San Juan hacia el este, desembocando en puerto Celular, pequeña caleta de la bahía York (Lám. IV); el otro, aún más notable, es la escalera que baja desde los montes Bove hacia el sur, desembocando en el brazo norte de la bahía Capitán Cánepa.

Algunas artesas no tienen circos sobre sus cabeceras, como la de puerto Parry, que presenta en cambio una cabecera simple pero muy escarpada, con unos 40° de inclinación promedio. Existe un caso en el cual la erosión retrocedente ha eliminado casi por completo la divisoria entre dos circos opuestos; se trata de las artesas de puerto Cook y puerto Vancouver, cuya divisoria está reducida a un istmo de 500 m de ancho, y de tan sólo cinco metros sobre el nivel del mar, que separa el nacimiento de los respectivos fiordos, uno dirigido hacia el norte y el otro hacia el sur. Las artesas colgantes no son frecuentes; algunas, de corto recorrido, se destacan sobre las costas orientales de las bahías York y Blossom.

La longitud de las artesas varía entre cinco y 10 km; el ancho, a nivel de las hombreras, oscila entre 1.500 y 2.000 metros. La inclinación de las laderas varía entre 30° y 50° , aunque localmente hay laderas bastante más escarpadas, como en el tramo inferior del fiordo de puerto Cook, al pie del monte Orejas de Burro, o en puerto Basil Hall, en la base del monte Kendall, donde se encuentran paredones de 60° a 70° e incluso farallones subverticales (Láminas IV y VII).

En los tramos superiores, los valles son generalmente paralelos al rumbo este - oeste de la estructura plegada; más abajo, sin embargo, se apartan de esta posición y cortan los ejes del plegamiento. Lo mismo puede decirse de las series de circos escalonados. La artesa del lago Lovisato, por ejemplo, describe un codo de casi 90° : es un valle longitudinal en su tramo superior, pero corta perpendicularmente a la estructura en los tramos medio e inferior. Estas relaciones indican que en las menores alturas la orientación de los valles ha sido controlada más que por la estructura plegada por las pendientes regionales y, en algunos casos, por las fracturas transversales. Las artesas de puerto San

Juan y de puerto Cánepa son las únicas paralelas a los ejes del plegamiento en todo su recorrido.

Los tramos medios e inferiores de la mayoría de las artesas, invadidos por el mar, se han transformado en fiordos (Lám. VII, 1). Dentro de estas bahías estrechas las aguas alcanzan profundidades de 40 a 90 m, con desniveles bruscos que denotan el relieve accidentado del piso de las artesas. Es de notar que la boca de los fiordos del flanco norte de la isla se caracteriza por un ascenso del fondo marino bastante notable (puertos Parry, Basil Hall, Cook, etc.), lo cual demuestra que en el interior de la isla el hielo exaró hasta niveles inferiores a los del lecho del mar abierto, poco profundo en esa región. Una excepción es puerto San Juan del Salvamento, cuyo fiordo desemboca en un fondo más profundo que el piso de la artesa. En el flanco austral, el fiordo de la bahía Capitán Cánepa, que en las cabeceras acusa profundidades de hasta 63 m, tiene en la desembocadura un umbral situado a 37 m, antes que el lecho marino, fuera del fiordo, se hunda en fuerte descenso general hacia el sur. Los valles que ocupan el lago Lovisato, y otros dos algo más pequeños, menos profundos y de laderas más suaves, que desembocan en puerto Pactolus y en la caleta San Luis, son las únicas grandes artesas no invadidas por el mar; el fondo de estos valles está cubierto por till y sedimentos fluviales recientes.

Crestas dentadas, aristas, agujas y pináculos. Las crestas dentadas, originadas por la coalescencia de cabeceras de circos y artesas, son otros elementos que acentúan el paisaje alpino del área centro-oriental de la isla. A lo largo de las crestas se destacan intermitentemente agujas y pináculos, a veces de suficiente dimensión como para constituir rasgos orográficos individuales. Las cumbres de los montes Bove, Trapecio y Tres Puntas son típicas crestas dentadas; los montes San Juan ofrecen ejemplos notables de agujas y pináculos; los montes Fitton, Torre, Casco y Buenos Aires son cerros piramidales con paredes cóncavas y aristas filosas (*horns*).

b) *Región montañosa occidental*

Al oeste de los montes Spegazzini el paisaje alpino desaparece ante formas más suaves y cerros de altura algo menor, formados en su mayor parte por las pizarras de la Formación Beauvoir. En este sector el relieve presenta formas redondeadas y mesetiformes; los valles son amplios, con paredes de pendiente suave y piso plano relleno por depósitos fluvio-glaciarios (Lám. VI). No hay en esta región artesas profundas transformadas en fiordos, y el desarrollo de circos es incipiente y localizado; en las laderas occidentales de los montes Spegazzini, por ejemplo, los circos, poco profundos, producen la topografía conocida como "borde de bizcocho". En la falda de algunos cerros las pizarras quebradizas y los suelos en formación, impregnados de agua, han dado lugar a depósitos de remoción en masa originados por el deslizamiento gravitacional (soliflucción) de estos materiales sueltos ladera abajo.

Tal como puede observarse en el sector occidental de la isla, así como en el tramo inferior de algunas artesas de la región central (la del lago Lovisato, por ejemplo), en los cabos Colnett y San Antonio y en las islas Año Nuevo, la topografía producida por los depósitos de till es suave, ligeramente ondulada, surcada por una red de arroyuelos anastomosados que divagan entre lagunas y pantanos.

El till acumulado en toda el área baja septentrional, incluso en las islas Año Nuevo, sugiere un englazamiento pleistoceno de tipo pedemontano. Es probable que los glaciares encauzados en artesas al salir del área montañosa se unieran formando una gran calota o lóbulo que se extendía hacia el norte, cu-

briendo la zona pedemontana y exarando el fondo marino, poco profundo en este sector, hasta por lo menos 10 o 15 km al norte del actual frente de montaña. Confirman esta idea la existencia de un manto de till en la isla Observatorio y la presencia de rodados de la Formación Lemaire en estos depósitos.

II. MORFOLOGÍA DE LAS COSTAS

En la isla de los Estados el trazado sumamente sinuoso de la línea de ribera es producto de la erosión glaciaria pleistocena, sobre todo en lo que respecta a las costas del flanco norte, donde el desarrollo de valles glaciarios largos y estrechos, hoy transformados en fiordos, se produjo con mayor intensidad que en el lado sur. La irregularidad de la línea de ribera denota la madurez alcanzada por el ciclo glaciario. Las costas comparativamente rectilíneas de las bahías más amplias (bahías Franklin, Crossley, Flinders, costas orientales de las bahías York y Blossom, etc.) se ajustan probablemente a fracturas transversales y longitudinales. La desaparición de los hielos y, posiblemente, un ascenso relativo del nivel del mar, expusieron las costas al ataque de la erosión marina. Es decir, se trata de costas englazadas ahogadas luego por el mar. A diferencia del paisaje de origen glaciario, las formas elaboradas por la acción del mar revelan un estado sumamente juvenil.

Las costas del flanco norte de la isla muestran, en efecto, algunas de las formas más típicas de un ciclo marino muy joven. En largos trechos se levantan allí acantilados de 20 a 50 m de altura, asociados con pináculos, chimeneas, promontorios, arcos o puentes de piedra, grutas y bufaderos. Son todos éstos los rasgos propios de una costa de emersión joven. En la base de algunos acantilados se han formado ya terrazas de erosión marina, estrechas en las costas longitudinales (5 - 10 m), pero algo más anchas en los flancos de los cabos (30 - 80 m); en algunos lugares constituyen verdaderas plataformas de abrasión; en otros, son terrazas de erosión de ola semicubiertas por gravas marinas. El desarrollo de playas arenosas es aún incipiente; sólo se encuentran playas de cierta consideración en puerto Pres. Roca y en las cabeceras de bahía Crossley; las cabeceras de algunos fiordos presentan playas pequeñas de arena gruesa, pero no hay depósitos de este tipo en sus flancos ni tampoco en las bahías abiertas. Es probable que en un estado más avanzado del ciclo marino se llegue a la formación de barras y que el extremo del cabo Colnett se una al islote del mismo nombre formando un tómbolo.

En la línea de ribera del flanco sur de la isla la costa alta, acantilada, finamente dentada, no muestra sino raramente plataformas de abrasión; el fondo marino, profundo aun en las cercanías de la costa, ofrece pocas posibilidades para la formación de barras. La acción del mar se manifiesta sólo en la construcción de pilares, grutas y puentes de piedra labrados en las bahías abiertas, sobre los acantilados de origen glaciario. Hay pequeñas playas de arena sólo en algunas entradas de menor importancia, como en caleta Brent.

En el interior de los fiordos la línea de ribera, naturalmente protegida del oleaje del mar abierto, se ajusta en todos sus detalles a las formas del relieve glaciario. Tampoco allí se encuentran terrazas de erosión de ola y el perfil de las costas desciende por debajo del nivel del mar con pendiente abrupta, siguiendo las paredes de las artesis glaciarias. En las cabeceras de algunos fiordos se han formado ya, sin embargo, pequeñas playas de arena.

Es posible que, al progresar el ciclo marino, en el flanco norte de la isla, más bajo y formado por rocas más friables, el retróceso de la línea de ribera sea más rápido y la rectificación de la costa se logre allí antes que en el flanco sur, más alto y formado por rocas comparativamente más resistentes a la erosión.

D. HISTORIA GEOLÓGICA

El evento geológico más antiguo registrado en la isla de los Estados es de carácter eminentemente volcánico y se produjo en las partes media y superior del período Jurásico, cuando tuvo lugar la efusión de un volumen considerable de tobas y lavas ácidas, calco - alcalinas, riolíticas a riodacíticas, que se acumularon formando una pila muy homogénea de varios miles de metros de espesor. En los breves intervalos de calma eruptiva la erosión de los materiales volcánicos producía la sedimentación de las tufitas, areniscas tobáceas, limo - arcilitas y conglomerados que se encuentran intercalados entre las tobas y lavas. El conjunto integra la actual Formación Lemaire.

Al considerar la paleogeografía de la región, Dalziel *et al.* (1974) señalan que la topografía original debió consistir en islas, conos y domos volcánicos que extruyeron las tobas y lavas correspondientes; en las tierras bajas circundantes y en los mares poco profundos que rodeaban las islas volcánicas se acumularon los productos efusivos, así como los sedimentos derivados de la erosión de los terrenos emergidos. Las erupciones fueron de tipo predominantemente explosivo y, al menos en parte, de carácter ignimbrítico; no debe descartarse, incluso, la posibilidad de efusiones submarinas.

Desde el punto de vista geotectónico, esta secuencia volcánica potente, con intercalaciones marinas, que rellenó una cuenca sin duda en trance de rápido hundimiento, representaría según Borrello (1969, pág. 121) al miembro más alto del piso estructural inferior (tectonotema I o vacuidad) del geosinclinal mesozoico de los Andes Fueguinos. Agrega este autor que podría aun considerarse un elemento de transición hacia el piso superior, ya que en ciertos sectores pasa a participar de la evolución del flysch. Es probable, concluye, que estas rocas volcánicas provengan de la fusión episiálica de una infraestructura acaso paleozoica. Dalziel *et al.* (ob. cit.) llegan a una conclusión similar, señalando que la composición uniformemente silícica de la secuencia sugiere su origen en una magma de procedencia cortical. Procesos tardíos o postvolcánicos modificaron parcialmente el quimismo de estas rocas, dando lugar, por sustitución metasomática de sodio por potasio, a tipos rocosos con afinidades queratofricas.

Al culminar el período Jurásico la actividad eruptiva fue reemplazada por un régimen de sedimentación marina que comprendió la parte más inferior del Cretácico. No hay evidencias de que entre uno y otro episodios se hayan producido deformaciones corticales de importancia, aunque es posible la existencia de hiatus erosivos locales a lo largo del plano de contacto entre las dos litofacies, tal como ocurre en distintos niveles de la serie volcánico - sedimentaria infrayacente. La sedimentación eocretácica contó con materiales clásticos finos, mayormente limos y arcillas, y precipitados químicos, principalmente carbonatos, en cantidad apreciable. El ambiente de depositación parece haber sido de aguas calmas y poco oxigenadas, aunque no totalmente desfavorable para la vida de organismos bentónicos y planktónicos. La serie sedimentaria constituye la actual Formación Beauvoir. En el esquema geotectónico de Borrello (ob. cit.) esta unidad correspondería al piso estructural medio (tectonotema II o flysch) del ciclo geosinclinal mesozoico que, en la Argentina, alcanza su mayor espesor precisamente en la Cordillera Patagónico - Fueguina.

Hacia la parte media del período Cretácico, entre el Albiano superior y el Coniaciano, ambas unidades estratificadas, volcánica y sedimentaria, fueron deformadas conjuntamente en una gran estructura plegada, asimétrica, con vergencia hacia el lado atlántico del orógeno. Los afloramientos de la isla de los Estados representarían el flanco de la faja móvil plegado y volcado hacia el antepaís o área cratónica, comparativamente más estable, representado en esta región por la cuenca extracordillerana o plataforma Springhill. El plegamiento

fue producto de un sólo evento tectónico, dividido en tres fases sucesivas de deformación y acompañado por metamorfismo dinámico de bajo grado (facies de metagrauvaca prehnítica - pumpellítica). La recristalización fue parcial y la mayoría de los neominerales crecieron simultáneamente con el desarrollo de distintos tipos de clivaje, aunque algunos lo hicieron en condiciones tardío a post - tectónicas. El fenómeno transformó las vulcanitas y sedimentos asociados en pizarras, filitas y tobas esquistosas con textura blastoporfirítica. Es probable que esta deformación sea correlativa con uno de los primeros movimientos del ciclo Andico, probablemente con la fase Austrica.

Los siguientes movimientos corticales, las intrusiones del batolito Andino y la sedimentación de las molasas neocretácicas y terciarias, episodios bien documentados en la Isla Grande, algunos sobre el flanco norte de los Andes Fueguinos y otros en el área extracordillerana adyacente, no están registrados en la isla de los Estados, aunque sin duda esta región, como integrante de la misma faja orogénica, participó en los principales episodios que marcaron la evolución de la Cordillera Fueguina. Entre éstos se incluiría también el arqueamiento intercontinental de la faja móvil que, en este tramo, modificó su rumbo original de norte - sur a este - oeste, para formar el ala septentrional del Arco del Scotia. Según Dalziel y Elliot (1973) este acontecimiento se habría producido alrededor del límite Cretácico - Terciario.

Durante el Pleistoceno la isla de los Estados constituía ya un conjunto de tierras altas y totalmente englazadas que marcaban el extremo suroriental de los Andes Fueguinos. La retirada de los hielos dejó al descubierto un relieve alpino maduro, atacado luego por los ciclos erosivos marino y fluvial que hoy se encuentran aún en la etapa más juvenil de su evolución.

GEOLOGÍA ECONÓMICA

A. RECURSOS MINERALES

Hasta la fecha, en la región que comprende la Hoja 67 e, Isla de los Estados, no se han descubierto yacimientos de minerales metalíferos. Los autores revisaron minuciosamente los afloramientos accesibles en búsqueda de mineralización, pero en ninguna oportunidad se observaron trazas. En cuanto a minerales no metalíferos y rocas de aplicación, dadas la escasez de medios de acceso a la comarca y la lejanía a centros poblados, por ahora son elementos de poca importancia económica.

En las rocas volcánicas hay algunas zonas con alteración arcillosa que podrían corresponder a pequeños yacimientos de caolinita. Como rocas de aplicación no merecen importancia los materiales de la comarca, excepto para usos locales. Las rocas pertenecientes a la Formación Lemaire se podrían utilizar como piedra laja y como piedra para la construcción, pero las de la Formación Beauvoir se encuentran muy alteradas mecánicamente y su extracción es difícil.

B. RECURSOS DE AGUAS

Las aguas superficiales de esta región provienen generalmente del derretimiento de hielos y del escurrimiento de precipitaciones pluviales, que se encauzan por arroyos profundos y de corto recorrido. Los análisis realizados en varias muestras de agua indican que son químicamente aptas (Cuadro IV); no obstante, debido a que al atravesar una espesa cubierta vegetal se tiñen de un color pardo amarillento, estas aguas se encontrarían fuera de las normas de O.S.N. para el consumo humano.

Con respecto a las aguas subterráneas, no hay datos sobre perforaciones y, por lo tanto, todo intento de estudio se hace dificultoso. Tampoco se han observado aguas termales.

CUADRO IV. ANALISIS DE ACUAS

NÚMERO DE MUESTRA *		1	2	3	4	5	6	7
Aspecto	Directo	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida
	Decantada	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida
	Filtrada	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida
Color	amarillenta	amarillenta	amarillenta	amarilla	amarilla	amarillenta	amarillenta	amarillenta
Olor	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora
Reacción al tornasol	—	—	—	—	—	—	—	—
Reacción a la fenofaleína	En frío	ácida	ácida	ácida	ácida	ácida	ácida	ácida
	En caliente	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina
Materia en suspensión total (Mg/l)	escasa	escasa	escasa	escasa	escasa	escasa	escasa	escasa
Residuo seco a 110° (gr/l)	130	93	78	85	82	125	68	
Oxalibilidad (materia orgánica disuelta)	Oxígeno consumido en medio ácido g/l	—	—	—	—	—	—	—
	Oxígeno consumido en medio alcalino gr/l	—	—	—	—	—	—	—
Dureza (en CO ₂ Ca) 10 mg de CO ₂ Ca/l	Total	37	25	17	17	71	12	12
	Permanente	—	—	—	—	—	—	—
Alcalinidad (en CO ₂ Ca)	De bicarbonato (gr/l)	10	5	14	14	19	10	10
	De carbonato (gr/l)	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable
Bicarbonato (CO ₂ H-) (gr/l)	12	6	18	18	23	12	12	

Carbonatos (CO ₃ =) gr/l	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable	no revelable
Cloruros (Cl ⁻) (gr/l)	48	45	38	41	38	31	34
Bromuros (Br ⁻) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Ioduros (I ⁻) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Sulfatos (SO ₄ =) (gr/l)	29	10	vest.	vest.	7	42	vest.
Nitratos (NO ₃ -) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Nitritos (NO ₂ -) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Amoniaco (NH ₄ -) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Calcio (Ca++) (gr/l)	5	—	1	1	4	vest.	vest.
Magnesio (Mg++) (gr/l)	6	2	3	3	15	3	3
Sodio (Na+) (gr/l)	32	25	25	27	23	39	21
Potasio (K+) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Hierro (Fe++) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Aluminio (Al+++) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Flúor (F ⁻) (gr/l)	—	—	vest.	—	—	—	—
Arsénico (As) (mg/l)	vest.	vest.	—	vest.	vest.	vest.	vest.
Vanadio (V) (gr/l)	—	—	—	—	—	—	—
Sílice (SiO ₂)	—	—	—	—	—	—	—

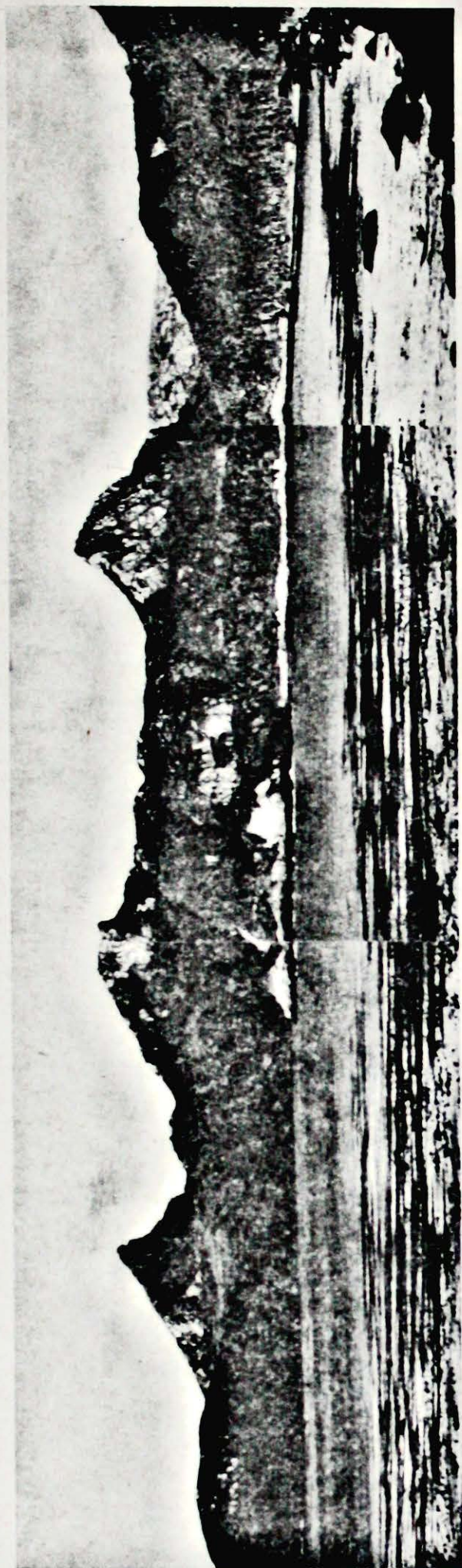
* Las muestras del 1 al 7 proceden de los arroyos que desembocan respectivamente en: Bahía Año Nuevo; Caleta Pactolus; Bahía Bancouver; Bahía Vancouver; Bahía Franklin; Bahía Cánepa; Bahía Parry.

LISTA BIBLIOGRÁFICA

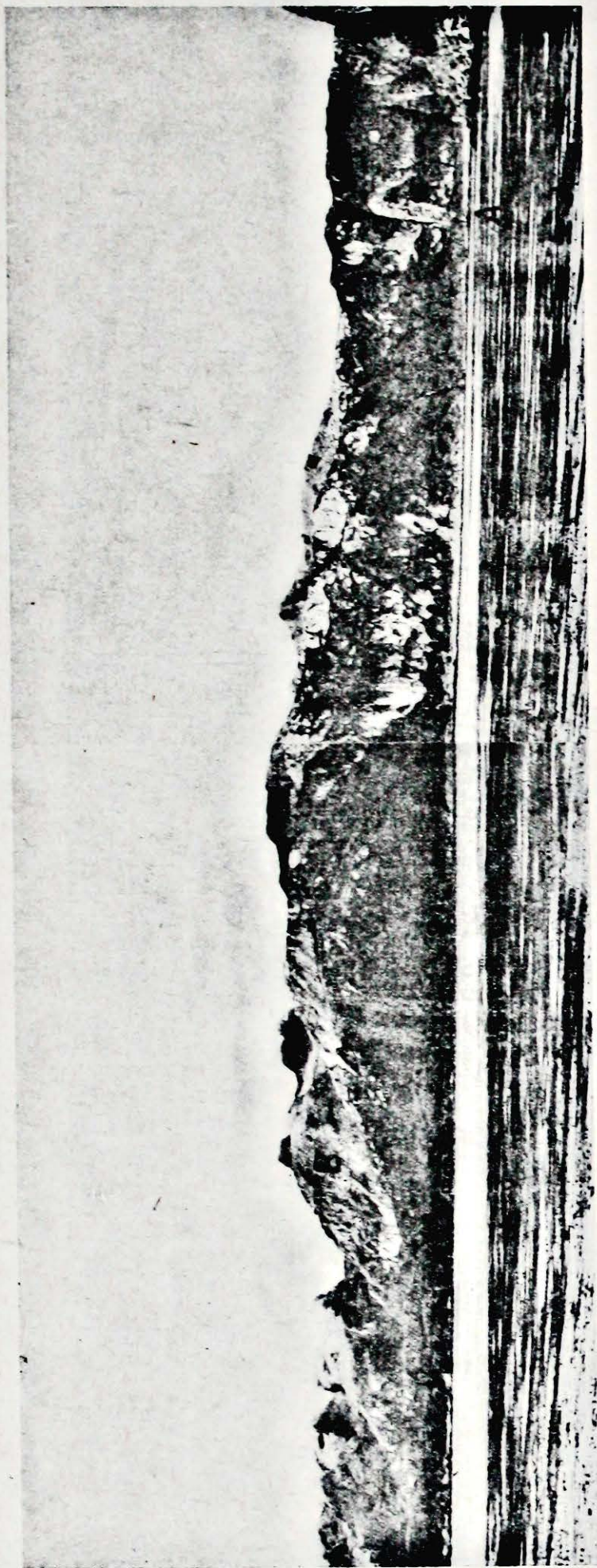
- BLASCO, G. y R. LEVY, 1975: *Paleontología de la Formación Beauvoir*. Serv. Geol. Nac. Inédito.
- BONARELLI, G., 1917: *Tierra del Fuego y sus turberas*. An. Min., Secc. Geol. XII (3).
- BONARELLI, G. y J. J. NACERA, 1921: *Observaciones Geológicas en las inmediaciones del Lago San Martín*. (Territorio de Santa Cruz). Dir. Gen. Min., Geol., Hidrol., Bol. 27, Serie B (Geol.).
- BORRELLO, A. V., 1969: *Los Geosinclinales de la Argentina*. Dir. Nac. Geol. y Min., An. XIV.
— 1972: *Cordillera Fueguina*. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc., Córdoba. 740-753.
- CAMACHO, H. H., 1948: *Geología de la cuenca del lago Fagnano o Cami*. Gobernación marítima de Tierra del Fuego. Serv. Geol. Nac., Inédito.
— 1948 a: *Informe paleontológico preliminar sobre la fauna Supracretácica de la costa Atlántica del Territorio de Tierra del Fuego*. Serv. Geol. Nac., Inédito.
— 1967: *Las Transgresiones del Cretácico superior y Terciario de la Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXII (4) : 253-280.
- CAMINOS, R., 1976: *Tobas y pórfidos dinamometamorfizados de la isla de los Estados, Tierra del Fuego*. Actas VI Congr. Geol. Arg. II (en prensa).
- CAPPANNINI, D. A. y O. DOMÍNGUEZ, 1959: *Suelos, en la Argentina*, Suma Geogr., IV. Bs. As.
- CECCIONI, G., 1957: *Cretaceous flysch and molasse in Departamento Ultima Esperanza, Magallanes Province, Chile*. Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 41.
- COOMBS, D. S., 1960: *Lower grade mineral facies in New Zealand*. Rept. Inter. Geol. Cong. XXI, 13 : 339-351.
- DALZIEL, I. W. D. y D. H. ELLIOT, 1971: *The Evolution of the Scotia Arc*. Nature, 233 : 246-252.
— 1973: *Scotia arc and Antarctic Margin*, in A. E. M. Nair y F. G. Stehli (Ed.) Ocean Basins and Margins, 1 : 171-245. New York, Plenum Press.
- DALZIEL, I. W. D., R. CAMINOS, K. F. PALMER, F. E. NULLO, y R. CASANOVA, 1974 a: *South Extremity of Andes: Geology of Isla de los Estados, Argentina, Tierra del Fuego*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 58 (2) : 2502-2512.
- DALZIEL, I. W. D., M. J. DE WIT y K. F. PALMER, 1974 b: *Fossil marginal basin in Southern Andes*. Nature, 250 : 291-294.
- DALZIEL, I. W. D.; R. H. DOTT; R. D. WINN y R. L. BRUHN, 1975: *Tectonic relations of South Georgia Island to the Southernmost Andes*. Geol. Soc. America Bull., 86 : 1034-1040.
- FERUGLIO, E., 1938: *Mapa Geológico de la Patagonia al sur del Paralelo 42° y Tierra del Fuego*. Yac. Petrol. Fisc. Esc. 1 : 200.000. Bs. As.
— 1949: *Descripción Geológica de la Patagonia*. Dir. Gen. Yac. Petrol. Fisc., I-III. Buenos Aires.
- FLORES, M. A.; N. MALUMIAN; V. MASIUK y J. C. RICCI, 1973: *Estratigrafía Cretácica del Subsuelo de Tierra del Fuego*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII, (4) : 407-437.
- FOSSA MANCINI, E., E. FERUGLIO y J. YUSSEN DE CAMPANA, 1938: *Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol., 171 : 31-95. Buenos Aires.
- FURQUE, G., 1947: *Informe Preliminar sobre la Geología de la Costa Atlántica de Tierra del Fuego, entre Cabo Inés y Bahía Thetis*. Serv. Geol. Nac. Inédito.
— 1966: *Algunos aspectos de la geología de Bahía Aguirre, Tierra del Fuego*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXI (1) : 61-66.
- HALPERN, M., 1973: *Regional Geology of Chile South of 50° latitude*. Geol. Soc. Am. Bull., 84, : 2407-2422.
- HARRINGTON, H. J., 1943: *Observaciones geológicas en la Isla de los Estados*. An. Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivadavia" Geol. Publ. 29.
- HYADES, P., 1887: *Mission Scientifique du Cap Horn (1882-1883)*. IV, Geologie, Paris.

- KATZ, H. R., 1963: *Revisión of Cretaceous stratigraphy in Patagonia Cordillera of Última Esperanza - Magallanes Province, Chile*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 47 : 506 - 524.
- KEIDEL, J. y A. HAMMER, 1931: *Informe Preliminar sobre las investigaciones efectuadas en la región petrolífera de Magallanes en los meses de verano de 1928 - 29*. Bol. Minero, Soc. Nac., Año 47, XLVIII (388). Santiago.
- KRANCK, E. H., 1932: *Geological Investigations in the Cordillera of Tierra del Fuego*. Acta Geographica, 4 (2). Helsinki.
- KNOCHE, W. y J. BORZACOV, 1947: *Clima de la República Argentina*, en Geografía de la República Argentina, GAEA, V. Buenos Aires.
- LEANZA, A. F., 1963: *Patagoníceras Gen. nov. (Binneyidae) y otros amonites del Cretácico superior de Chile meridional con notas acerca de su posición estratigráfica*. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba, XLIII (2°, 3° y 4°).
- LOVISATO, D., 1883: *Una escursione geologica nella Patagonia e nella Terra del Fuoco*. Bul. Soc. Geogr. Ital. Ser. II, 8 (5 y 6).
- NORDENSKJÖLD, O., 1905: *Die Kristallinen Gesteine Der Magallnsländer*. Wiss. Ergeb. Schwed. Exp. Magell. I (6) : 175 - 240.
- PETERSON, C. S., 1949: *Informe sobre los Trabajos de relevamiento geológico efectuados en Tierra del Fuego entre 1945 - 1948*. Ser. Geol. Nac., Inédito.
- PETERSON, C. S. y E. J. METHOL, 1948: *Nota Preliminar sobre rasgos geológicos generales de la porción septentrional de Tierra del Fuego*. Asoc. Geol. Arg., Rev. III (4) : 279 - 291.
- QUENSEL, P. O., 1912: *Geologisch - Petrographische Studien in der Patagonischen Cordillera*. Bull. Geol. Inst., Upsala, XI : 1 - 113.
- 1913: *Die Quarzporphyr und Porphiroid Formation in Südpatagonien und Feuerland*. Bull. Geol. Inst. Upsala, XII : 9 - 40.
- RICCARDI, A. C., 1971: *Estratigrafía en el oriente de Bahía de La Lancha, Lago San Martín, Santa Cruz, Argentina*. Rev. Mus. La Plata (n. Serie) Geol., VII.
- RUSSO, A. y M. A. FLORES, 1972: *Patagonia Austral Extrandina*. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc. Córdoba. 707 - 725.
- STEVENS, G. R., 1965: *The Jurassic and Cretaceous belemnites of the Indo-Pacific Region*. New Zeland Geol. Surv. Paleont. Bull., 36.
- THOMAS, E. R., 1949 a: *Geology and Petroleum Exploration in Magallanes Province, Chile*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 33 (9) : 1553 - 1578.
- 1946: *Manantiales field, Magallanes Province, Chile*. Am. Ass. Petrol. Geol., Bull., 33 (9) : 1579 - 1589.

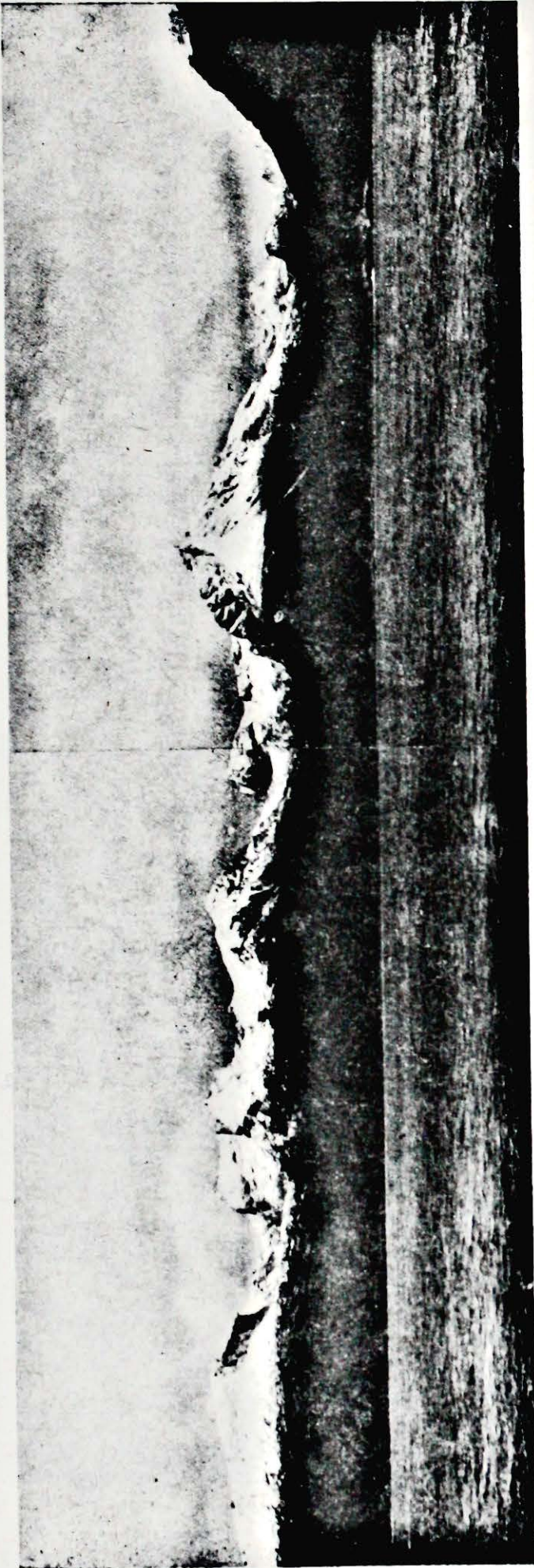
LÁMINAS



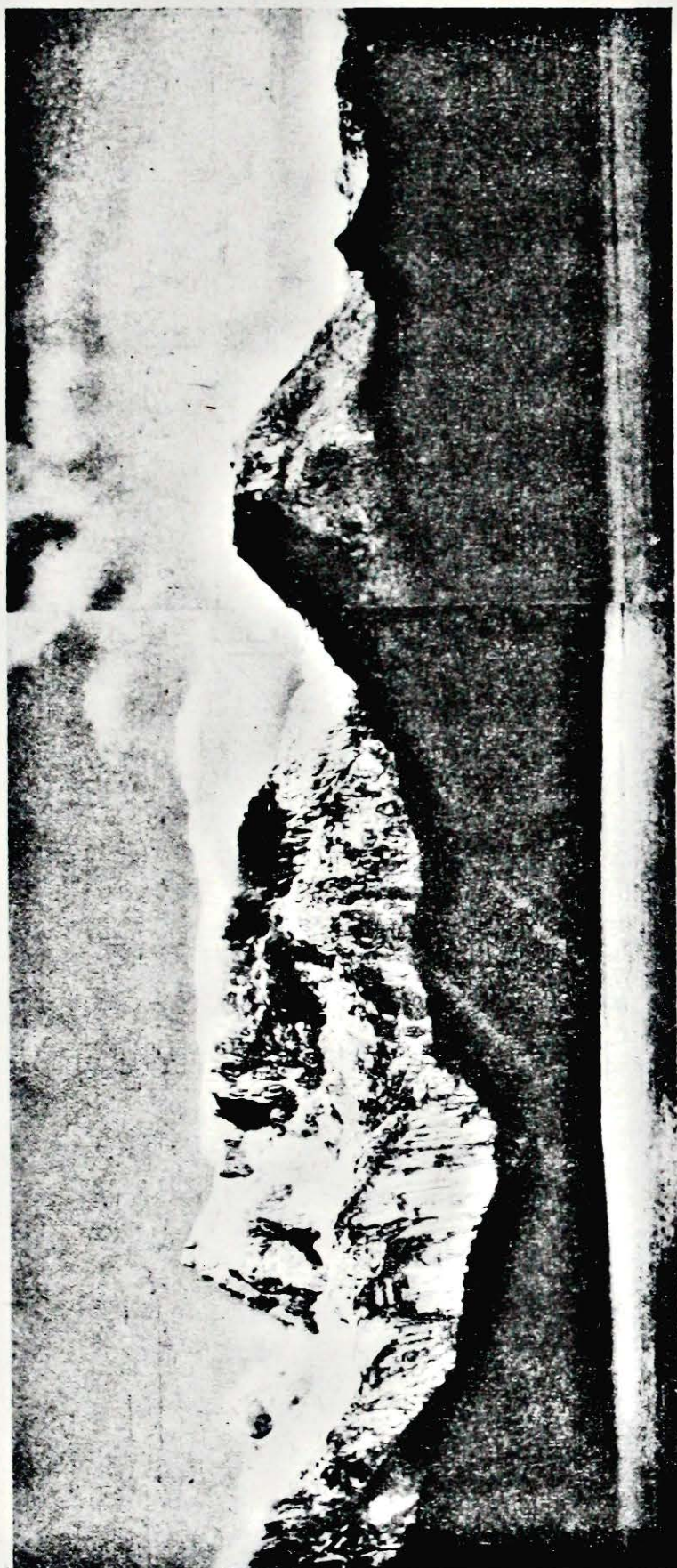
Bahía exterior de puerto Hoppner, mirando hacia el este y sureste. Al fondo, los montes Fitton (derecha) y Buckland (izquierda) se levantan sobre la planicie de destrucción preglaciaria



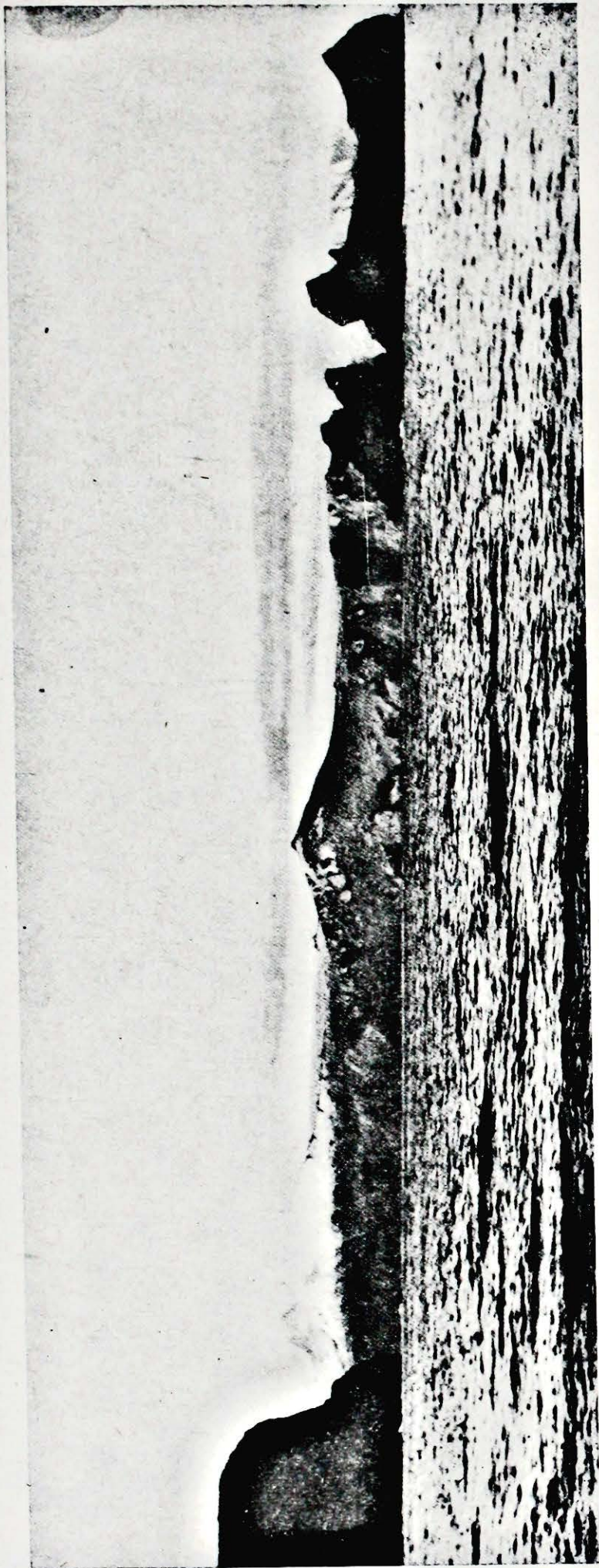
Entrada de puerto Parry, mirando hacia el noreste. A, boca del fiordo (derecha) y B, escarpa del frente montañoso (izquierda) disectada por artesas y circos glaciaarios colgantes. Al pie de la escarpa C, se encuentra la base del cabo Colnett.



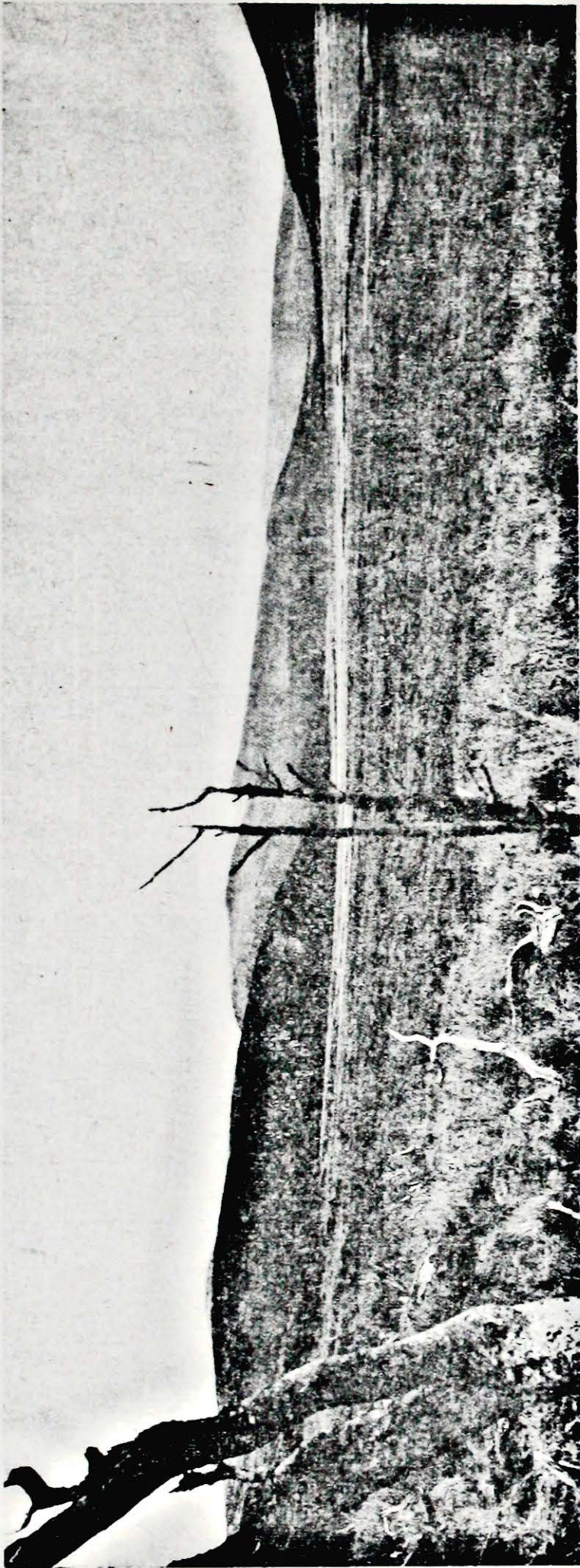
Sector del flanco norte de la isla de los Estados visto desde la iala Observatorio. De izquierda a derecha los montes Noguera, Kendall, Dentado y Cook.



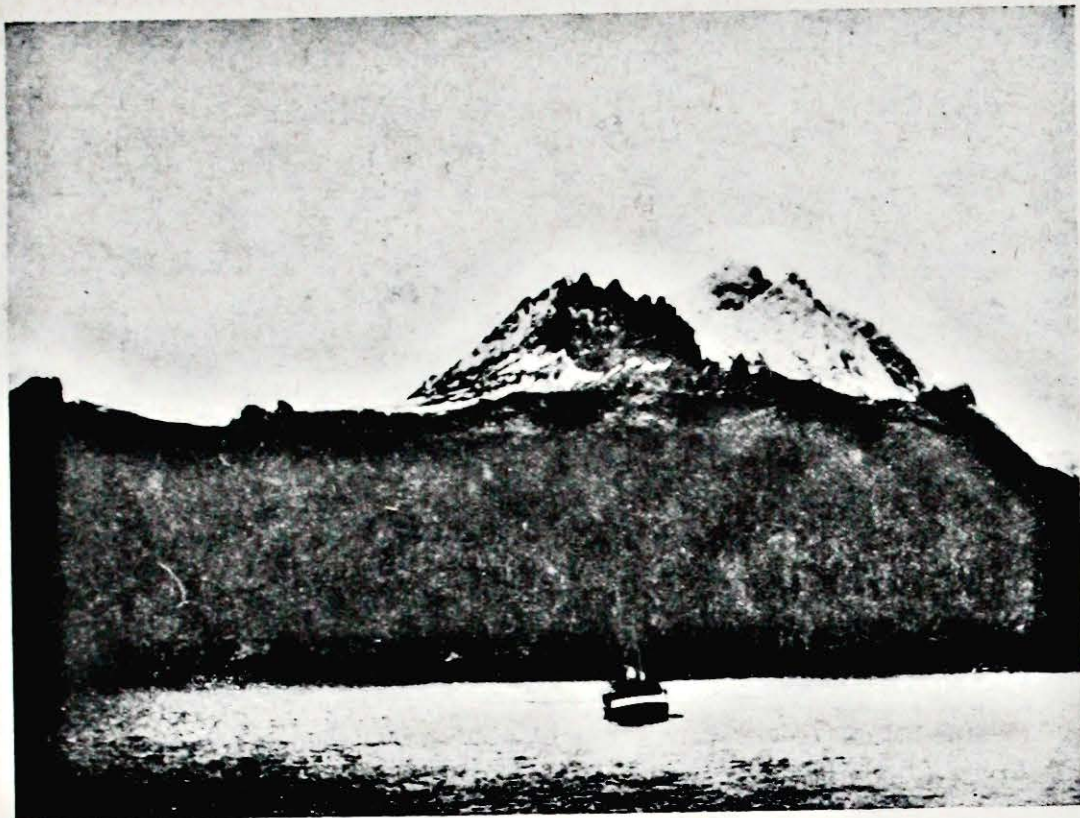
Cabecezas de puerto Celular, mirando hacia el este. Al fondo el monte Gallardo (nevado) y parte de los montes San Juan. Obsérvese las paredes subverticales de la artesa glaciaria. El relieve está labrado en las tobas de la Formación Lemaire.



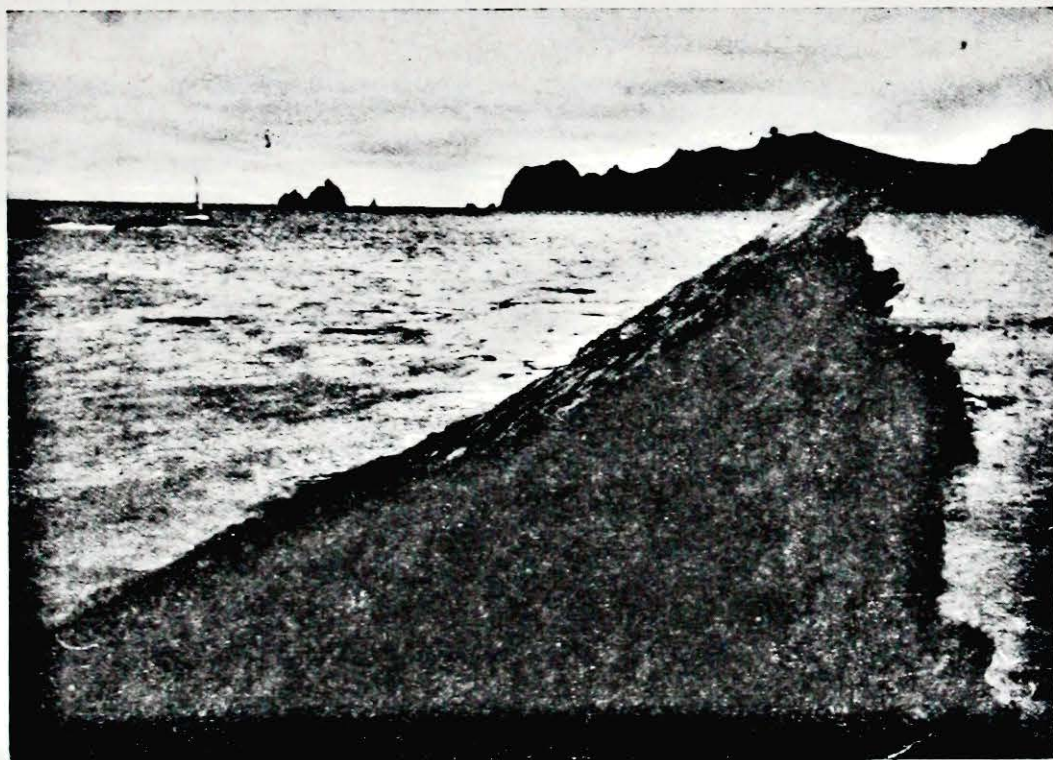
Vista del flanco sur de la isla de los Estados mirando desde punta Menzies hacia el este. En primer plano la entrada a la bahía York y los islotes Menzies (derecha); al fondo de las costas del cabo Webster y los picos nevados del monte Torre.



Paisaje de la región occidental de la isla de los Estados, entre las bahías Flinders y Franklin. Valle relleno por sedimentos cuar-
tarios cubiertos por lagunas, pantanos y suelos turbosos.



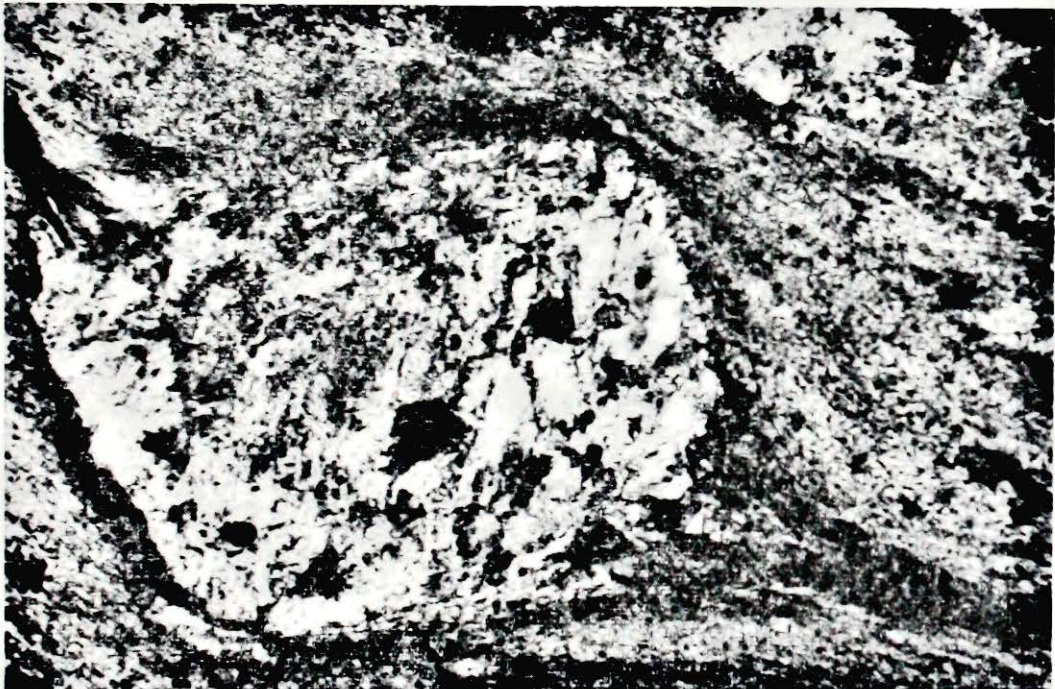
1. Paisaje de fiordo en el flanco norte de la isla; obsérvese la ladera abrupta y las crestas dentadas de los cerros en forma de pirámide.



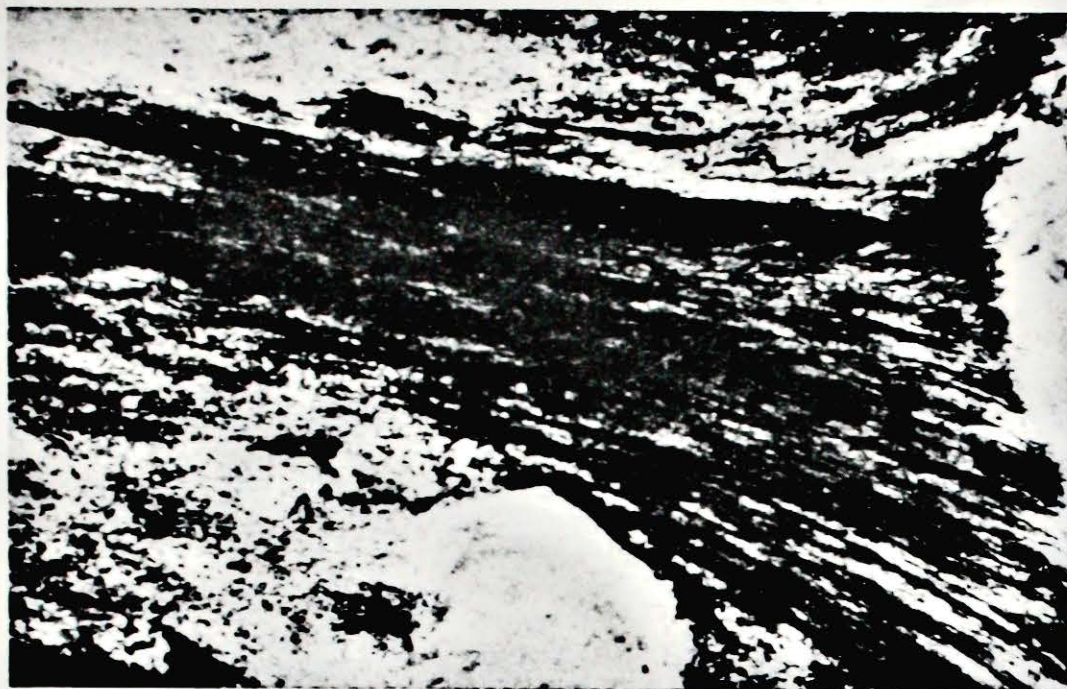
2. Tobas estratificadas de la Formación Lemaire, inclinando al sur en posición invertida, en Punta Ventana, costa sur de la isla. Mirando hacia el oeste, al fondo el cabo Kendall y las islas Dampier.



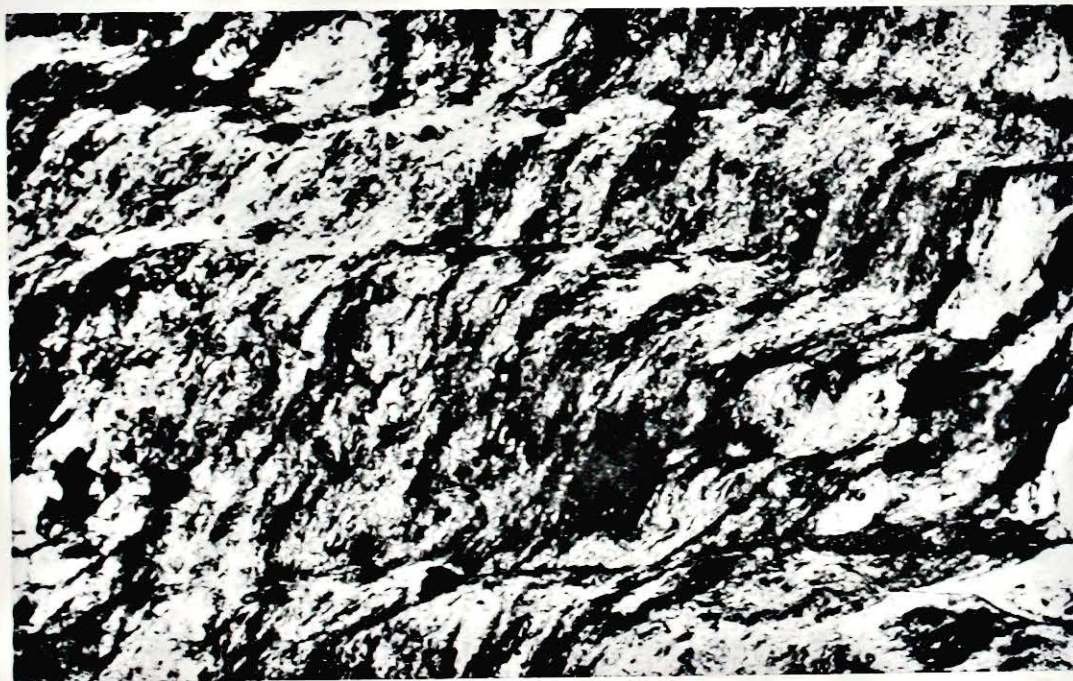
1. Toba perfirobástica dinamometamorfizada de la Formación Lemaire. Cristales relicticos de cuarzo con sombras de presión formadas por cuarzo granular; la matriz muestra textura pizarrosa bandeada. Hay cristales de estilpnomelano (oscuros) dispersos y sin orientación definida. Ocho milímetros.



2. Fenocristal relictico de feldespato alterado, con sombras de presión formadas principalmente por fibrillas de estilpnomelano. Cuatro milímetros.



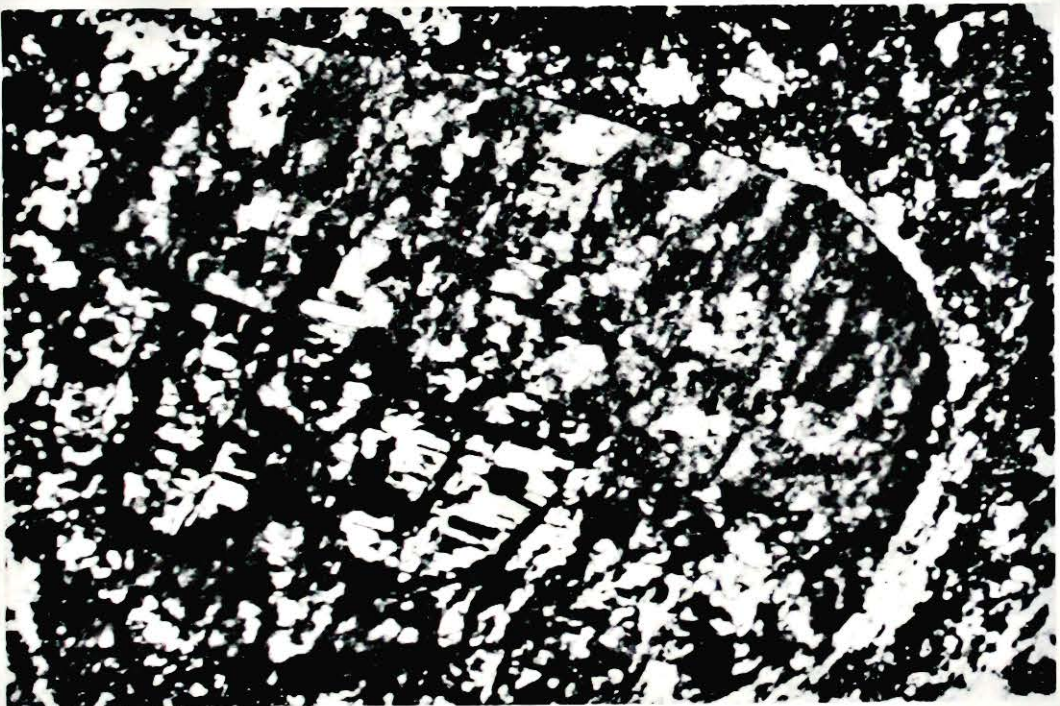
1. Cola formada por fibrillas de stilpnomelano paralelamente orientadas. Dos milímetros.



2. Desarrollo de clivaje de transposición (horizontal) en la matriz pizarrosa de una toba porfiroclástica. Tres milímetros.

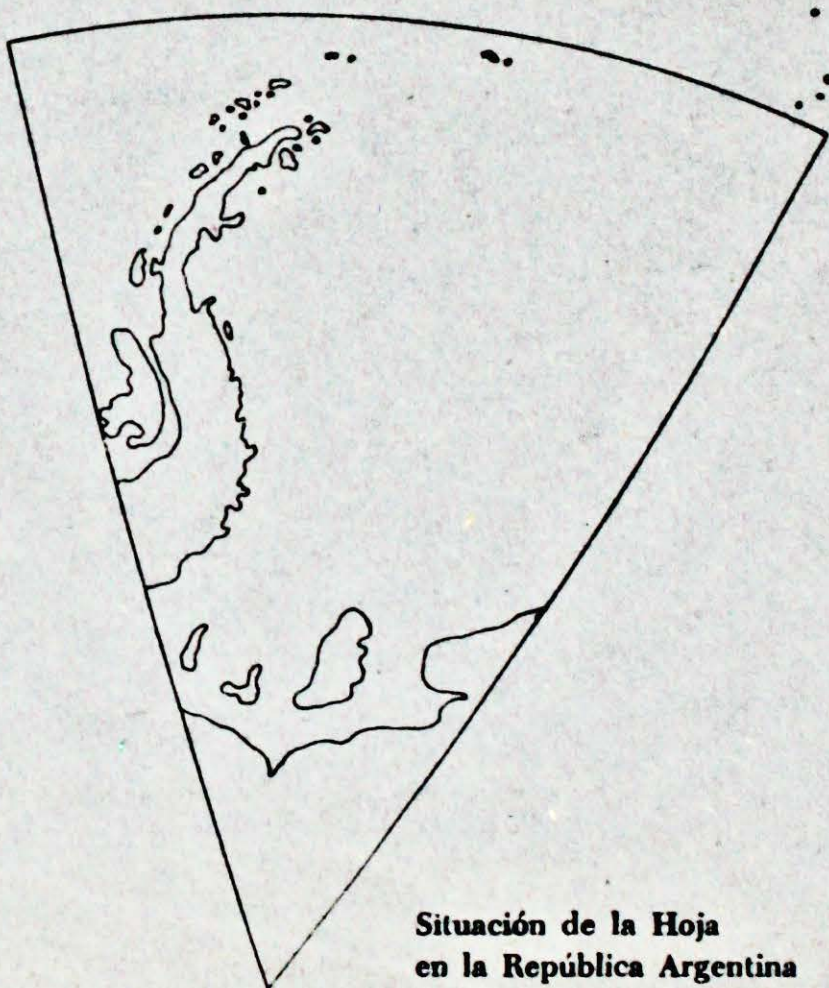


1. Cristales aciculares de estilpnomelano, sin orientación definida, agrupados en agregados fibroso - radiados. Un milímetro.



2. Fenocristal relictico de ortosa con parches de albita maclada. Tres milímetros.

Este
libro se
terminó de
imprimir en
Junio de 1979
en los Talleres Grá-
ficos TIPENC SRL.
calle Aristóbulo
del Valle 1338.
Buenos
Aires.



**Situación de la Hoja
en la República Argentina**