

155



INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES  
CORFO

D543 c  
1974  
c1

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA GEOLOGIA ECONOMICA  
DE LA CORBILLERA DE MAGALLANES

FRANCISCO DI BIASE F  
ALFREDO LARSEN A.

D 543 c  
1974  
C.1

1967

01974

## I N D I C E

	Pág.
INDICE	I
RESUMEN	II
Cuadro Estratigráfico	IV
INTRODUCCION	V
AGRADECIMIENTOS	VII
ESTRATIGRAFIA	1
PALEOZOICO SUPERIOR	1
Complejo Madre de Dios	1
Complejo Metamórfico	2
JURASICO	4
Formación Quemado	4
CRETACEO	6
CRETACEO INFERIOR	7
Formación Erezcano	7
Ofiolitas	7
CRETACEO SUPERIOR	10
Complejo Estero La Pera	10
Formación Fuentes	11
Formación Rocallosa	11
TERCIARIO	12
Estratos de Boquerón	12
Formación Chorrillo Chico	13
Formación San Jorge	14
Formación Agua Fresca	14
Formación Tres Brazos	15
Formación Leña Dura	15
Formación Loreto	16
Formación Palomares	16
Formación El Salto	17
ROCAS INTRUSIVAS	18
HISTORIA GEOLOGICA	21
BIBLIOGRAFIA	25

RESUMEN

En el Paleozoico superior una transgresión marina avanzó desde el Pacífico depositando sedimentos con características de geosinclinal, posteriormente estos depósitos fueron plegados y erosionados, a continuación se produjo una intensa actividad volcánica la que esta representada por la Formación Quemado, sobre la cual se depositaron los sedimentos de la Formación Erezcano luego de una subsidencia rápida y disturbada. El <sup>s</sup> paso del Cretaceo al Terciario es completamente concordante en cambio a fines del Oligoceno se produce una regresión marina depositándose las Formaciones Loreto y El Salto.

En el Mioceno ocurre posiblemente el último plegamiento <sup>de tipo</sup> marino por el cual se evidencia una discordancia que separa la Formación Palomares de la Formación El Salto.

Algunas de las rocas graníticas de la región son de origen magmático, en tanto que otras se habrían originado por procesos de migmatización y granitización.

La tectónica esta constituida principalmente por fallas sub-horizontales, estructuras monoclinales y pliegues en miniatura.

La mineralización se ubica en las rocas del Complejo Metamórfico y en los contactos de los cuerpos intrusivos.

Hacia el borde oriental de la cordillera, las rocas básicas y ultra-básicas también tienen indicios de mineralización, es frecuente observar en ellas la presencia de impregnaciones de sulfuros.

En general la génesis esta relacionada con procesos epigenéticos o hidrotermales y por reemplazo metasomático.

La paragénesis de los diferentes yacimientos es Pi, Cp, Bl, Ga, también concurrén Magp, Mo, Bo, etc.

Los principales yacimientos son Cutter Cove, actualmente en exploración, mina La Serena, Bahía Oración, Península Staines, etc.

La secuencia estratigráfica establecida en la Provincia de Magallanes entre las latitudes  $50^{\circ}\text{S}$ . y  $53^{\circ}\text{S}$ . se dispone de la siguiente forma:

C U A D R O   E S T R A T I G R A F I C O

ERA	PERIODO	EPOCAS	EDADES	FORMACION	LITOLOGIA
	Cuaternario	---	---	---	Relleno aluvial y glacial
	El Paso es Indiferenciado				
		Oligoceno Mioceno Inf.	---	El Salto	Conglomerados, areniscas conglomerádicas, limolitas y lutitas.
	Discordancia de Plegamiento				
		Mioceno	---	Palomares	Conglomerados y areniscas
	Plegamiento (Regresión Marina)				
C E N O Z O I C O	Terciario	Oligoceno Eoceno Sup. (?)	---	Loreto	Complejo arenoso Lignitifero.
		Eoceno Superior.	---	Leña Dura	Arcillas grises, compactas y muy duras.
		Eoceno (Medio o Superior ?)	---	Tres Brazos	Areniscas bien seleccionadas con concreciones.
		Eoceno (Medio-Superior)	Daniano	Agua Fresca	Unidad arcillosa con algunos bancos arenosos.
		Paleoceno?	---	San Jorge	Lutitas duras, oscuras
		Paleoceno?	Daniano	Chorrillo Chico	Limolitas y Lutitas con concreciones.
		Eoceno Paleoceno?	---	Estratos de Boquerón.	Arcillas Margosas
		Concordancia			

MESOZOICO		Senoniano Sup.	---	Rocallosa	Areniscas glauconíticas con intercalaciones de <u>li</u> molitas arenosas.	
	Cretáceo		Senoniano Sup.	Fuentes	Lutitas y areniscas con concreciones.	
			Senoniano, Campaniano?		Complejo Estero La Pera	Conglomerados, lutitas y brechas.
			Neocomiano	Barremiano Aptiano	Erézcano	Lutitas pizarrosas
Subsidencia Rápida y Disturbada						
	Jurásico	---	---	Quemado	Pórfidos cuarcíferos ignimbritas y sus Piroclásticos, Porfiritas, Traquitas y Riolitas.	
Plegamiento (Orogenesis Inter - Pérmica)						
PALEOZOICO (?)	Permo - Carbonífero	---	---	Complejo Madre de Dios	Calizas metamórficas Cuarcitas, Pizarras Micáceas y Jaspes	
	---	---	---	Complejo Metamórfico	Esquistos Micáceos, Pizarras y Filitas.	

G E O L O G I A

INTRODUCCION

La Región, objeto de este estudio, está ubicada aproximadamente entre las lat.  $50^{\circ}45'$  y  $53^{\circ}45'$  S. (Ver mapa de ubicación de la zona estudiada), en la provincia de Magallanes. Dentro de esta región, se distinguen dos áreas, una al lado N.O. de la provincia, Departamento de Última Esperanza, (lat.  $50^{\circ}45'$  S. y  $52^{\circ}05'$  S.) y la otra comprendida entre el Canal Jerónimo y el Estrecho de Magallanes (lat.  $52^{\circ}30'$  y  $53^{\circ}45'$  S.). El clima de la región en estudio se caracteriza por ser muy lluvioso y húmedo, ningún mes del año tiene temperaturas promedio superiores a  $10^{\circ}\text{C}$ . Estas condiciones dan, según la clasificación de Köeppen, (1) un clima de tundra isotérmico.

El estudio ha tenido por objeto reunir nuevos antecedentes de esta región, para lo cual se ha preparado un mapa geológico con perfiles transversales al eje de la Cordillera Magallánica. Además para obtener un mayor conocimiento de los yacimientos metalíferos de la provincia y un índice del grado de mineralización de las diferentes áreas; antecedentes con los que se podría programar en el futuro, exploraciones mineras que contribuyesen al desarrollo de la provincia.

Los trabajos de terreno tuvieron una duración de 35 días desde el 20 de enero al 23 de febrero de 1967, que se realizó exclusivamente por vía marítima, tocando diversos puntos de los márgenes de fiordos y canales e internándose a pie a través del bosque cuando la vegetación lo permitía. Esta es la única vía ya que no existe ninguna clase de caminos ni otros medios de acceso a la zona. La distancia recorrida fue de 1.300 Kms. aproximadamente. Se colectaron alrededor de 120 muestras petrográficas, incluyendo algunas rocas mineralizadas. Para el estudio geológico se usaron fotos aéreas trimetragón, escala 1:40.000

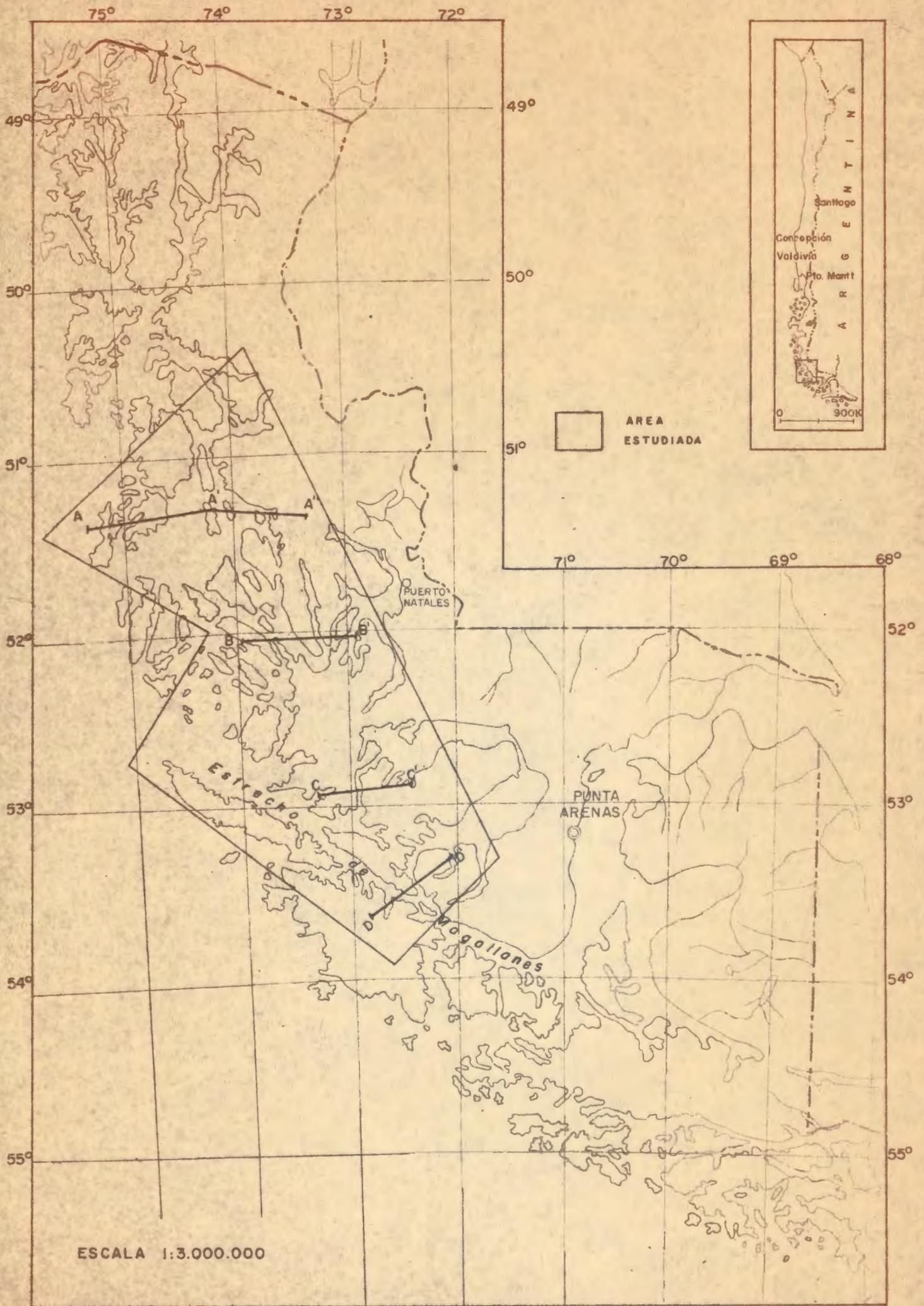
---

(1) Köeppen (Geografía Económica de Chile, p. 146)

y como base topográfica, las cartas preliminares escala 1:250.000 I.G.M. El mapa geológico que acompaña el presente informe es a escala 1:250.000 y las determinaciones petrográficas son principalmente megascópicas.

Las limitaciones de tiempo, clima y recorrido expuestas, confieren al presente trabajo un carácter estrictamente preliminar.

# MAPA DE UBICACION DE LA ZONA ESTUDIADA



A G R A D E C I M I E N T O S

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), la cual, por intermedio de su Jefe de Geología, Ingeniero Sr. Eduardo Gonzalez P., prestó toda clase de ayuda durante el desarrollo de nuestro trabajo.

Al Geólogo, Sr. Jorge Cañas S., Director Regional de la Oficina de Planificación de la Presidencia de la República (ORPLAN).

A la Sociedad Ganadera Tierra del Fuego, que fué la que arrendó el Cutter en el que se hizo el recorrido.

Al Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Físicas, y Matemáticas de la Universidad de Chile, (~~Departamento~~) en el cual se prepararon y estudiaron cortes transparentes.

Agradecemos además, todas las personas que de una manera u otra, han contribuído al buen desarrollo de este trabajo.

## ESTRATIGRAFIA

### PALEOZOICO SUPERIOR (Complejo Madre de Dios)

Se ha designado con el nombre de complejo Madre de Dios al conjunto de cuarcitas, pizarras, calizas metamórficas, jáspes, etc., que se extienden desde los 49°30' hasta 52° lat. S. aproximadamente en el flanco occidental de la Cordillera Magallánica, abarcando la zona de los archipiélagos y las islas de la costa Pacífica.

Este complejo se encuentra perfectamente dotado por la presencia de "fusulinidae" en las calizas. C. Mordojovich (1953) examinó varias muestras de calizas, recogidas por A. Cornejo en la Isla Guarello, y reconoció en éstas la presencia de fusulinidos, atribuyendo, por con siguiente estas calizas al Permo-carbonífero (Paleozoico Superior). Las formas encontradas más comunes son: Triticités, Schwagerina, Euschubeltella, Fusulina, y Fusulinella.

Las cuarcitas son de grano grueso, cuarzosas, con pocos elementos ferromagnesianos; granos angulares bastante bien clasificados, cemento silíceo o un poco arcilloso; raras veces llevan calcita; las pizarras son micáceas y no muy fúsibles. Las calizas metamórficas son muy puras, 98% de carbonato de calcio, generalmente de color gris y a veces son detríticas, los jaspes son comunmente rojos aunque los hay también negros, verdes y grises.

En la zona norte del fiordo Pelantaro, empiezan a aparecer pizarras de color gris oscuro a gris verdoso, hacia el Nor-este se presenta un paquete de calizas marmolizadas de color blanco-grisáceo, las cuales forman un suave anticlinal cuyo eje tiene rumbo aproximado N.W. Hacia el Oeste se continúan las pizarras, las que hacia arriba están

cubiertas por un potente espesor de calizas de color más claro que las anteriores, y que a su vez forman la parte alta de los cerros al Oeste del fiordo Pelantaro. Estas calizas se continúan al Sur en la Isla Ploma. En esta isla, se notan nítidamente las antiguas líneas costeras del Cuaternario.

Sobre las calizas aparece otro espesor de rocas esquistosas, las que hasta donde alcanzó el reconocimiento, al Sur-oeste, siguen buzando hacia el Oeste.

Las calizas de cerro Pelantaro están atravesadas por filones de roca ígnea, posiblemente queratófiras; estos filones presentan angostamientos y ensanchamientos. La causa del "boudinage" sería, seguramente, la existencia de pliegues corrugados y fallas muy tendidas. Todo el complejo Madre de Dios observado, presenta numerosas fallas y pliegues en miniatura.

#### PALEOZOICO SUPERIOR (Complejo Metamórfico)

Con este nombre se designan varios tipos de rocas metamórficas que afloran en el núcleo central de la Cordillera, <sup>Magallánica</sup> /principalmente esquistos micáceos, pizarras y filitas. Fueron observadas desde la Península Wilcock por el Norte, aproximadamente 51° lat. S., hasta la Península Brunswick y el Estrecho de Magallanes por el Sur. 54° lat. S.

Estas rocas son las más antiguas que encontramos en nuestro reconocimiento, si bien es cierto que no están datadas por carecer de fauna y flora fósiles, podemos tentativamente asignarlas al Paleozoico Superior, debido a que subyacen rocas de posible edad Jurásica, por otra parte coinciden con las rocas propias del zócalo o basamento cristalino al que varios autores atribuyen una edad precámbrica o prepa-leozoica.

Geográficamente este complejo metamórfico limita al Oeste con rocas ígneas de edad Cretácea (Diorita Andina y Ofiolita) y hacia el Este con el complejo volcánico Jurásico (Formación Quemado), las que como se anotó anteriormente subyacen.

Las mayores exposiciones de esquistos las encontramos en la Península Wilcock, Isla Owen, Península Staines, Península Muñoz Gamero y al lado occidental del Estrecho de Magallanes.

Predomina una tectónica de sobreescurreamiento, producido por fallas sub-horizontales (esto se puede apreciar muy bien en el Fiordo de los Ventisqueros), observándose en varios puntos, una estructura monoclinal. Los esquistos se presentan estratificados, milonitizados y muy plegados.

JURASICO (Formación Quemado)

Esta serie efusiva jurásica tiene un enorme desarrollo a lo largo de la vertiente oriental de la cordillera patagónica, de modo que en forma paulatina se va arqueando y presenta una faja continua con dirección Nor-oeste - Sur-este, muy similar en algunas partes al extremo norte de Aisén. (1)

A este complejo Jurásico se le han asignado diversos nombres locales, por ejemplo: "Complejo Volcánico del Quemado" (Feruglio, 1949) "Complejo o Serie Porfírica de la Patagonia Extra-Andina" (o de la Meseta) (Complejo Bahía Laura); "Formación Seno Rodríguez" (Cecioni, 1955); "Serie Tobífera o Formación Flamenco" (De sub-superficie en Tierra del Fuego) "Complejo de la Cordillera Patagónica"; "Complejo o Serie Porfírica de la Cordillera" (Formación Ibañez); también podría corresponder al Tordillolitense (Kimmeridgiano-Portlandiano) de Groeber.

Todas estas diferentes acepciones para el Jurásico en Magallanes se han correlacionado, pero es dudoso encontrar un sincronismo efectivo en ellas, debido a que igualmente se encuentran coladas locales tardías en los sedimentos cretácico del Neocomiano (Feruglio, 1949) y su límite cronológico inferior sería posiblemente el Jurásico medio o Liásico superior.

Ha sido reconocida desde la península Roca ( $51^{\circ}15'$  lat. S.), hasta la Península Brunswick ( $53^{\circ}40'$  lat. S.), alcanzando su mayor desarrollo en el flanco oriental del Canal de las montañas (lado occidental del Departamento de Última Esperanza).

---

(1) Lahsen 1966 Informe Geología Aysén - IREN

Esta Serie está constituida principalmente por un apreciable espesor de rocas volcánicas, pórfidos cuarcíferos, tobas soldadas (ignimbritas) y sus correspondientes piroclásticos, porfiritas de diferentes tipos, queratófiros, traquitas y riolitas.

El espesor de estas rocas volcánicas (más de 1.000 m.) y su gran variedad hace pensar en varias emisiones de coladas, por lo cual encontramos en algunos lugares, un predominio de rocas lávicas y en otros, una abundancia de piroclásticos. Estas rocas porfíricas se presentan sobre los esquistos antiguos y probablemente con notoria discordancia angular y erosional.

La edad de los pórfidos de la cordillera no está bien delimitada, debido a la ausencia de flora y fauna fósiles, sin embargo, han sido atribuidos al Jurásico, debido a que los sedimentos cretácicos marinos del neocomiano, descansan comumente sobre este complejo volcánico.

Estas rocas volcánicas porfíricas se presentan de color amarillo a amarillo rojizo, (color de alteración) rosadas y verdosas y sus afloramientos muestran una topografía muy pronunciada. El color de los pórfidos de la cordillera destaca nítidamente de los sedimentos cretácicos, los cuales tienen colores grises oscuros a negros.

## CRETACICO

Después de la emisión y depositación de la potente serie efusiva continental que forman los pórfidos de la cordillera, comenzó a gestarse a fines del Jurásico el desarrollo de una fosa alargada que fué invadida por los sedimentos del mar cretáceo, acumulándose durante este lapso, un grueso paquete de rocas de carácter detrítico en su mayoría.

Los sedimentos cretáceos que comprenden pizarras, areniscas, lutitas y conglomerados se exponen constantemente hacia el Este de los pórfidos de la cordillera, existiendo, en escasos lugares algunos afloramientos del cretáceo inferior al Oeste de dicha franja de rocas volcánicas, como por ejemplo, en península Staines, Bahía Stewart, Bahía Stony y al Noreste del Canal Jerónimo. Estos remanentes indican que el mar cretáceo cubrió posiblemente hasta la zona de los archipiélagos patagónicos.

A continuación se hace un breve resumen de las principales formaciones cretácicas.

En la zona de estudio sólo se tienen exposiciones de aquellas rocas del cretácico inferior constituidas por, la Formación Erezcano (Pizarras de Cabo Froward) y asociación de rocas básicas y ultrabásicas (Ofiolitas). Los sedimentos superiores, constituidos por el Complejo de Estero La Pera y las formaciones Fuentes y Rocallosa se encuentran un poco hacia el Este fuera del área estudiada.

CRETACEO INFERIOR (Formación Erezcano)

El lugar típico de esta formación es el Seno Erezcano, en el Seno Ultima Esperanza. Ha sido definida por Cecioni, (1) como un complejo sedimentario marino constituido en prevalencia por lutitas pizarrosas y que tiene por base el techo de la formación Sutherland, (transición gradual) y por techo la base de la formación Punta Barrosa (concordancia). Estas lutitas tienen a veces intercalaciones de sedimentos silíceos verdosos muy semejantes a las Ftanitas. Son frecuentes las concreciones calcáreas de color gris ceniza, vacuolares, generalmente estériles; toda la serie está afectada por pliegues notables y en el mismo lugar típico también por un mayor grado de metamorfismo.

Cecioni reconoció esta serie en Cabo Froward, península Brunswick. En los ~~cuatro~~ perfiles estudiados la estructura es complicada e impide establecer techo, base y espesor, aún aproximados,

CRETACEO INFERIOR (Ofiolitas)

Se designan con el nombre de Ofiolitas a la asociación de rocas básicas y ultrabásicas presente a lo largo de toda la vertiente oriental de la zona cordillerana. Sus afloramientos incluyen rocas bastante variadas: holocristalinas, consideradas generalmente como rocas plutónicas y hemicristalinas de tipo efusivo o semiefusivo que a menudo presentan aspecto esquistoso.

La composición mineralógica de estas rocas es principalmente de tipo gábrico y diabásico, presentan colores que varían desde el verde claro al gris oscuro. El hecho de encontrarse asociadas con sedimentos típicos de eugeosinclinal, tales como radiolaritas, arcillolitas silicificadas y abigarradas, grauvacas y flysch, permite sin lugar a

---

(1) Lexique Stratigraphique International, 1957, Volumen V Fascículo 7, p. 124 Chile.

dudas considerarlas como verdaderas Ofiolitas.

Las mayores exposiciones han sido observadas al norte de Ancon Sin Salida  $52^{\circ}20'$  lat. S. aproximadamente, donde constituyen un cordón montañoso de gran altura, dispuesto en dirección Norte-Sur (Cordillera Sarmiento) y en el lado Oeste del Canal Jerónimo, especialmente en el cordón que se extiende entre el Fiordo Condor y el Estrecho de Magallanes.

En la Cordillera Sarmiento, en la vertiente que cae hacia el Canal de las Montañas, se presenta una serie de rocas básicas de textura hemicristalina a fanerítica, aparentemente muy bien estratificada, con rumbo casi N-S y manteo entre  $50^{\circ}$  a  $70^{\circ}$  al W. Posición similar a las pizarras cretácicas del lado Este del Canal de las Montañas.

Hacia el Sur-este de Bahía Stony, (Seno Unión) una secuencia estratigráfica de Ofiolitas se ubica sobre una serie de pizarras neocomianas, hacia el este del ala oriental del anticlinal ubicado en dicha bahía.

Rocas básicas efusivas intercaladas en pizarras del neocomiano se han observado además al sur de Cutter Cove, en el borde este del Canal Jerónimo, donde han originado pliegues de arrastre y un cierto grado de metamorfismo en las pizarras ubicadas en su base; en el extremo Nor-este del brazo Nuñez, se presentan de un modo similar, pero con algunos filones que las atraviezan discordantemente. Algunas de las coladas observadas en esta zona, presentan textura vesicular y una especie de exfoliación esferoidal que permiten clasificarlas como "pillow lavas".

Las Ofiolitas ubicadas al lado oeste del Canal Jerónimo, son por lo general de textura más gruesa que las descritas más al norte, holocris

talinas a hemicristalinas, y en ellas es posible observar una cierta estratificación sub-horizontal en bancos de 1 a 4 m. de espesor aproximadamente, esta posible estratificación podría ser el resultado de diferentes emisiones de coladas submarinas o bien de procesos de cristalización fraccionada, pero la falta de estudios petrológicos especializados no permiten dar una mayor seguridad al respecto.

De lo expuesto se deduce que las Ofiolitas de la cordillera son en parte contemporáneas con las rocas del cretáceo inferior, lo cual no excluyen la posibilidad de que este magmatismo se haya continuado hasta el final del Neocomiano o aún después. Sin embargo, la presencia de rodados de Ofiolitas que se encuentran en los conglomerados de la Isla Escarpada, de edad Campaniano, señala que en ese momento estas rocas ya estaban expuestas a la erosión.

En algunos lugares las Ofiolitas se encuentran atravesadas por apófisis de los macizos graníticos o bien se presentan como "Roof-pendant", y a veces también como xenolitos. Tal cosa ocurre por ejemplo, en el extremo sur-este de la península Córdoba y en la parte nor-oeste de la Isla Carlos III; lo que indica que las Ofiolitas son anteriores a la intrusión de las rocas graníticas de la zona cordillerana.

iniciado

El magmatismo Ofiolítico se habría/a mediados del cretáceo inferior, comprometiendo solamente la zona eugeosinclinalica, su ascenso se habría producido a lo largo de fracturas abiertas en la zona de charnela, desde donde habrían fluído las diferentes coladas efusivas submarinas que se disponen entre los sedimentos del cretáceo inferior. Esta fase magmática estaría relacionada con la orogénesis sub-hercínica.

CRETACEO SUPERIOR

Esta constituido por el complejo Estero de La Pera Formación Fuentes y Formación Rocallosa, todas expuestas fuera del area de estudio.

Complejo Estero La Pera (Senoniano : Campaniano)

Estratigráficamente el complejo de Estero La Pera se ubica sobre las pizarras del Cabo Froward. Es una potente sección de sedimentos constituidos por conglomerados, lutitas y brechas que afloran desde el extremo oeste de la Ensenada Rys hasta Punta Marshall, 52<sup>o</sup>45' lat. S. en la costa norte del seno Skyring.

El espesor total estimado del complejo sería de unos 3.000 m. con una zona inferior de lutitas color gris oscuro. En la parte superior tenemos conglomerados y areniscas del Cerro Castillo Dinard.

Hacia el este de los afloramientos principales se destacan dos miembros dentro del complejo, uno superior formado de areniscas o conglomerados, el cual es designado Formación Rosa, y un miembro inferior de lutitas y areniscas estratificadas llamadas Estratos de Barcarcel.

Estos miembros corresponden a cambios de litofacie dentro del complejo.

El miembro superior o Formación Rosa, no es muy fosilífero: Cecioni colectó y clasificó 3 ejemplares de *Cardiaster CF, patagonicus*. El miembro inferior o estratos de Barcarcel es mucho más fosilífero y ha permitido hacer buenas correlaciones, así tenemos *Inoceramus australis* Wood, *Kossmaticeras theobaldianus* Paulcke, *Pseudokossmaticeras paulcke* Coll, *Neograhamites taylori* Spath y *Hoplitoplacenticeras* (formas múltiples).

Formación Fuentes (Senoniano Superior)

Localidad tipo: Bahía Fuentes, costa norte de la Isla Riesco (Seno Skyring) al E. de Punta Rosa y al W. de Punta Rocallosa. Aproximadamente 52°38' lat. S., 72° long. W.

Está constituida por lutitas con concreciones calcáreas y areniscas. Tiene 1.215 m. como espesor mínimo probable, porque una falla pasa hacia el oeste de la Formación y no se puede establecer su potencia real.

Se encontraron en ella numerosos *Baculites* aff. *inortatus*. Cecioni (1954) reconoció *Kossmaticeras bhavani*, *Pachydiscus quiriquinae* y *Lytoceras varagurense* y otros. Severin (1951) en la microfauna reconoció numerosos foraminíferos, entre ellos, *Bulimina quadrata*, *Rzehakina minima* etc.

Formación Rocallosa (Senoniano Superior)

Localidad tipo: Punta rocallosa, al E. de Bahía Fuentes, en la costa norte de la Isla Riesco, sobre el Seno Skyring aproximadamente 52°38' lat. S., 71°57' long. W. Esta constituida principalmente de areniscas glauconíticas con intercalaciones de limolitas arenosas con pequeñas concreciones calcáreas.

Los fósiles más característicos son los amonites del género *Gunnarites* (*G. kalika* Stol. *bhavaniformis* Kil y Reb, *elegans* nom. nud., *zealandicus* Marshall). Identificados por Cecioni en la base de la formación. Los foraminíferos estudiados por Severin (inédito) son: *Bulimina quadrata*, *Bolivina*, *Spiroplectamina*, *Rzehakina*, *Virgulina* y *Gyroidina*.

## TERCIARIO

En este informe, en lo que respecta a las formaciones terciarias, se ha adoptado la terminología actual (lito-estratigráfica) para el Terciario inferior, que comprende varias formaciones de las cuales se da un breve resumen a continuación, añadiendo la formación Palomares (Terciario Superior) Mioceno, y la formación El Salto (Oligoceno? Mioceno Inferior) aunque ellos no afloran en la región bajo estudio; pero que es interesante conocer para dar una visión clara de la estratigrafía de la Cordillera Magallánica.

### Estratos de Boquerón Eoceno (y Paleoceno?)

Localidad tipo: Cabo Boquerón, ángulo N.W. de Bahía Inútil Tierra del Fuego, aproximadamente  $53^{\circ}27'$  lat. S. con  $70^{\circ}13'$  long. W.

El nombre ha sido propuesto por Keidel y Hemmer (1931) para designar la sección inferior, arcillosa-margosa con concreciones calcáreas, que Felsch (1912) distinguió en la secuencia terciaria de la región Magallánica.

Felsch designa esta unidad como horizonte de margas (1), la ubica al S. de Punta Arenas (Península de Brunswick) en los cursos de los ríos Ciervos, Leña Dura, Tres Brazos y Grande, hasta el Seno Otway; la reconoce también hacia el S.E. en Cabo Boquerón al N.W. de Bahía Inútil (Tierra del Fuego). La describe como un conjunto de más de 200 m. de potencia, constituido por arcillas ricas en cal o por margas. La cal se presenta frecuentemente en grandes concreciones elipsoidales que contienen fósiles. El conjunto corresponde a sedimentos marinos finos, depositados a gran distancia de la costa, como lo prueban también los caracteres de la fauna. Contrasta con los sedimentos supra-

---

(1) Felsch-1912-(Lexique Stratigraphique International p.42)

yacentes (horizonte de areniscas, conocido hoy como Formación Loreto) esencialmente arenosos, litorales y continentales.

Bonarelli (1) sigue nombrando la unidad como "serie margosa inferior" y aprecia su espesor promedio en más de 500 m.

Keidel y Hemmer (2) aplican el nombre de "Estratos de Boquerón" a la misma unidad sin proponer una nueva definición. La designación de la unidad implica una localidad tipo en la región del Cabo Boquerón, pero la sección correspondiente (que comprende unos 1.200 m. de lutitas de la Formación Leña Dura, según indicaciones de Cecioni) no ha sido descrita, por lo menos en publicaciones. Resulta de esto que desde el principio, el nombre "Boquerón" carece de precisión en cuanto a límites y comprensión. De esta manera su delimitación imprecisa y compleja hace que el término Boquerón deba eliminarse de la nomenclatura. En la región Magallánica ha sido ventajosamente sustituido por la secuencia de formaciones Leña Dura, Tres Brazos, Agua Fresca (de arriba hacia abajo), sin embargo, algunos autores modernos como por ejemplo, Feruglio (1949-50) siguen usando las designaciones: Estratos (o capas o piso) de Boquerón.

Formación Chorrillo Chico (Daniano - Paleoceno?)

Localidad tipo; Chorrillo Chico, al E. de Punta Rocallosa Costa N. de la Isla Riesco (Seno Skyring) aproximadamente  $52^{\circ}40'$  lat. S. con  $71^{\circ}55'$  long. W.

Integrada principalmente de limolitas aunque también concurren lutitas con concreciones. En cuanto a fósiles no se encuentran amonites. Los moluscos más característicos son *Dentalium cazadorianum* Wilck y

---

(1) Bonarelli 1917 (Lexique Stratigraphique International p.43)

(2) Keidel (1931-Lexique Stratigraphique International p. 49-50)

*Furritella amechinoi* V. Ih. La microfauna, abundante y característica se compone de *Anomalina*, *Eponides*, *Bulimina* y *Spiroplectamina*.

Formación San Jorge (Paleoceno?)

Localidad tipo: Bahía San Jorge, cerca del fundo San Jorge, costa E. de la Península de Brunswick, aproximadamente 53°28' lat. S. con 71°1' long. W.

Litológicamente está representada por lutitas duras oscuras de color pardo con un miembro basal de unos 30 m. de limolitas y areniscas limosas. La glauconita está presente en toda la sección, además de abundantes concreciones, hasta de 1 m. de diámetro.

La microfauna no ha sido estudiada en forma definitiva y específica; Severín cita *Bulimina pupoides* y algunas formas típicas de *Anomalina*, *Pseudoparella*, *Spiroplectamina*, etc.

Formación Agua Fresca Daniano (?) - Eoceno (medio a superior)

Localidad tipo: Curso inferior del río Agua Fresca (E. Península de Brunswick), que desemboca en el Estrecho de Magallanes, unos 25 Km. al sur de Punta Arenas, o sea aproximadamente 53°22' lat. Sur con 71° long. W.

Litológicamente se trata de una unidad arcillosa con algunos bancos arenosos bastante delgados, concurren también lutitas grises a gris-claras, grandes concreciones calcáreas y pequeñas cantidades de glauconita.

La lutita Agua Fresca contiene una abundante microfauna. Todd y Kniker (1) describen 114 especies o variedades de foraminíferos, de las cuales 29 son nuevas, entre otras podemos citar: *Rhabdammina eocénica* Oush y Hanna, *Bathysiphon eocenicus* Cush y Hanna; *Lituotuba chiliana* Todd y Kniker; *Cyclammina simiensis* Cush y McMaster; *Spiroplectammina adamsi* Lal, etc.

Formación Tres Brazos Eoceno (Medio o Superior) (?)

Localidad tipo: Curso inferior del río Tres Brazos (Península de Brunswick), que desemboca en el Estrecho de Magallanes, unos 12 Km. al S. de Punta Arenas, aproximadamente  $53^{\circ}16'$  lat. S. con  $70^{\circ}55'$  long. W.

Son areniscas de grano medio, bien seleccionadas, con grandes concreciones, las cuales tienen cemento silíceo, son muy fosilíferas. Fuenzalida (1942) recolectó y estudió abundante macrofauna que proviene de la porción superior de esta formación: *Glycyneris ibari* var *araucana* Phil, *Chione patagónica* Phil; *Panopaea* sp., *Vermetus incertus* Ortm, *Bulla patagonica* Ih., *Terebratula venter* Ih. y varias otras formas.

La microfauna estudiada por Severín (inédito) está constituida por: *Elphidium*, *Marginulina sphaeruliformis*, *Spiroplectammina adamsi*; *Nodosaria latejugata*, *Cibicides*.

Formación Leña Dura (Eoceno Superior)

Localidad tipo: río Leña Dura, al S. de Punta Arenas, E. de la Península de Brunswick, aproximadamente  $53^{\circ}15'$  lat. S. con  $71^{\circ}$  long. W.

La unidad aparece también típicamente a lo largo del Chorrillo de las Balas, tributario del río Leña Dura.

---

(1) Lexique Stratigraphique International - p. 15 - 1952.

Thomas (1), la describe como arcillas grises compactadas, muy duras, con concreciones calcáreas, muy fosilífera y con abundante microfau-  
na de foraminíferos, entre ellos tenemos: *Elphidium* spp; *Virgulina*  
(*V. chilensis*); *Marginulina* (*M. pecketensis*); *Spiroplectamina*; *Cibi-*  
*cides*, etc.

Formación Loreto (Oligoceno y/o Eoceno sup.?)

Localidad tipo: alrededores de la mina Loreto, valle del río de las  
Minas, pocos kilómetros al W. de Punta Arenas; aproximadamente 53°7'  
lat. S. con 71°4' long. W.

Se definió originalmente como el complejo arenoso lignitífero que ya-  
ce en concordancia sobre los "Estratos de Boquerón" (horizontes de  
Margas, de Felsch; subdividido hoy en varias formaciones de las cua-  
les la superior es la formación Leña Dura) y en discordancia debajo  
de los "Estratos de Palomares".

Dentro de esta unidad se distinguen tres miembros: uno superior, es  
el miembro carbonoso o Loreto Carbonoso (Areniscas, limolitas y luti-  
tas carbonosas con algunos mantos de lignito) un miembro central, miem-  
bro Lynch, complejo de areniscas arcillosas de grano grueso y estra-  
tificación cruzada, ligeramente glauconíticas, con intercalaciones  
de areniscas de grano fino y limolitas. Contiene flora y fauna fósil  
y el miembro inferior, miembro Ciervos, alternación de limolitas gri-  
ses y lutitas limolíticas con areniscas calcáreas de grano fino; mi-  
crofauna abundante.

Formación Palomares (Mioceno)

Localidad tipo: Cerros de Palomares al E. del canal Fitz Roy, unos

---

(1) Thomas - Lexique Stratigraphique International - p. 192

60 Kms. al N W de Punta Arenas. Aproximadamente  $52^{\circ}39'$  lat. S. con  $71^{\circ}20'$  long. W.

Comprende principalmente conglomerados y areniscas bastas (estratificación cruzada), con tobas volcánicas y arcillas ligníticas; Gonzalez (1) ha separado bajo el nombre de Formación El Salto, la parte inferior de este conjunto, basándose en la litología y además en la presencia de una discordancia entre El Salto y Palomares (s.s.). El mismo autor estudió en detalle la formación y la subdividió en Miembro San José (areniscas conglomerádicas) y Miembro Penitente (frecuente alteración de lutitas y areniscas) con fauna a fin de la Santa Crucense.

Formación El Salto (Oligoceno? Mioceno inf.?)

Lugar típico : Chorrillo El Salto y estancia El Salto, en la región al N. del Seno Skyring, aproximadamente  $52^{\circ}32'$  lat. S. y  $71^{\circ}35'$  long. W.

Gonzalez dió este nombre a una serie de sedimentos que tienen 750 m. de espesor y que estan comprendidos entre las Formaciones Loreto, en la base, y Palomares en el techo. Esta unidad era primitivamente incluida en la Formación Palomares.

Se trata de una serie de conglomerados, areniscas conglomerádicas, limolitas y lutitas carbonosas con delgadas capas de lignito. Sin fósiles.

---

(1) Gonzalez E. (1952 b - inédito)

### ROCAS INTRUSIVAS

En el área estudiada existen grandes extensiones de rocas graníticas. Se ubican aproximadamente N-S. Concurren de igual forma, rocas que se habrían originado por efecto de fenómenos de migmatización, contaminación y granitización.

El intrusivo más importante lo constituye el Batolito Andino o Diorita Andina; observamos también pórfidos dioríticos y andesíticos, diques basálticos y andesíticos, filones mantos de gneis anfibólicos y de esquistos granitizados, etc.

La Diorita Andina se encuentra en el núcleo de la cordillera central como un batolito de rocas faneríticas de variados colores, predominando los claros, encontrándose más de 10 colores diferentes en los granitos, algunos tienen además aspecto neisico; esto se debe a probables inyecciones del mismo batolito. En el conjunto predomina la diorita (gneis diorítico) granodiorita y granito. Estos diferentes tipos de rocas de variada composición, se deben probablemente a fenómenos de granitización y migmatización. Los gneiss granodioríticos y la granodiorita constituirían las formas finales del proceso.

La edad de la diorita andina o del batolito patagónico es bastante discutible, recientes determinaciones de edad plomo-alfa e investigaciones de terreno en otras partes del país han permitido establecer que la llamada diorita andina no representa una edad sincrónica a lo largo del país, sino que está constituida por varios ciclos de plutonismo de edades diversas. (1)

En este caso se encuentran los afloramientos de la diorita andina atravesando capas de pizarras negras pertenecientes a la formación

---

(1) Luis Aguirre Le-Bert. Geología de Los Andes de Chile Central.

"Pizarras de Cabo Froward" (Cretáceo Inferior) al sur-este de Bahía Rodríguez. Al nor-oeste del Brazo Nuñez, tenemos pizarras negras intruídas y metamorfoseadas por rocas verdes, en parte casi graníticas. (Observado por Cespedes en algunos puntos de la Isla Capitan Aracena). Indicando con esto que su intrusión es posterior a las pizarras, además tenemos rodados de diorita andina y de otras rocas dentro de un complejo de rocas conglomerádicas y areniscas pertenecientes al "Complejo Estero La Pera", cuya edad es campaniano, de esta manera podemos asignar a la diorita andina una edad cretáceo medio a superior.

Los métodos radiogénicos que hacíamos mención anteriormente, dan  $77 (+ 5) \times 10^6$  años, lo que ubica estas rocas según la escala de tiempo geológico de Kulp, en el Santoniano-Campaniano (1).

Estas rocas se observaron a lo largo de todo el recorrido presentándose su mayor desarrollo en las Islas Rennel, Desolación e Isla Jacques, donde la diorita andina constituye prácticamente la totalidad de estas islas.

En la Isla Chatham. Esperanza y Vancouver, hay esquistos granitizados y se observa nítidamente un cierto ordenamiento del granito dentro del complejo metamórfico mismo.

Al W., de la Punta Rosario afloran rocas ígneas de color gris oscuro. Se trata de diorita atravesada por diques de textura más fina, compuestos de anfibolita.

Al sur de la Bahía Sur, hay rocas graníticas a las que se pasa desde las rocas verdes en forma insensible, fenómeno producido quizás por diferenciación magmática. En realidad no lo podríamos asegurar, y esto ya sería tema de un estudio más detallado.

---

(1) Cespedes 1964

Al sur de la Isla Chattanooga,  $51^{\circ}$  lat. S. aproximadamente, los granitos están atravesados por diques básicos, éstos presentan hacia el centro, una cristalización más gruesa.

En el área de Paso Largo aproximadamente  $53^{\circ}$  lat. S. y en Canal Smith  $52^{\circ}$  lat. S. los afloramientos de diorita andina, son bastante continuos, interrumpidos solamente en algunas zonas por el complejo metamórfico. Hacia el Este disminuyen los afloramientos y comienzan las rocas básicas (Ofiolitas).

Los filones mantos y diques son muy abundantes pero de pequeñas dimensiones con no más de 1 m. por lo cual no se han señalado en el mapa.

A menudo estos pequeños cuerpos intrusivos están asociados con mineralizaciones, como por ejemplo en el yacimiento de cobre "La Serena" donde se observa una serie de filones de pegmatitas, también en el yacimiento de Península Staines (filones basálticos y lamprofíricos) en Bahía Stewart (filones aplíticos) yacimiento de Ancon Sin Salida (filones de aplita y granodiorita).

## HISTORIA GEOLOGICA

Los acontecimientos anteriores al Paleozoico Superior en la cuenca de Magallanes, son prácticamente desconocidos, de modo que se comenzará este esquema a partir del momento en que se tienen mayores antecedentes, ya que es difícil establecer como posible, la edad Precámbrica para el Complejo Metamórfico de la zona cordillerana.

En el Paleozoico Superior (Carbonífero-Pérmico) una transgresión marina avanzó desde el Pacífico, depositando una serie de sedimentos con características geosinclínicas que corresponden en la actualidad a las pizarras y calizas del archipiélago patagónico. Esta misma transgresión habría originado los sedimentos marinos de Nueva Lubecka (Patagonia Argentina) y muy probablemente aquellos de los del Complejo Metamórfico de la Cordillera de Magallanes.

Posteriormente dichos depósitos fueron plegados (orogénesis interpérmica) constituyendo una área positiva expuesta a la erosión, probablemente hasta el Jurásico Medio, momento en el cual se inicia una intensa actividad volcánica, predominantemente ácida, que da origen a la potente y extensa serie de pórfidos cuarcíferos, ignimbritas, tobas y brechas que constituyen la serie porfírica de la cordillera, Formación Quemado.

A fines del Jurásico esta zona empieza a subsidir originándose de este modo, el Geosinclinal de Magallanes, que constituiría la prolongación hacia el sur del Geosinclinal andino hasta el Neocomiano (Valanginiano Superior) (H. Fuenzalida, 1964), momento a partir del cual se separan ambos geosinclinales.

Dicha cuenca de sedimentación se extendería desde la zona de Bariloche (lat. 41° S.) por el norte, hasta por lo menos la Isla de los Estados por el Sur (lat. 55° S.); su límite oriental estaría más allá del borde atlántico, en tanto que por el oeste, alcanzaría hasta el archipiélago patagónico con la depositación de la serie Titoniano-Neocomiano (1) integrada por las formaciones Erezcano en Ultima Esperanza, Cabo Forward en la zona del Estrecho de Magallanes y Yahgan en la Isla Navarino (correlacionables con la Formación Coyhaique de Aisén).

En la franja oriental de este geosinclinal se desarrolla el área de mayor subsidencia, depositándose allí enormes espesores de lutitas tobáceas, grauvacas volcánicas asociadas con chert, radiolaritas y rocas ígneas básicas muy variadas.

La presencia en la zona de Ultima Esperanza, de facies de "Black, Flysch" en la formación Erezcano (Cecioni, 1957) testifican la existencia de ambientes euxínicos y de una subsidencia rápida y disturbada. Todos estos acontecimientos nos llevan a la conclusión que a lo largo de toda la zona cordillerana se desarrolló una fosa de tipo eugeosinclinal, en tanto que al este de la actual zona sub-andina estaría representado el miogeosinclinal (Cecioni, 1960) cuyo espesor de sedimentos es menor y no presenta actividad volcánica en su desarrollo.

Es posible que a mediados del cretáceo inferior, se inicie el magmatismo ofiolítico que en ciertas zonas intruye los sedimentos cretáceos depositados hasta ese momento y que dá lugar a la precipitación de grandes cantidades de sílice (chert) originando una intensa proliferación de radiolarios en gran parte de la cuenca.

---

(1) A. Leanza: 1963, mediante consideraciones paleontológicas muy discutibles, llega a la conclusión que esta comenzaría en el Aptiano, o sea, bastante después.

El ascenso de las ofiolitas se produjo posiblemente a lo largo de grietas de tensión, producidas en la zona de charnela ubicada entre el miogeosinclinal (Shelf Inestable) y la franja de mayor movilidad y subsidencia.

En el curso de esta fase diastrófica y probablemente debido al profundo hundimiento alcanzado, las rocas del basamento son sometidas a procesos de fusión fraccionada, lo que da origen a los granitos y migmatitas de anatexia observados en los canales en la vertiente occidental de la zona cordillerana. Esta primera fase de la orogénesis andina que ha sido tentativamente correlacionada con los movimientos sub-hercínicos (Katz, 1964) desplaza el eje de la cuenca hacia el este y nor-este, desarrollándose frente al orógeno naciente una fosa de gran subsidencia, donde se deposita un espesor de aproximadamente 6.000 m. de sedimentos clásticos finos a gruesos y en cuyo extremo nor-occidental tiene gran desarrollo la potente serie de flysch de edad principalmente Campaniano.

El llamado Batolito Patagónico o Diorita Andina que constituye gran parte del archipiélago y de la cordillera patagónica, como ya se ha visto; está integrado por un conjunto de rocas graníticas de composición variada, cuyo origen es en parte netamente metamórfico, y en otras, magmático, no puede ser considerado como un extenso batolito, sino como un complejo constituido por cuerpos de diferentes orígenes formados o emplazados en distintas edades.

Repetidos empujes desplazan gradualmente el eje del geosinclinal hacia el este, incorporando de este modo, parte de la plataforma continental, lo que se evidencia en los cambios litológicos relativamente fuertes de las formaciones del Neocomiano Superior. El paso del Cretáceo al Terciario, a diferencia de lo que ocurre en otras partes del mundo,

está representado por una compleja concordancia de las formaciones en él comprometidas; desde el Maestrichtiano Medio hasta el Paleoceno Inferior, se observa un paso gradual, casi insensible, sin ningún tipo de cambio como para suponer la existencia de una fase orogénica en este intervalo (Charrier-Lahsen, 1965). En cambio durante el Oligoceno (Hoffstetter, 1957, p.10) el complejo Senoniano-Eoceno, es plegado y deformado, iniciándose probablemente a fines del Oligoceno, el retiro del mar, lo cual da lugar a la depositación de areniscas marinas que hacia el este pasan a continentales; ambiente manifestado en los enormes mantos de carbón y otros depósitos continentales de las formaciones Loreto y El Salto.

En el Mioceno ocurre, quizás, uno de los últimos períodos de plegamiento que pueden reconocerse en la zona subandina, de menor intensidad que el paroxismo oligocénico, y afecta principalmente los estratos ubicados más al este del Complejo Senoniano-Eoceno, lo cual dá origen a la discordancia que separa la formación El Salto de la formación Palomares (E. Gonzalez P., 1952, inédito), la más nueva dentro del Terciario y que en su parte superior presenta características netamente continentales.

BIBLIOGRAFIA

- Brunn, J.H. 1960  
Mise en Place et Differentiation de l'Association Pluto-Volcanique du Cortège Ophiolitique. Extrait de la Revue de Geographie Physique et de Geologie Dynamique (2) VDC. III - Fasc. 3 - PP.115 a 132, Paris 1960.
- Brunn, J.H. 1961  
Les sutures ophiolitiques, contribution a l'etude des relations entre phenomenes magmatiques et orogeniques. (1<sup>er</sup> partie). Extrait de la revue de Geographie Physique et de la geologie dynamique (2) Vol. IV Fasc. 2, PP. 89-96.
- Brunn, J.H. 1961  
Les sutures ophiolitiques, contribution a l'etude des relations entre phenomenes magmatiques et orogeniques. Extrait de la revue de Geographie physique et de geologie dynamique (2) Vol. IV Fasc. 3, PP. 181-202, 10 fig.
- Cecioni, G., 1964  
Inédito, Levantamiento Geológico de la costa del Seno Skyring, hacia el Oeste de la Isla Juan; Informe ENAP, Chile.
- Cecioni, G., 1955  
Noticias Preliminares sobre el Hallazgo del Paleozoico Superior en el Archipiélago Patagónico: An. Fac. Ciencias Físicas y Matemáticas. U. de Chile, V. 12 (Inst. Geol. Publ. Nº 6) p. 257-259, 1 mapa.
- Cecioni, G., 1957  
Cretaceous Flysch and Molasse in Departamento Ultima Esperanza, Magallanes, province, Chile: Bull, Amer. Ass. Petrol. Geol. V. 41 Nº 3, Pag. 538-564 11 fig.
- Cecioni, G., 1955  
Primeras noticias sobre la existencia del Paleozoico Superior en el Archipiélago Patagónico entre los Paralelos 50º y 52º S. An. Fac. Cienc. Fis. Mat. Univ. Chile V. 13 (Inst. Geol. Publ. Nº 8).
- Charrier R., Lahsen, A., 1965  
El límite Cretáceo-Terciario entre el Seno Skyring y el Estrecho de Magallanes. Chile: Tesis de Prueba para optar al título de Geólogo, Santiago.

Fuenzalida, H. 1964

El Geosinclinal Andino y el Geosinclinal de Magallanes. Comunicaciones de la Escuela de Geología. Nº 5 Fac. Ciencias Físicas y Mat. U. de Chile. Santiago de Chile.

Gonzalez, E. 1965

La Cuenca Petrolífera de Magallanes Apartado de la Revista Minerales. Nº 91 Santiago.

Katz, H. R. 1964

Conceptos nuevos sobre el desarrollo Geosinclinal y del Sistema Cordillerano en el Extremo Austral del Continente. ENAP. Res. Nº 7 de la Soc. Geol. de Chile 10a. Sesión. Santiago. Chile.

Lexique Stratigraphique International, 1957, Volúmen V. Fascículo 7, Chile.

Informes Inéditos de ENAP, de varios autores.



SEGUNDA PARTE :

GEOLOGIA ECONOMICA

INTRODUCCION	1
HISTORIA E IMPORTANCIA ACTUAL DE LA MINERIA	3
Petróleo	3
Carbón	3
Calizas	5
Oro	6
Cobre	7
GEOLOGIA DE ALGUNAS MINERALIZACIONES DE COBRE	9
Yacimiento de Cutter Cove	9
Yacimiento de Cobre La Serena	10
Yacimiento de Bahía Oración	11
Yacimiento de Península Staines	13
Yacimiento de Bahía Stewart	14
Yacimiento de Ancón Sin Salida	15
ESTADISTICA DE MINERALIZACIONES	16
CONSIDERACIONES GEOLOGICO MINERAS	17
RECOMENDACIONES	19
BIBLIOGRAFIA	21

## GEOLOGIA ECONOMICA

### INTRODUCCION.-

Prácticamente la totalidad de los yacimientos de importancia económica de la provincia de Magallanes, corresponde al tipo no-metálico.

La supuesta ausencia de yacimientos metalíferos, proviene, en gran parte, de la falta de explotaciones encaminadas a una eventual ubicación de dichos recursos, el aislamiento de la región y sus condiciones climáticas adversas, son una de las causas que han pesado más en este sentido. De ahí la necesidad de efectuar estudios más en detalle, destinados a poner en evidencia las posibilidades referentes a yacimientos metalíferos de la provincia.

Con este objeto, se hace en este Informe, una exposición general de las características geológico-mineras de Magallanes y de los estudios inmediatos tendientes a desarrollar y conocer la minería metálica en el futuro.

Las manifestaciones metalíferas de la provincia se encuentran, en su mayoría, en un complejo de rocas metamórficas correspondientes a los esquistos antiguos o zócalo cristalino atribuido al paleozoico y/o precámbrico y en parte, también al mesozoico. Este complejo aflora en jirones a lo largo de la vertiente oriental de la cordillera, especialmente entre la península Muñoz Gamero, 52°30' Lat. S. aproximadamente, y el canal de Beagle, 55° Lat. Sur., aproximadamente.

Los antecedentes empleado en la elaboración de este Informe han sido obtenidos de diferentes trabajos, en su mayoría inéditos, de la Empresa Nacional del Petróleo, (ENAP), y de la Empresa Nacional de Minería, (ENAMI), además de varias publicaciones que se detallan en la Bibliografía, al final del Informe.

## HISTORIA E IMPORTANCIA ACTUAL DE LA MINERIA

La actividad minera de la provincia, ha estado hasta la fecha, basada en la explotación de los siguientes minerales: Petróleo, carbón, calizas y oro de lavaderos; solamente hace cosa de dos años atrás, se han iniciado labores tendientes al aprovechamiento del cobre existente en la zona, aunque todavía estos trabajos se encuentran en su fase exploratoria.

### - Petróleo

Con el descubrimiento del primer yacimiento petrolífero chileno, en Manantiales, en 1945, se inicia en Magallanes una de sus más importantes actividades.

Los principales yacimientos se encuentran en la parte Nor-Este de la Isla Grande de Tierra del Fuego, y en la zona continental próxima al Estrecho, hacia el límite con la República Argentina.

ENAP ha producido en Magallanes, desde que comenzaron sus faenas extractivas, hacia fines de 1949, un total de 17.200.000 m<sup>3</sup>. de petróleo crudo. Se estima que las reservas de gas son del orden de los 70.000.000 de m<sup>3</sup>.

El valor total de las exportaciones de gas licuado desde 1954, alcanza a unos US\$ 7.000.000.-

### - Carbón

Los primeros trabajos de explotación de carbón en la provincia de Magallanes, tuvieron lugar en 1897.

El cuadro siguiente nos muestra las principales minas y su producción en toneladas anuales. (1)

<u>NOMBRE</u>	<u>PRODUCCION Ton/año</u>
Mina Pecket	31.122
Mina Loreto	13.651
Mina Soledad	4.853
Mina Caupolicán	10.000
Mina Tres Fuentes	3.673
Mina Estela	1.500
Mina Natales	1.600
	<hr/>
TOTAL	66.399 Ton/año

Los yacimientos se presentan en diferentes niveles del terciario del Geosinclinal de Magallanes, entre los cuales se destacan aquellos de las cercanías de Punta Arenas, los de la costa norte de la Isla Riesco, que estuvieron en explotación hace algunos años, y en territorio argentino, los de río Turbio. En ellos se explotan mantos de lignito de 2 o 3 m. de espesor, mediante el clásico sistema de pilares y huecos.

La calidad de este carbón y el poco espesor de los mantos constituyen un gran problema para su explotación económica.

(1) Cuadro extractado del anuario de Informaciones Básicas de Magallanes. Inventario de Recursos Económicos. 1965 ORPLAN. Magallanes.

En la actualidad, Magallanes produce alrededor de 60.000 ton/año. Las reservas a la vista se estiman en unos 350 millones de toneladas, y las reservas probables, en unos 3.300 millones.

- Calizas

A pesar de que en los archipiélagos Jorge Montt y Madre de Dios, se encuentran los yacimientos y reservas de calizas más importantes de Chile, hasta ahora su explotación no ha sido de gran importancia.

Especialmente conocidos son los mármoles de Isla Diego de Almagro, en el Archipiélago Jorge Montt, originados por metamorfismo de contacto de intrusivos graníticos en las calizas. Estos mármoles son de muy buena calidad, blancos y coloreados.

En general, todas estas calizas son extremadamente puras, con un contenido de carbonato de calcio raras veces inferiores a un 98%.

El único yacimiento de caliza que se explota intensivamente es el de la Isla Guarello, en el Archipiélago Madre de Dios. Los trabajos de explotación se iniciaron en 1951, por la Compañía de Aceros del Pacífico (CAP), la cual los utiliza como fundente en los Altos Hornos de Huachipato. La proporción es, media tonelada de calizas por una tonelada de fierro o acero producido.

Estas calizas deben ser de alta ley, con un contenido muy bajo de sílice y alumina. El contenido de azufre y fósforo debe ser igualmente bajo.

La producción anual de la CAP es aproximadamente de unas 210.000 toneladas. Las reservas más importantes están en las islas Diego de Almagro y Madre de Dios.

#### - Oro

Las primeras noticias que se tienen acerca de la existencia de este metal en Magallanes, datan de 1868 al descubrirse placeres auríferos en el río de las minas, en Punta Arenas.

En 1879, se descubren yacimientos en Tierra del Fuego, con lo cual esta actividad adquiere un rápido incremento.

Estos yacimientos representan principalmente la concentración aluvial de placeres auríferos, provenientes de terrenos glaciales y fluviales.

A continuación, en 1888, se ubican los lavaderos de las Islas Picton, Lenox, Nueva y Navarino, al sur del Canal de Beagle.

En estas Islas los yacimientos corresponden a placeres de playa concentrados por acción del oleaje, a partir de placeres que podríamos llamar primarios, contenidos en materiales glacio-fluviales, provenientes de la cordillera.

A principios de este siglo, todos los lavaderos se trabajaban a mano, a pesar de esto, y quizás debido al alto contenido de oro, la producción obtenida era considerable, y llegó a constituir una de las actividades más importantes de la provincia en ese entonces.

A partir de 1902, se empiezan a formar grandes compañías con el objeto de mecanizar la producción y aumentar así los rendimientos.

Sin embargo, el empleo de métodos mecanizados para la extracción de oro, no logró aumentar la producción respecto a años anteriores. Esto se debió principalmente a la falta de continuidad de los mantos auríferos, a la profundidad a que ellos se encuentran y al hecho de presentarse en la mayoría de los casos en los lechos de los ríos, de tal modo que para trasladar la maquinaria de un punto a otro de debía dragar su propia vía de avance a través de largos tramos estériles, siendo en esta forma, los costos de explotación demasiado altos.

Finalmente, la actividad extractiva de oro fue decayendo rápidamente, hasta convertirse en la actualidad, en una faena de muy pocas personas y, prácticamente de ninguna importancia en la economía de la provincia de Magallanes.

#### - Cobre

A principios de este siglo, hubo intentos de explotar algunas manifestaciones de cobre, pero debido a la falta de conocimientos geológicos, al hecho de estar ubicadas en luga-

res aislados de difícil acceso y de clima riguroso, no llegaron a concretarse.

Con este objeto, se organizaron empresas mineras para explotar, entre otros, los yacimientos de Cutter Cove, Yendegaia, La Serena y Bahía Oración.

El primero de estos yacimientos es, al parecer el más importante, fue descubierto en 1904, en la Bahía Cutter Cove, en la costa Noroccidental de la península de Brunswick. Dió origen a la formación de una compañía que inicia la explotación en 1905, hasta 1908, año en que se paralizan las labores. En ese lapso, se alcanzaron a enviar a Inglaterra, al rededor de 600 ton. de mineral con una ley media de 6 a 7% de cobre, ley que para esa época no era suficiente para que el yacimiento fuera económicamente explotable.

Actualmente el yacimiento de Cutter Cove es explotado, por la Cía. Minera Cutter Cove (1), de reciente creación (1966).

El yacimiento de Yendegaia fue descubierto en 1905, también fué motivo de la formación de una compañía minera para su explotación, sin embargo, los estudios realizados pusieron de manifiesto que se trataba de una mineralización de muy escaso valor económico.

(1) La Cía. Minera Cutter Cove, es una Sociedad mixta, formada por particulares y la Empresa Nacional de Minería, (ENAMI).

GEOLOGIA DE ALGUNAS MINERALIZACIONES DE COBRE

Yacimiento de Cutter Cove

Se encuentra ubicado aproximadamente en los 53°20' Lat. S. con 72°24' Long. W., en la costa Noroccidental de la península de Brunswick, en el canal Jerónimo. El acceso al yacimiento es relativamente fácil por vía marítima, desde río Verde en el canal Fitz-Roy, hasta la Mina, un cutter demora más o menos, 8 a 9 horas.

Se trata de un conjunto de vetas de rumbo Norte 30° a 70° con manteos que van desde unos 40° al W. hasta la vertical. Estas vetas a veces se ramifican o bien, constituyen cuerpos lenticulares, su desarrollo en corrida generalmente no sobrepasa los 500 m.

La mineralización se encuentra en esquistos y filitas cuarzosas, además se tiene conocimiento que, al menos una de estas vetas se encuentra en pórfidos cuarcíferos de la serie volcánica Jurásica. Igualmente concurren filones cuarzosos originados probablemente por relleno en una zona de fallas. Está constituida exclusivamente por sulfuros primarios que consisten principalmente en calcopirita, la cual en algunos puntos, se encuentra en forma masiva o diseminada irregularmente en los filones de cuarzo. Además aparece pirita, magnetopirita, blenda y galena.

Este yacimiento tiene una ley aproximada de 4,5% de cobre, con unos 120 grs. de plata por tonelada.

Como ya se ha señalado anteriormente, este yacimiento es en la actualidad objeto de estudios exploratorios con el fin de iniciar su explotación.

#### Yacimiento de Cobre "La Serena"

Se encuentra aproximadamente en los 52°47' Lat. S. con 72°56' Long. W., en la costa Sudeste de la península Muñoz Gamero, al interior del puerto Bahamondes en el canal Gajardo, solamente accesible por mar.

Este yacimiento está constituido por un conjunto de vetas de rumbo Noroeste, con manteos muy pronunciados hacia el Sudoeste, emplazados en una serie de esquistos, cuarcitas, filitas y mármoles, fuertemente plegados y dislocados del complejo de rocas metamórficas.

La mineralización se presenta en forma muy irregular, consiste en pirita, calcopirita, blenda y galena, siendo la calcopirita, el mineral más abundante,

Junto con las vetas se presenta una serie de filones de pegmatita y de cuarzo muy ramificado con los cuales es posible que esté relacionada la mineralización.

El muestreo de una de estas vetas ha dado leyes que fluctúan entre 0,88 a 6,85% de cobre. La cantidad de metales preciosos que contiene es también variable, la mejor ley ha sido de 120 grs. de oro por tonelada y de 156 gr. de plata, además se ha encontrado oro nativo diseminado en la ganga de cuarzo.

La extensión de este yacimiento se calcula en unos 600 m. de largo por 500 m. de ancho, pero los estudios en él realizados no permiten formarse una idea de su magnitud real.

#### Yacimiento Bahía Oración

Se encuentra ubicado aproximadamente en los 52°10' Lat. S. con 73°34' Long. W., hacia el lado Este de la Bahía Oración, en el Seno Unión. (Al W. de Puerto Natales).

La mineralización se presenta principalmente en esquistos y filitas del complejo metamórfico, y en el borde oriental de Bahía Oración, en rocas verdes levemente esquistosas (ofiolitas). Se presentan muy plegadas, pero es posible distinguir una posición general de rumbo NS o N 10-30° W. y un fuerte manteo hacia el W. (De unos 60-80°). Dentro de las rocas del complejo metamórfico se presentan espesores de filitas y pizarras de color gris claro a gris verdoso, silicificadas, estratificadas en capas delgadas, intercaladas con cuerpos irregulares de esquistos de color violáceo a blanquizco muy silicificados y con aspecto de rocas córneas. Las rocas verdes, aunque un tanto esquistosas, muestran claramente su naturaleza ígnea, lo que nos ha inducido a incluir las dentro de las Ofiolitas. Frecuentemente se presentan atravesadas por filones de color pardo del tipo de lamprófiros, dispuestos con rumbo y manteo variable.

Los cuerpos vetiformes se disponen con rumbo N-S a N 30° W., y cuyos manteos van desde los 30° al W. hasta verticales, prácticamente concordantes con la roca encajadora. Estos cuerpos a menudo se ramifican y presentan una serie de ondulaciones irregulares en su corrida. La potencia de las vetas observadas es variable y oscila entre 20 y 60 cm. en co

rrida. Pudieron seguirse hasta unos 100 m. de longitud, se presenta una mayor densidad de vetas, tanto mineralizadas como estériles (filones de cuarzo), en zonas correspondientes al espesor de rocas córneas.

La mineralización observada exclusivamente en forma megascópica, está constituida por calcopirita, acompañada de pirita y cuarzo y en cantidades menores por blenda y galena. La ganga es casi exclusivamente cuarcífera, presentándose por lo general en drusas.

Algunas de las vetas observadas están formadas casi exclusivamente por ganga, presentándose los sulfuros, sólo esporádicamente; en algunos casos la mineralización ha invadido la roca encajadora, pero generalmente, la paredes se muestran muy nítidas.

Con los estudios localizados que se han realizado, no es posible emitir un juicio seguro acerca de la importancia económica de estas mineralizaciones.

Hacia el año 1916, este yacimiento fue reconocido por la "Compañía Minera de Bahía Oración", la cual alcanzó a extraer una cierta cantidad de mineral que fue enviado a Inglaterra de lo cual no se tienen antecedentes.

Se observaron en las vetas, algunas muestras de cateos recientes; disparos y zanjas, realizados, según el patrón del cutter empleado en la gira, por una comisión enviada por la Ganadería Tierra del Fuego.

### Yacimiento Península Staines

Se encuentra situado en la parte occidental de la Península Staines, en el fiordo al interior de la Punta de San Pablo, sus coordenadas son: 51°32' Lat. S. y 73°47' Long W.

La geología del área donde se ubica la mineralización es semejante al resto de la península; en ella aparecen granitos rosados con grandes fenocristales de feldespatos, característicos del batolito patagónico, surcados por filones basálticos y lamprofíricos, además observamos esquistos y filitas del complejo metamórfico que en partes, especialmente hacia el Oeste de la Península, presentan un avanzado estado de granitización.

Las rocas metamórficas consisten principalmente en esquistos, cuarcitas y filitas intensamente plegadas. Los esquistos se presentan fuertemente inyectados por delgadas venas de cuarzo. En la cercanía de los granitos intrusivos, las rocas metamórficas se muestran marcadamente alteradas y atravesadas por una gran <sup>ti</sup> cantidad de filones aplíticos, observándose en algunas partes, tanto en las rocas metamórficas como en las graníticas, una cierta alteración hidrotermal.

La mineralización observada en esta área, es al parecer, exclusivamente primaria y está constituida por calcopirita, piritita y molibdenita, las que se presentan en delgadas guías finamente diseminadas, en el seno de las rocas graníticas; ocasionalmente concurren piritita y calcopirita diseminadas en las rocas metamórficas. Las zonas en las cuales existe una mayor mineralización, presentan manchas pardo-rojizas, pro-

ducidas por la limonitización.

#### Yacimiento de Bahía Stewart

Se encuentra ubicado hacia el extremo Noreste de la Bahía Stewart, en el pequeño Istmo<sup>7</sup> que separa la península Staines del continente, sus coordenadas son aproximadamente 51°39' Lat. S. y 73°38' Long. W.

La mineralización se encuentra ligada a un conjunto de vetas cuarzosas de rumbo Norte-Noroeste a Norte-Sur, las cuales se presentan encajadas en una serie de esquistos, filitas y cuarcitas fuertemente plegadas, correspondientes al complejo metamórfico. Junto con las vetas de cuarzo mineralizadas se presentan numerosos filones aplíticos, probablemente derivados del batolito de rocas graníticas ubicado hacia el Oeste de la zona en cuestión. En la cercanía de dicho batolito, las rocas metamórficas muestran una intensa recristalización, además de un cierto grado de alteración hidrotermal.

La mineralización, que es al parecer, exclusivamente primaria, se presenta fuera de los filones de cuarzo, finamente diseminada en los planos de esquistosidad de las rocas encajantes. Consiste en agregados irregulares de calcopirita y pirita, principalmente, con algunas concentraciones esporádicas de blenda y galena.

Acerca de leyes y magnitud de este yacimiento, no tenemos antecedentes mayores, por cuanto los estudios en él realizados han sido de un carácter muy preliminar.

Yacimiento de Ancón Sin Salida

Estas mineralizaciones se encuentran en los 52°13' Lat. S., con 73°25' Long, W., en la costa Norte de la Península Muñoz Gamero, en el Seno Unión, a unos 8 km. al Norte del Monte Burney.

Se trata de un yacimiento constituido por cuerpos irregulares, macizos, cuya roca encajadora es filita atavesada por filones de aplita y granodiorita.

La mineralización es exclusivamente primaria y consiste en pirita, calcopirita, blenda, tetraedrita, y galena, con una cierta cantidad de oro y plata que es común para todos estos yacimientos. Entre estos sulfuros la pirita es la que predomina en ellos, en cambio la calcopirita se presenta en forma de inclusiones, las demás se encuentran en cantidades menores.

Los trabajos de reconocimiento de este mineral, realizados en 1920, dieron resultados poco favorables. Las masas piritosas tendrían un contenido de 0,1 a 2,75% de cobre, con cantidades muy pequeñas de oro y plata, por lo que parece ser de muy poca importancia para ofrecer interés económico de explotación.

ESTADISTICA DE MINERALIZACIONES

A continuación se incluye una lista con las mineralizaciones metalíferas conocidas en la provincia de Magallanes, incluyendo Bahía Oración, Bahía Stewart y Península Staines. Yacimientos reconocidos en esta campaña de terreno y datos obtenidos de la Geología de Yacimientos de Chile. (1)

Mineralizaciones de Cobre

NOMBRE	COORDENADAS	Forma y Orientación	Roca Encajadora	Paragénesis
Península Staines	51°32'S 73°47'W	Diseminada y en finas guías	Rocas graníticas y metamórficas.	PI,CP,MO
Bahía Stewart	51°39' 73°38'W	Vetas NNW-NS	Rocas metamórficas	PI,CP
Bahía Oración	52°10'S 73°34'W	Cuerpos vetiformes N-S-N30°W	Esquistos silicificados.	PI,CP,BL,GA.
Ancón Sin Salida	52°12,8'S 73°24,7W	Bolsones macizos	Filita y filones aplíticos.	PI,BL,CP,GA, Au.
La Serena	52°47'S 72°55,2W	Vetas NW 60°90° SW	Pizarra, cuarzo y brecha	PI,BL,CP, BOR,BA, AU,AG.
Cutter Cove	53°20,9'S 72°25,7'W	Cuerpos vetiformes N49°-70°W	Esquistos metamórficos.	PI,Magp,BL CP,GA.
Yendegaia	54°54,2'S 68°43,2'W	Vetas NE-30° SE	Esquistos cloríficos	BL,CP,GA
Isla Hind	55°30'S 69°20'W	Vetas	Gabro-diorita	CP,BOR

(1) C. Ruiz. "Geología de Yacimientos de Chile". 1965. I.I.G.

CONSIDERACIONES GEOLOGICO - MINERAS

De acuerdo con sus características estructurales y a los índices de mineralización, la zona oriental de la cordillera es la que presenta las condiciones más favorables desde el punto de vista de la minería metálica.

La región cordillerana está constituida por un extenso complejo de rocas ígneas, caracterizado por diferentes tipos litológicos que van desde granitos a gabros, además de diferentes variedades de diabasas del tipo ofiolítico, en las que se encuentran a menudo, concentraciones de sulfuros metálicos, principalmente pirita y calcopirita.

Además de estas rocas se observa un gran desarrollo de rocas metamórficas, que se disponen hacia la vertiente oriental de la cordillera y donde se encuentran ubicadas la mayoría de las mineralizaciones conocidas de la región. Están constituidas por una serie de pizarras, filitas y esquistos, los cuales han sido atribuidos al Paleozoico Inferior y/o Precámbrico. Sin embargo, estudios más recientes han comprobado que en realidad algunas de estas rocas corresponden a formaciones Mesozoicas, de carácter Geosinclinal, afectadas por metamorfismo regional.

La Asociación de los distintos yacimientos con esta serie, sugiere un origen singenético de la mineralización con las rocas que, posteriormente, originaron el Complejo Metamórfico.

Sin embargo, la relación estructural de algunos yacimientos con la roca encajadora y el hecho de que a veces la mineralización se presenta también en rocas volcánicas, o bien,

en la cercanía de cuerpos intrusivos, indicaría más bien un origen epigenético o hidrotermal para dichos casos.

Cualquiera que sea el origen de los yacimientos, el complejo de rocas metamórficas es el que reúne las características más favorables en cuanto a posibles mineralizaciones.

Hacia el borde oriental de la cordillera, las rocas básicas y ultrabásicas también podrían contener mineralizaciones; es frecuente en ellas la presencia de impregnaciones de sulfuros, los cuales se podrían haber concentrado, tanto en las rocas del complejo metamórfico como, en las de la serie volcánica Jurásica.

En general, las zonas inmediatas a los cuerpos intrusivos representan condiciones propicias para las concentraciones de minerales. Por esta razón, en aquella parte del archipiélago correspondiente a la serie paleozoico superior, especialmente en las rocas calcáreas, podría haber cantidades apreciables de minerales originados por reemplazo metasomático.

La mayoría de los yacimientos metalíferos de la provincia consisten principalmente en cuerpos vetiformes ramificados o lenticulares, de mineralización maciza, constituidos por pirita, calcopirita, blenda, galena, tetraedrita-argentífera, acompañados frecuentemente de magnetopirita que constituye una característica distintiva de estos yacimientos.

Algunas de estas mineralizaciones tienen cantidades aprecia-

bles de oro y plata (Ancón Sin Salida y el Yacimiento de La Serena, por ejemplo).

#### Recomendaciones

- 1) Las diversas mineralizaciones descubiertas en Magallanes, hasta la fecha no han logrado despertar mayor interés en las compañías mineras privadas, excepción hecha de la Cía. Minera Cutter Cove que, como ya se mencionó anteriormente, es una Cía. mixta y aún se encuentra en la fase inicial de estudios y exploración del yacimiento.
- 2) Por otro lado, el hecho de estar situadas en lugares aislados y de clima bastante riguroso, ha sido un factor que también ha contribuido poderosamente a retrasar el desarrollo minero de la provincia.
- 3) Aún cuando los conocimientos que se tienen de las zonas más favorables son un tanto preliminares y fragmentarios, dan los fundamentos necesarios para programar estudios más detallados y sistemáticos.
- 4) Si existe real interés por el futuro de la minería de Magallanes es imperativo efectuar una prospección minera detallada, así como lograr una legislación de tal modo que se asegure el trabajo de los yacimientos explotables que se consiga ubicar.
- 5) La realización de estudios generales de fotogeología, geofísica, geoquímica, etc., podría promover el interés derivado por efectuar prospecciones detalladas en las áreas más favorables. Estos estudios generales deberán ser realizados

por organismos del Gobierno, ubicando y reconociendo los minerales, ya que es dudoso que las compañías particulares estén dispuestas a efectuar un esfuerzo y un desembolso tan grande en tal sentido, dada las condiciones de la región.

- 6) Desde el punto de vista geológico, los estudios se podrían dirigir hacia la obtención de informes detallados de cada yacimiento a pequeña escala. Sería conveniente efectuar un muestreo de los sedimentos finos del drenaje, para estudios geoquímicos y de minerales pesados, con el fin de obtener un índice del grado de mineralización de las diferentes áreas, leyes, reservas, calidad del mineral, etc., y si es posible contar con un mapa metalogénico de la provincia, el cual tenga toda la información necesaria.

Resumiendo se tiene:

- 1.- Programar estudios con el mayor detalle posible, (fotogeología, geofísica, gravimetría, magnetometría, geoquímica, etc.).
- 2.- Prospección minera detallada, con la confección de un mapa metalogénico de la provincia.
- 3.- Dictar una legislación adecuada y una participación destacada de organismos especializados del Gobierno.

BIBLIOGRAFIA

- DE LA RUE E.A. (1961) "Solicitud al Fondo Especial de las Naciones Unidas, Proyecto Austral. - CORFO -
- FERROGLIO, E (1949) "Descripción Geológica de la Patagonia (YPF). Buenos Aires.
- GONZALEZ, E Y Otros (1965) "La Cuenca Petrolífera de Magallanes. Apart. Rev. Minerales Año XX Nº 91 - Santiago de Chile.
- RUIZ, G. y Otros (1965) "Geología y Yacimientos Metálicos de Chile (I.I.R.)
- SERVICIO DE MINAS DEL ESTADO "Anuario de la Minería de Chile" Año 1965.
- ENAP y ENAMI "Informes Inéditos por varios autores.

