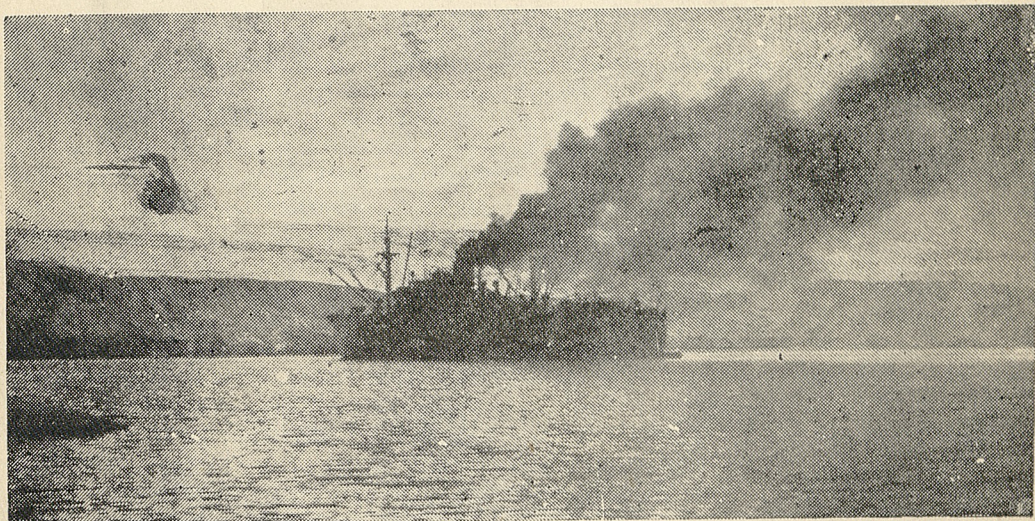


4 -
11/297-3)
Prof. HUMBERTO BARRERA V.

OBSERVACIONES SOBRE GLACIOLOGIA ANTARTICA

EXPEDICION CHILENA 1947



1949

**BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA**

M(297-3)



Observaciones glaciológicas durante la Primera Expedición a la Antártida Chilena.

Profesor HUMBERTO BARRERA V.

S U M A R I O

- I.—Importancia del conocimiento glaciológico en la Antártica.
- II.—Extensión de los hielos y sus características.
- III.—Línea de las nieves eternas.
- IV.—El hielo de la costa.
- V.—Los témpanos observados durante la expedición.
- VI.—Glaciares de la Antártica Chilena.
- VII.—Colores glaciales y fenómenos ópticos.
- VIII.—Eliminación de los hielos en la Antártica.
- IX.—Glaciología y derechos chilenos antárticos.

I. Importancia del conocimiento glaciológico en la Antártica.

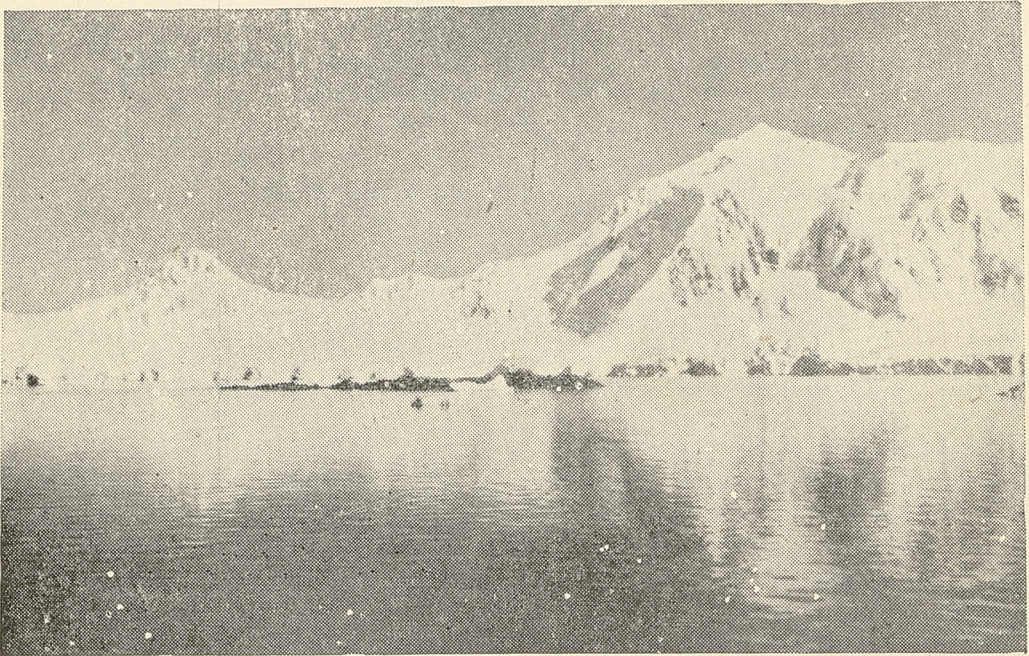
Después de haber participado en la primera expedición del Gobierno de Chile a la Antártica y de haber conocido una gran parte de sus inmensos territorios, nos hemos convencido que todas las posibilidades del hombre en esas regiones, ya sean de exploración, estudios, explotación económica o dominio efectivo, dependen de la realidad glaciológica de ese continente helado.

Por ser la glaciología la ciencia que estudia los fenómenos de la nieve y el hielo, las observaciones que sobre estas materias se hagan en la Antártica son de gran interés y necesidad, no sólo para el verdadero conocimiento del casquete polar austral, sino también para interpretar todos los aspectos de las ciencias geográficas y de todas las ramas de las ciencias naturales.

Entre los estudios que en el sexto continente deben considerar los fenómenos del hielo, pueden mencionarse los siguientes: clima antártico y su acción en el hemisferio Sur, especialmente en Chile y Argentina; oceanografía y formación de corrientes marinas; geología histórica comparada especialmente con América del Sur en las investigaciones de petrografía, paleografía y paleontología; la prolongación de la cordillera andina al Sur del cabo de Hornos y la morfología de los "Antartandes" en relación con las

teorías orogénicas sobre el equilibrio terrestre; la sismología y la distribución geográfica de los terremotos; energía calórica interna de la tierra en relación con la distribución del volcanismo y las observaciones en la isla Decepción, etc. En todos estos aspectos de geografía general los fenómenos del hielo antártico ofrecen un papel de importancia.

En diversas ramas de la física general, la existencia del hielo polar es un factor de influencia en las manifestaciones y observación de los más variados fenómenos naturales, por ejemplo: distribución del calor terrestre en el tiempo y el espacio en relación con la acción frigorífica del sexto continente; electricidad atmosférica y conductibilidad del hielo; radioactividad polar en las investigaciones electromagnéticas y auroras polares; fenómenos luminosos de origen glacial, atmosférico y astronómico; condiciones del aire antártico y su influencia en la propagación de ondas; radiaciones cósmicas y su penetración a través del hielo; reflexión acústica en las capas de hielo; detección por medio del "radar" de los témpanos y barreras glaciales, etc.



Panorama de la isla Presidente González Videla, con el nevado "General Cañas".

Igualmente las manifestaciones de vida animal y vegetal están condicionadas a la influencia de los hielos; la evolución y conservación de las especies de la fauna y flora ha dependido de la edad glacial del Sur de la tierra. Y también la supervivencia del hombre en esas desoladas regiones y el cuadro clínico de las enfermedades tienen mucho que ver con la acción de la naturaleza antártica.

En los aspectos económicos todo plan de explotación debe depender de la naturaleza y movimiento de los hielos en las diversas zonas y tanto en

la industria de la ballena como en la posible explotación futura de algunos minerales, debe conocerse el espesor, los glaciares, sus avances y retrocesos, las precipitaciones de nieve, la formación y deriva de los témpanos, la congelación del mar, etc.

Finalmente, desde el punto de vista de la geografía política, toda acción de soberanía, reconocimientos y exploraciones debe considerar la realidad glaciológica; los trabajos náuticos y militares no pueden inhibirse a su constante observación. Mencionemos por ejemplo: la navegación marítima y aérea; acondicionamiento de canchas de aterrizaje y acuatizaje; protección meteorológica; características de las construcciones de muelles, diques, casas de habitación, faros, estaciones de radio, etc.; instalación de campamentos; vida de campaña; trabajos de topografía; determinación de futuros límites, etc.

Estas realidades adquieren en el presente una valorización necesaria como nunca la ha tenido jamás el sexto continente, dado el inusitado interés con que muchas naciones demuestran por las tierras más australes del mundo; intereses de orden científico, económico, de soberanía y aún estratégico.

Considerando ahora al Territorio Antártico que debe pertenecer a Chile, su conocimiento glaciológico tiene aún más importancia que el resto de las zonas adyacentes y opuestas, debido a que presenta la mayor proximidad a tierras habitadas por el hombre, hay mayor facilidad para establecer comunicaciones y sus condiciones de clima, costas accesibles y formación del "pack-ice" parecen ser mejores que las de territorios más occidentales.

Durante nuestra participación en la Expedición Chilena de 1947, hemos podido imponernos de todas las características, manifestaciones y cambios que se operan en esas tierras heladas cuya evolución está marcada desde hace millones de años. Todos los expedicionarios pudieron adquirir en el escenario mismo de sus realizaciones, un gran caudal de experiencias sobre la física del hielo —de tan alto interés— que no podrían compensarse con ninguna otra clase de experiencias en otros continentes. Además, los mejores relatos que habíamos leído sobre expediciones antárticas y los mismos films y fotografías son sólo pálidos bosquejos si se les compara con las realidades mismas vividas en esas regiones. Traemos una visión magnífica de la zona visitada que bien podríamos llamar "paraíso glacial de un continente de maravillas".

Algunos creen que la impresión de la Antártica debe ser de irritante monotonía y de aletargante desolación que estagna la acción de los individuos entre infinitos desiertos blancos, yermos y silenciosos. Pero la verdad es muy distinta, y puede afirmarse que en las regiones australes de la tierra las energías de la Naturaleza presentan sus más potentes manifestaciones en la transformación constante de los hielos, en la erosión de los mares y en el fragor de las tempestades. Asimismo, las nieves de colores, los extraños fenómenos ópticos, la excitante pureza del aire fresco y la impresión de la increíble variedad de especies animales integran un paisaje único en el mundo.

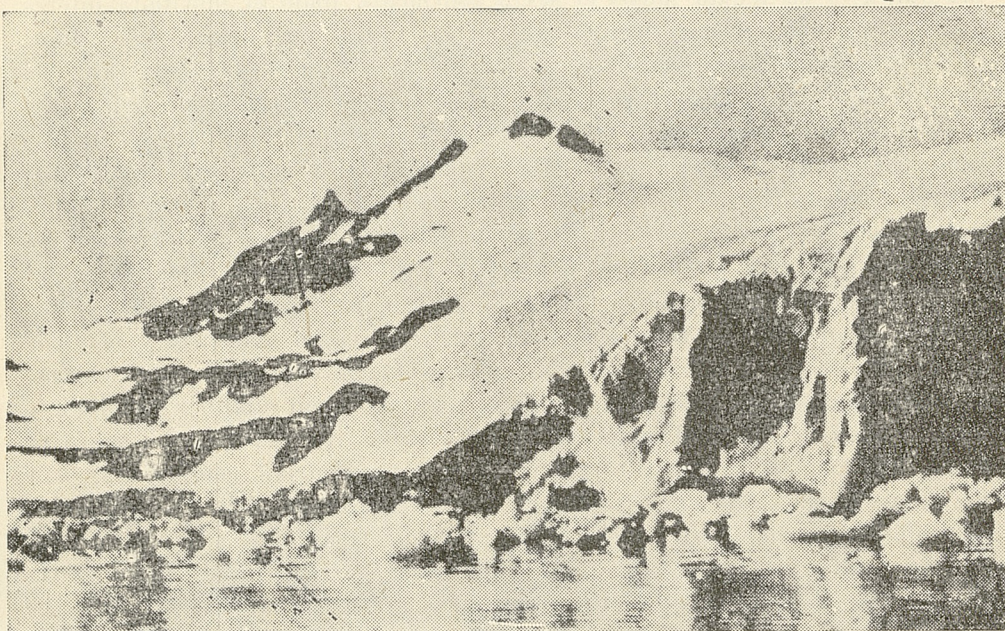
El conocimiento de las diversas regiones visitadas en el transporte "Angamos" de la Marina de Chile y la exploración en esquí, por equipos del Ejér-

cito, de muchas zonas interiores en este verano de 1947, nos proporcionaron las observaciones glaciológicas que se describen en este informe.

II. Extensión de los hielos y sus características.

Es sabido que todo el continente entero de la Antártica y todas las islas adyacentes, se encuentran cubiertos por una inmensa masa del llamado "hielo continental", el cual ha tenido un desarrollo constante a través de las eras geológicas tan lejanas en el tiempo.

Los campos de hielo van ascendiendo sensiblemente de nivel desde las costas hacia el interior, lo que pudimos observar en el terreno mismo en las exploraciones de las islas Presidente González Videla, Roberts, Decepción, Wiencke, Gamma de Melchior y Stoningston. Pero otras presentan abruptos frentes glaciales de configuración montañosa.



Aunque en el Continente Antártico los hielos cubren todos los territorios, se encuentran también algunos espacios de tierras libres en las islas Shetlands y en Tierra de O'Higgins.

Navegando por el litoral Oeste de la Tierra de O'Higgins no pudimos observar directamente la forma y magnitud del "hielo continental", porque a lo largo del litoral impide su vista una larga cadena de montañas escarpadas con picos de más de 2.000 metros de altitud y con intensa glaciación.

Los campos de hielo que cubren las islas podrían llamarse propiamente "hielo insular", pero en verdad su carácter es el mismo de los que cubren todo el continente antártico o sea el "hielo continental". Este tipo forma la masa de hielo más extensa de la tierra y se ha formado por las precipitaciones de nieve a través de millones de años y es indudable que en otras épocas tuvo un desarrollo mucho mayor, lo que es fácil comprobar por di-

versas observaciones directas. Seguramente, muchos canales actuales estuvieron bajo los hielos y algunos istmos de hielo que conocimos serán liberados de hielos en un futuro lejano, dando lugar a la separación de islas.

Por esta razón todo el archipiélago de las Shetlands presenta una morfología netamente antártica idéntica a la del continente y estimo que no debe separarse esta región fijándola en una posición "subantártica", como la consideran algunos expedicionarios. Es más impropia la restricción al considerar como continente antártico sólo las zonas comprendidas al Sur del Círculo Polar en la latitud $66^{\circ} 32'$, pues todo lo que queda al Norte de este paralelo en la Tierra de O'Higgins presenta las mismas características glaciales de más al Sur.

En todas partes pudimos ver que el hielo continental ha borrado totalmente los accidentes orográficos interiores a través de los siglos y milenios, cambiando fundamentalmente el paisaje de eras anteriores y que debió tener características muy distintas y un clima diferente. Las montañas mismas se presentan como integrando un sólo conjunto glacial: los cerros tienen en varias partes forma de nevados y los escarpados cordones de montañas de la costa de O'Higgins muestran una intensa glaciación como si fueran sólo bordes abruptos de un sólo inmenso campo de hielos eternos.

Luego, puede afirmarse, que en el Territorio Chileno Antártico sólo dominan los hielos eternos en el paisaje continental e insular. Sin embargo, en muchas partes encontramos superficies de tierras descubiertas y cuya situación y extensión es importante.

La apreciación en tanto por ciento o la razón matemática entre las superficies de tierras visibles y de masas de hielo, sólo tiene un sentido relativo, pues su valor depende del lugar de observación y del horizonte del observador; varía totalmente a medida que se asciende hacia el interior.

Las mayores superficies de tierras libres se encuentran naturalmente en las costas y en las latitudes más bajas y que corresponden al gran archipiélago de las Shetlands. El máximo pudimos encontrarlo en la famosa isla Decepción donde casi todas sus ensenadas de la costa interior que forman un arco de elipse, se encuentran descubiertas; esto se debe al carácter volcánico de la isla que le ha marcado una intensa desglaciación con las altas temperaturas del suelo, las lagunas calientes y la gran absorción del calor solar por las rocas negras. La latitud de Decepción es $62^{\circ} 58'$ Sur.

En la isla Presidente González Videla situada en el paralelo $62^{\circ} 30'$ se encuentran también muchos terrenos libres de nieve; el de mayores proporciones lo recorrimos en el extremo N. W. que cierra el arco de la gran bahía y que llamábamos "Puntilla de los Elefantes" debido a la gran cantidad de estos animales marinos que acostumbraban a reposar en las playas. En esa parte un gran sector de la costa se encuentra totalmente descubierto y las playas de arena cubren hasta tres kilómetros de largo con una penetración al interior hasta 1.200 metros. Más adentro hay islotes de tierra entre los hielos con grandes rocas (nunataks) donde anidaban los pingüinos y los petreles gigantes.

Debido a estas tierras libres, esa parte de la isla Presidente González Videla es muy pintoresca y al visitarla parece que uno abandonara la Antártica como por arte de magia, al igual que en la isla Decepción, ya que en el resto de todos los territorios sólo domina la visión sucesiva de los hielos eternos. Las playas de la Puntilla de los Elefantes están defendidas por enormes arrecifes, terrazas marinas y las llamadas "rocas castillos" que al ser observadas desde los 10 kilómetros del extremo opuesto de la isla semejaban una gran ciudad de altos edificios. Había también numerosas lagunas de agua dulce y esteros de agua corriente de dos metros de ancho y 30 centímetros de profundidad; los grandes mantos de líquenes sobre las piedras sueltas y los amplios tapices de musgos de colores verde y café le dan armonía y variedad al paisaje; la afluencia de pingüinos, petreles, albatros y los leopardos marinos, focas y elefantes daban la impresión de vida intensa. Nos llamó la atención que casi todos los animales marinos eran hembras.

Los campos de hielo terminaban frente a las tierras libres muy suavemente en sus pendientes y como carácter extraordinario presentaban extensas manchas de nieves rojas y verdes y que se deben a algas microscópicas y que en ninguna otra parte encontramos tan abundantemente. En las márgenes de la puntilla, el glaciar insular desbordaba abruptamente al mar en forma de muralla vertical de 10 a 50 metros de alto.

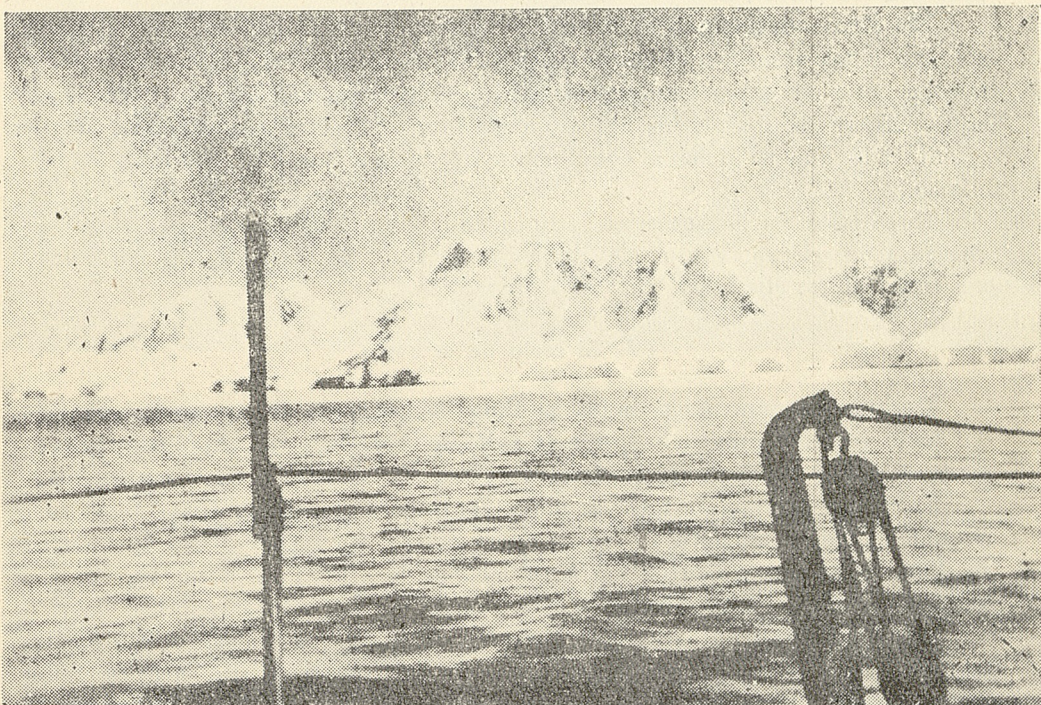
En la parte N. E. de la isla Presidente González Videla, donde fué instalada la Base Chilena de Puerto Soberanía la bahía presentaba playas descubiertas de hielos separadas por un tramo de avance glacial; las tierras libres tenían hasta dos kilómetros de largo y estaban constituidas por material suelto debido a la erosión antigua de los hielos. La playa de más al Norte tenía una angosta faja de arena de 10 metros de ancho en la que encontramos restos de un antiguo naufragio cuyas maderas estaban diseminadas a lo largo de 400 metros. En este lugar las tierras descubiertas se extendían más al interior hasta 80 metros de altitud sobre el mar y había varios nunataks de rocas con gran erosión glacial y eólica y otros terrenos de material suelto hasta 105 metros de altura donde se formaban lagunitas y dos rumorosos esteros de 3 metros de ancho y 40 centímetros de profundidad. En este lugar se instaló el campo base de la expedición geográfica-militar y que reunía buenas condiciones por encontrarse en terreno horizontal junto a una laguna; había también tapices de musgos y diversas variedades de líquenes que crecen en las piedras sueltas, donde también encontramos tres especies de insectos.

En resumen, apreciamos que el territorio de la isla Presidente González Videla, de unos 200 kilómetros cuadrados, aproximadamente tiene 95% de su superficie cubierta de hielos eternos. Y este es el porcentaje que caracteriza a las diversas islas del archipiélago de las Shetlands del Sur, haciendo excepción de la isla Decepción; las superficies libres corresponden a algunas playas, nunatacks y promontorios y picachos con rocas desnudas.

A medida que se avanza al Sur disminuyen los espacios libres y la presencia de rocas libres en la costa, se debe a la erosión del mar y eólica.

En la Punta Patagonia de la isla Gamma de Melchior, por ejemplo, para construir una casa hubo que habilitar un estrecho espacio de 40 metros de largo dinamitando el hielo.

Respecto a la profundidad de los hielos no fué posible hacer observaciones precisas por no disponer de sismógrafos detectores de ondas acústicas, que se producen por explosiones de dinamita y se reflejan en el lecho rocoso. Por observaciones aproximadas a la simple estimación, apreciamos que los hielos alcanzan hasta un metro de espesor en el borde de los campos que llegan suavemente a las playas de tierras libres, de 10 a 60 metros en los bancos o barreras flotantes del hielo costero y varios cientos de metros en el interior de los lugares visitados. Pero, los geólogos antárticos han determinado la profundidad del hielo continental en un espesor superior a 1.000 metros y algunos han llegado a calcular hasta 1.500 metros en el interior del continente, considerando aún que en edades geológicas pretéritas debe haber tenido unos 500 metros más que se han eliminado por desglaciación.



La línea de las nieves eternas es uniforme en todas las latitudes antárticas y el límite de los glaciares llega aún más bajo que el nivel del mar.

En conclusión, según lo observado en la Expedición Chilena y por los datos de otros exploradores, la Antártica Sudamericana, en todo el continente, sólo dominan los hielos hasta el mismo mar y son muy escasos los espacios de tierras libres,

III. Líneas de las nieves eternas.

Este valor que determina la fisonomía glacial de una región o país, tiene en la Antártica el nivel del mar como límite. Es una línea de perfecta uniformidad que encontramos en todas las regiones visitadas por la expedición y también caracteriza a toda la Antártica Sudamericana y a todo el continente de 15,5 millones de kilómetros cuadrados de superficie.

Naturalmente en las costas donde hay espacios de tierras libres, la nieve desaparece durante el verano y la línea de las nieves tiene un nivel un poco más alto, pero esto es una excepción en el conjunto general que no altera el nivel común del mar como único en el total paisaje glacial.

Además, el límite de los glaciares tiene aún un nivel más bajo que es inferior al de la superficie del mar, pues el hielo costero flota en el mar encontrándose su fondo a muchos metros bajo la superficie del agua, como sucede con los hielos de barrera que pueden considerarse como el término del gran glaciar continental.

En otros continentes la línea de las nieves altera con la latitud, varía con las zonas climáticas y baja a medida que se aleja del Ecuador. Sucede también que en una misma latitud tienen niveles diferentes, por ejemplo en la Cordillera de los Andes chileno-argentina en sus márgenes occidental y oriental, lo que se debe a condiciones orográficas e influencias de microclimas.

En cambio, en la Antártica la línea de las nieves es uniforme en todas sus latitudes y regiones extensamente separadas y no tienen sentido otras definiciones como "línea climática" y "línea orográfica".

IV. El hielo de la costa.

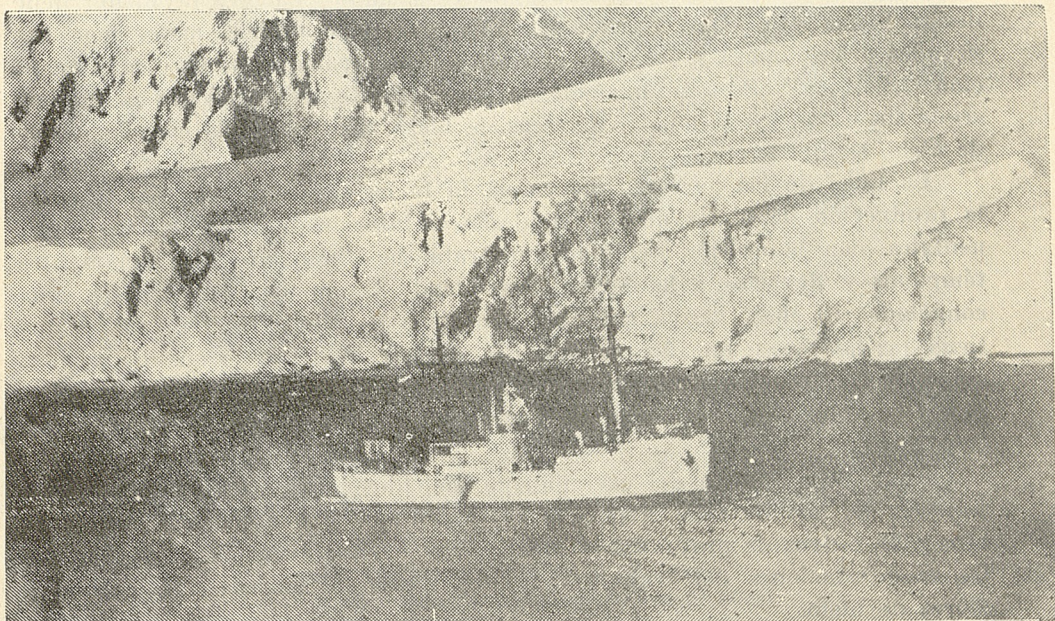
Durante la expedición todos pudimos imponernos de las características del hielo costero, que es lo que más salta a la vista a los exploradores marinos en todas las regiones antárticas ya sea en las islas o en el continente.

Todos los campos de hielo isleño y continental terminan en la costa formando un frente abrupto en forma de muralla o barrera vertical que alcanza desde unos pocos metros hasta 60 metros de alto. Podría tomarse el valor de 30 metros como término medio general de las alturas sobre el mar.

Según diversos autores estas barreras de hielo que rodean todas las islas y el continente se encuentra sólo en la Antártica. La manifestación de mayores proporciones es la llamada gran barrera de Ross situada en el sector occidental cuyo frente flotante alcanza hasta 900 kilómetros de largo y tiene cerca de medio millón de kilómetros cuadrados de superficie.

Los ingleses a las escarpas de los bancos de hielo "ice cliff" y al hielo de barrera que avanza hacia el mar le dan el nombre genérico de "shelf-ice", para indicar que el hielo descansa sobre el shelf o zócalo continental de la costa. Sería por lo tanto la mayor masa de hielo flotante que existe en el planeta.

Estas grandes murallas glaciales se han formado por las mismas masas del hielo interior, que al acumularse avanzan desde las mesetas debido a las grandes presiones, derramándose en el borde de las costas y cortándose en un frente acantilado al encontrar las aguas marinas de mayor densidad y flotar en ellas. También se acumulan en las barreras o banquizas, aunque en pequeñas cantidades, masas de nieve de precipitaciones que no alcanzan a eliminarse por la fusión y la erosión de los vientos.



El hielo costero termina en todos los litorales en un frente escarpado de barreras verticales que alcanzan hasta 60 metros de alto.

Este hielo de barrera puede flotar en el mar o también estar encallado en la plataforma terrestre, según sea la profundidad de las aguas; al fin del período de descongelamiento del mar helado ("pack-ice") que varía, según la latitud, de Noviembre a Febrero, puede formarse una clase especial de hielo híbrido con mezcla de hielo marino y terrestre.

Es seguro que en el término de las barreras y bajo su lecho se encuentran antiguas morrenas; muchas de estas las pudimos observar al navegar en bote sobre los bajos fondos próximos a las costas donde se ven morrenas terminales junto a los islotes y arrecifes.

En todos los puntos donde fondeó el Transporte Angamos, en todas las costas exploradas desde el interior y durante toda la navegación, estuvimos siempre frente al shelf-ice y pudimos observar todas sus variedades y los fenómenos de transformación que se están produciendo constantemente.

El hielo de barrera es la fuente de producción de los témpanos de todos los tamaños, formas y variedades, lo que podíamos observar muy bien en la isla Presidente González Videla por haber permanecido en esos parajes dos temporadas de 20 y 7 días respectivamente. El buque ancló a pocos metros del shelf y para llegar al desembarcadero en embarcaciones menores había que pasar por una peligrosa zona de constantes derrumbes de hielo. La Casa Chilena se construyó también a pocos metros del extremo de un gran murallón de hielo.

A propósito de la denominación con que se ha señalado a esta clase de hielo, algunos autores han insinuado que el término "barrera de hielo" debe designar sólo a la Gran Barrera de Ross para distinguirla mejor por sus grandes proporciones y designar el resto de las formas menores con la acepción "shelf-ice". Pero actualmente en las diferentes descripciones se emplea, según los casos, los términos: barreras de hielo, shelf-ice, hielo costero, banco de hielo, banquiza, etc.

La línea de las barreras determina la lucha constante que existe entre la producción de hielos que bajan desde el interior de los glaciares continentales, con la erosión del mar que trata de eliminarlos al formarse los témpanos y llevarlos a la deriva destruyendo las inmensas masas de agua congelada. El shelf marca entonces una línea de equilibrio de fuerzas que tiene dos límites en un año climático: la superación del hielo cuando se congela el mar y la superación del mar cuando se descongela y arrastra los témpanos hacia el Norte, erosiona las barreras, socava el fondo y forma grutas frontales.

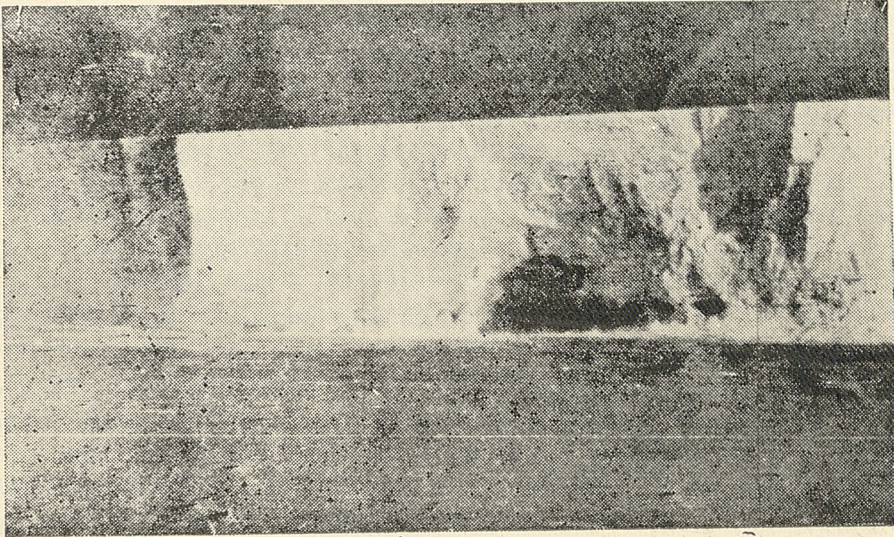
En la isla Gamma del archipiélago Melchior logré, con un compañero, penetrar en una de estas grutas al nivel del mar y que tenía 3 metros de alto y 20 metros de profundidad, siendo muy curioso su aspecto interior con las manifestaciones del trabajo del mar, líneas de mareas, estalactitas y flores de hielo.

V.—Los témpanos de la Antártica Chilena.

Los "icebergs" o témpanos, que son las masas de hielos flotantes de variados tamaños y formas, caracterizan a los mares glaciales antárticos. Constituyen la más clara evidencia de la eliminación de los hielos que cubren el continente y las islas.

Durante nuestro viaje hacia el Sur no encontramos témpanos a la deriva en regiones subantárticas, y en el Estrecho de Drake, pero en todas las islas Shetlands, en las bahías donde ancló el "Angamos" y en los canales de navegación encontramos gran número de témpanos de diversos tamaños, algunos encallados y otros a la deriva. A medida que avanzamos hacia el Sur hasta la bahía Margarita en la latitud 68° 15' aumentó el número y variedad de los témpanos. Los expedicionarios de la fragata "Iquique" que partió 20 días antes que el "Angamos" y recorrió regiones más orientales en las Shetlands tuvieron oportunidad de ver también otras variedades de témpanos y de mayores proporciones.

La primera impresión de esos peñascos de hielo que tuvieron los expedicionarios del "Angamos", fué el 12 de Febrero a las 5 de la madrugada, cuando el buque trató de entrar a la isla Decepción por su estrecho pasaje acantilado y su entrada navegable de 150 metros de ancho estaba bloqueada por dos grandes témpanos; los vieron sólo pocas persona y el buque siguió a la isla Presidente González Videla (ex Greenwich). Ese día navegando frente a la isla Roberts, la evidencia de los témpanos fué general para todos los



Los "témpanos tabulares" se encuentran sólo en la Antártica y sus dimensiones gigantescas constituyen una maravilla de la naturaleza.

(La fotografía muestra una parte de uno de ellos).

pasajeros, encontrándose varios que sobresalían 20 metros fuera del agua; la novedosa realidad de ese día no debía abandonarnos en todo el resto de la expedición.

En la bahía Soberanía de la isla Presidente González Videla permanecimos 20 días, para que las diversas comisiones efectuaran sus trabajos y todos pudimos tener las mejores experiencias sobre la realidad de los témpanos.

Cuando llegamos a la isla había dos grandes témpanos en medio de la bahía, de 25 metros de alto fuera del agua y 40 metros de largo en la base superficial del mar; según los sondeos marinos indicaban claramente que estaban encallados.

Hay que recordar que la parte sumergida de un témpano es ocho a nueve veces mayor que la parte flotante en relación con su masa y cuatro a cinco veces mayor en relación a la altura exterior. Generalmente se incurre en error en algunas descripciones al confundir las relaciones de masas con las de volúmenes y alturas. Los valores son también variables, pues las masas y volúmenes son funciones de la densidad del hielo y del "empuje" del agua. La densidad del témpano depende de la cantidad de aire acumulado en su interior y el empuje del líquido es una fuerza ascensional que depende

de la densidad del agua de mar y ésta es función de la salinidad y temperatura.

Las ecuaciones que deben recordarse son:

$$\text{Masa} = \text{Volúmen} \cdot \text{Densidad}$$

Fuerza de empuje = Volúmen sumergido del témpano · Densidad del agua · aceleración de gravedad medida en dinas y resultan toneladas—peso si el volúmen se calcula en metros cúbicos.

Un témpano flotante se encuentra en equilibrio estable, por lo tanto, su peso es igual al empuje de la parte sumergida y puede navegar a la deriva como cualquiera embarcación por efecto del viento y las corrientes marinas.

Sometidos, además, a las fuerzas de oleajes y movimientos de mareas, expuestos al choque entre ellos mismos o con las rocas y cuando la erosión marina ha socavado una gran parte, se produce la fragmentación de un témpano en dos o más pedazos; esto es explicable, porque el hielo es una sustancia plástica muy fácil de soldarse entre sí, pero frágil y quebradiza cuando hay zonas internas de desequilibrio debido a las capas de aire acumulado. Este curioso fenómeno lo observamos en numerosas ocasiones, pero en ejemplares pequeños.

Pero, el espectáculo más curioso es la inversión total de un témpano y es una casualidad muy grande tener la suerte de encontrarse frente a este fenómeno. Cuatro personas, que el 6 de Marzo, a las 11 A. M., nos encontramos en el puente del "Angamos", pudimos tener esta impresión extraña y ver todo el proceso de la inversión de un témpano de unos 20 metros de altura total. Fué en la bahía Dorian de puerto Lockroy: primero la masa de hielo comenzó a agitarse y a oscilar fuertemente con el oleaje lo que daba la idea que estaba a punto de quedar en equilibrio inestable y repentinamente se dió vuelta totalmente para quedar nuevamente en equilibrio estable produciendo gran oleaje a su alrededor. Un filmador logró impresionar la escena y ojalá haya salido buena.

La inversión de un témpano es un fenómeno físico de equilibrio y se debe naturalmente a cambios de posición en su centro de gravedad y centro de presión de la parte sumergida, debido a la erosión del mar y socavamiento de la masa de hielo. Debe suceder entonces que el metacentro, o sea la intersección de la línea central del témpano con la vertical del centro de presión cuando está inclinado, llega a situarse bajo el centro de gravedad del cuerpo total y se produce el equilibrio inestable que lo hace darse una vuelta de campana.

Si el témpano que se invierte es de grandes dimensiones el espectáculo será más interesante, pero debe ser muy peligroso para una embarcación que se encuentre en sus cercanías.

Volviendo a los icebergs de la isla Presidente González Videla y que observábamos diariamente, es interesante recordar que repentinamente recibíamos la visita de algún nuevo ejemplar de 30 metros de alto fuera del agua y que procedía de otras regiones. Uno de éstos quedó encallado en el fondo, pero hu-

bo otros que fueron llevados por las corrientes al exterior, según datos proporcionados en la fragata "Iquique", buque que estaba en esa isla mucho antes que el "Angamos".

Constantemente asistíamos a la formación o nacimiento de los témpanos en las barreras de hielo, o sea, lo que los ingleses han llamado el "calving" o sea la "parición" para darle una forma más expresiva; comprobamos que su producción era mucho más intensa durante los días de temperaturas más altas y en los fuertes oleajes. Aquí debo recordar que en la isla Presidente González Videla tuvimos hasta 5 grados sobre cero como temperatura máxima y 2 grados bajo cero como media de las mínimas, alcanzando en una sola ocasión a 8 bajo cero durante un temporal de nieve. En las noches también se producían derrumbes pero en mucho menor cantidad que en el día y debe recordarse que durante el verano antártico las horas de noche son muy pocas.

Los témpanos que se producían en la bahía Soberanía no eran de grandes dimensiones y los enormes, de 30 metros fuera del agua, que encontramos ahí, habían llegado de otras regiones.

Los deslizamientos y derrumbes de hielo se estaban produciendo continuamente en las partes socavadas del shelf y los frentes más agrietados, produciendo grandes estruendos cuyas ondas sonoras eran de baja frecuencia o larga longitud de onda semejante a la onda del trueno de las tempestades eléctricas. Observábamos que repentinamente las masas de hielo se precipitaban al mar siendo suficientes para formar un enorme témpano, pero inmediatamente se fracturaban en muchos pedazos por el choque con las rocas y zócalo inferior. Otras veces veíamos derrumbes como hermosas cascadas de hielo.

Los trozos de hielo que eran de diferentes tamaños hasta 3 metros de espesor se acumulaban en las ensenadas o salían hacia la gran bahía según fuera la dirección del viento y el oleaje. Cuando se acumulaban frente al desembarcadero de la Casa Antártica y del hidroavión, impedían la navegación de los botes motores. Muchas veces sucedió que el mar estaba completamente libre y los botes se trasladaban con personas y materiales a la isla, pero al regresar dentro de una o dos horas la bahía se había llenado totalmente de estos pequeños témpanos que hacían difícil y peligrosa las maniobras; había que empujarlos y abrir brechas de agua para que el bote pudiera moverse lentamente.

Los témpanos de tamaños pequeños y medianos pueden clasificarse en grupos según su forma y dimensiones. Nosotros podíamos distinguir los siguientes: 1) trozos muy pequeños, planos y transparentes hasta un metro de largo y pocos centímetros de espesor y que cuando se acumulaban parecían una costra congelada del mar, fáciles de confundir con el "pack-ice" pero eran de hielo de derrumbes; lo encontramos una mañana en bahía Margarita. 2) trozos de hielo, pequeños pero algo mayores que los anteriores, que apenas salen del agua y presentan caprichosas estrías y figuras interiores debido a las burbujas de aire; los ingleses los llaman "growlers". 3) Siguen otras tamaños hasta 3 metros de largo que sobresalen del agua,

sobre los cuales a veces descansan las focas y que los ingleses llaman "berg bits". 4) Junto a las barreras se encuentran ciertos pedazos de hielos largos y puntiagudos llamados "carámbanos". 5) Una clase muy curiosa es el llamado "hielo de cisne" por su semejanza con un elegante cisne blanco de alargado cuello; los vimos en varias ocasiones y era interesante observarlos cuando se juntaban varios y navegaban arrastrados por las corrientes; su forma se debe posiblemente a descongelamientos desuniformes en las partes flotantes y sumergidas y corresponden a una etapa de destrucción; a este tipo nunca lo vimos en reposo.

Toda masa de hielo flotante extendida o aplanada de cualquier tamaño es llamada generalmente "floes" y su origen puede ser hielo de glaciar o marino y presenta diversas variedades como el "pancake ice", los "bandejonos", etc.

El "hielo pack" es una designación general al hielo flotante cuando se acumula o se suelda en el mar, cualquiera que sea su origen, pero la denominación de "pack-ice" es propia del mar congelado cuando la temperatura baja del punto de solidificación del agua marina y se forma una costra superficial, primero, y finalmente, una capa de dos metros de espesor o hasta de 15 metros en los llamados "hielos de presión" del invierno antártico. No nos referiremos en este informe a estas clases de hielo porque no nos fué dado observarlos dada la época de verano que permanecemos en la Antártica. Abandonamos el continente el 22 de Marzo sin que hubiera manifestaciones de formarse el pack-ice, pero es preciso recordar que las fechas son muy variables y a veces se adelanta su formación, tal como sucedió al buque de rescate de la famosa Base del Este, el 22 de Marzo de 1941.

Los témpanos grandes que vimos en las Shetlands y en la costa de Tierra de O'Higgins, eran del tipo llamado "*témpano glaciar*" y que son los más comunes y se encuentran también en otros lugares de la tierra como en el Artico y la Patagonia Chilena. Esta clase presenta las más variadas formas y dimensiones, a veces geométricas y generalmente con las más caprichosas proporciones semejando objetos conocidos, animales, embarcaciones, etc; todo lo hace la manera como se ha producido el desprendimiento y la erosión del mar y de los grandes vientos.

Observamos que los "témpanos glaciares" se forman generalmente en los desprendimientos irregulares, en las corrientes glaciales que caen al mar, en las llanuras bajas y en los frentes de glaciares de piedmont. Era común verlos con capas estratificadas y con franjas azules y en general presentan diversas tonalidades de colores verdes, lo que se debe seguramente a sus zonas de presión pobres en burbujas de aire y a las refracciones luminosas provenientes del mar azul. Presentan también claras muestras de la erosión marina, con sus marcas de mareas, grutas socavadas junto al nivel del mar, pináculos y trozos colgantes de diversas formas.

Una forma muy común de esta clase de témpanos eran los que semejaban embarcaciones muy parecidas a las "galeras" que se ven en los dibujos antiguos de los navegantes.

Cuando viajamos más al Sur por la costa Oeste de Tierra de O'Higgins hasta bahía Margarita, nos encontramos con los "témpanos tabulares" y que constituyen una clase característica de la Antártica, no encontrándose en otras zonas de la tierra. Se presentan como enormes paralelepípedos o cofres rectangulares, perfectamente planos en sus superficies nitidamente blancas. Algunos se ven como hermosas planchas de mármol, porque contienen nieve con mucho aire y por lo tanto son más livianos que el témpano "glaciar" y se hunden menos; otros se ven con tonalidades azules y corresponden a los que ya son viejos y han permanecido mucho tiempo flotando o a la deriva.

Se forman especialmente en el hielo marginal del zócalo glacial o barreras, en las lenguas glaciares flotantes y especialmente en las neveras que se transforman en cortes estratificados; por eso están formados del tipo de nieve llamado "nevé". Alcanzan dimensiones que llegan a ser colosales; generalmente sobresalen de 20 a 30 metros fuera del agua y tienen hasta 100 a 200 metros de ancho, pero su largo es muy variado llegando a valores inmensos.

Cabe recordar, a este respecto, que en Enero de 1927 fueron vistos por el buque "Aurora", al Sur de las islas Orcadas dos témpanos gigantes: uno de 45 metros de alto y 55 kilómetros de largo y otro de 40 metros de alto y 160 kilómetros de largo; fueron vistos también por otros navíos. Pero esto es aún poco, comparado con el que vió el barco ballenero "Oddi" y que relatan en el diario: a un témpano en que precisaron navegar 9 horas a 10 nudos de velocidad para recorrerlo a lo largo; tenía entonces cerca de 170 kilómetros.

Los témpanos tabulares que nosotros encontramos en los mares del Sur, frente a bahía Margarita tenían alrededor de 30 metros de alto fuera del agua y cerca de 100 metros de largo, apreciados a distancia. Pero los expedicionarios de la fragata "Iquique" vieron cerca de la isla Rey Jorge, situada al Este de las Shetlands, un gran témpano tabular de 30 metros de alto, 100 de ancho y 500 metros de largo. Otra clase de témpanos son los llamados "islas de hielo", por su forma semejante a éstas y que cuando son muy grandes es fácil confundirlos. Ha sucedido que algunos exploradores han fijado en sus cartas ciertas islas que después nunca se han encontrado y que pueden ser este curioso tipo de témpanos. Son los menos estudiados y no se conoce su exacto origen, aunque también tienen que provenir de la costa glacial y posiblemente constituyan una etapa de evolución de grandes témpanos encallados. Se presentan como cúpulas bajas de superficie convexa. En nuestro viaje al Sur, pasando frente a la gran isla Adelaida, observamos a lejana distancia a estribor, frente al mar abierto, uno de estos témpanos de isla de hielo; a su alrededor había terrenos de bajo fondo lo que podía inferirse por las grandes rompientes de olas que ahí se producían; por lo tanto, el témpano debería estar encallado. No vimos otro ejemplar en todo el resto del viaje.

¿Cuál es la evolución en lo que podríamos llamar la vida de un témpano?

—Naturalmente cuando no encallan son llevados a la deriva hacia el Norte desviándose al Oeste por las corrientes marinas, y poco a poco se van destruyendo y disminuyendo sus proporciones por el desgaste que produce el agua, el aire y las temperaturas más altas. Conversando con meteorólogos que habían permanecido un año en la base de las isla Orcadas, me manifestaron que en el último verano había en esa región una gran afluencia de témpanos, algunos de los cuales tenían varios kilómetros de largo. Los de esa zona provienen del mar de Weddel en cuyas barreras se encuentran las mayores “fábricas” de témpanos de la Antártica.

Se han hecho investigaciones, examinando las marcas de mareas, para apreciar la duración de un témpano y se han indicado plazos comprendidos de uno a cuarenta años. Naturalmente estas medidas son muy relativas y difíciles de apreciar porque intervienen múltiples factores. Pero, la verdad es que a veces son arrastrados muy lejos de la Antártica y se han visto hasta en la latitud de 35°.

La navegación entre los témpanos presenta peligros y deben tomarse acertadas precauciones especialmente en las noches y en los días de bruma polar, que es tan densa especialmente en las Shetlands. Este peligro disminuye cuando se navega con “radar” cuyas ondas electromagnéticas detectan exactamente la posición del témpano y sus proporciones, al reflejarse en las paredes de hielo. El “ecosonda” también es necesario para indicar las salientes de hielo de los témpanos bajo la superficie del mar, pues especialmente el de tipo “glaciar” no presenta líneas verticales. La fragata “Iquique” disponía de radar y ecosonda y el transporte “Angamos” sólo de ecosonda; las condiciones de seguridad para el primer buque se pudieron apreciar especialmente en la navegación de avanzada que hizo primero que el “Angamos” hasta Neny Fiord, navegando entre témpanos con neblina y de noche.

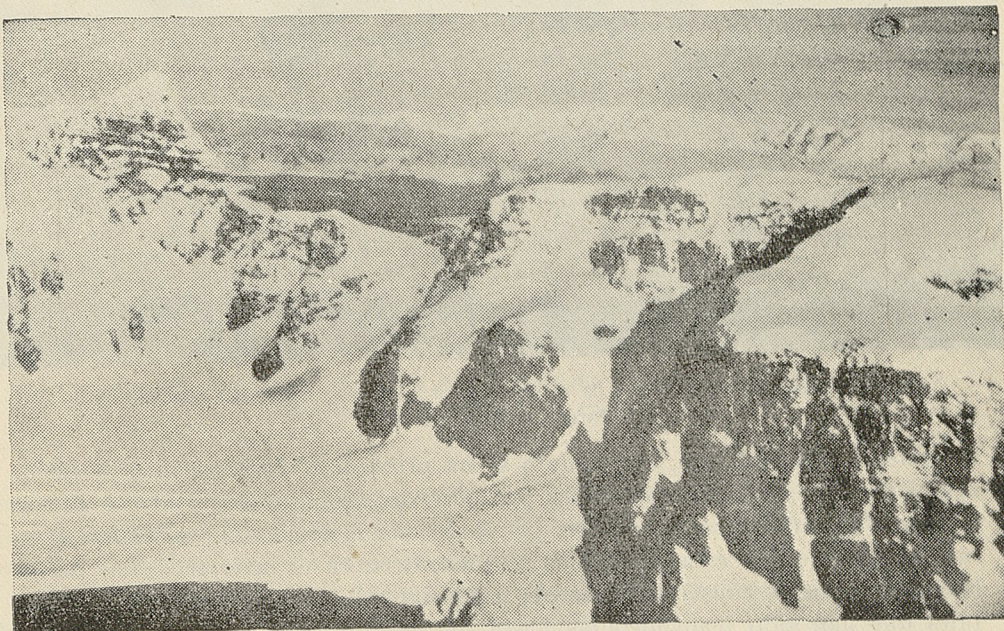
Como demostración del peligro que constituye la cercanía de los témpanos y su deriva recordemos algunos hechos. Durante el regreso del “Angamos” al Norte desde bahía Margarita y después de haber fondeado en bahía Dorian el 10 de Marzo, el buque fué embestido en la noche, de 22,45 a 23.30 hrs. por una verdadera procesión de témpanos, que partían desde la costa de Lockroy directamente hacia el barco llevados por las corrientes. El “Angamos” estaba anclado y fué cogido de sorpresa. Pasaban por babor y estribor apegados al buque a medio metro por segundo de velocidad y por lo tanto demoraban casi tres minutos en pasar de la proa a la popa; primero fueron algunos pequeños y después otros más grandes de tres metros de largo: parecían extraños monstruos marinos por el ruido de chapoteo que producían como si fueran nadando fuertemente. Luego uno más grande, que por sus dimensiones calculé en 2.200 toneladas de peso, chocó con la proa, se retiró y pasó a babor a un metro de distancia dando un nuevo golpe en la popa y produciendo un gran estruendo en el buque. Otros hicieron lo mismo a estribor y los choques tenían en nerviosa expectación a la tripulación y pasajeros. Felizmente no afectaron la estructura del “Angamos” y

el hecho notable fué que a pocos metros había encallado otro de mayores proporciones que calculé en 24.000 toneladas y cuyo choque podría haber acabado con nuestra embarcación, tal como ha sucedido tantas veces en la Antártica.

En cierta ocasión, otro buque estuvo en serio peligro al encontrarse fondeado a una distancia que se calculó era segura frente a un témpano glacial. Pero como éstos a veces se extienden bajo el mar, el témpano comenzó a oscilar y a cambiar de posición y repentinamente el barco fué cogido en su fondo y comenzó a ser levantado; las rápidas maniobras lo hicieron zafar apresuradamente del lugar y al instante, el iceberg levantó su extremo que seguramente habría dado vuelta al buque.

VI. Glaciares del Territorio Antártico Chileno.

Todo lo que vimos en glaciares corresponde a las variedades derivadas de la constitución y acción dinámica del "hielo continental" que cubre to-



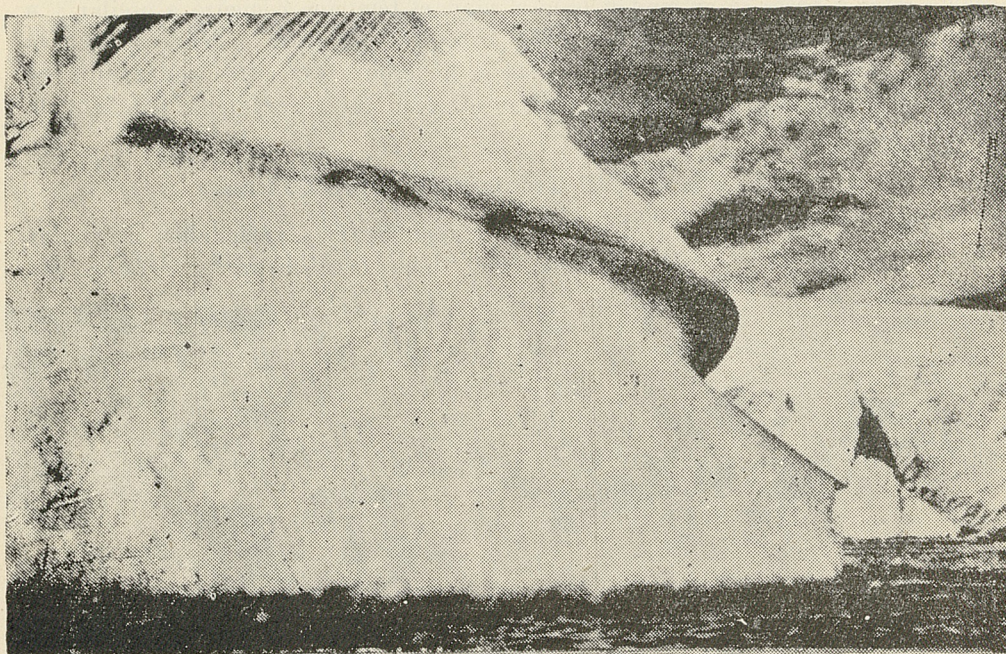
Las corrientes glaciales llenan todas las depresiones.

dos los territorios incluso las islas. Penetrando en algunas zonas se advierte fácilmente una diferencia entre las condiciones de la inmensa región interior con las de la periferia que queda junto a la costa. La zona interior está formada por mesetas de suaves ondulaciones con pocas perturbaciones. En cambio en la banquisa o hielos de la costa, la superficie y las capas internas se presentan muy agrietadas y con grandes demostraciones del movimiento.

El hielo continental desborda simultáneamente hacia afuera en todas direcciones y en las islas presenta una formación como de "escudo" glacial;

la provisión de nieve se conserva mejor en las regiones interiores y las perturbaciones se producen más en la costa.

Estos hielos forman también corrientes frontales, pero considero que no constituyen glaciares propiamente tales, aislados totalmente. Por lo tanto todo el campo glacial puede designarse con el nombre de "*glaciar de tipo continental*", porque forma corrientes en movimiento que es lo que caracteriza a



En el término de los glaciares la erosión de los vientos produce las más extrañas formaciones de hielos.

un glaciar. Sin embargo, este asunto se ha prestado a diversas interpretaciones al leer las designaciones dadas por diversos exploradores y al considerar la morfología de la zona interior que carece de morrenas superficiales. Pero es muy posible que estas morrenas se encuentren en el interior de las masas heladas o sean de constitución basal; la existencia de algunas morrenas frontales que han sido transportadas hasta los bajos fondos marinos y que pudimos observar en varios puntos, lo está probando. Se trata entonces de enormes glaciares de tipo "groenlandés".

No observé en las islas Shetlands ni en el continente de Tierra de O'Higgins glaciares típicamente "*alpinos*", o sea encajonados en estrechos y largos valles alimentados con nevados independientes y rodeados de altas serranías, en que la lengua glacial le da el carácter de río de hielo. Sin embargo, en algunas islas y en los cordones de montaña de los Antartandes se ven varios glaciares de valle; pero estos son de constitución ancha y por sus especiales características no deben considerarse del tipo alpino. Los valles de estos glaciares son rudimentarios, muy anchos y no tienen alimentación independiente con nevados propios; se forman del mismo hielo continental. Varios

autores los han designado con el nombre de “*glaciares de depresión*”, porque siempre llenan anchas depresiones. Son característicos de la Antártica y —según Mawson— pueden considerarse como una forma intermedia entre el glaciar alpino y el continental.

Otra forma que vimos en el territorio antártico, pero en menor cantidad, fué el “*glaciar de tipo piedmont*”, especialmente en los cordones de



Las grietas son extensas y profundas y se encuentran especialmente en la zona de perturbación del hielo de la costa.

montaña de la Tierra de O'Higgins y en la isla Adelaida. Estos glaciares llenaban varios valles independientes para formar entre todos una amplia meseta inferior plana que se abría como abanico.

También encontramos “*glaciación de tipo escandinavo*” en la costa occidental de Tierra de O'Higgins que por ser muy acantilada el hielo desborda en todos sentidos por pendientes muy abruptas hasta los fiordos.

En consecuencia, las formas glaciales de valle, depresión, piedmontés, escandiva y groenlandés, constituyen la presencia del hielo que cubre todo el territorio antártico o sea el “*hielo de tipo continental*”, el cual es la fuente de alimentación común para todos.

Recordemos ahora la glaciación de los principales lugares visitados durante la expedición:

avistamos en primer lugar a la *isla Smith* que se nos presentó como la primera tierra de morfología netamente antártica por su intensa glaciación. La

—En el viaje al Sur, después de cruzar en dos días el mar de Drake, primera impresión de su naturaleza fué de una emocionante novedad para

todos los expedicionarios y siempre recordaremos a esa isla bordeada de enormes acantilados de hielo y escarpados picos cubiertos de nieve.

—Después vimos la *isla Snow*, donde invercó Nordenskjöld de 1901 a 1903, y que a distancia se presenta como un gran casquete de hielo que cubre totalmente las tierras bajas de superficie uniforme como una cúpula; podría confundirse con un gran témpano del tipo llamado “isla de hielo”. En sus márgenes está rodeada por las curiosas “rocas castillos” que sobresalen del mar como empinados atalayas de piedra.

—La *isla Livingston*, se presenta con un frente glaciario considerable, lo que pude observar muy bien durante una exploración, desde lo alto de la isla Presidente González Videla. La zona de alimentación de la nieve en Livingston culmina en dos picos preponderantes de cerca de 2.000 metros de altura.

—En la isla Presidente González Videla tuvimos oportunidad de observar con más detención las características de la glaciación por haber permanecido en ella un total de 30 días.

Todo su territorio está cubierto del hielo continental y se presenta como un escudo glacial con superficies de suaves pendientes que culminan en dos nevados de 480 y 630 metros aproximadamente de altura, el primero situado en el centro de la parte oriental y el segundo en el centro de la parte occidental.

Como ya se ha dicho, todo el hielo desborda en las banquizas de la costa, con un frente vertical algo irregular y de alturas de 10 a 60 metros. No hay por lo tanto glaciares aislados con cuencas de alimentación independientes y valles encajonados entre altas serranías. Sin embargo, el avance del hielo ha llenado las depresiones y esto indujo a algunos expedicionarios a asignar nombres a estas corrientes marginales, fijándolos en los croquis con designaciones de “glaciario tal o cual”. Considero que no es propio mantener estos nombres con la acepción de “glaciario”, pues puede inducir a error a los que no hayan visitado la región y al observar después, guiándose por los mapas, crean que se ha producido una transformación de importancia en los hielos. En verdad toda la isla —lo mismo que en toda la Antártica— está constituida por un sólo gigantesco glaciario.

La barrera helada es muy abrupta y se presenta altamente perturbada por toda clase de grietas marginales, frontales y verticales. Durante una exploración por el interior de la isla hasta la banquiza del sector S. W. encontré grietas que tenían hasta 50 metros de largo y 20 metros de profundidad y eran de intenso color verde y azulino.

La acción dinámica del hielo forma en las barreras otros accidentes glaciales, como los llamados “seracs”, pináculos, molinos, arroyitos interiores durante los días de temperaturas superiores a cero grado, puentes, arcos, estalactitas, etc.

No encontré en toda la isla ninguna manifestación de mesas glaciales o sea la presencia de rocas sostenidas sobre pirámides de hielo. a pesar de existir rocas de diversos tamaños y algunos picachos. Sin embargo, se observan varios islotes de rocas o nunatacks.

En la parte alta del nevado más alto del N. W., y que presentaba gran semejanza con el volcán Osorno y que el Instituto Geográfico Militar bautizó con el nombre de "General Cañas Montalva", existían enormes grietas en el campo del nevé circundando el cono cerca de la cumbre.

En la meseta interior y en el nevado del Este, que fué bautizado con el nombre de "Comodoro Guesalaga" se advertían numerosas grietas longitudinales y transversales, muy angostas y que estaban cubiertas con el nevé. No había ningún peligro en cruzarlas en esquíes, pero habría sido muy peligroso hacerlo a pie, pues al probar una de ellas enterrando un esquí, la nieve que la llenaba estaba suelta y se hundía totalmente hacia el interior.

La glaciación de la isla González Videla se puede dividir en dos sectores muy bien separados por un angosto istmo de unos 600 metros de ancho. Encontrándome en este istmo se podían ver las dos costas opuestas. Debido a su especial configuración y por ser el istmo tan bajo en relación con los dos sectores de la isla, me induce a creer que el territorio de Presidente González Videla está formado por dos islas separadas por un estrecho canal que comunicaría las bahías Soberanía y Yankee y que actualmente se encuentra cubierto por el hielo del glaciar insular. Claro, que sin mejores investigaciones no hay razones seguras para admitirlo, pero este fenómeno se presenta también en otras partes de la Antártica.

La isla Decepción es notable por su manifiesta eliminación de hielos y la presencia de grandes terrenos descubiertos, lo que se debe a su carácter volcánico, a las altas temperaturas de los ojos de mar, lagunas termales y del suelo y a la absorción calórica solar de los terrenos de lava y rocas negras. Puede decirse que esta isla tiene su propio microclima que contrasta con el gran clima antártico. Recorriendo su interior encontramos numerosas lagunas calientes de 42 grados centígrados en la superficie con aumento hacia la profundidad; cavando agujeros aumentaba la temperatura rápidamente y a 30 centímetros de profundidad emergía agua caliente de 42 grados. La temperatura del mar de la gran bahía interior del anillo cortado que forma la isla es también muy superior a las aguas que se encuentran inmediatamente fuera.

El nevé y los hielos son de aspecto oscuro, porque se han revuelto con tierras de origen volcánico; todas las paredes exteriores del anillo territorial de la isla se ve cubierto de nieves negras, semejantes a las que hemos encontrado próximas al volcán San José en la provincia de Santiago, nevado de Chillán, en Ñuble, etc.

También encontramos en Decepción manifestación de hielo fósil y hielos viejos o muertos, pertenecientes a antiguos glaciares que se cortaron, no avanzan más ni tienen zona de alimentación debido a la desglaciación del lugar. Había también muchos esteros de agua corriente que nacían de los campos de nieve.

Pero el hallazgo de mayor importancia que pude constatar en dos lugares de Decepción, fué la presencia de la llamada "*nieve penitente*", formación helada que es característica de los Andes chilenos y argentinos y que no ha sido observada en montañas del hemisferio Norte. La nieve penitente

se forma más arriba de la línea de las nieves eternas y se debe a la radiación solar y a la combinación de otros factores que no es del caso mencionar en este informe.

Pero en la isla Decepción la nieve penitente alcanzaba sólo formas primarias con sus surcos paralelos característicos y montículos aislados simétricamente en todo el campo, cubiertos de tierras volcánicas. No tenían más de 20 a 30 centímetros de alto y no pude constatar si pertenecían a una etapa de destrucción o de formación con las nevadas anteriores al verano antártico. Hay que recordar que en la cordillera andina los penitentes alcanzan hasta más de 10 metros de alto, como los del ventisquero Horcones en el monte Aconcagua y cubren campos de muchos kilómetros. En Decepción no pueden tener desarrollo por la oblicuidad del sol y las escasas horas de radiación solar debido a la constante bruma de las islas Shetlands; las formas primarias han sido posible debido al clima especial de esa extraña isla.

La Tierra de O'Higgins caracteriza todo su litoral por una intensa glaciación y la presencia despedazada de todo su litoral en innumerables paredones rocosos, fiordos, canales, altos arrecifes, rocas bajas que afloran del mar, rocas castillos, islotes, etc. La costa Oeste que observamos en la navegación está llena de islas de toda forma y superficies y el territorio parece una imagen de la Patagonia Chilena o Tierra del Fuego, pero sin vegetación.

Todo el paisaje se ve al pie de una escarpada cadena de montañas llena de glaciares de depresión con sus valles que llegan hasta el mar y hielos que desbordan por todas las pendientes; en el conjunto general emergen escarpados picos de montañas que alcanzan a más de 2.000 metros de altura.

La isla Adelaida es de enormes dimensiones y presenta un gran frente glaciario con picachos de 2.100 metros como el monte Gaudri y junto al mar se antepone una amplia meseta de hielos de piedmont.

Puede decirse que navegando hacia el Sur por la costa occidental de O'Higgins hasta bahía Margarita, cambia ostensiblemente la glaciación comparada con la de las islas Shetlands, siendo mucho más intensa, con costas muy inaccesible y playas escasas en muy pocos puntos; además en sus mares se encuentran los témpanos tabulares.

La isla Stoningston, donde se encuentra una base inglesa y la base norteamericana del Este, presenta el curioso fenómeno glacial antártico de estar unida al continente por la lengua de la corriente helada, ascendiendo suavemente hacia la meseta continental; es la entrada hacia el interior del gran territorio de O'Higgins.

VII. Colores glaciales y fenómenos ópticos.

Las nieves antárticas no son siempre blancas como pudiera creerse, pues se encuentran extensiones con colores verdes, rojos, ocre y cafés en diversas tonalidades en los campos de név y hielos azules en las grietas, barreras y témpanos. Estos fenómenos dan armonía y variedad al paisaje glacial.

Los colores verdes y rojos se deben a la impregnación del nevé de innumerables algas microscópicas; las encontramos en manchas abundantes en la isla Presidente González Videla, especialmente en la puntilla de los Elefantes, en Lockroy y en Melchior. Encontramos también extensiones de colores amarillos, pero creo que éstas se debían a estiércol de pingüino por la proximidad a sus colonias.

En los frentes glaciales y en los témpanos se veían las franjas de hielos azules combinadas con capas intensamente blancas y talvez se deben a cortes estratificados con diferentes clases de hielo y variedad en la cantidad de burbujas de aire.

Además de estas franjas, las tonalidades verdes y azules en las grietas, frentes glaciales y témpanos tienen que producirse por fenómenos ópticos de reflexión de la luz y refracción a través de los cristales. Las aguas azules del mar constituyen también un factor.

Sobre las nieves negras de la isla Decepción, que ofrecen un fuerte contraste con el panorama antártico, hemos hablado en el capítulo anterior.

Los fenómenos luminosos del cielo son también interesantes y de hermoso aspecto. Los más conocidos que pudimos constatar son los llamados "ice blink" y que se presentan como resplandores lejanos y difusos de color amarillo claro en las zonas de islas de hielo, como Snow Hill, y en los témpanos gigantes.

Los amaneceres y crepúsculos presentan en la Antártica una extraordinaria belleza con la más potente manifestación de coloridos en toda la gama del espectro de la luz solar. La refracción de la luz a través de los cristales de las nubes de hielo y la reflexión en los campos terrestres del nevé, producen a veces extrañas combinaciones. Recuerdo que en cierta ocasión, mientras navegábamos hacia bahía Margarita, vimos en el Oeste una enorme cruz luminosa entre las nubes formada por dos haces de rayos perpendiculares.

Igualmente también se observan comunmente los efectos astronómicos como las coronas de luz o halos y las imágenes repetidas del sol y la luna, fenómenos de espejismos y otros. El 18 de Febrero, a las 5 hrs., nos fué dado ver un hermoso fenómeno de imagen invertida del nevado General Cañas Montalva de la isla Presidente González Videla presentando su cono invertido en la mitad de su altura y viéndose por lo tanto como un doble cono rodeado de halos de colores. Creo que fué un espejismo que puede producirse en las zonas de hielo por existencia de capas atmosféricas altas de mayor temperatura que las bajas.

El mismo día, encontrándome solo en el nevado oriental de la isla Greenwich durante una exploración, se me presentó el más extraño de los fenómenos ópticos de origen glacial. Habiendo sido envuelto por una densa nube stratus de cristales de hielo, vi proyectada, a lo lejos, mi propia sombra de enorme tamaño y rodada de anillos luminosos alrededor de la cabeza. Lo explico como el resultado de la proyección de la sombra por la escasa luz difusa del sol que penetraba a través de los cristales de hielo y producía una serie de refracciones. No usaba anteojos oscuros porque no había sol directo y pronto las neblinas invadieron el campo alto durante muchas horas

con escasa visión hasta sólo de tres metros, produciéndome un encegamiento que me afectó durante dos días.

VIII. Eliminación de los hielos en la Antártica.

El paisaje glacial formado por el conjunto del hielo insular y continental, puede dividirse —según las observaciones de todos los exploradores antárticos— en cuatro zonas fácilmente visibles, a saber:

1) Una zona interior constituida por el hielo continental propiamente tal donde se verifica la alimentación o provisión de nieve por las precipitaciones. La nieve sufre las conocidas transformaciones perdiendo parte de su aire, fundiéndose una parte cuya agua penetra al interior y suelda los cristalitos para constituir el tipo “nevé”. Esta es la condición que encontramos en todo el interior al explorar la isla Presidente González Videla y que cuando no habían temperaturas mayores de 3 grados constituía excelentes campos de ski. Para trasladarse en las regiones antárticas, reconocer los territorios y escalar los nevados, no puede emplearse otro medio que el ski. Los trineos deben usarse para el traslado de equipos pesados, para la instalación de campamentos y para las exploraciones de larga duración. En las regiones altas se encontraba “nieve polvo”.

2) Sigue una zona de movimiento de los hielos por las suaves pendientes de las mesetas o por los valles y depresiones más inclinadas, lo que forma los glaciares propiamente tales. En esta zona se encuentran grietas longitudinales y transversales de variadas dimensiones y que es peligroso cruzarlos sin esquís.

3) Enseguida, viene una área de desgaste constituida por todo el frente glacial, donde el hielo se presenta muy perturbado, formándose grietas y toda clase de cuerpos irregulares debido a las fuertes presiones. En estos bancos de hielos se producen los desmoronamientos que forman los témpanos al caer al mar.

4) Por último, se puede reconocer una zona de fuerzas de equilibrio constituida por el shelf o el zócalo de la costa. En su plataforma se fija el límite de la lucha eterna que desde hace millones de años, talvez, se verifica en el continente Antártico, entre los hielos que se mueven desde el interior hasta transformarse en témpanos y las fuerzas del mar que tratan de destruirlos y de llevarlos lejos a otras latitudes.

En las dos estaciones climáticas se manifiestan las dos fuerzas con su cambiante preponderancia: en el verano triunfa el mar y se forman los témpanos y en el invierno triunfan los hielos y se congela el mar.

Cabe ahora preguntarse: ¿cómo ambas fuerzas contrarias son manifestaciones del universal principio de acción y reacción, puede suceder que una parte de la energía total se transforme en otra energía? ¿cuál será entonces la resultante de las diferencias? ¿Se está produciendo una eliminación paulatina de los hielos o los hielos interiores están aumentando en magnitud glaciando aún más el continente?

Para muchos exploradores del Este y del Oeste el problema se presenta muy claro y puede concluirse que en la Antártica se realiza un fatal retroceso glacial. Así lo ha manifestado también el almirante Richard Byrd en su última expedición al mar de Ross, al hacer comparaciones con la morfología de los mismos hielos observados en dos expediciones anteriores.

Pero, me permito insinuar que hay que tener cuidado con las afirmaciones definitivas, pues pudiera suceder que estas regresiones pertenecen a una de las tantas oscilaciones glaciales que desde las edades pretéritas se han verificado en el planeta y en que los avances y retrocesos de los hielos abarcan largos períodos.

En las regiones visitadas por la Expedición Chilena, encontramos también claras manifestaciones de una regresión glacial. Se ven grandes extensiones de tierras libres que antes estuvieron bajo los glaciares; hay muchas bahías accesibles a sus playas; se ven morrenas que cubren los arrecifes y los islotes costeros; afloran rocas en el interior con demostraciones de que el límite glacial era más alto; la destrucción de las barreras es demasiado intensa y constante y da la impresión de que no puede ser equilibrada por las precipitaciones de nieve; la existencia de los nunatacks llega hasta muy adentro, etc.; todo está indicando que en el sexto continente hay un período de regresión glacial de fuertes proporciones.

Sin embargo, creo que es necesario recalcar que este concepto de retroceso glacial en la Antártica se está interpretando exageradamente en los comentarios e informaciones que dan muchas personas. En ningún modo significa que esa parte de la tierra cambiará apreciablemente sus actuales condiciones de clima y morfología que permitan habitarla sin disponer del equipo adecuado, de tal manera que ya deberían tomarse las provisiones adecuadas. Si eso sucediera, aunque la eliminación de los hielos se siga manteniendo en toda su magnitud, un cambio fundamental será apreciable sólo en muchos miles de años.

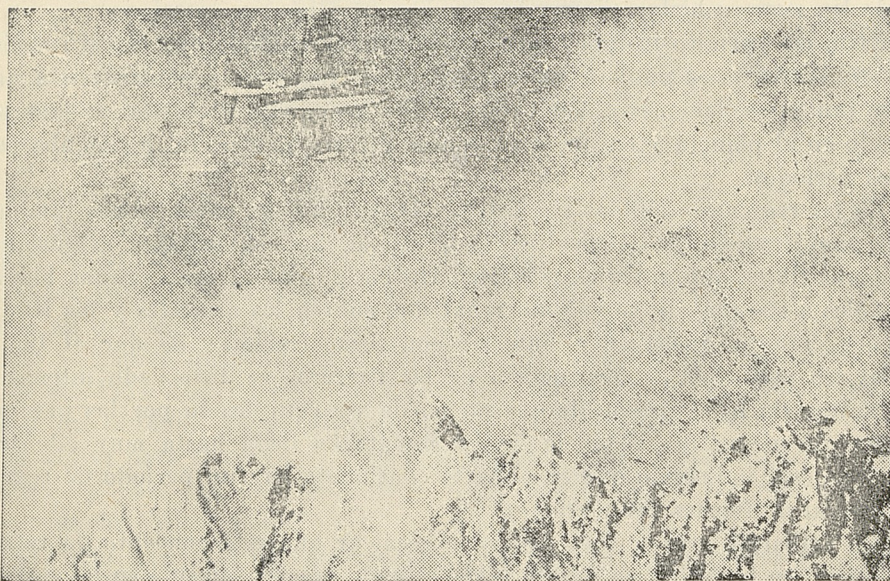
IX. Glaciología y derechos antárticos.

Al finalizar los viajes y exploraciones en la Expedición Antártica chilena de 1947, hemos quedado más convencidos de las prioridades de soberanía de nuestro país en Territorio Antártico.

Fuera de los derechos de orden jurídico, histórico y de otros aspectos que no competen a este informe, las observaciones de glaciología dan más fuerza a esos derechos. Basta mencionar que las islas Shetlands y la Tierra de O'Higgins, integran un territorio de notable continuidad geográfica con el de Patagonia Chilena y Tierra del Fuego debido a la naturaleza de su glaciación, cuyos antecedentes más importantes serían los siguientes:

1) El Territorio Antártico está totalmente cubierto por el hielo de tipo "continental" y en la Patagonia Chilena esta clase de hielos cubre también una extensa zona que alcanza a 600 kilómetros de largo, desde la latitud del monte San Valentín frente a la laguna San Rafael. En esta parte el hielo continental chileno tiene unos 40 kilómetros de ancho y llega hasta 1.200 metros de altura sobre el mar.

En la República Argentina la manifestación del hielo continental no es una característica glacial de las latitudes patagónicas como lo es en Chile, aunque se presenten algunas extensiones.



La morfología de las cordilleras de la Antártica Chilena es idéntica a la de los Andes Patagónicos Chilenos.

2) La regresión de los hielos antárticos y el retroceso glacial en los ventisqueros de todos los Andes chilenos, viven un idéntico período de eliminación. No hay por ahora en Chile ningún ventisquero en avance de su lengua glacial. En la Patagonia sólo hay una manifestación de avance glacial y pertenece al ventisquero Francisco Moreno que se extiende a territorio argentino y se debe a un microclima especial de esa zona y a sus condiciones orográficas.

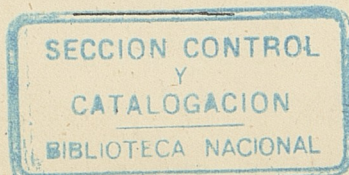
3) Las glaciación de la cordillera andina en la Patagonia y de los Antartandes en la Tierra de O'Higgins, presenta el mismo aspecto con los glaciares que llegan hasta el nivel del mar dando lugar a la formación de los témpanos.

4) La morfología de las montañas de la Tierra de O'Higgins es análoga a las de los Andes patagónicos en muchos aspectos a saber: altitudes medias, presencia de altos picachos nevados con glaciares que caen entre abruptas pendientes niveles despedazados de la costa en un enjambre de arrecifes, islotes, islas, fiordos, canales, rocas sumergidas, etc.

La cordillera antártica es una continuación de la cordillera de los Andes Patagónicos, que vuelve a aparecer después de haberse sumergido en los fondos del Estrecho de Drake en la noche lejana de las eras geológicas.

Estas razones para afirmar los derechos chilenos se refieren sólo al aspecto glaciológico.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA



LIBRARY OF THE
MUSEUM OF NATURAL HISTORY
AND
ZOOLOGY
OF THE
SMITHSONIAN INSTITUTION
WASHINGTON, D. C.