

Delimitación en el Campo de Hielos Sur

REINALDO BORGEL O.

Instituto de Geografía
Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN

El análisis de dos documentos recientemente publicados permite aclarar algunos aspectos de la complicada geografía del Campo de Hielos Sur. Esto permite concluir que la línea de altas cumbres se sitúa sobre el borde oriental de dicho Campo de Hielos y que, jurídicamente, no es posible el trazado de poligonales o líneas rectas sobre una Calota de Hielo, ya que contradice la naturaleza de la geografía glacial.

RÉSUMÉ

L'étude de deux documents scientifiques publiés récemment, permet clarifier quelques aspects de la bouleversée géographie du Champ de Glace du Chili méridionale. Cela permet d'établir, que la ligne de partage des eaux est située sur la bordure orientale de ce champ englacé. En plus, du point de vue du droit, la trace de polygones est contraire à la nature de la géographie dans un territoire englacé, du type "calotte".

Para la presentación de este trabajo me he basado en dos estudios recientes, publicados en el extranjero, además de mis observaciones realizadas como Miembro de la Comisión del Hielo Patagónico en el año 1966.

Los estudios en referencia son:

"La ubicación de la línea de altas cumbres, divisoria de aguas en el Campo de Hielos Patagónico Sur", del Dr. Pablo Kramer, de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Argentina, año 1992: 21 pp.

El otro estudio se refiere a:

"The Patagonian icefields: a glaciological review", de los señores Charles R. Warren y David E. Sugden, Departamento de Geografía de la Universidad de Edimburgo, publicado en *Arctic and Alpine Research*, Vol. 25 N° 4, año 1993: pp. 316-331.

En primer lugar me referiré a una explicación geográfica general del Campo de Hielos.

Este Campo de Hielos es el tercero en tamaño, después de la Antártica y Groenlandia. Cubre aproximadamente 18.000 km²,

Este territorio aparece casi ignorado en la literatura glaciológica mundial: hay pocos estudios de detalle, incluso en el simposio de 1978 no se incluyó ninguna ponencia sobre este territorio; aun más, entre 1978 y 1992 sólo ha sido publicado un trabajo sobre Patagonia, en la importante revista "Journal of Glaciology".

El Campo de Hielos tiene mucha significación científica, ya que, en el modelado, rocas y hielos de ese territorio, están los elementos estratigráficos más completos para el análisis de los cambios climáticos que ha experimentado el planeta; ade-

más, existe la posibilidad de establecer una sincronología de variados procesos a nivel mundial, como es el caso de las sucesivas transgresiones y regresiones marinas.

Esta masa de hielos es una de las pocas que alcanza latitudes tan bajas: si colocáramos este territorio sobre el hemisferio Norte, los hielos cubrirían Venecia en Italia o Mineápolis en Estados Unidos. De acuerdo a esta situación latitudinal, el hielo patagónico interactúa con los sistemas meteorológicos de latitudes medias y cinturones vegetacionales templados, todo lo cual genera una amplia gama de ambientes climáticos bordados, tanto al oriente como al occidente de dicho Campo.

Las abundantes precipitaciones locales, gracias al efecto del contraalísio, manifestado en los vientos "Bravos del Oeste", favorecen un balance positivo a la masa de hielo, con lo cual el proceso de autocatálisis ha estado protegido y con ello, la conservación hasta nuestros días de hielos milenarios.

Autocatálisis se define como el proceso de retroalimentación que experimenta la baja troposfera, incorporando bajas térmicas, producto de la existencia de una superficie helada.

Sin embargo, fenómenos recientes, vinculados al efecto invernadero de la Tierra, comienzan a neutralizar la autocatálisis, evidencias que se manifiestan en una rápida fragmentación de lenguas de hielo en el borde oriental del Campo de Hielos Norte.

A este respecto, el 17 de marzo de 1989 me correspondió ser testigo de la destrucción de una barrera morrénica en la Laguna del Cerro Largo, en las nacientes del río Soler.

MAPA N° 1

DELIMITACION FRONTERIZA EN CAMPO DE HIELOS SUR



Escala aproximada.

0 24 28 42 56 Km.

X Sistema ortogonal de fallas que conectaría bajo el hielo Lagos Argentinos con fiordos Chilenos del Pacífico.

Diseño del autor

- Límite según Actas de 1898.
- - - Límite propuesto según acuerdo Aylwin - Menem de 1991.
- Límite de la máxima pretensión Argentina hacia la costa del Pacífico.

Dib. Karen Boroel A.

El Campo de Hielos se divide en Norte y Sur; sobre el Campo de Hielos Norte algunas informaciones breves, ya que el interés actual se refiere al Campo de Hielos Sur.

Hay que advertir que el retroceso general de los hielos en Patagonia comenzó hace aproximadamente unos 15.000 años, de acuerdo a estudios hechos por Mercer en 1983.

Este retroceso ha sido más enérgico en el borde del Pacífico que en el sector continental oriental; hoy día, sin embargo, el hielo retrocede con mayor velocidad en el límite sobre los lagos argentinos.

A pesar de constituir una de las reservas mayores del mundo, en agua dulce, se desconoce, a la fecha, la descarga anual que provee el Campo de Hielos y, en consecuencia, el balance hidrológico, glacial y nival es una incógnita.

El Campo de Hielos Norte se extiende unos 100 km en el sentido N-S entre las latitudes 46 grados 30'S. y 47 grados 30' Sur; un ancho de 45 km y una superficie estimada en 4.200 km²; las altitudes oscilan entre 1.000 m en el borde occidental y 1.500 m en el oriental. Sobre esta masa de hielos emergen alineamientos de nunataks que se orientan de NW a SE y que dividen el Campo de Hielos N en dos secciones; en un sector N se ubica el Monte San Valentín, la montaña más alta de Patagonia, con 3.970 m. s.n.m.

En este Campo de Hielos N se levantan o emergen 28 lenguas de glaciar con una área estimada en 5 km², terminando casi todas sobre tierra firme, aunque 12 de ellas logran alimentar directamente a lagos subglaciales.

El único glaciar activo de esta zona es el de San Rafael, considerado mundialmente como la masa de hielo más cercana al ecuador; cubre unos 760 km², terminando sobre la Laguna San Rafael con un cliff o acantilado de 3 km de extensión y una altura que oscila entre 400 y 450 m sobre la laguna. Está considerado como uno de los glaciares más rápidos del mundo, junto al Columbia, de Alaska, y el Jacobshavns Isbrae, de Groenlandia.

Otros glaciares en el Campo de Hielos N son el San Quintín, de igual tamaño que el anterior, pero menos activo, situado 5 km al S y que drena hacia el Golfo de San Esteban, parte N del Golfo de Penas, sobre la península de Taitao. Cubre una área de ablación del orden de 402 km², o sea, 26% del área total del Campo de Hielos N. Otros glaciares son el Colonia y Steffen, con áreas estimadas en 437 y 454 km².

El Campo de Hielos Sur, llamado también Hielo Continental Patagónico o Hielo Patagónico Sur, cubre unos 13.000 km² y se extiende por 360 km en eje N-S entre las latitudes 48 grados 50' S Y 51 grados 30' Sur; el ancho oscila entre 40 km

como mínimo y 90 km como máximo; esto último, hacia los 48 grados 50' Sur.

La superficie helada se levanta a alturas variables, desde los 1.500 hasta 2.000, alcanzando en algunos nunataks hasta los 3.500 m.s.n.m.

La mayor parte del hielo está controlada en su escurrimiento por la topografía subyacente. La latitud de 50 grados 20' S separa dos áreas bien diferentes: al N una bóveda ligeramente deprimida al centro, con una masa de hielo continua y bien conservada; al Sur el hielo se fragmenta, en aislados cuerpos, dando lugar a umbrales rocosos y hendidas ocupadas por pequeños lagos. Es el caso de Laguna Escondida.

El Campo de Hielos Sur alimenta varias lenguas de glaciar que se derraman hacia el Pacífico, cayendo en cliff o acantilados, como también hacia el Este, sobre los lagos argentinos. De todos los glaciares considerados, el Upsala es el mayor, con una longitud estimada en 60 km y una superficie de unos 870 km²; su lengua se extiende por 4 km y cae en cliff de 60 a 80 m de altura sobre la parte NW del Lago Argentino.

La historia de las exploraciones en el Campo de Hielos comienza en Patagonia continental, en los territorios vecinos al hielo; ellas fueron las de Moreno en 1899, Caldenius en 1932, Agostini en 1945 y Brüggén en los años 1920 y 1950; el Campo de Hielos fue cruzado por el inglés Shipton en 1964 y Agnew en 1974. La mayor parte de los expedicionarios que entraron a este territorio helado han comentado "los extremos y violentos cambios que experimentan las condiciones meteorológicas locales, lo que hace impredecible los estados atmosféricos". Shipton en 1963 y Tilman en 1956 han sido los exploradores más exitosos en estas empresas de ciencia aventura.

Sin embargo, antes que ellos, fue Reichert, en el año 1914, el primero que entró al Campo de Hielos Sur. En la literatura glaciológica sobresale L. Lliboutry, quien exploró la zona del Fitz-Roy y sistematizó la información glaciológica en Chile, en su obra "Nieves y Glaciares de Chile", publicada en 1956.

Los japoneses han realizado, a partir de 1967, varias misiones de exploración al Campo de Hielos; las más recientes datan de 1992 y en general, se refieren al estudio de tres glaciares en el Campo de Hielos Sur: Tyndall, Moreno y Upsala.

Las coberturas de fotos aéreas datan del trime-trogón del año 1947; sólo recientemente Chile ha terminado el levantamiento cartográfico del Campo de Hielos N, estando pendiente el del Sur. La cartografía argentina es poco conocida, de dudosa credibilidad en su toponimia, desconociéndose el proceso de restitución empleado.

Las imágenes de satélite, tanto Landsat como Spot tienen dificultades de cobertura limpia, de-

bido a las nubes; sólo se conoce una serie del 14 de enero de 1986 que presenta visibilidad total. La nave Salyut-6 proveyó excelentes imágenes de Patagonia hacia 1987, pero los reportes soviéticos han sido desmentidos por otros investigadores, en particular las referencias a la fragmentación de amplias lenguas de hielo en los glaciares Pío XI y O'Higgins.

Los astronautas del US Space Shuttle tomaron series de fotos que han permitido completar coberturas aéreas en zonas antes no observadas, debido a condiciones meteorológicas deficientes; más recientemente, los soviéticos han abierto al público la venta de más de 1.000 fotografías cubriendo los Campos de Hielos N y S.

En el Campo de Hielos existe volcanismo activo, como es el caso del Vn. Lautaro, situado a los 49 grados 05' latitud S, identificado por Shipton en 1960.

Las glaciaciones han despedazado el territorio de Patagonia, generando fiordos y lagos. En este proceso también tiene un importante papel la tectónica de fallas, situación que debe ser analizada con cuidado en la proyección geopolítica futura de la región.

Según Warren y Sugden, en el estudio citado del año 1993, establecen que *la línea divisoria de aguas entre el Pacífico y el Atlántico se situaría al Este de las crestas cordilleranas que cruzan Patagonia*, con la sola excepción de la parte central del Campo de Hielos, donde dicha divisoria coincide con el alineamiento principal cordillerano.

Considerado todo el conjunto lacustre patagónico sur, los únicos lagos que drenan hacia el Atlántico son el Viedma y Argentino; todos los demás drenan hacia el Pacífico y no sólo le pertenecen a esta vertiente, por razones hidrológicas, sino también por fundamentos climáticos, ya que los westerlies que favorecen con abundantes lluvias la alimentación de estos lagos, penetran hasta 100 km hacia el Este, hacia el interior de la costa del Pacífico.

Las informaciones meteorológicas sobre el Campo de Hielos son erráticas y por el corto período de observaciones registradas sólo tienen valor relativo. No existen datos invernales y la mayor continuidad en las lecturas sólo alcanza a cuatro meses. En cualquier caso, las precipitaciones cercanas a los 7.500 mm en la costa del Pacífico caen a menos de 200 mm en Calafate, sobre la pampa argentina. En sólo 60 km se aprecian cambios en la meteorología local, nuboso y húmedo en el Oeste; despejado y seco en el Este.

Estos cambios influyen en el proceso de ablación de los hielos, siendo un 50% más rápido en el lado argentino.

Un inventario cuantitativo sobre el comportamiento de los hielos ha sido hecho sólo en

1988 por Aniya, empleando mapas topográficos, imágenes Landsat y fotos aéreas oblicuas y verticales y con lo cual ha logrado diseñar la red de drenaje, divisorias en el hielo, gradiente y distribución altitudinal de los glaciares. Sólo tres de ellos han sido objeto de estudios en sus velocidades de escurrimiento: San Rafael, Colonia y Soler, estimándose variaciones entre 13 y hasta 70 metros.

Sobre acumulación anual de hielo, se estima para el glaciar San Rafael del orden de 3 metros y medio al año; esta es la única medición conocida a la fecha.

Mayor información existe sobre ablación o pérdida de masa de algunos glaciares, pero no puede hablarse de un retroceso continuo, ya que, a ciertos períodos de retirada de las lenguas suceden nuevos avances. Así por ejemplo, los glaciares Upsala y Lucía han retrocedido, pero el Viedma ha permanecido estable, incluyendo un pequeño avance a mediados de siglo.

Lo que sí ha sido notorio, a partir de 1968 y hasta 1985, es la retirada de la lengua del glaciar Témpano, el cual, en los últimos 10 años, se ha recogido unos 300 m.

Existen muchas dudas sobre este tema, ya que en sectores cercanos unos glaciares avanzan y otros retroceden. Tenemos la opinión que cambios locales en la topografía estarían ocasionando estos dispares procesos, aparentemente contradictorios.

Las explicaciones han ahondado en los aspectos climáticos y de la dinámica del hielo y una posible interacción de estos factores con la topografía.

Personalmente, creo que ningún investigador se ha preocupado, a la fecha, del fenómeno autocatálisis, al interior del cual el efecto fohn del viento sea un elemento importante que "perfora" la capa de aislamiento criotérmico, que protegía hasta hayal Campo de Hielos. De acuerdo a los caminos del viento, los glaciares estarían afectados o protegidos en el proceso de ablación.

También sería necesario ahondar más en las investigaciones sobre glaciostatismo, lo cual podría explicar anomalías en el levantamiento topográfico del relieve, creando nuevas condiciones para el escurrimiento del hielo, perturbando o facilitando su avance.

En síntesis, hay aspectos de topoclimatología que esperan ser investigados antes de emitir opiniones basadas en datos aislados.

Aun cuando los reportes de la Salyut-6 han sido resistidos por algunos investigadores, mis observaciones en el borde oriental del Campo de Hielos y en Tierra del Fuego, me inclinan a aceptar dichas informaciones como verídicas. El caso que hemos comentado sobre el desborde de la

laguna del Cerro Largo coincide con lo observado por Aniya en 1988, relativo a la retirada del glaciar Soler en aproximadamente 70 metros.

En síntesis, se necesitan muchos estudios de detalle en torno a la relación precipitación-temperatura, factores que pueden afectar a la escala local los glaciares, ya sea en retirada o avance; falta un análisis comparativo a nivel de los dos hemisferios, respecto al estado de la glaciación, vinculado al recalentamiento global de la Tierra. A ello deberían sumarse estudios sobre glacioeustatismo, incremento de la masa de agua marina en los cabezales interiores de los fiordos; esto último modificaría, a su vez, el nivel de base de las lenguas terminales del hielo. Finalmente, se debe determinar el nivel de la isoterma bajo 0 grado que protege el fenómeno de autocatálisis en la baja troposfera.

En el estudio realizado por el Dr. Pablo Kramer, profesor en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, se destaca como posibilidad de sollevamiento de la corteza terrestre, con anomalías negativas, procesos de corrimiento de rocas viejas sobre rocas jóvenes, en sentido Oeste - Este. Este alzamiento de la corteza podría estar vinculado a una respuesta glacioeustática, determinada por la retirada de los hielos, proceso que comenzó hace unos 15.000 años.

Kramer vincula el proceso de alzamiento con la línea divisoria bioceánica; sin embargo, el perfil que proyecta y la orientación de la transecta caen sobre los cerros Roma y Bertrand, los cuales están sobre el encadenamiento oriental del Campo de Hielos. En el perfil proyectado por este autor, pareciera que el borde del Pacífico estaría vinculado con estas mayores alturas.

Para muchos autores el territorio que describimos ha sido llamado Campo de Hielos o Ice field, según la terminología inglesa; sin embargo, la geomorfología indica que un territorio cubierto por hielos y escoltado por dos alineamientos periféricos de cumbres o altos relieves, sólo puede ser denominado Calota Glacial y no Campo de Hielos. No es sólo una diferencia semántica; es algo más, como que no puede confundirse con el territorio Antártico, el cual es un Inlandsis.

La calota glacial de Patagonia tiene dos alineamientos de altas cumbres, uno en el borde cercano al Océano Pacífico y el otro en el borde oriental sobre los lagos y mesetas de la pampa argentina.

La discusión que se plantea debe referirse a cuál de estos cordones o líneas de cumbres es la más importante y esto sólo puede ser solucionado a la vista de una carta o mapa que contenga las curvas de nivel y cotas que identifiquen claramente los puntos altos del relieve.

A este respecto, y basándonos objetivamente en la cartografía realizada por L. Lliboutry en 1956, podemos establecer lo que sigue:

Al S del Fitz-Roy siguen los cerros Torre, Adela, Ñata y Grande, con alturas de 3.128 m, 2.960, 2.808, 2.804; más hacia el SE el cerro Huemul presenta una altura de 2.750 m y siguiendo al S, siempre sobre el cordón oriental del Campo de Hielos Sur, están los cerros Campana y Norte con 2.570 y 2.950 m, respectivamente; luego el encadenamiento se interrumpe por el paso del glaciar Upsala; cruzado este obstáculo se llega al cerro Murallón con 3.600 m, situado 20 km al Este del cabezal interior del fiordo Falcon a los 49 grados 50' latitud S.

Siguiendo al S, una serie de importantes alturas aisladas, como el cerro Roma de 3.270 m, nos llevan al cerro Agassiz de 2.940 m, situado a 15 km del Brazo Norte del lago Argentino y distante 25 km del cabezal interior del fiordo Penguin; luego, los cerros Bolados, Heim y otros innominados, sin altura de referencia, nos conducen al cerro Mayo, al E de la laguna Escondida, con 2.450 m; desde ahí se sigue al Paso Reichert de 2.956 m, pasando la línea de altas cumbres por el borde superior del glaciar Moreno, para encadenarse con el cerro Cervantes de 2.383 m, luego un cerro innominado de 2.926 m, distante 15 km del fiordo Calvo y 13 km del Brazo Sur del lago Argentino, a lo cual sigue el cerro Cubo sobre el borde N del glaciar Dickson; bordeando por el NW este glaciar se llega al cerro Stokes de 2.140 m y luego, cortando el glaciar en su sección inferior, se alcanza al cerro Daudet de 1.771 m, el cual conecta hacia el E con el cordón Baguales, límite ya establecido con Argentina.

El alineamiento descrito sobre el borde oriental del Campo de Hielos Sur, coincide con lo establecido en el acuerdo Moreno-Barros Arana de 1898.

Considerando que las decisiones jurídicas del presente deben resguardar la probabilidad de problemas al futuro, habría que cuidar la sorprendente relación que existiría entre los fiordos que penetran el hielo desde el Océano Pacífico y la geometría digitada de los lagos de la vertiente oriental del Campo de Hielos Sur.

Debo señalar que la cartografía que está sirviendo de base y que contiene las proposiciones relativas a la poligonal, sustentada por los acuerdos Aylwin-Menem del año 1991, omite, en gran parte de su trazado, los topónimos antes señalados sobre el cordón oriental; en cambio, destaca con una pictografía relevante el cordón occidental, no obstante que dicho alineamiento no tiene ni la continuidad ni la importancia en altura que el descrito en el borde oriental.

Finalmente, esta carta omite la presencia de los fiordos, por lo cual no se aprecia la relación espacial de éstos con el Campo de Hielos.

El encadenamiento oriental ya descrito coincide con la línea trazada por los peritos Moreno y Barros Arana el 3 de septiembre de 1898, en el sector Fitz-Roy Stokes; no así más al S, donde las pretensiones argentinas sobre los cerros Geikie, comprometen la vertiente del Pacífico, vulnerando con ello los tratados antes indicados.

Considerando lo establecido y acordado entre los peritos en 1898, el acuerdo Aylwin-Menem de 1991, que pretende "precisar el límite entre los cerros Fitz-Roy y Daudet", afecta el principio de cosa juzgada, el tratado de 1881 y el protocolo de 1893.

En conclusión, existen antecedentes geográficos que fortalecen el Tratado de 1881 y el Protocolo de 1893; en segundo término, los estudios e investigaciones efectuados a la fecha, confirman la movilidad del hielo en estrecha relación con la topografía y el clima; tercero, existiría una vinculación tectónica con fracturas ortogonales que conectarían los fiordos chilenos y los lagos

argentinos, bajo la calota glacial. En cuarto lugar, la línea divisoria de aguas entre el Pacífico y el Atlántico se situaría al E de las crestas cordilleras que cruzan la Patagonia, según investigaciones de los glaciólogos Warren y Sugden, hechas en 1993; en quinto término, de acuerdo a los estudios del Dr. Kramer, de la Universidad de Córdoba, Argentina, el alineamiento de altas cumbres estaría situado al E de laguna Escondida, sobre el borde occidental del fiordo Mayo, brazo del lago Argentino.

En suma, los antecedentes geográficos fortalecen la tesis chilena sobre la validez del acuerdo Moreno-Barros Arana de 1898.

Finalmente, creo que la denominación Campo de Hielo o Ice Field, no es la más exacta para denominar el territorio englaciado de Patagonia.

Remitiéndome a las observaciones que realicé con el profesor Jean Tricart, de la Universidad de Strasbourg, en 1966, siendo miembro de la Comisión Chilena del Hielo Patagónico, dicho territorio es una Calota de Hielo. Por dicho motivo, no corresponde el trazado de poligonales o rectas.