

# GLACIOLOGÍA

FORMACIONES DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ



25/05/2022

SECRETARÍA DE ESTADO DE TURISMO

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIO E INDUSTRIA



## **INTRODUCCIÓN**

Los glaciares llegaron a cubrir en el máximo de la última gran glaciación, hace aproximadamente 18.000 años, un tercio de las tierras sumergidas, lo que supuso 3 veces más de su extensión actual.

El nivel del mar bajó entonces 120 m, resultando de ello que grandes extensiones hoy cubiertas por las aguas marinas, eran entonces tierra firme, dato a tener muy en cuenta cuando se piensa en las grandes migraciones humanas y animales que signaron aquellas épocas. Gracias a ello se pudo pasar a pie desde Siberia a Alaska – comenzando así el poblamiento americano- y de Europa a Inglaterra, entre otros ejemplos.

Por el carácter plástico del magma que yace bajo la corteza terrestre, las tierras que sufrían la presión de los hielos se deprimieron bajo sus casquetes polares, como ocurre actualmente con la Antártida y Groenlandia y poco a poco, al retirarse los hielos, fueron de nuevo elevándose lentamente, fenómeno no del todo concluido -se ha calculado que Groenlandia, el norte de Escandinavia y Canadá todavía se elevan 1 m por siglo-.

Los más beneficiados por este hecho han resultado ser los habitantes de un pequeño archipiélago frente a las costas de Finlandia, que cada 50 años desde hace unos siglos, tienen la agradable obligación de repartirse las tierras que el mar le regala.

A pesar de que –por impresionantes que nos puedan parecer hoy, los glaciares son sólo reducidos relictos de las extensiones glaciares de antaño –todavía juegan un papel importantísimo en nuestros días: ocupando el 10 % de las tierras emergidas, suponen el 90% de agua dulce del planeta (dato interesante en un mundo cada vez con menos agua potable y más contaminada), Además, con las corrientes de aire y agua que crean, contribuyen a equilibrar el clima de la Tierra, que sin ellos sería asfixiante.



También fueron ellos los que antaño excavaron, transportaron y pulverizaron minerales de todo tipo que después, por las violentas tempestades que soplaron desde sus masas heladas, se distribuyeron por diferentes regiones del globo, creando suelos muy fértiles para la agricultura. En la Patagonia Austral y en las Pampas Argentinas, sin embargo, la formación de suelos se debió principalmente a los procesos magnético-eruptivos ocurridos en la actual zona andina. En el máximo de la glaciación, la disminución de la temperatura media varió ostensiblemente en diferentes lugares del globo: diez grados menos en Alaska, seis en Inglaterra, dos en los trópicos, y prácticamente sin variaciones en el Ecuador.

Misa Mayor: "Las formas actuales del paisaje habrían sido provocadas por antiguos glaciares, y se ha calculado que, si los glaciares se derritieran hoy, el nivel del mar subiría entre 60 y 70 m inundando enormes extensiones de terrenos costeros y varias de las principales ciudades del mundo.

Si bien sabemos que las glaciaciones son un fenómeno que se viene dando desde eras geológicas muy remotas en distintos lugares de la tierra hace más de 450 millones de años, antes de la separación de los continentes. Punto en la historia de la tierra donde, por ejemplo, el desierto del Sahara ocupaba el Polo Sur y sufría una enorme glaciación de la que quedan aún, restos visibles en forma de grandes estrías sobre la superficie de la roca pulida. La glaciación más conocida, más importante, mejor estudiada, y a la que más nos referiremos en estas páginas es, naturalmente, la última.

Se dio simultáneamente en los dos hemisferios, aunque las mayores extensiones las alcanzó en el Hemisferio Norte: en Europa el hielo alcanzó a cubrir casi toda la isla de Gran Bretaña, norte de Alemania y Polonia, y en Norteamérica, el manto de hielo que bajaba del Polo Norte, sepultó todo Canadá y alcanzó hasta más al sur de los actuales



lagos norteamericanos que, como los patagónicos y alpinos, se formaron sobre los valles sobre excavados que dejaron libres las masas glaciares que acababan de retirarse.

A pesar de que todos estos datos hoy son normalmente admitidos, no fue fácil para los pioneros de la glaciología convencer a sus contemporáneos del protagonismo de los glaciares en la formación de los paisajes actuales.

## **COMIENZA LA GLACIOLOGÍA**

En 1837 un sabio suizo, Louis Agassiz, hasta entonces admirado por sus conocimientos en fósiles marinos, lanza una teoría, que a los oídos de sus eminentes colegas de la Sociedad Científica resulta poco menos que una blasfemia en medio de una y no por el Diluvio Universal, como hasta entonces se venía aceptando". Los Glaciares, según él, habrían horadado valles, erosionado montañas, transportando materiales y excavando inmensos territorios.

Eran los comienzos del Siglo XIX y las ciencias naturales, tal como hoy entendemos, estaban todavía en pañales. La geología estaba a tal punto influenciada por la Biblia y la religión, que sus más preclaros cultores admitían todavía la teoría formulada por un arzobispo y un vicescanciller de Cambridge que, aunando su agudeza matemática, religiosa y antropológica sentenciaron en 1654: "El cielo, la tierra, las nubes llenas de agua y el hombre fueron creados por la Santísima Trinidad el 26 de octubre del año 4004 antes de Cristo, a las 9 de la mañana".

Eran tiempos aquellos en que para explicar lo inexplicable estaba siempre el recurso de la brujería, como en el caso de los bloques erráticos, enormes piedras sembradas por las campiñas del norte de Europa sin ninguna conexión geológica con el paisaje circundante, cuyo transporte por los glaciares desde sus puntos de origen sería



después demostrado por Agassiz.

A medida que transcurre el siglo XIX las teorías de Agassiz son cada vez más aceptadas, así como sus derivaciones: descenso del nivel del mar, depresión de las tierras bajo el peso de los hielos y elevación de las mismas después de la fusión, formaciones de morenas, deposición de bloques erráticos, etc.

Al principio se creyó en una sola glaciación, pero el hallazgo de restos vegetales entre los depósitos de las morenas hizo pensar que después de cada retroceso de un glaciar, un clima más benévolo se instaló sobre las zonas anteriormente ocupadas por el hielo y permitió de nuevo el surgimiento de la vida hasta que todo fue cubierto otra vez por el próximo avance glaciar: había nacido la idea de las glaciaciones.

Los avances y retiradas de los hielos, estando en relación con los sucesivos enfriamientos y calentamientos de la tierra, revelaron a la Glaciología como una herramienta para descubrir el clima de la tierra en épocas pasadas y en diferentes lugares del globo, herramienta que siguen hoy utilizando los científicos que estudian los casquetes polares de Antártida y Groenlandia en el afán de develar el pasado climático del planeta.

Estudios hechos al final del siglo pasado en Norteamérica y Europa, escenarios de las grandes glaciaciones del Pleistoceno, dieron idénticas edades para las grandes glaciaciones de esta era geológica que comprende aproximadamente los dos últimos millones de años.

También los estudios demostraron que las grandes invasiones del hielo se produjeron en los dos hemisferios al mismo tiempo y fluyeron siguiendo siempre los mismos recorridos.

## **CAUSAS DE LAS GLACIACIONES**



Quedaba por resolver las causas de todos estos cambios climáticos.

Teorías de todo tipo se han barajado desde entonces: elevamientos y contracciones de la corteza terrestre, enormes erupciones volcánicas que hubieran lanzado tales cantidades de polvo a la estratosfera como para reducir las radiaciones solares, diferencias de la actividad en las manchas solares, etc.

A pesar de que todas ellas puedan tener parte de razón, ninguna explica por completo el fenómeno y mucho menos su relativa periodicidad.

La teoría más admitida hoy como causa de las variaciones climáticas que a su vez provocaron las glaciaciones es la llamada teoría astronómica.

Ya en el siglo II a.C., Hiparco, astrónomo griego, descubrió que la Tierra en el espacio se comportaba como un trompo, girando no solo sobre sí misma sino dando también a su eje un movimiento giratorio. Había dado, sin saberlo, el primer paso para lo que luego vino a llamarse la teoría astronómica de las glaciaciones que desarrolló completamente el matemático yugoslavo Milutin Milankovirc, que dedicó toda su vida a elaborar complejísimos cálculos, en lo que intentó demostrar que la interacción de tres ciclos astronómicos alteraba lo suficiente las radiaciones solares en la tierra como para producir enfriamientos que devinieron en glaciaciones.

Se trataría de estos tres ciclos:

1. - Ciclo de la órbita terrestre: Cada 100.000 años la órbita terrestre alrededor del Sol pasa de ser casi un círculo a una perfecta elipse y



después de nuevo circular.

2. - Ciclo de la inclinación axial: Cada 41.000 años la inclinación del eje de la Tierra sobre su órbita pasa de 21.5 a 24.5 grados para volver de nuevo a 21.5. Es precisamente esta inclinación la que origina las estaciones. Cuando mayor sea, más extremas serán estas – inviernos más fríos y veranos más cálidos-.

3. - Ciclo de la precesión de los equinoccios: Cada 26.000 años, como una peonza en el espacio, el eje de la Tierra describe un círculo total. Curiosamente, han sido los mares, además de posteriores observaciones geológicas, los que han dado el definitivo espaldarazo a la teoría astronómica de Milankovich. Analizando y datando la sedimentación de los fondos abisales, se ha podido determinar claramente los ciclos glaciares en función de elementos que solo pueden existir con aguas más calientes o más frías (microorganismos, diferentes isótopos del Oxígeno, etc.)

De cualquier forma, el mecanismo de los climas es de tal complejidad, que admitiendo que los fenómenos astronómicos hayan sido los principales causantes de las glaciaciones, también es probable que fenómenos tales como erupciones volcánicas, manchas solares, meteoritos, etc. hayan intervenido e intervengan en las fluctuaciones climáticas generales.

## **LAS GLACIACIONES EN LA PATAGONIA**

Por más imponentes que hoy nos puedan parecer, nuestros glaciares y mantos de hielo patagónicos son sólo minúsculas reliquias de las grandes glaciaciones de antaño.

En la Patagonia austral, la primera glaciación que dejó huellas claras se dio hace 3.5 millones de años y en aquella época, el hielo se extendió por lo menos 60 km al este de la actual Cordillera. Otra gran glaciación, que supondría la mayor de las experimentadas en



Patagonia, se habría dado hace un millón ochocientos mil aproximadamente. Las morenas terminales de esta última se pueden observar en la meseta sur del río Santa Cruz, a la altura de Cóndor Cliff, a casi 200 km de distancia de la actual cordillera.

Si bien hay algunas discrepancias sobre este punto, hoy parece ya generalmente admitido que los hielos sólo cubrieron la meseta patagónica en su parte más austral, es decir al sur de Río Gallegos, donde una enorme lengua se extendía sobre el actual Estrecho de Magallanes, -que no es sino otro valle formado por el hielo e invadido después por el mar- y la casi totalidad de Tierra del Fuego, como lo prueban morenas que se han encontrado bajo el actual nivel de las aguas del Atlántico. En el resto de la Patagonia los hielos avanzaron según grandes ejes Oeste-Este sin llegar nunca hasta la actual costa atlántica.

En el período geológico llamado Pleistoceno, los glaciares se extendieron hasta 100 km más al este del presente límite oriental del Lago Argentino, y en la zona cordillerana, llegaron a alcanzar una altura de más de 1000 m sobre el actual nivel del Lago. El descenso del nivel del mar permitió que la línea de la costa atlántica se situara hasta 150km más al Este de la que hoy conocemos.

En las épocas más cálidas, que alternaron con los períodos glaciares, gigantescos ríos de fusión cortaron las mesetas hacia el Atlántico, excavando valles a su paso. Sobre estos valles, - el del río Santa Cruz es un claro ejemplo - se deslizaron más tarde los glaciares en las posteriores glaciaciones, depositando materiales y al mismo tiempo, excavando el suelo con su enorme poder erosivo.

Después de su última retirada, enormes cuencas quedaron en el





terreno, que se llenaron con las aguas de fusión, formando así los lagos glaciares que hoy jalonan los Andes Australes: argentino, Viedma, San Martín, etc.

Se entiende bien, después de todos estos procesos porqué Louis Agassiz, el fundador de la glaciología, llamó a los glaciares "Los arados de Dios".

La apertura del Pasaje de Drake junto a la activación de la Corriente Circunpolar y el englazamiento de la Antártida repercutieron en la expansión de los glaciares en las altas latitudes y altitudes del sector sur sudamericano. Vemos en la figura siguiente el desarrollo que tuvieron los glaciares durante su máxima expansión, estimada hace unos 1,800,000 a, (Fig. 1) y el límite correspondiente a su máxima expansión durante la última Glaciación acaecidos entre los 30,000 y 10,500 años radiocarbónicos (14C) AP (Fig. 2). Tras un último y todavía controvertido avance ocurrido en torno a los 11,000 años se habría iniciado la deglaciación. En tal sentido Heusser y Rabassa (1987) determinan que hace más de 10.100 años, el glaciar Beagle habría abandonado los depósitos morénicos basales que yacen frente a la ciudad de Ushuaia en Punta Pingüinos, al pie de la cordillera Fueguina Oriental. Estudios realizados por Jorge Strelin llevados a cabo en Lago Argentino permiten ubicar a dicha deglaciación entre los 11.100 y 10.400 años 14C AP. Se registra un notable aumento de la temperatura de 2 a 3 grados respecto al último reavance Tardiglacial (y de hasta 6 grados respecto a los clímax de la Última Glaciación), durante el cual grandes superficies continentales habrían quedado descubiertas de hielo, pero a su vez áreas extensas habrían quedado sumergidas bajo el mar. Pero no todos los glaciares desaparecieron de



las cumbres cordilleranas en los últimos 10,000 años y si bien restringidas (el Holoceno es considerado un período climáticamente muy estable comparándolo con otros períodos interglaciarios), se produjeron oscilaciones en sus frentes, que responden a cambios climatológicos globales, regionales y locales.

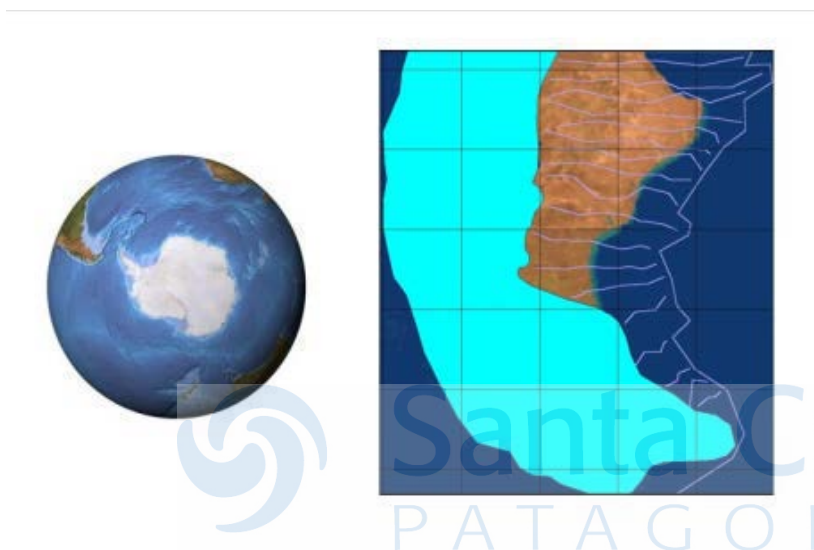


Figura 1

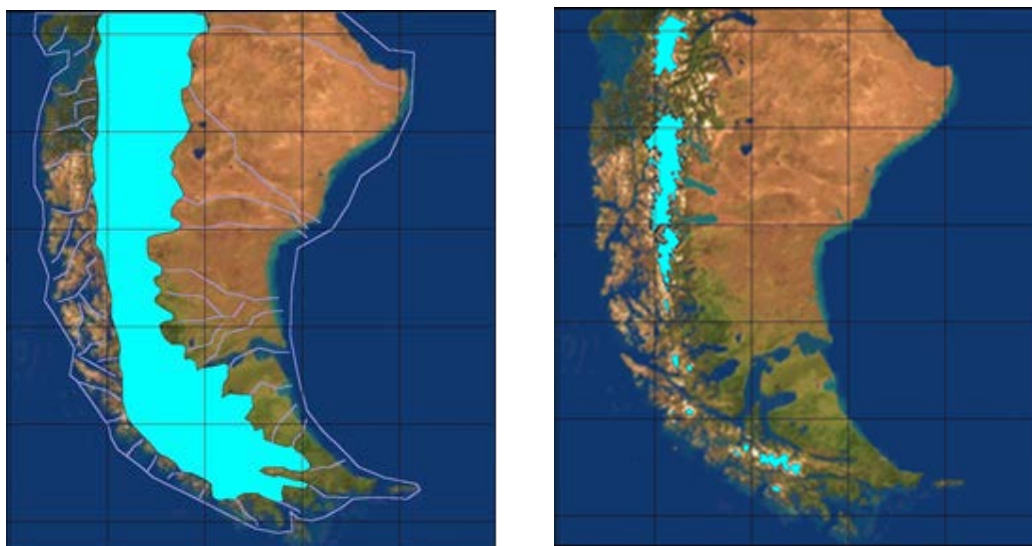


Figura 2. Campos de Hielo actuales  
(gráficos cortesía de Jorge Strelin)

## ¿QUÉ ES UN GLACIAR?

Se suele comparar un glaciar a un río de hielo. Si bien la comparación



puede ser válida en ciertos aspectos –cuena de alimentación con afluentes, capacidad erosiva, mayor velocidad en el centro del cauce que en los bordes, no es menos cierto que los últimos estudios demuestran que el movimiento del hielo, que como todos los cuerpos.

Los glaciares responden a las leyes de la gravedad, también responde a comportamientos muy particulares que poco tienen en común con el agua.

### Acto 1: Formación

El hielo de los glaciares no es otra cosa que el producto de la compresión de la nieve por efecto de su propio peso. Así que, para la formación de un glaciar hace falta que se cumpla una condición fundamental: que la cantidad de nieve caída a lo largo del año en una determinada zona, sea mayor que la ablacionada. De esto se deduce que, para la formación de un glaciar, no sólo son necesarias grandes nevadas sino, más importante todavía, que la temperatura media anual permita conservar la nieve caída.

Por eso las grandes extensiones de hielo actuales –Antártida, Groenlandia- no están situadas en las altas cordilleras de latitudes medianas, donde las nevadas son abundantes pero también lo es la fusión veraniega, sino en los extremos de cada hemisferio donde la escasa radiación solar no permite la desaparición de la nieve. Ejemplo típico lo encontramos en la Antártida, considerada técnicamente una zona árida por su nivinidad,

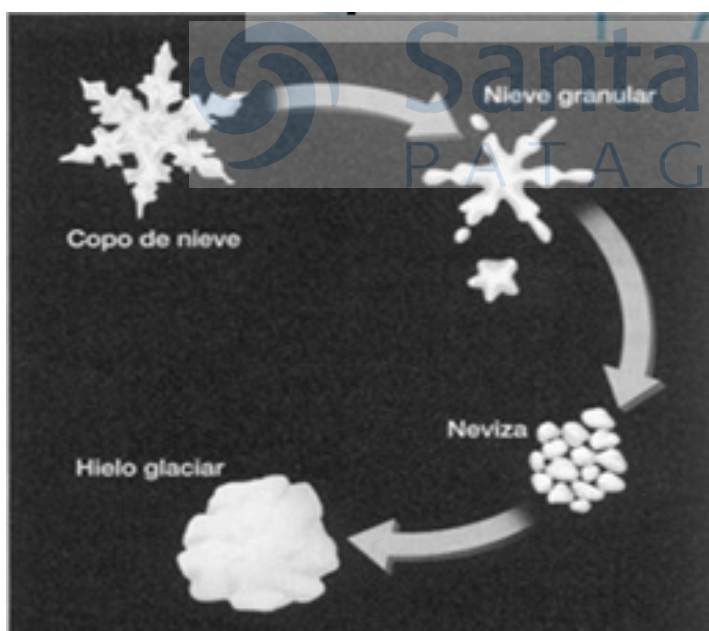
- entre 120 y 140 mm anuales en su zona central- y que, sin embargo, supone la mayor concentración de hielo del planeta –90%- con espesores que superan a veces los 4.500 m.

Pero volvamos al escenario de nuestro primer acto: la nieve caída empieza a comprimirse apenas toca el suelo: sus cristales, pequeños



corpúsculos de apenas un cuarto de mm de espesor, que todos conocemos por la caprichosa belleza de sus formas, comienzan a perder sus extremidades, que al entrar en contacto unas con otras se funden, liberando el aire en sus intersticios y dando a los cristales una forma más granulada.

A medida que se acumulan nuevas capas de nieve, su peso continúa liberando las burbujas de aire entre los cristales y provocando una mayor compactación de éstos, proceso que continúa hasta formar el hielo.



Extraído de "Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física", de Tarbuck y Lutgens, Ed. Prentice Hall, Madrid – 1999.-

El tiempo necesario para la formación del hielo a partir de la nieve varía enormemente de un glaciar a otro –desde una decena de años, en glaciares templados como los patagónicos o los alpinos, a varios cientos en la Antártida- en función de dos factores: la nivinidad y la temperatura. Contrariamente a lo que pudiera pensarse, más



rápidamente se forma el hielo cuando más templado es el glaciar: antes citábamos la fusión de los cristales; con temperaturas superiores a los 0°, esta fusión se traduce en agua que se infiltra hacia el fondo, helándose nuevamente y liberando pequeñas cantidades de calor. Este calor debilita la dureza de los cristales inferiores facilitando, a su vez, la fusión y compactación entre ellos, lo que redundará en una mayor rapidez de formación de hielo.

## Acto 2: Movimiento

Un glaciar no sólo es una masa de hielo, sino, sobre todo, una masa de hielo en movimiento. Obviamente, como todo cuerpo en movimiento y a lo largo de una pendiente, el hielo es influenciado por la gravedad y en mayor medida cuanto más pronunciada sea la pendiente. Esta similitud con el agua es lo que ha llevado por mucho tiempo a comparar los glaciares con los ríos lo cual, si bien no es del todo falso, a la luz de los últimos estudios, tampoco parece ser del todo verdadero.

Según los glaciólogos, un glaciar registra dos tipos de procesos: de deslizamiento y de deformación interna. Ambos tipos se dan en todos los glaciares, pero el deslizamiento predomina en los llamados glaciares templados: Andes, Alpes, Himalaya y la deformación interna del hielo es el principal causante del movimiento en los casquetes polares –Groenlandia y Antártida- donde las pendientes a veces son mínimas. El deslizamiento responde por supuesto a la acción de la gravedad. A pesar de lo simple del principio, tiene aspectos sorprendentes: este deslizamiento sólo puede darse en presencia de agua en su base, que en los glaciares templados proviene de dos causas: por una parte de la fusión de las capas superiores, que va infiltrándose hacia el fondo. Por otra, la base del glaciar, al friccionar la roca determina un cierto recalentamiento que también ayuda a la



fusión de pequeñas cantidades de agua.



Así pues, una fina película líquida recorre siempre la base de los glaciares actuando como lubricante entre el hielo y su sustrato rocoso. Es esta lubricación interna uno de los factores que va a determinar la velocidad de avance de un glaciar.

En los glaciares fríos, las temperaturas extremas impiden toda fusión y el glaciar queda "soldado" por su base: será entonces la deformación interna del hielo la causa principal de su movimiento. Más compleja y menos conocida que el deslizamiento, la deformación interna podría compararse al proceso que sufren ciertos metales o minerales, sometidos a tensiones por temperaturas ligeramente inferiores a su punto de fusión: como bien saben los herreros desde tiempo inmemorial, estos cuerpos adquieren la capacidad de deformarse.

En el caso del hielo, es su mismo peso, que en algunos glaciares puede llegar a presiones de 650 Tn por m<sup>2</sup>, el que produce las tensiones que llevan al glaciar a deformarse: los cristales de hielo predisponen sus moléculas en capas más o menos paralelas a la superficie glaciar. Estas capas se deslizan unas sobre otra. El movimiento acumulado de las capas de moléculas en el interior de cada cristal más un cierto efecto de patinaje entre los cristales es lo que se llama pues, deformación interna. Paradójicamente pues, las leyes físicas que rigen este fenómeno, están más cercanas a la



flexión de un hierro al rojo vivo, que al deslizamiento del agua por una canaleta.

Pero volvamos al principio del acto: veíamos que un glaciar solo es glaciar si se mueve. Para comenzar a moverse, el hielo necesita un cierto espesor crítico de alrededor de 20 metros.

A partir de aquí, tres factores condicionarán la velocidad de avance de un glaciar: el espesor, la pendiente y la temperatura del hielo.

Cuanto mayor sea el espesor de un glaciar, más deprisa avanzará y obviamente también será más rápido cuanto mayor sea la pendiente por la que se desliza. Antes citábamos glaciares fríos y templados: Cuanto más "templado" sea un glaciar, más rápido será, a causa de la mayor cantidad de agua fusionada que circula por su base facilitando el deslizamiento, y a causa de que la energía calórica que libera parte de esa agua infiltrada al recrystalizar de nuevo, contribuye a debilitar los cristales de hielo haciéndolos más moldeables y fáciles de deformar.

Esta misma cantidad de agua de fusión corriendo por la base y lubricando el frotamiento del hielo con la roca, es lo que causa una mayor velocidad del glaciar en los días cálidos o lluviosos que en los fríos o secos y lógicamente, también en verano más que en invierno.

La velocidad pues, es un fenómeno altamente variable de unos glaciares a otros e incluso en el mismo glaciar, no solo en función de la época, sino también del lugar: al igual que en las corrientes de agua, el frotamiento de sus bordes con la tierra frena el movimiento de éstos haciendo la corriente más rápida en su centro que en sus bordes. El frotamiento en su base es a su vez la causa de que la velocidad de la superficie sea mayor que la del fondo.

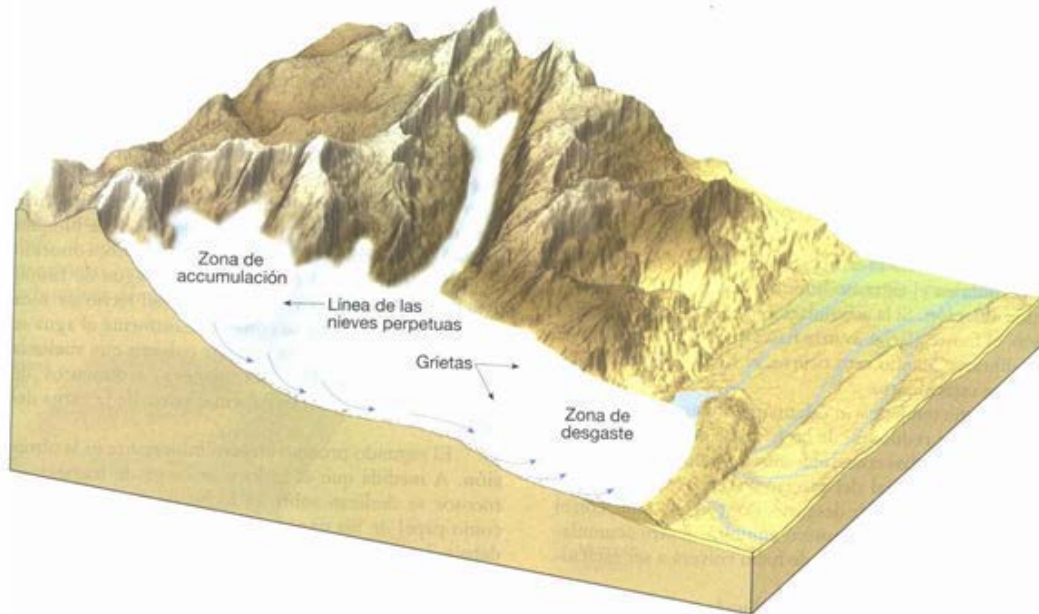
El punto de mayor velocidad de un glaciar se encontraría sobre la



línea de equilibrio del mismo. Es esta línea imaginaria que divide la zona de acumulación de un glaciar, que es aquella en que la cantidad de nieve caída anualmente es mayor que la pérdida por evaporación o fusión, y que corresponde a sus zonas más altas, de la zona de ablación, donde, inversamente a la anterior, la nieve perdida es mayor que la caída y se sitúa, como es natural, en sus zonas inferiores.







(Extraído de “Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física”, de Tarbuck y Lutgens, Ed. Prentice Hall, Madrid – 1999.-)

Delimitar esta línea es muy importante para el estudio de cualquier glaciar, pues la situación de la misma y la relación de superficie entre las dos zonas antes citadas, son datos muy importantes para la determinación del comportamiento de un glaciar y su respuesta frente a los cambios climáticos. A simple vista, podríamos definir esta línea de equilibrio como la serie de puntos todavía con nieve a fines de otoño, antes de las primeras nevadas.

En glaciares muy agrietados es más fácil distinguirla, pues marca la frontera entre la zona de grietas y la zona en que éstas –por lo menos las más pequeñas- son ocultadas por la nieve. Por supuesto que esta línea de nieves permanentes no será igual todos los años y también variará de unos glaciares u otros con la orientación, las condiciones de la pendiente, las variaciones climáticas, etc.



Otro de los fenómenos comunes a los glaciares y de extrema ayuda para sus estudiosos son las morenas o morrenas que podríamos definir brevemente como acumulaciones de bloques, rocas, arenas y arcillas transportadas por los glaciares. Su importancia viene dada porque son ellas las que denotan las pasadas posiciones de un glaciar. Asimismo, estudiando los restos orgánicos mezclados con ellas, fácilmente datables por el sistema de Carbono 14, se puede llegar a conocer la cronología de los antiguos movimientos del glaciar.

En función de su posición, las morenas se pueden clasificar en laterales o centrales. Estas últimas resultan de la unión de las morenas laterales de un glaciar y de su afluente, resultando así una línea característica de materiales rocosos que corre por el centro de un glaciar en el mismo sentido de su marcha.





Otro tipo de morena muy importante para el glaciólogo es la morena terminal que, como su nombre indica, viene a señalar la posición más extrema alcanzada por el hielo y el punto en el que el mismo comenzó a retroceder. Cuando se inicia el retroceso, el espacio que va dejando el hielo se llena de agua proveniente del derretimiento del hielo y que queda contenida por el mismo arco morénico conformando lo que se denomina una laguna periglacial, que por lo general termina desaguando por un río que corta el arco. En esta región se observan numerosas morenas terminales que no poseen la mencionada laguna, pero eso es debido a que las sucesivas fluctuaciones del campo de hielo modifican las morenas anteriores.



Por último hay que mencionar a las grietas y los seracs, dos aspectos muy comunes en toda la geografía glacial, y que constituyen el mayor peligro para quienes por ellos transitan.



Como hemos visto anteriormente, la velocidad de un glaciar no es igual en todos sus puntos. Diferentes velocidades en diferentes puntos provocan tensiones que la plasticidad del hielo no puede siempre absorber completamente y que resultan en un resquebrajamiento de su superficie –las grietas no suelen tener más de 30 m de profundidad -.

Debido a las grandes presiones, el fondo permanece siempre compacto.

Las grietas pueden tener una enorme variedad de longitudes y anchos y se vuelven especialmente peligrosas para los andinistas cuando la nieve fresca forma sobre ellas puentes que por un lado las ocultan a la vista, pero por otro no son suficientemente sólidos para soportar el peso de una persona.

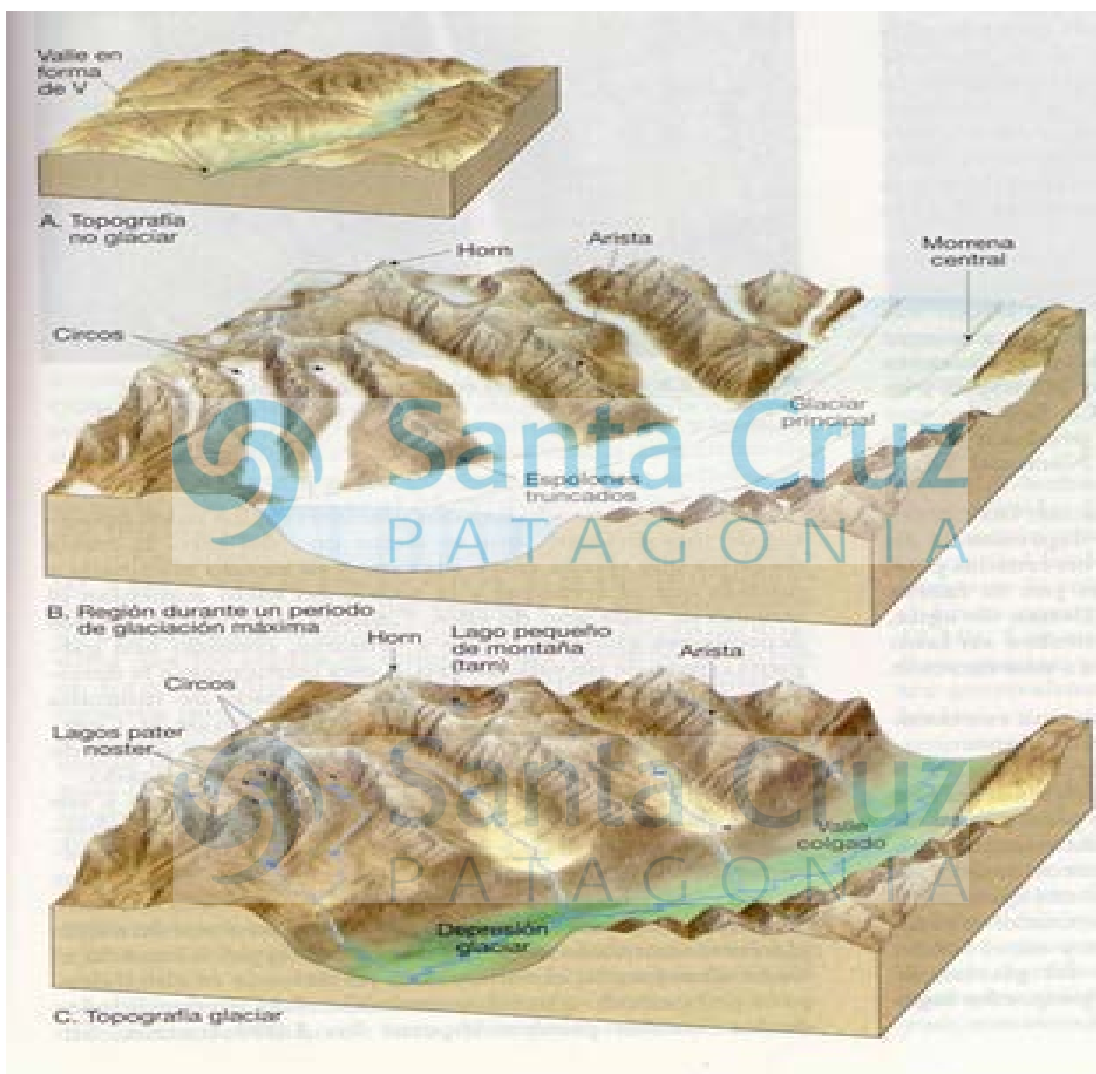
Cuando el lecho de un glaciar sufre una pendiente pronunciada, la velocidad puede triplicarse durante algunos metros. Este repentino cambio de velocidad provoca una serie de grietas entrecortadas y muy inclinadas que forman una caótica acumulación de bloques o seracs de equilibrio altamente inestable.



Cualquier alteración por erosión de viento, lluvia, temperatura o ligeros empujes del hielo que desciende de más arriba, pueden provocar el derrumbe de estos muros de hielo, que, junto con la caída en las grietas, son las causas más comunes de accidentes en la montaña.

Por último mencionaremos que los glaciares son agentes modeladores del paisaje con una potencia excepcional. Esto queda reflejado en los valles y en las rocas desgastadas por su paso que quedan a la vista al momento de su retroceso.

Existen una serie de accidentes y formas típicas del paso de los glaciares que se encuentran esquematizadas parcialmente en el gráfico siguiente, donde podemos observar un paisaje previo al englazamiento, con un río que discurre formando un típico valle en forma de "V" (primera figura). El paisaje puede cambiar con el advenimiento del hielo donde un glaciar principal erosiona las aristas o "filos" de las montañas que desembocan en él, conformando los espolones truncados que a su vez conforman morenas laterales en la parte principal. Al momento de retirarse el hielo, el valle principal queda con la forma de "U" característica del paso del glaciar, con valles colgantes producidos por el antiguo nivel de aporte de los glaciares secundarios al principal y en donde quedan lagunas, lagos pequeños y espejos de agua producto del retiro de los glaciares secundarios.



Este paisaje posglacial irá modificándose con el transcurso del tiempo: el río, lenta pero continuamente irá socavando el sustrato para tornarse en un valle en forma de "V" a partir de ese nivel, conformando terrazas fluviales en lo que es hasta ese momento, el valle glaciar.

(Extraído de "Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física", de Tarbuck y Lutgens, Ed. Prentice Hall, Madrid - 1999.-)

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Manual del Lago Argentino & Glaciar Perito Moreno- Miguel ALONSO- Ed. Zagier & Urruty Publications.2000
- Ciencias de la Tierra- Una Introducción a la Geología Física. TARBUCK y LUTGENS. Ed.Prentice Hall. Madrid 1999
- Gráficos. Cortesía Geol. Jorge STRELIN. C.A.D.I.C

- Louis Agassiz en Chile y Argentina: Una historia poco conocida Francisco Hervé y Reynaldo Charrier

Carrera de Geología, Universidad Andres Bello y  
Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago,  
Chile

- Material e información extraída de Glaciarium. Pedro Skvarca
- <https://glaciologia.cl/glaciares/zona-centro/glaciar-viedma/>
- De Agostini, A:M: 1945. Andes Patagónicos
- Monseñor Patagonia. Vida y viajes de Alberto De Agostini, el sacerdote y explorador. Germán Sopena
- La Historia de la vida en pocas palabras. Teresa M. Sánchez Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad de Córdoba. 2009
- Introducción a la geología. El planeta de los dragones de piedra Andrés Folguera, Victor A. Ramos y Mauro Spagnuolo. \_Eudeba. 2007
- Glaciología y arqueología de la región del Lago Argentino. Roberto Andreone- Silvana Espinosa. Instituto Salesiano de Estudios Superiores.
- Glaciar Perito Moreno, Patagonia: Climate sensitivities and glacier characteristics preceding the 2003/04 and 2005/06 damming events. Martin Stuefer, Helmut Rott; Pedro Skvarca. 2007. (Paper)