

# GEOMORFOLOGÍA II



## SISTEMA DE MODELADO GLACIAR

### PARTE II – DINÁMICA GLACIAR: AGENTES, PROCESOS Y FORMAS RESULTANTES.

Prof. Mg. Jorge Alfredo ALBERTO

Prof. Claudia Verónica, GÓMEZ

MATERIAL DE CONSULTA DE CÁTEDRA

ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA COMPILACIÓN DE  
BIBLIOGRAFÍA IMPRESA Y DE INTERNET

- Profesorado y Licenciatura en Geografía
- Departamento de Geografía
- Facultad de Humanidades
- Universidad Nacional del Nordeste









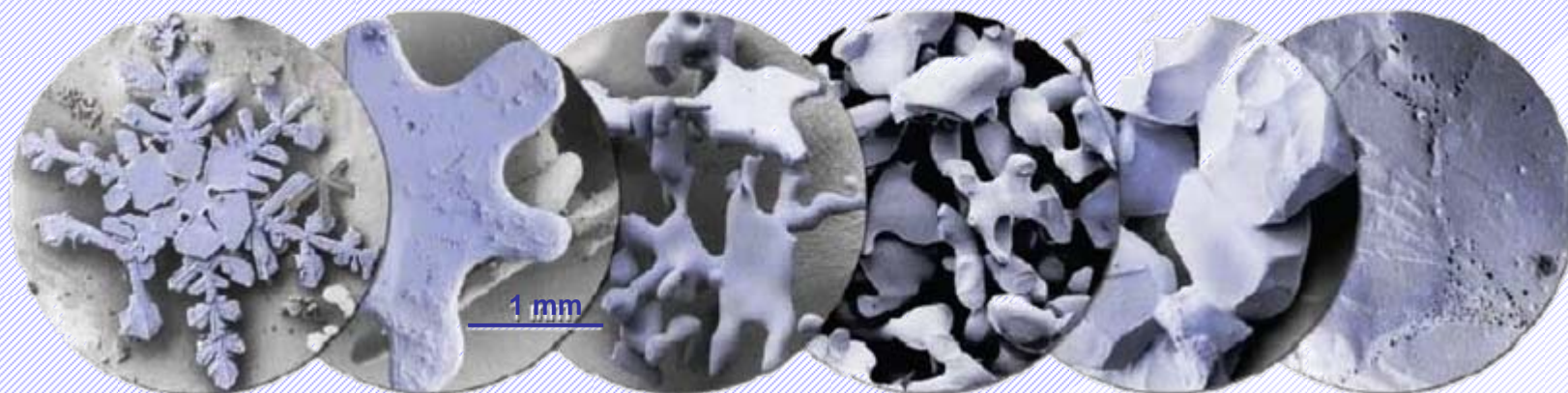
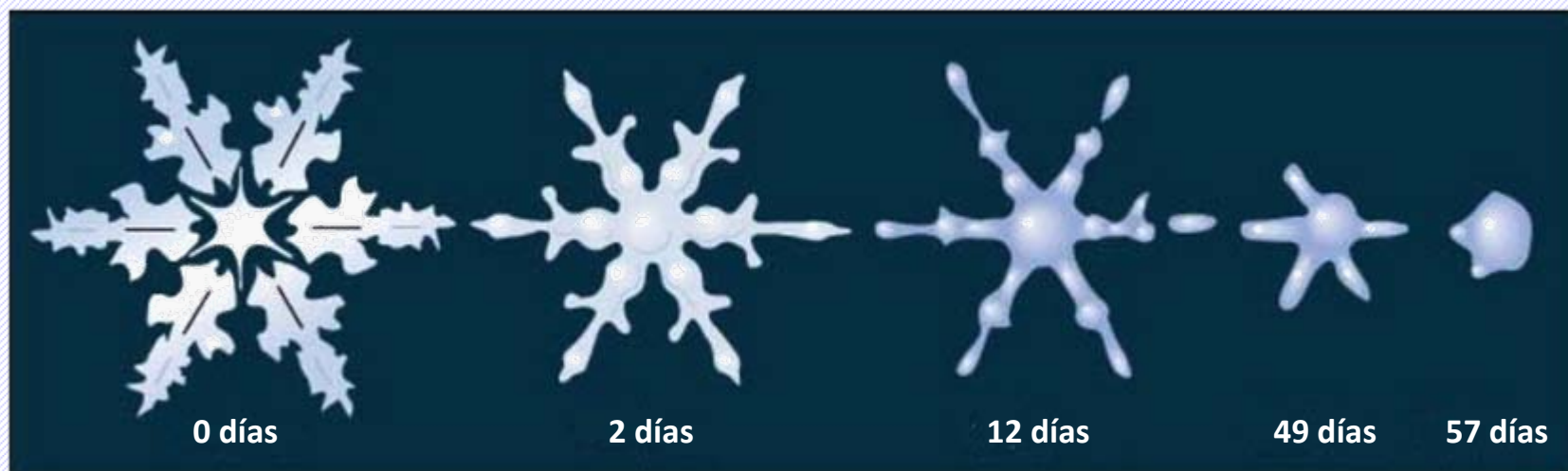
El objetivo de este trabajo, basado en la compulsa de materiales impresos y de internet, consiste en brindar a los alumnos de la carrera de Geografía conceptos referidos a la dinámica del “Sistema de Modelado Glaciar”, así como, caracterizar las diferentes agentes y procesos que intervienen en dicho proceso.

Con ello se pretende, por un lado, que se reconozcan y comprendan los procesos fundamentales que intervienen en la conformación de los componentes del sistema terrestre y las relaciones dinámicas que se establecen entre ellos, y, por otro, que se identifiquen y entiendan las dimensiones temporales y espaciales propias de los hechos geológicos y geomorfológicos que caracterizan el espacio geográfico presente.

El trabajo se organiza sobre cuatro aspectos del estudio dinámica del “Sistema de Modelado Glaciar” que se detallan a continuación:

-  El primero hace referencia, de manera escueta, a las características, constitución y evolución del hielo glaciar.
-  El segundo, trabaja sobre la dinámica de un glaciar en relación al avance o retroceso del mismo en función del balance entre la acumulación y la ablación del hielo glaciar.
-  El tercero, se centra en el “medio glaciar” con respecto a los diferentes fenómenos que permiten caracterizar la constitución y la dinámica del hielo como agente de erosión, transporte y sedimentación.
-  Finalmente, el cuarto aspecto, realiza una síntesis de los anteriores a partir de la clasificación, constitución y caracterización de los diferentes tipos de los glaciares.

## HIELO GLACIAR



La nieve fresca que cae es muy porosa y tiene una densidad menor que la un décimo de la del agua. Cuando la nieve se acumula, el peso sobre la nieve aumenta y las capas inferiores se compactan y recristalizan formando hielo.





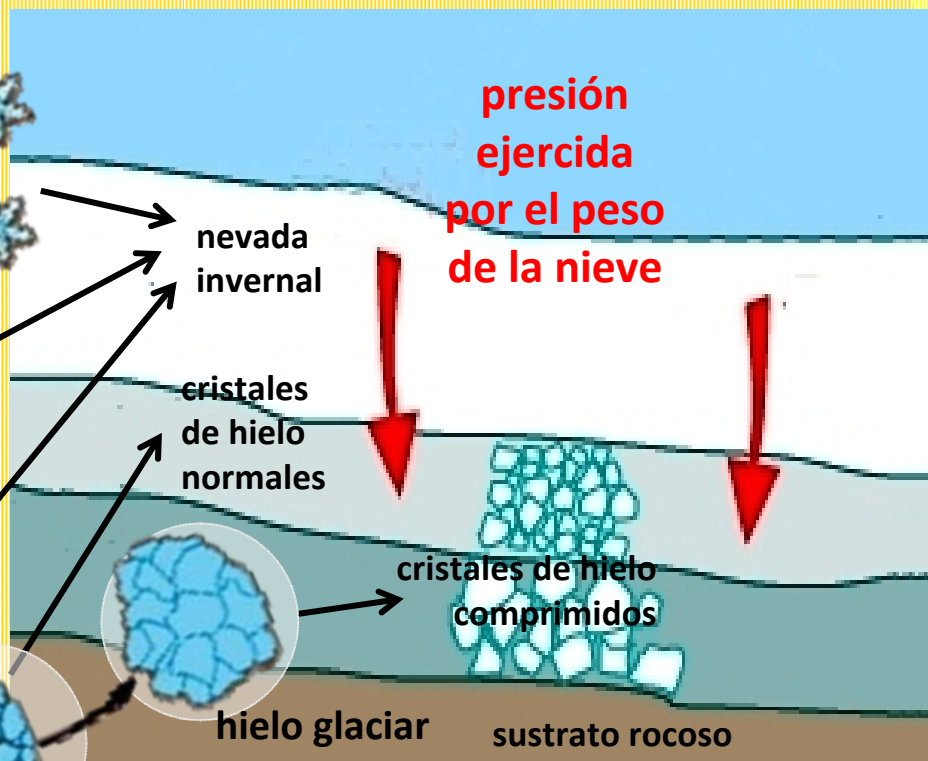
La nieve puede sobrevivir hasta que la densidad se incrementa y luego ya no es permeable al aire, es entonces cuando se convierte en **Hielo Glaciar**.

copos de nieve

nieve granular

nieve/hielo firme

El **Hielo Glaciar** se forma por acumulación de nieve. Cambia su estructura debido al peso de las capas de nieve situadas por encima.  
El **Hielo Glaciar** se comporta esencialmente como una roca metamórfica a baja temperatura.



presión  
ejercida  
por el peso  
de la nieve

nevada  
invernal

cristales  
de hielo  
normales

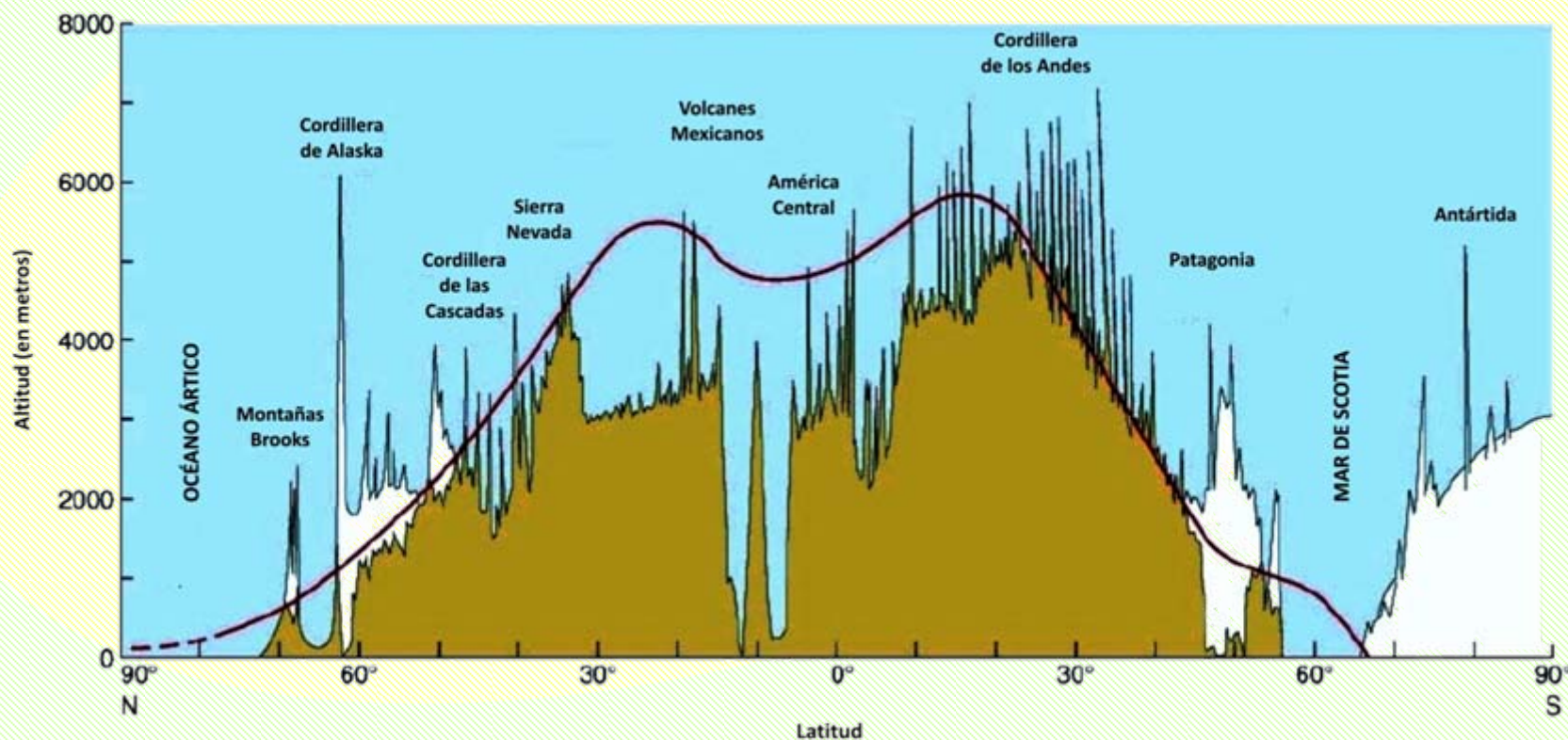
cristales de hielo  
comprimidos

hielo glaciar

sustrato rocoso

## GLACIAR - UBICACIÓN

Un **glaciar** es un cuerpo de hielo, que consiste principalmente en hielo recristalizado, que muestra evidencia de movimiento gracias a la fuerza de gravedad. Los glaciares se encuentran en donde la temperatura promedio es más baja que el punto de congelación del hielo. Estos lugares en general se encuentran en latitudes altas y/o gran altitud.



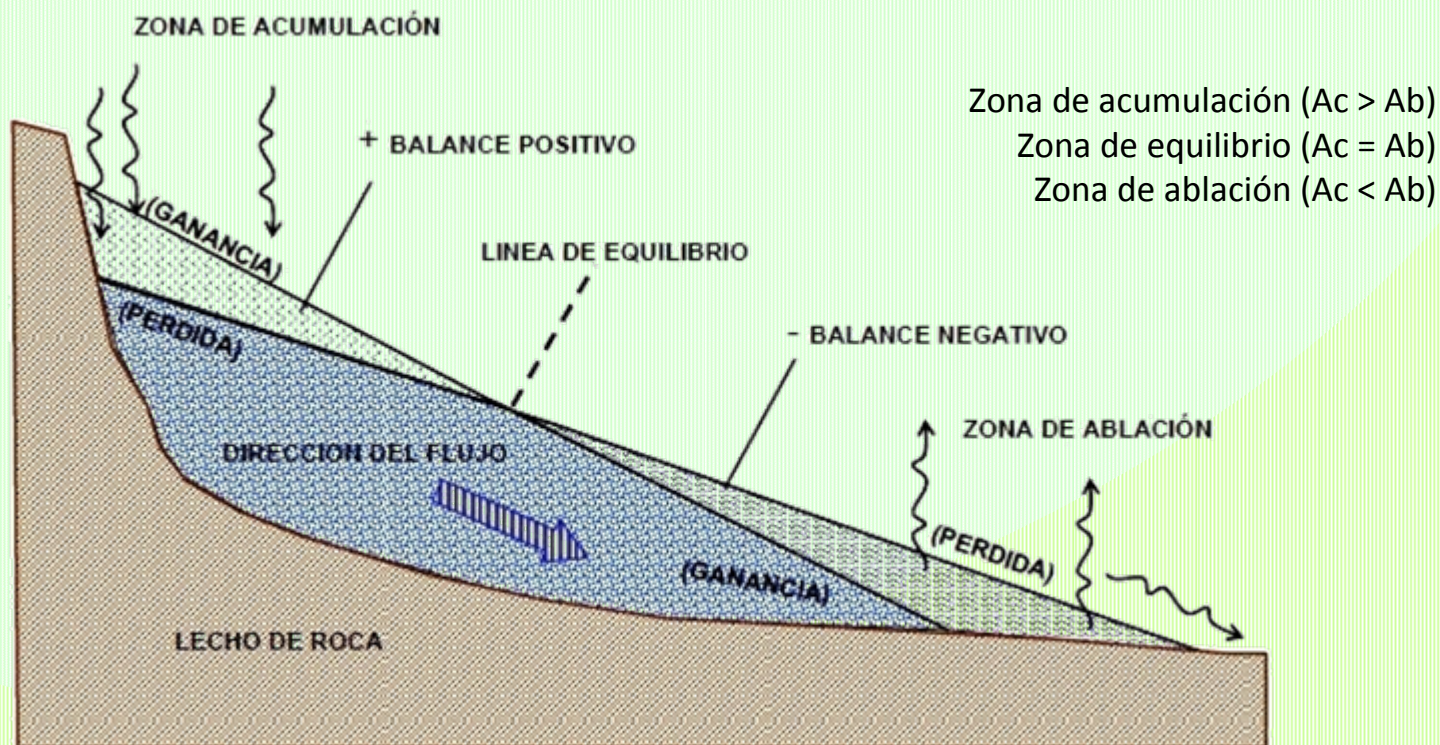


En cualquier sitio de la corteza terrestre en donde se acumule más nieve de la que se derrite durante un año, se puede localizar un glaciar.

La masa del glaciar cambia continuamente con variaciones del clima, estaciones, así como con respecto a periodos más largos como cambios climáticos locales y globales.

Estos cambios ambientales inducen cambios y fluctuaciones en:

- La cantidad de nieve añadida a la superficie del glaciar.
- Cantidad de nieve que se pierde por fusión y sublimación.





La adición al hielo del glaciar se llama **Acumulación**.  
La pérdida se denomina **Ablación**.

La diferencia entre la acumulación y la ablación de denomina el balance de masa del glaciar.

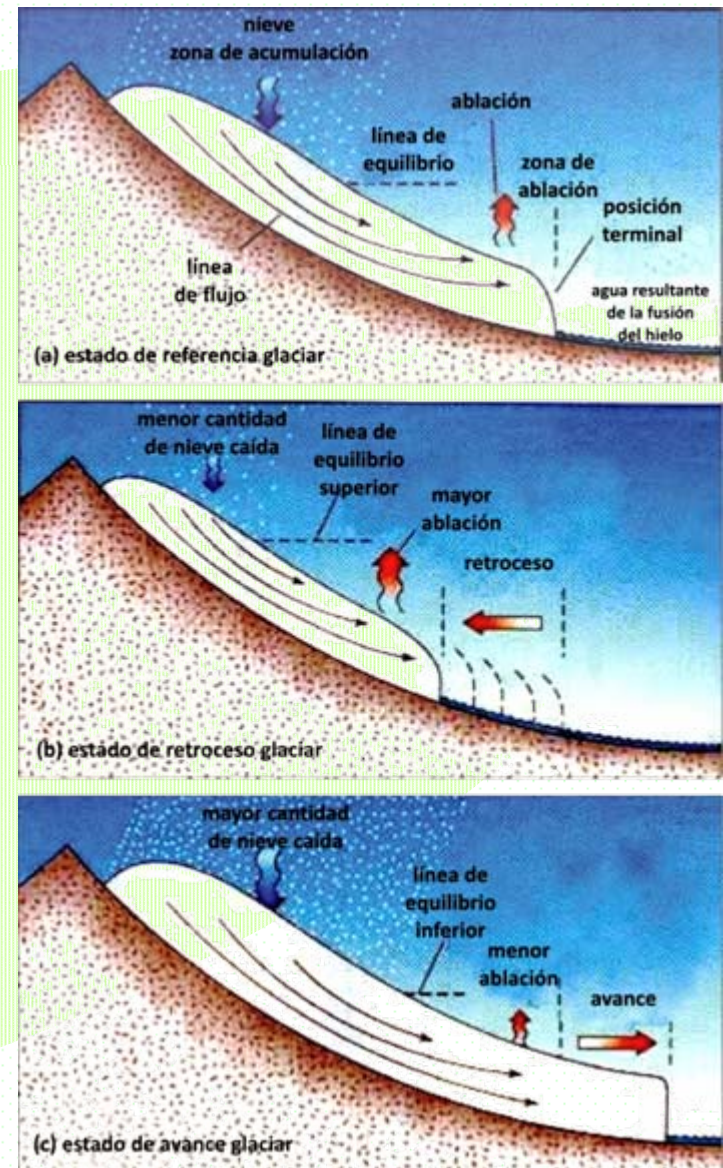
Existen dos zonas visibles en el glaciar al final del verano:

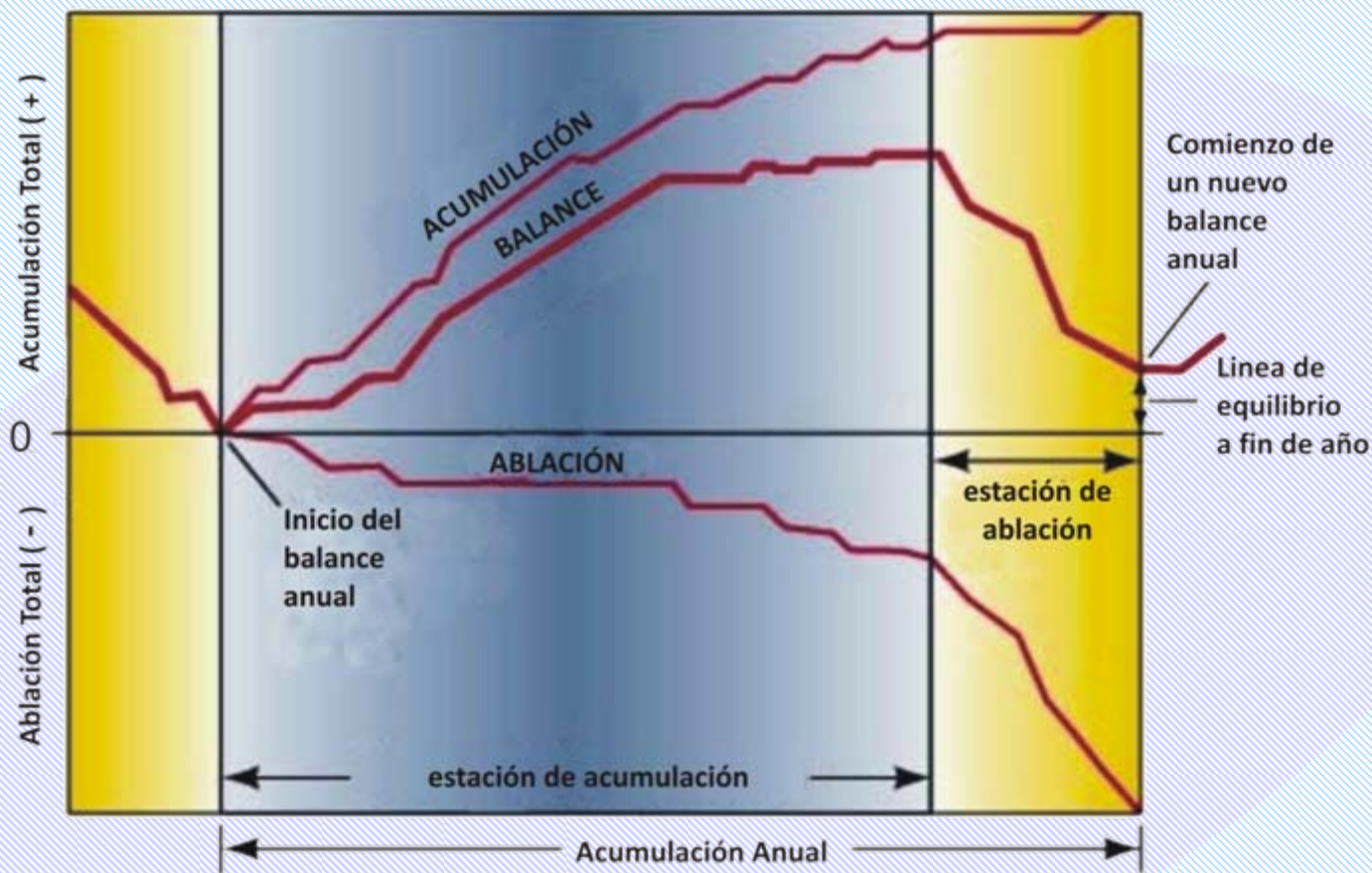
**Zona de acumulación**, en donde parte del glaciar está cubierto por nieve del invierno anterior.

**Zona de ablación**, en donde el hielo y la nieve más antigua están expuestas debido a que la nieve del invierno anterior ha sido derretida.

El avance o retroceso del glaciar es función del balance entre acumulación y ablación.

- a) Equilibrio ( $Ac = Ab$ )
- b) Retroceso ( $Ac < Ab$ )
- c) Avance ( $Ac > Ab$ )



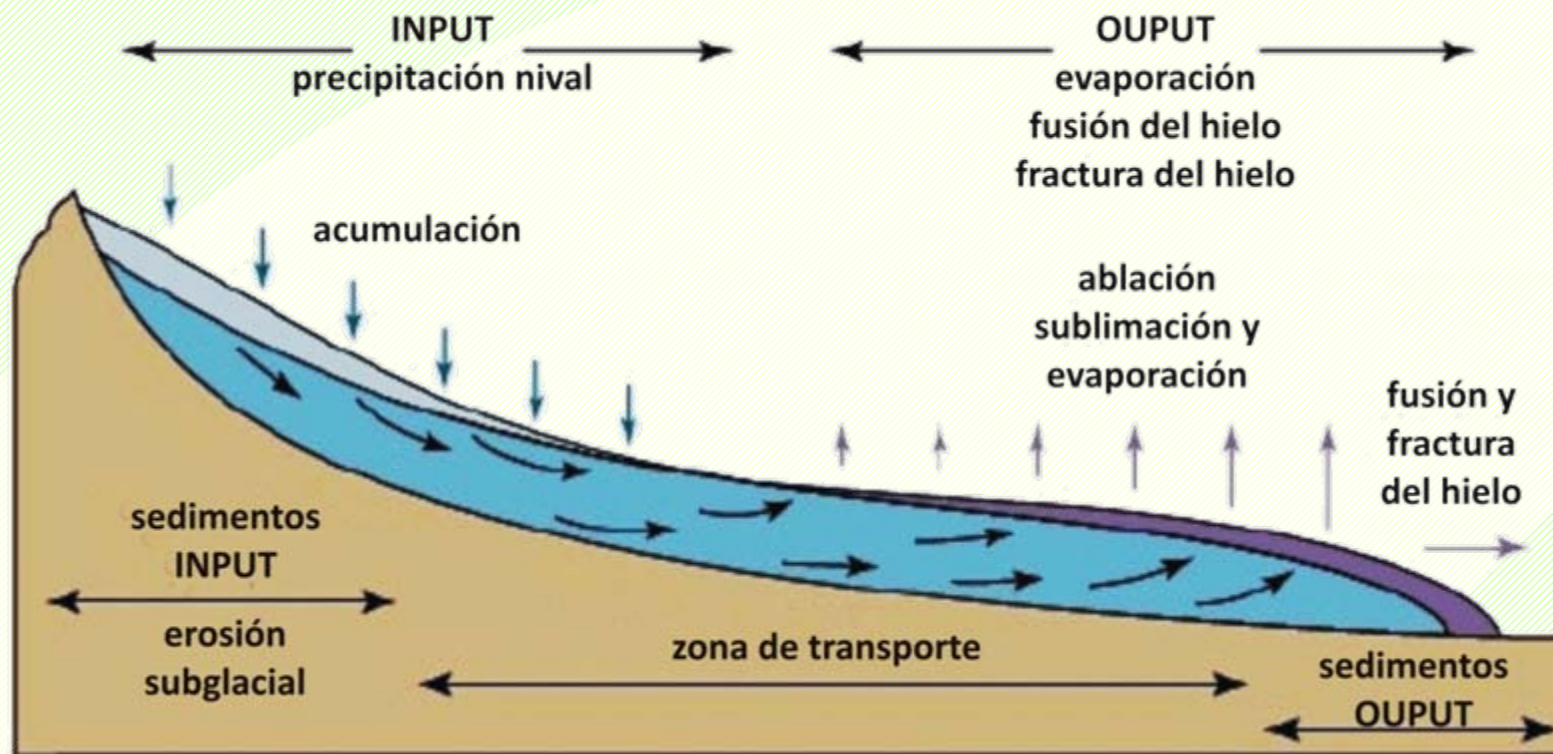


La **línea de equilibrio** marca la frontera entre las zonas de acumulación y ablación.

- La línea de equilibrio cambia con respecto a la latitud cada año, presenta una mayor amplitud cuando el clima es cálido y seco que cuando es húmedo y frío.
- Si en promedio el balance de masa de un glaciar es positivo, el frente del glaciar avanza.
- Si el balance de masa promedio es negativo, el glaciar se retira.



Cuando el hielo y la nieve acumulados es suficientemente grueso la fuerza de gravedad hala y hace que el cuerpo de hielo se mueva, así se forma un glaciar.



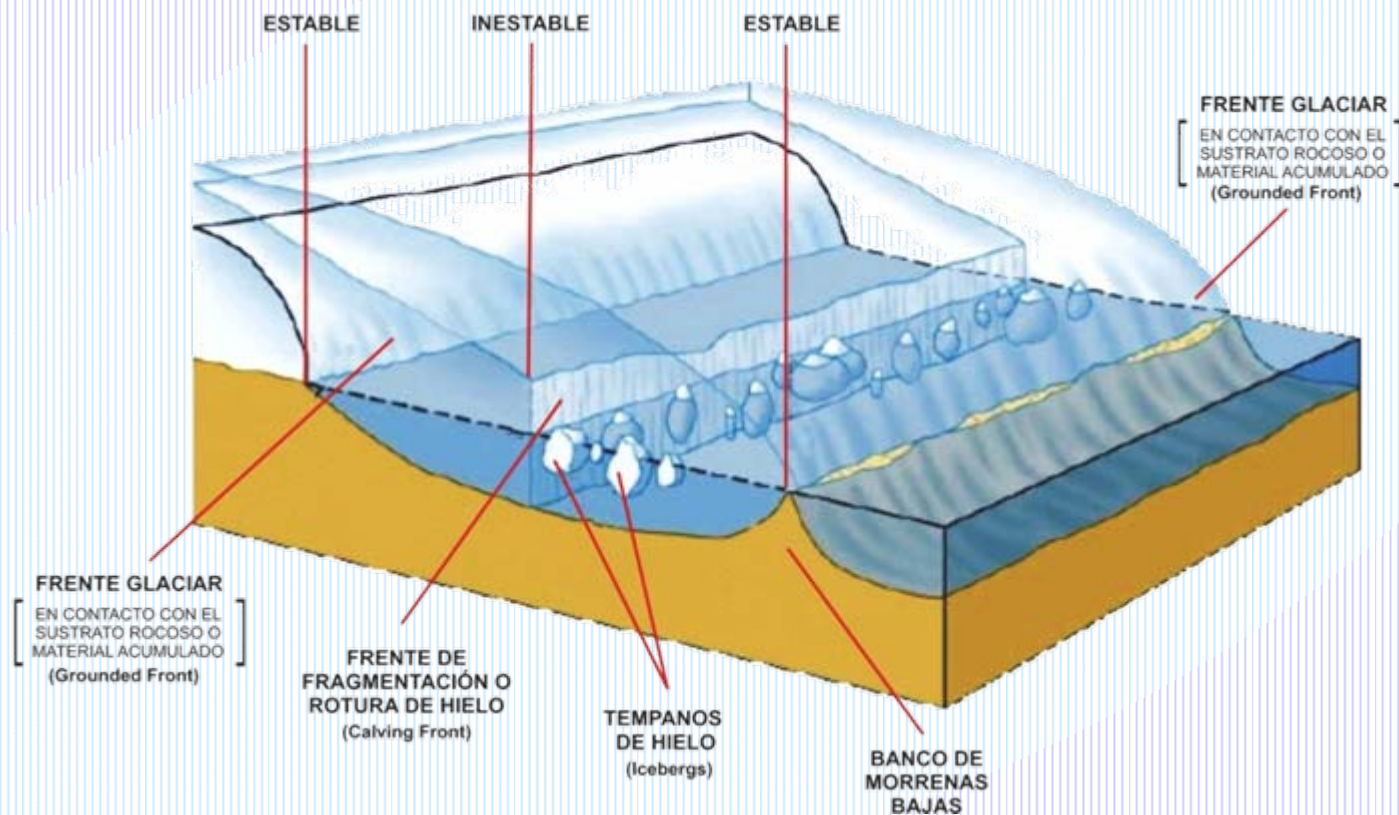
Bajo el peso de la nieve los cristales de hielo se deforman bajo un movimiento lento (fluencia lenta). El **hielo se desplaza**, en general, a favor de la **pendiente** debido al efecto de la **gravedad y al peso del hielo** en la zona de acumulación.

Agua derretida en la base del glaciar actúa como lubricante y permite que el hielo se deslice sobre el basamento.

Existe un retraso entre el tiempo en el que un cambio de acumulación se ve reflejado en una respuesta de movimiento del glaciar.

La duración de este retraso depende del tamaño del glaciar, y en la forma que el hielo se mueve.

El retraso es más largo en cuanto más grande sea el glaciar.



Calving se denomina al proceso progresivo de fractura de hielo que genera los icebergs en el frente del glaciar cuando termina en agua profunda de un lago, mar o océano.



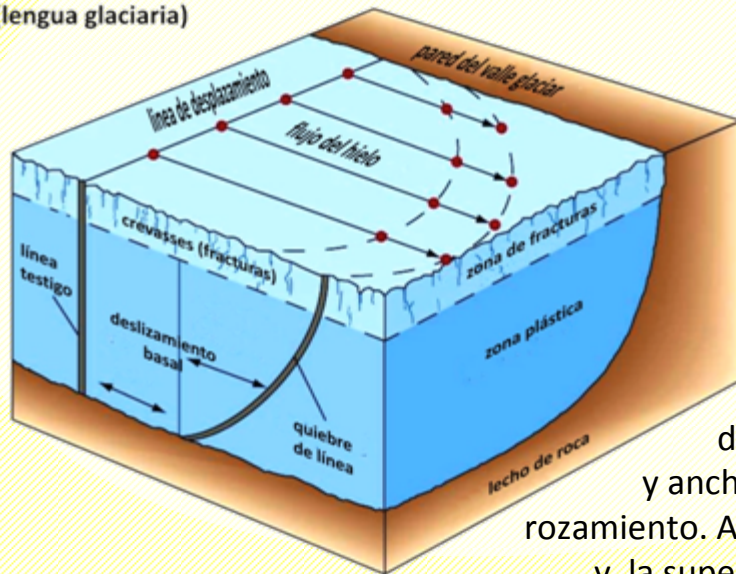
## MOVIMIENTO DE UN GLACIAR

Un glaciar se mueve de dos maneras:

- por flujo interno
- deslizando el hielo profundo sobre el basamento (roca o sedimento).

Cuando la masa de hielo y nieve se acumula en una montaña adquiere un grosor crítico a partir del cual la masa se deforma y fluye cuesta abajo bajo el efecto de la gravedad.

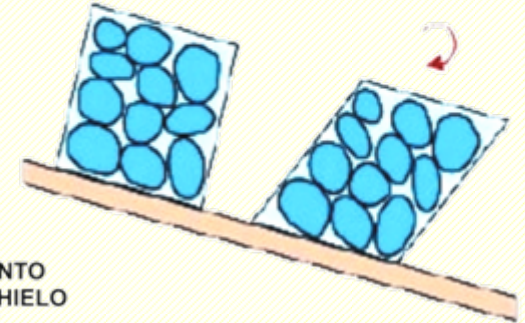
DESPLAZAMIENTO  
DIFERENCIAL DEL HIELO  
(lengua glaciaria)



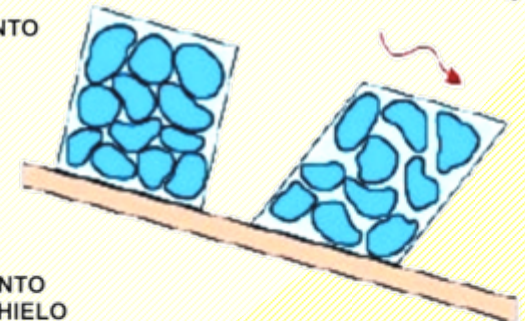
Desplazamiento diferencial en profundidad y ancho de la lengua glaciaria por rozamiento. Alta velocidad en el centro y la superficie de la lengua glaciaria.

DESPLAZAMIENTO  
INTERNO DEL HIELO

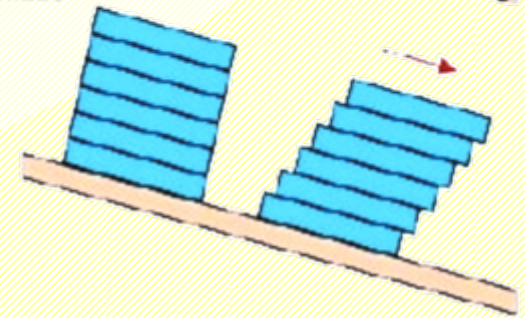
(A) DESPLAZAMIENTO  
INTERNO DEL HIELO  
POR ROTACIÓN  
DE GRANOS



(B) DESPLAZAMIENTO  
INTERNO DEL HIELO  
POR FUSIÓN Y  
CONGELAMIENTO



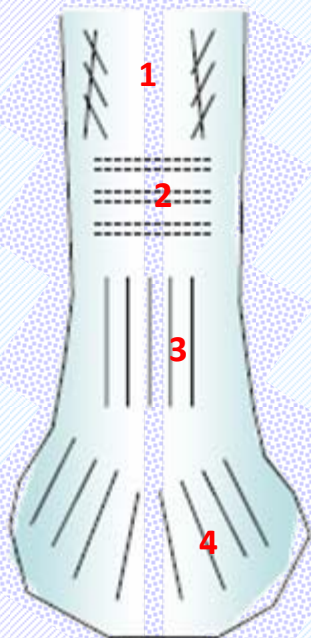
(C) DESPLAZAMIENTO  
INTERNO DEL HIELO  
POR CAPAS



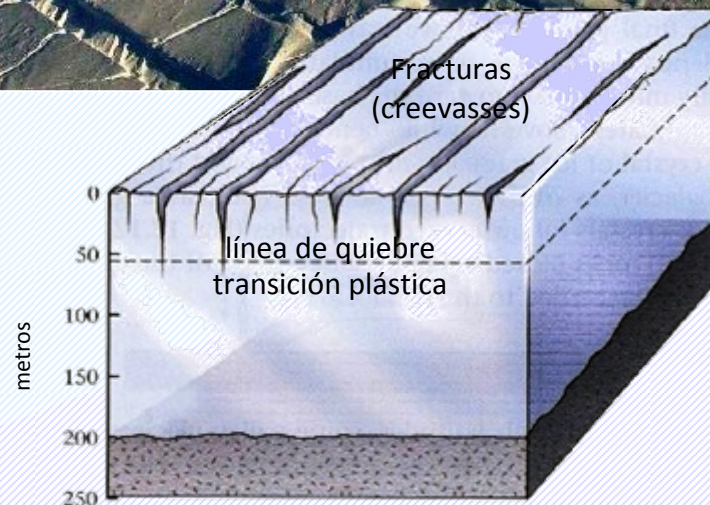


Cuando un glaciar pasa por un cambio abrupto en la pendiente, la superficie del hielo se fractura y forma grietas llamadas “crevasses”.

Una grieta o “crevasse” es una fisura abierta y profunda en la superficie del glaciar.

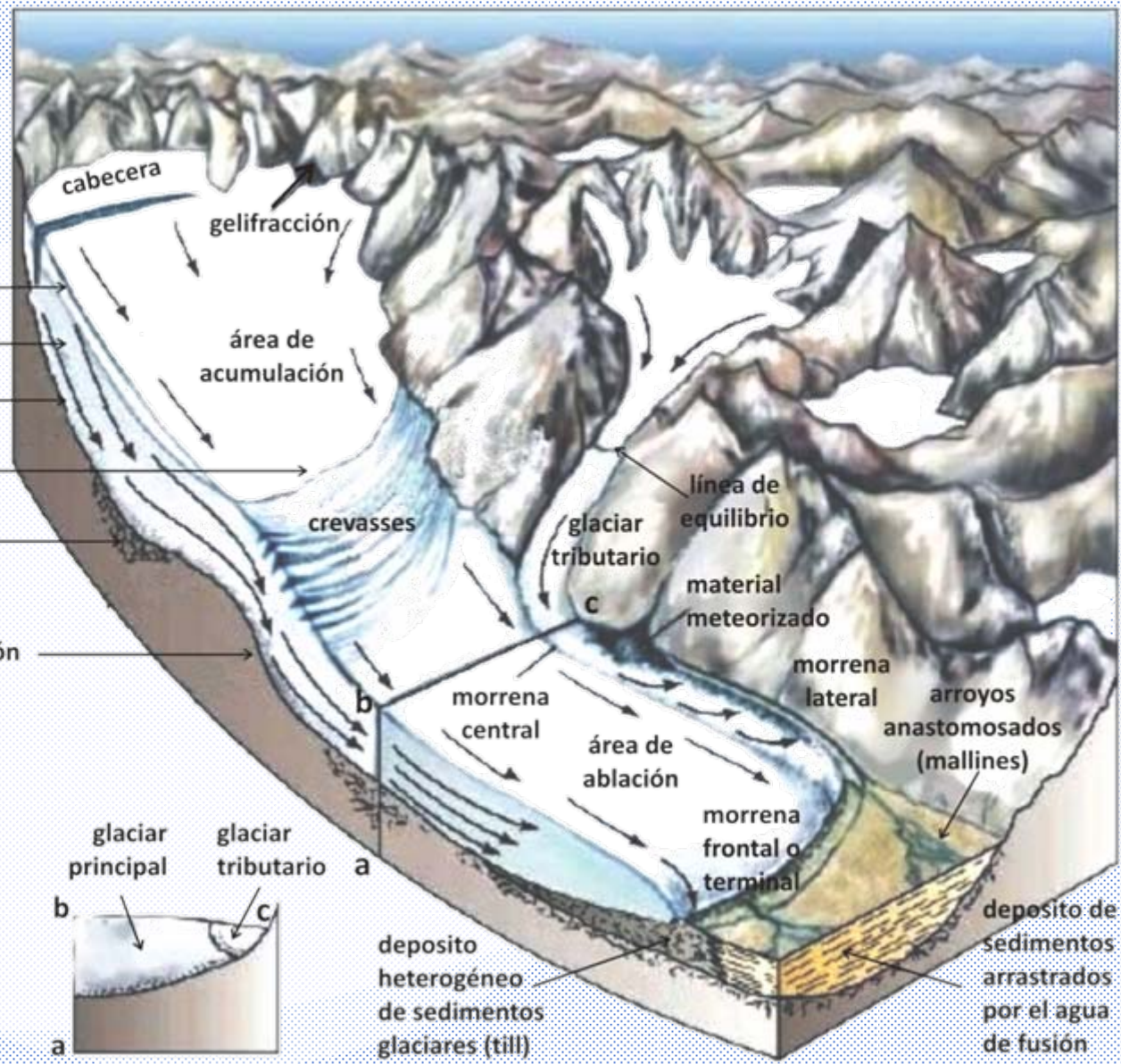
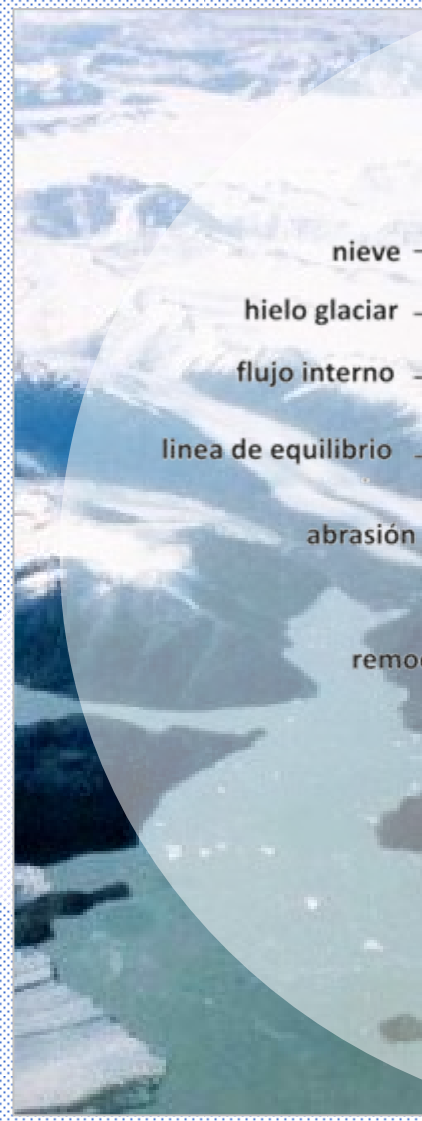


1. crevasses marginales
2. crevasses transversales
3. crevasses longitudinales
4. crevasses radiales





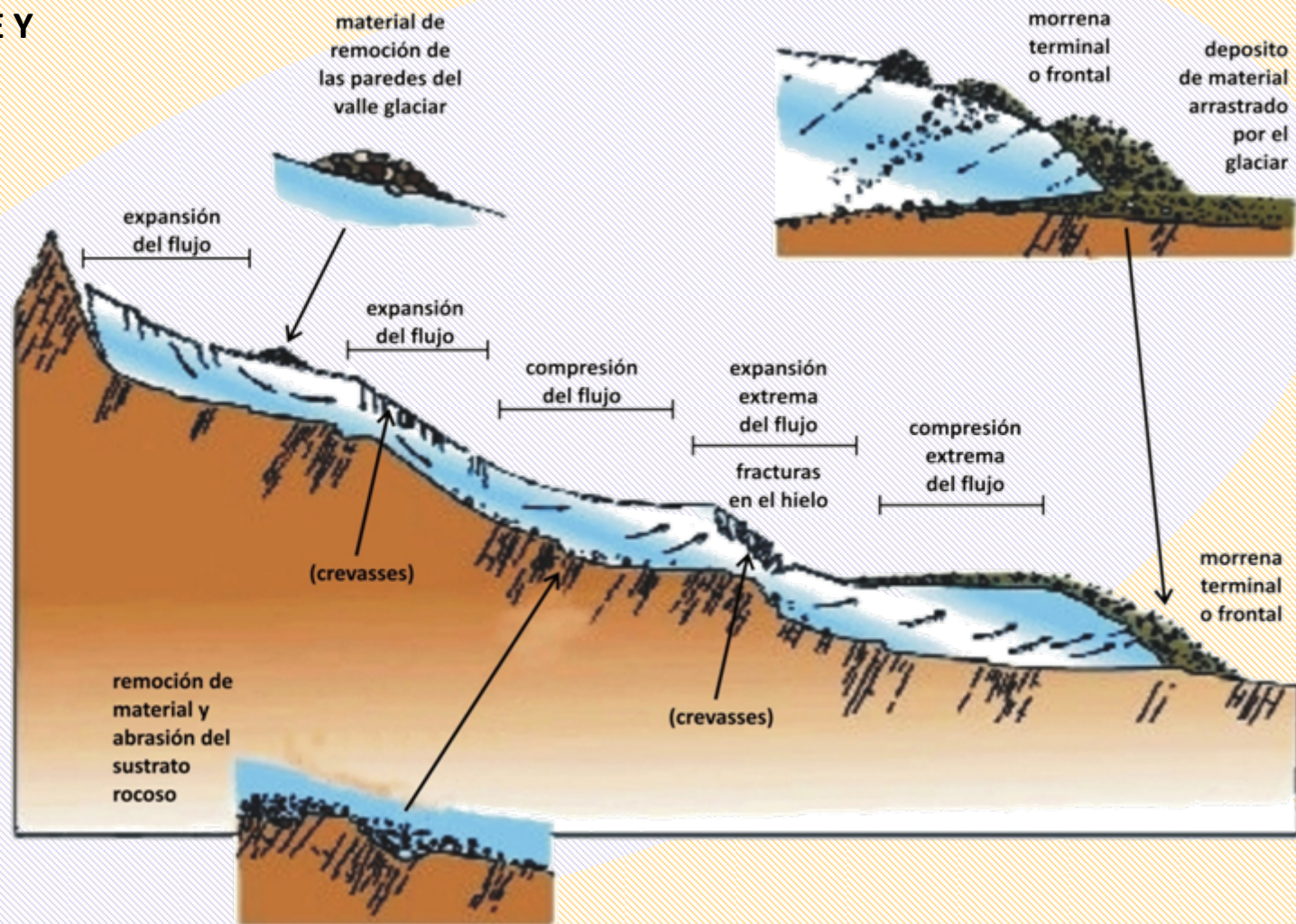
# MEDIO GLACIARIO





## EL HIELO COMO AGENTE DE EROSIÓN, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN

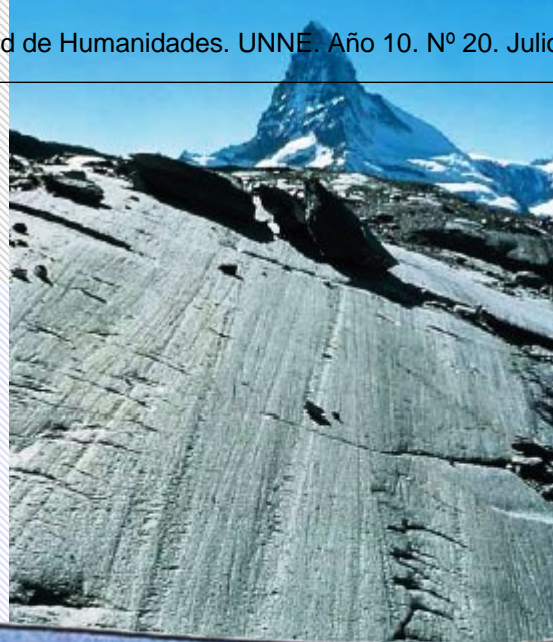
El hielo se desplaza produciendo la erosión de los materiales sobre los que circula (**erosión**). Estos materiales son arrastrados por el fondo (produciendo más erosión) o incluidos en la masa helada (**transporte**) hasta que llegan a un lugar donde son depositados (el frente glaciar, o los laterales del mismo) formando distintos tipos de relieves (**sedimentación**).





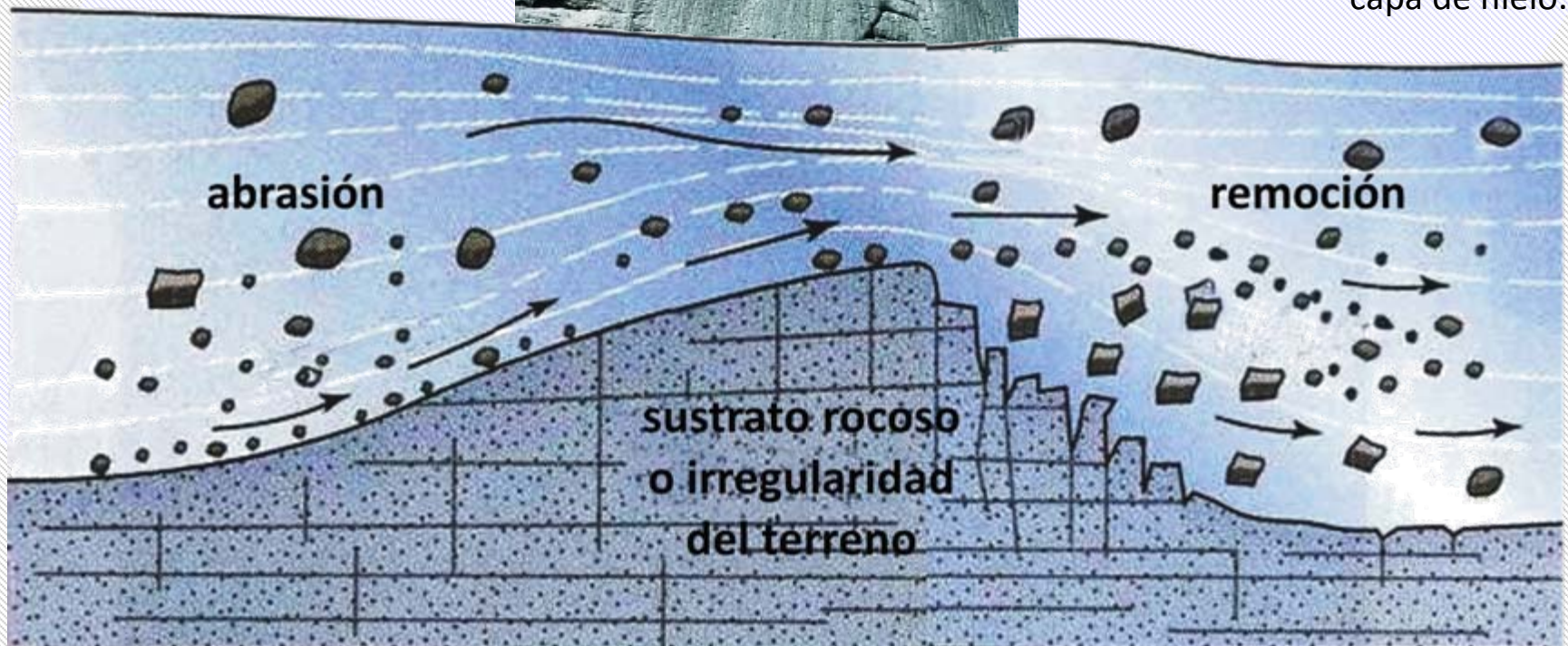
## Erosión Glaciar por el hielo

Los **detritos** arrastrados por el glaciar actúan como una lija erosionando la superficie bajo hielo (**abrasión**).



## Erosión Glaciar por los detritos

El **hielo**, al arrastrarse por la superficie, arranca material del suelo y los laterales (**arranque o remoción**), y los incluye en la masa helada o los hace deslizarse bajo la capa de hielo.







### A Transporte Glaciar Activo

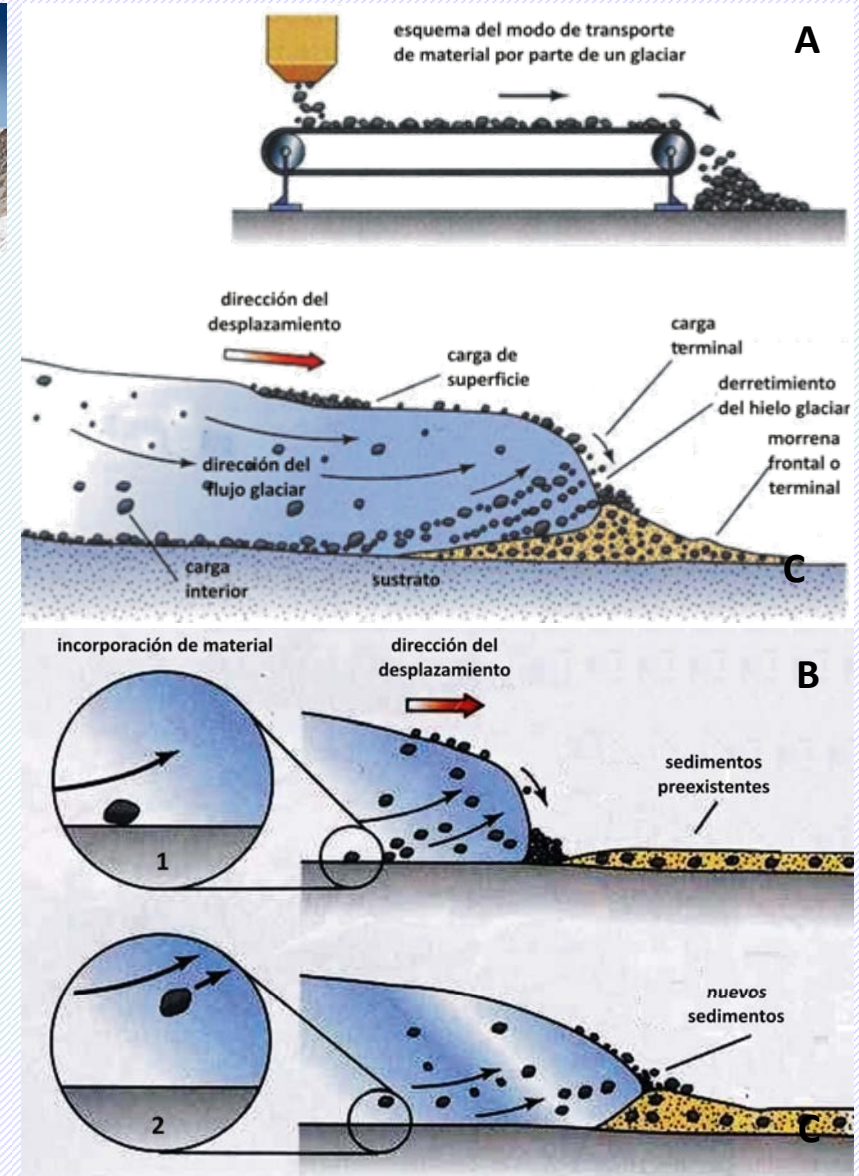
Los cantos y detritos son arrastrados por el lecho produciendo la erosión de la superficie sobre la que se desliza el hielo.

### B Transporte Glaciar Pasivo

Los cantos y detritos van englobados en el hielo y nunca tocan el lecho rocoso. Se incorporan a la masa helada por acción del hielo y debido a su velocidad diferencial.

### C Sedimentación Glaciar

La mayor parte de los detritos arrastrados por el glaciar se depositan en el frente y laterales formando grandes acumulaciones de materiales heterométricos denominados **morrenas**.





## LOS GLACIARES: CARACTERÍSTICAS Y TIPOS

Los glaciares se pueden clasificar de acuerdo a su temperatura, disposición, forma y tamaño.

Clasificación:

Continetales o polares (Inlandsis) y

Casquetes de hielo (Ice Caps)

Temperados, montaña o alpinos

Glaciar de circo

Glaciar de meseta

Glaciar de valle

Glaciar de piedemonte

### Glaciares Temperados, montaña o alpinos

Los glaciares temperados se encuentran principalmente en latitudes bajas y medias, sobre la isoterma de  $0^{\circ}\text{C}$  o por encima de la línea de nieves perpetuas. El hielo en un glaciar temperado está a la temperatura de fusión para una presión dada,  $T_p$ .

### Glaciares Continentales o polares y

#### Casquetes de Hielo

Los Glaciares polares se encuentran a altas latitudes, en donde la temperatura anual promedio está por debajo del punto de congelación.

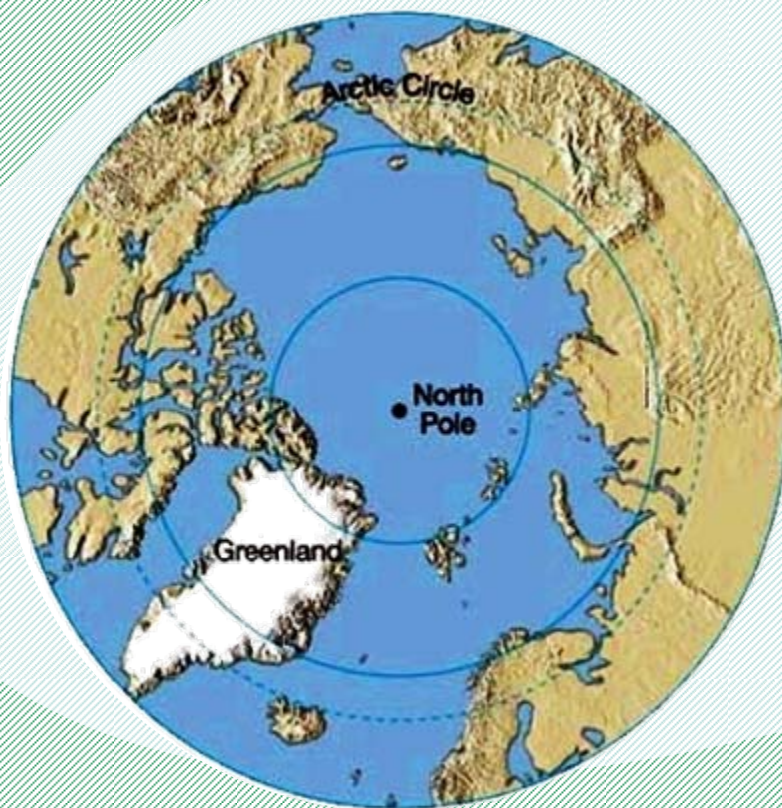




## GLACIARES CONTINENTALES O POLARES (INLANDSIS)

Superficies de hielo de miles de kilómetros de extensión que se extienden sobre corteza continental (y en ocasiones sobrepasando esta y cubriendo la superficie del mar). Fluyen radialmente desde el centro (zona de mayor espesor) hacia los márgenes.

Actualmente solo se encuentran glaciares continentales en Antártica y Groenlandia. Allí se encuentra el 95% del hielo de los glaciares terrestres.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc



# Bahía Bafin (Groenlandia)

Zócalo de rocas del Precámbrico

islandsis  
entre  
nunataks

morrenas

islandsis  
entre  
nunataks

lagos

Grietas de flujo,

morrenas

lagos

Icebergs

[http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=9315](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=9315)



**Isla Dexterity (Ártico de Canadá), desde los cinco valles menores que aparecen sobre la elevación de la ladera izquierda del valle principal, descienden hasta este cinco glaciares. Cada uno de estos ha formado una morrena terminal sobre el valle principal, las que se evidencian por sendas elevaciones semicirculares frente a cada valle. En el caso del valle más próximo al ángulo inferior izquierdo, el glaciar alcanzó a tener algún flujo pendiente abajo por el valle principal. Fotografía de (C) Michael Beauregard, compartida a través de Moki Kokoris.**

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10201321108088215&set=pb.1188361496.-2207520000.1371686603.&type=3&theater>



## CASQUETES DE HIELO (ICE CAPS):

son de menor tamaño que los anteriores como por ejemplo las Islas de las regiones árticas.

Se suma la isla volcánica (propia de la Dorsal Centro Atlántica) de Islandia considerada una lente glaciár de menor tamaño con respecto a Groenlandia.

Islandia

Hielo permanente

Hielo cíclico

[http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16443](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16443)



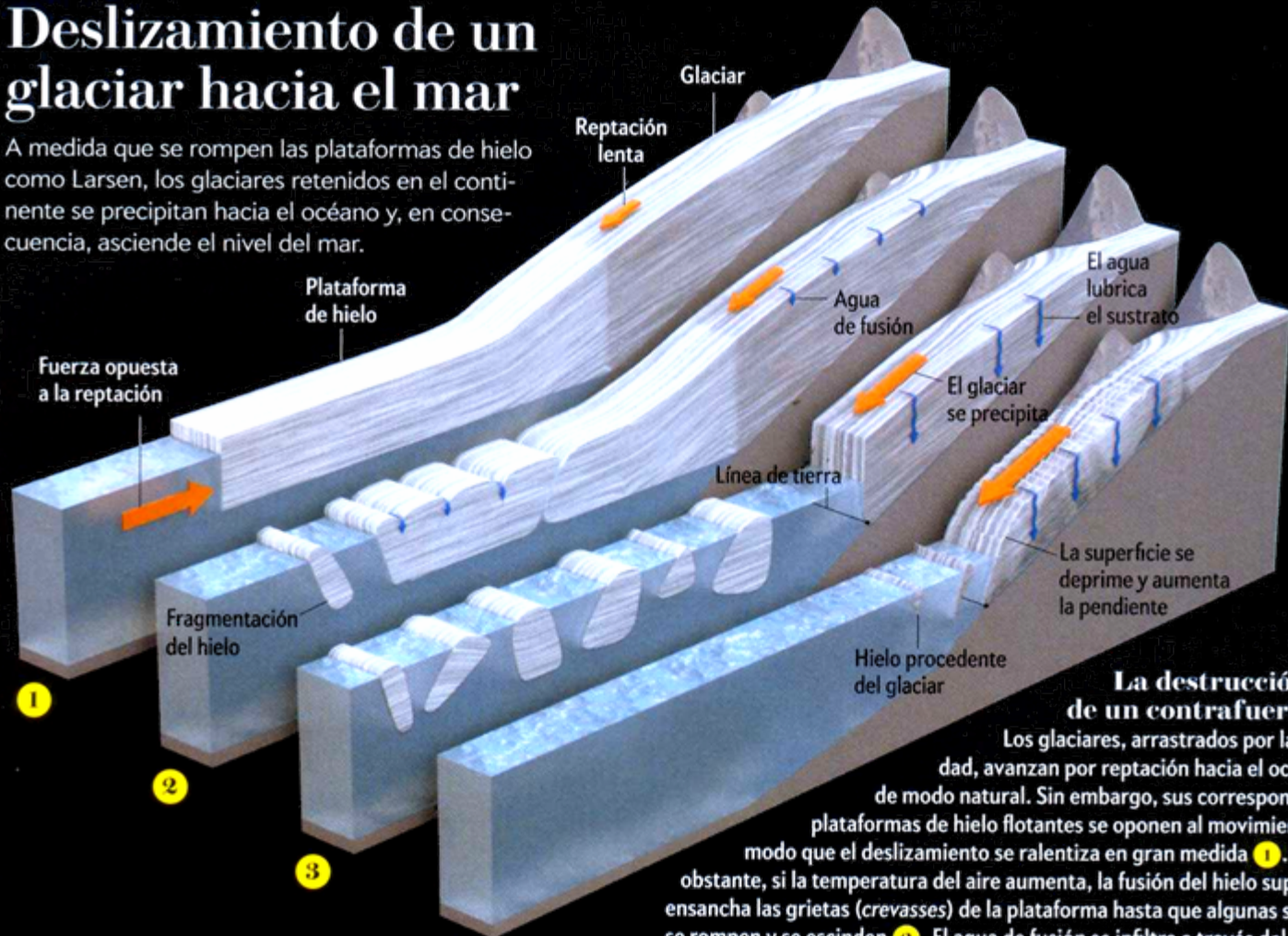
## PLATAFORMAS DE HIELO

(SHELF ICE): son glaciares que se localizan en el océano, a los pies de regiones glaciares. Estos originan los Icebergs. A veces denominados plataformas glaciares o placas flotantes. Proceden de un glaciar de casquete, continental que penetra en el mar apareciendo en superficie como un continua masa de hielo desde el sector continental al marino. Como ejemplo podemos tomar los litorales de la Antártida (plataformas de hielo Ross y Filchner, entre otras).



# Deslizamiento de un glaciar hacia el mar

A medida que se rompen las plataformas de hielo como Larsen, los glaciares retenidos en el continente se precipitan hacia el océano y, en consecuencia, asciende el nivel del mar.



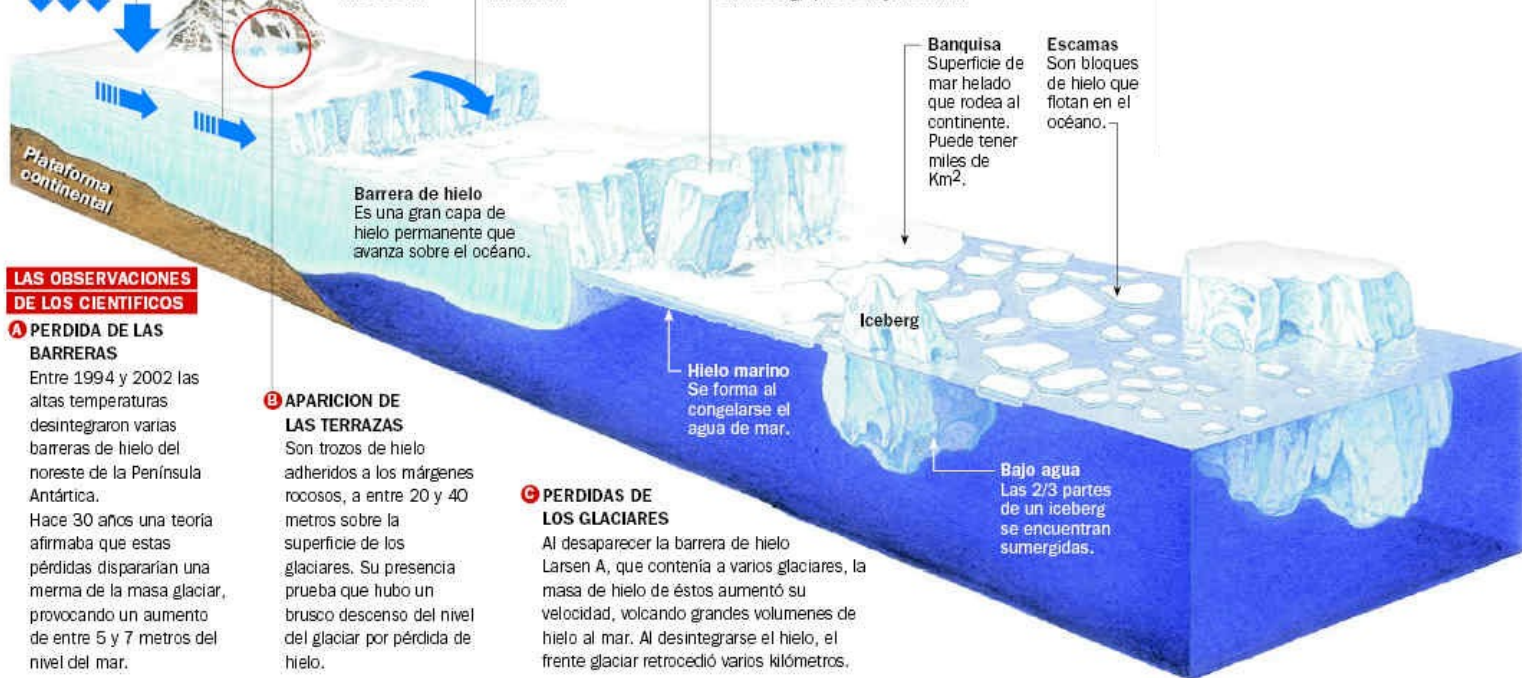
## La destrucción de un contrafuerte

Los glaciares, arrastrados por la gravedad, avanzan por reptación hacia el océano de modo natural. Sin embargo, sus correspondientes plataformas de hielo flotantes se oponen al movimiento, de modo que el deslizamiento se ralentiza en gran medida ①. No obstante, si la temperatura del aire aumenta, la fusión del hielo superficial ensancha las grietas (*crevasses*) de la plataforma hasta que algunas secciones se rompen y se escinden ②. El agua de fusión se infiltra a través del glaciar y lubrica su base. Cuando la plataforma se desintegra hasta alcanzar la línea de tierra, no queda ninguna masa que retenga el movimiento del glaciar, de modo que este se precipita hacia el mar ③. La tasa de fusión del hielo aumenta gradualmente; el tramo inferior del glaciar se deprime, su pendiente se hace más pronunciada y se desprenden bloques de hielo del frente glaciar ①.



**COMO SE MUEVEN LOS HIELOS ANTARTICOS**

- 1 Se acumula hielo por las nevadas.
- 2 Su peso hace presión sobre el glaciar.
- 3 La masa de hielo se desplaza hacia las costas.
- 4 El glaciar vuelca el hielo sobre la barrera.
- 5 La barrera de hielo, a su vez, también tiene desprendimientos hacia el mar helado. Si la porción de hielo es grande se forma un iceberg, que se aleja flotando.



**LAS OBSERVACIONES DE LOS CIENTIFICOS**

**A PERDIDA DE LAS BARRERAS**

Entre 1994 y 2002 las altas temperaturas desintegraron varias barreras de hielo del noreste de la Península Antártica. Hace 30 años una teoría afirmaba que estas pérdidas dispararían una merma de la masa glaciar, provocando un aumento de entre 5 y 7 metros del nivel del mar.

**B APARICION DE LAS TERRAZAS**

Son trozos de hielo adheridos a los márgenes rocosos, a entre 20 y 40 metros sobre la superficie de los glaciares. Su presencia prueba que hubo un brusco descenso del nivel del glaciar por pérdida de hielo.

**C PERDIDAS DE LOS GLACIARES**

Al desaparecer la barrera de hielo Larsen A, que contenía a varios glaciares, la masa de hielo de éstos aumentó su velocidad, volcando grandes volúmenes de hielo al mar. Al desintegrarse el hielo, el frente glaciar retrocedió varios kilómetros.

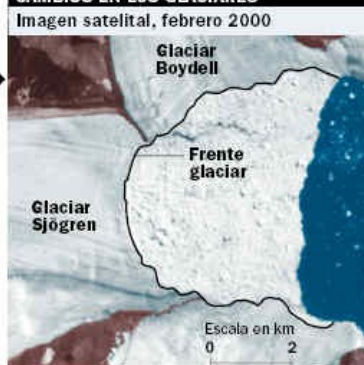
**EL AREA ESTUDIADA**



**BARRERAS PERDIDAS**



**CAMBIOS EN LOS GLACIARES**



Fuente: HERNAN DE ANGELIS Y PEDRO SKWARCA, DIVISION GLACIOLOGIA DEL INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO, DIR. NACIONAL DEL ANTARTICO | IMAGENES DE LOS SATELITES LANDSAT Y ASTER, Investigación STELLA BIN. PABLO LOSCRI | GERARDO MOREL | CLARIN



## GLACIAR DE CIRCO

Glaciares de Circo:  
son de contornos  
redondeados y se  
encuentran  
enclavados en el  
interior de cabeceras  
de erosión glaciár.

Los glaciares más  
pequeños ocupan una  
depresión en forma de  
taza o cuenco  
denominado circo.  
En general están  
delimitadas cuesta  
arriba por acantilados.  
Un glaciar de circo  
puede crecer y  
expandirse hacia  
afuera y abajo  
convirtiéndose en  
un valle glaciár.





- ① Circos
- ② Lagos pequeños (tarn)
- ③ Crestas (arête)
- ④ Morrena Central
- ⑤ Morrena Lateral
- ⑥ Morrena Terminal
- ⑦ Creevase

Circos ① son depresiones con forma de taza. Muchos circos están delimitados cuesta abajo por valles que forman lagos pequeños (tarn) ②. Cuando dos circos a lados opuestos de la montaña crecen la parte cuesta arriba se intersecta formando crestas muy filadas (arête) ③.



<https://www.facebook.com/coordenadas.geo>  
<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=456101937755392&set=a.106872202678369.3119.105943672771222&type=1&theater>

**Valle excavado por el glaciar Franz Josef de Nueva Zelanda. Este es un glaciar con mucho desnivel entre el lugar donde comienza (denominado “circo”) y el extremo de su “lengua.” Eso hace que el hielo fluya con bastante velocidad, lo que a su vez de manifiesta en la intensa fracturación de la masa de hielo que lo compone. Fotografía compartida de Coordenadas Geográficas**



**El Campo de Hielo  
(Patagónica, Argentina).**  
El volcán Lautaro ① es  
visible en la porción  
superior de esta  
imagen, considerando  
que el monte Fitz Roy  
② está esquina  
izquierda inferior.

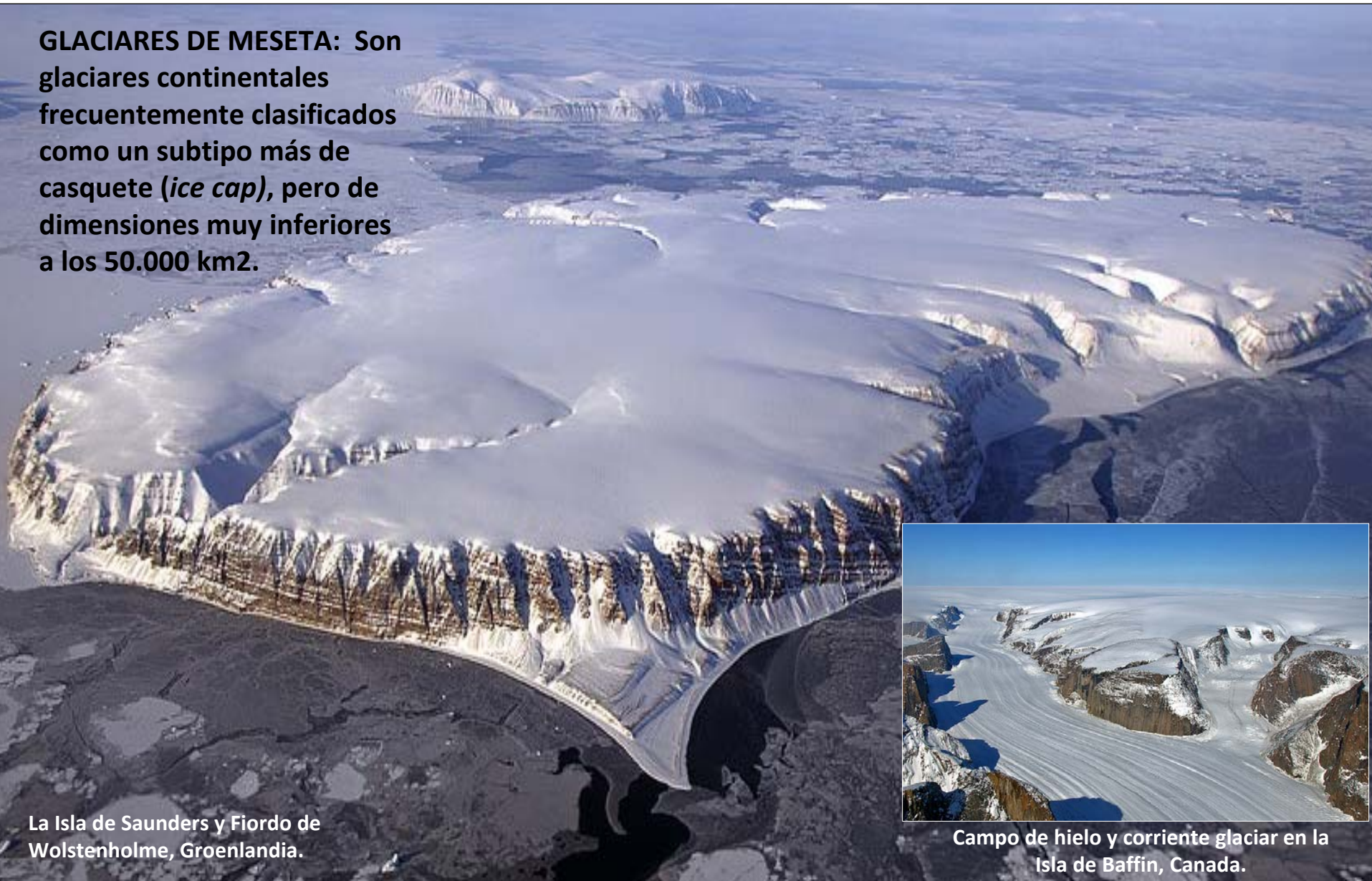
①

**GLACIARES DE MESETA:**  
Presentan fisionomías  
"cupuliforme",  
condicionada al relieve  
subglaciar de altiplanicies  
o mesetas sobre las que se  
sitúan, y un  
desplazamiento centrípeto  
desde esa cúpula. En sus  
zonas marginales dan lugar  
a desbordamientos y  
lenguas confinadas en  
verdaderos glaciares de  
valle o piedemonte.  
Ejemplo de transición  
hacia glaciares de casquete  
subtipo "campos de hielo",  
las cúpulas de hielo  
patagónico en los Andes  
de Argentina y Chile

②



**GLACIARES DE MESETA:** Son glaciares continentales frecuentemente clasificados como un subtipo más de casquete (*ice cap*), pero de dimensiones muy inferiores a los 50.000 km<sup>2</sup>.



La Isla de Saunders y Fiordo de Wolstenholme, Groenlandia.

Campo de hielo y corriente glaciár en la Isla de Baffin, Canada.



**GLACIARES DE VALLE: Se encuentran encajados en valles de regiones montañosas fluyendo a favor de la pendiente.**

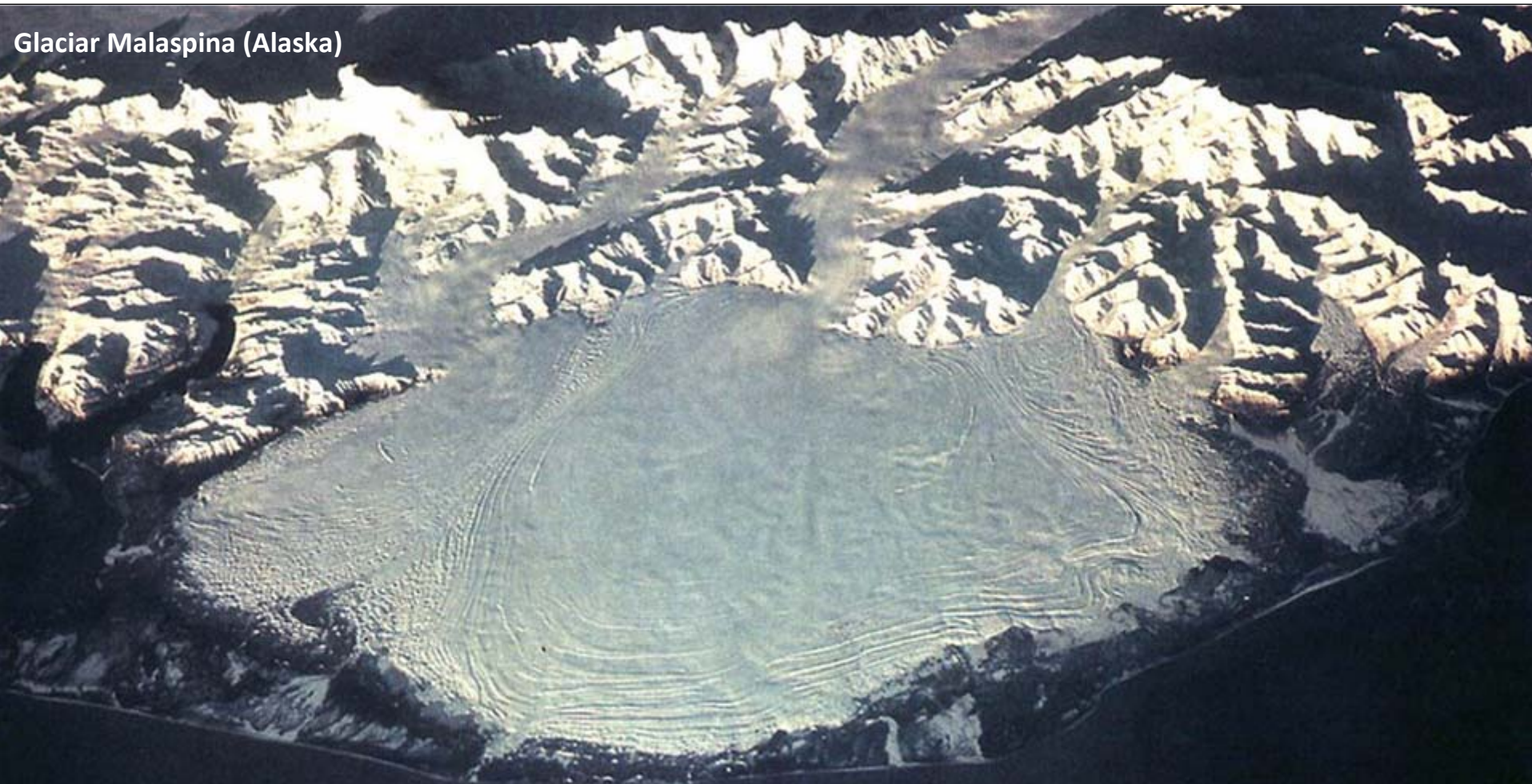








## Glaciar Malaspina (Alaska)



**GLACIARES DE PIEMONTE:** Así se denominan a los glaciares que originados como típicos glaciares de valle, la cantidad de hielo que fluye es tal, que luego de salir de la zona montañosa, se derrama al pie de la misma formando un abanico de hielo, semejante a un abanico aluvial. (fotografía tomada de Wikipedia)





Glaciares en la Isla de Baffin (Canadá)

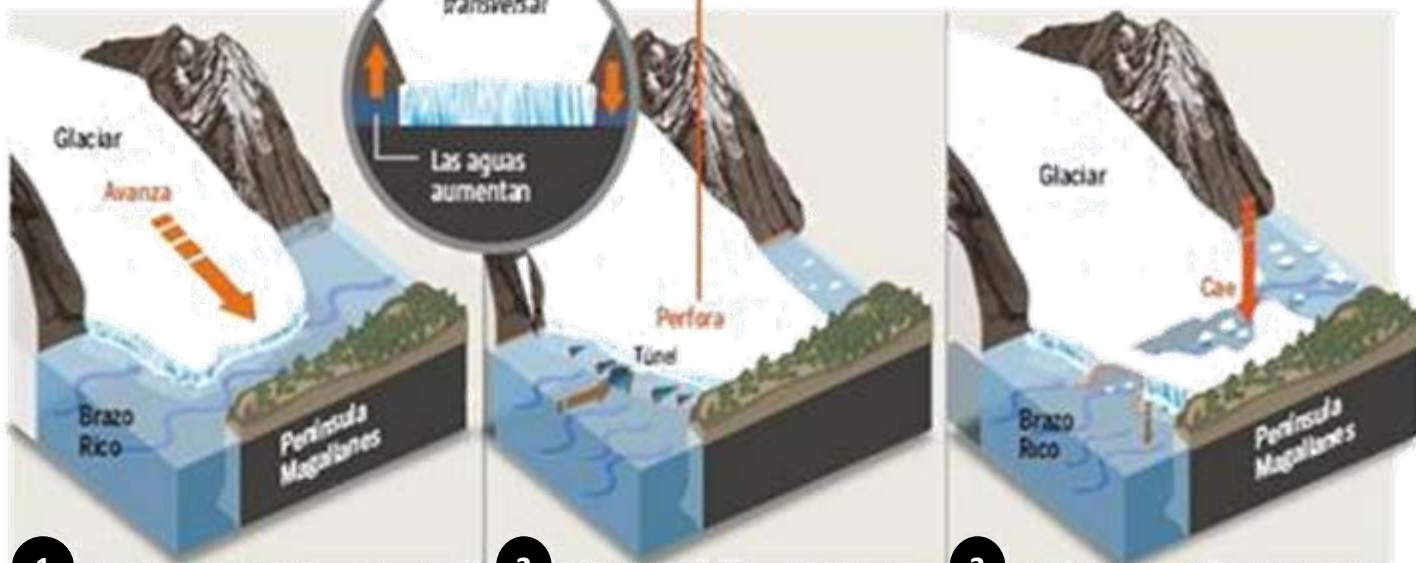
Un glaciar que se expande sobre un terreno amplio y de pendiente baja más allá de la montaña se convierte en un glaciar pie de monte y forma una gran superficie de hielo.



# Glaciar Perito Moreno (Argentina)

## COMO SE PRODUCE EL FENOMENO

Factores climáticos, topográficos y de presión del agua dan lugar al proceso



**1** El glaciar avanza hacia la península Magallanes constituyendo un dique natural. La pared formada bajo de la superficie hace que el caudal del río disminuya.

**2** La aguas comienzan a elevarse de lado y a bajar del otro. Mientras tanto, la presión ejercida por el agua comienza a horadar las paredes del glaciar.

**3** Soportando mucha presión, la pared empieza a ceder y se produce el llamado túnel. Comienzan a desmoronarse las paredes y las aguas retoman su caudal.



### **Bibliografía consultada:**

- CUADRAT, J. y PITA, M. (2000). **“Climatología”**. 2da Edición. Madrid.
- DERRAU, M. (1970). **“Geomorfología”**. Ediciones Ariel. Barcelona.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (2001). **“Geomorfología Climática”**. Ediciones Omega. Barcelona.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. et al. (1992). **“Geografía Física”**. Cátedra. Madrid (España), 594 pp.
- OROZCO, M. et. Al. (2002). **“Geología Física”**. Paraninfo & Thomson Learning. Madrid (España), 302 pp.
- PATTON, C. et. Al. (1978). **“Curso de Geografía Física”**. Vincens Vives. Barcelona (España) .
- POLANSKI, J. (1974). **“Geografía Física General”**. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires.
- STRAHLER, A., STRAHLER, A.(2006). **“Geografía Física”**. 3ra Edición. Omega. Barcelona.
- TARBUCK y Y (2004). **“Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física”**. Sexta edición. Editorial Pearson – Prentice Hall. Madrid (España) .

### **Paginas Web consultadas a Octubre del 2013**

<http://www.glaciares.org.ar/paginas/index/formacion-anatomia>

<http://www.redes-cepalcala.org/ciencias1/geologia/geomorfologia/geomorfoglaciartotal.htm>

[http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16443](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16443)

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10201321108088215&set=pb.1188361496.-2207520000.1371686603.&type=3&theater>

<https://www.facebook.com/Geomorfología para todos>

<http://www.flickr.com/photos/pcamill/3475078644/>

[http://geology.about.com/od/glaciers\\_ice/ig/glacier-pictures/horn.htm](http://geology.about.com/od/glaciers_ice/ig/glacier-pictures/horn.htm)

<https://www.google.com.ar/search?q=aristas+de+glaciares>

[http://alerce.pntic.mec.es/~mala0017/ideas\\_basicas.html](http://alerce.pntic.mec.es/~mala0017/ideas_basicas.html)