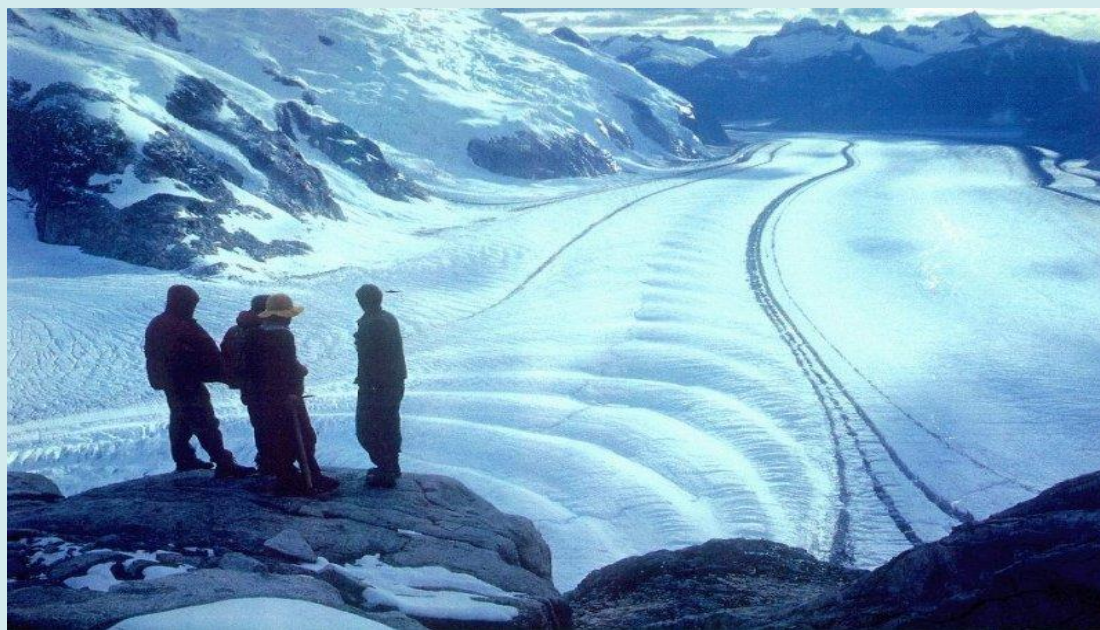


# Ambiente glacio-criogénico y recursos de agua en alta montaña

**Dr. Yermolin Yevgeniy**  
**Instituto Antártico Argentino**  
**Dirección Nacional del Antártico**



# Distribución del agua en el Planeta

Antártida: 91%

25.400.000 Km<sup>3</sup>

+ 57m al Nivel del Mar

Groenlandia: 8%

2.600.000 Km<sup>3</sup>

+ 6,5m al Nivel del Mar

Glaciares de Montaña: 1%

240.000 Km<sup>3</sup>

+ 0,5m al Nivel del Mar

Agua total

Océanos 97,5%

Agua dulce 2,5%

Glaciares 68,7 %

Aguas subterráneas 30,1 %

Permafrost 0,8%

Agua superficial y atmosférica 0,4%

Lagos de agua dulce 67,4 %

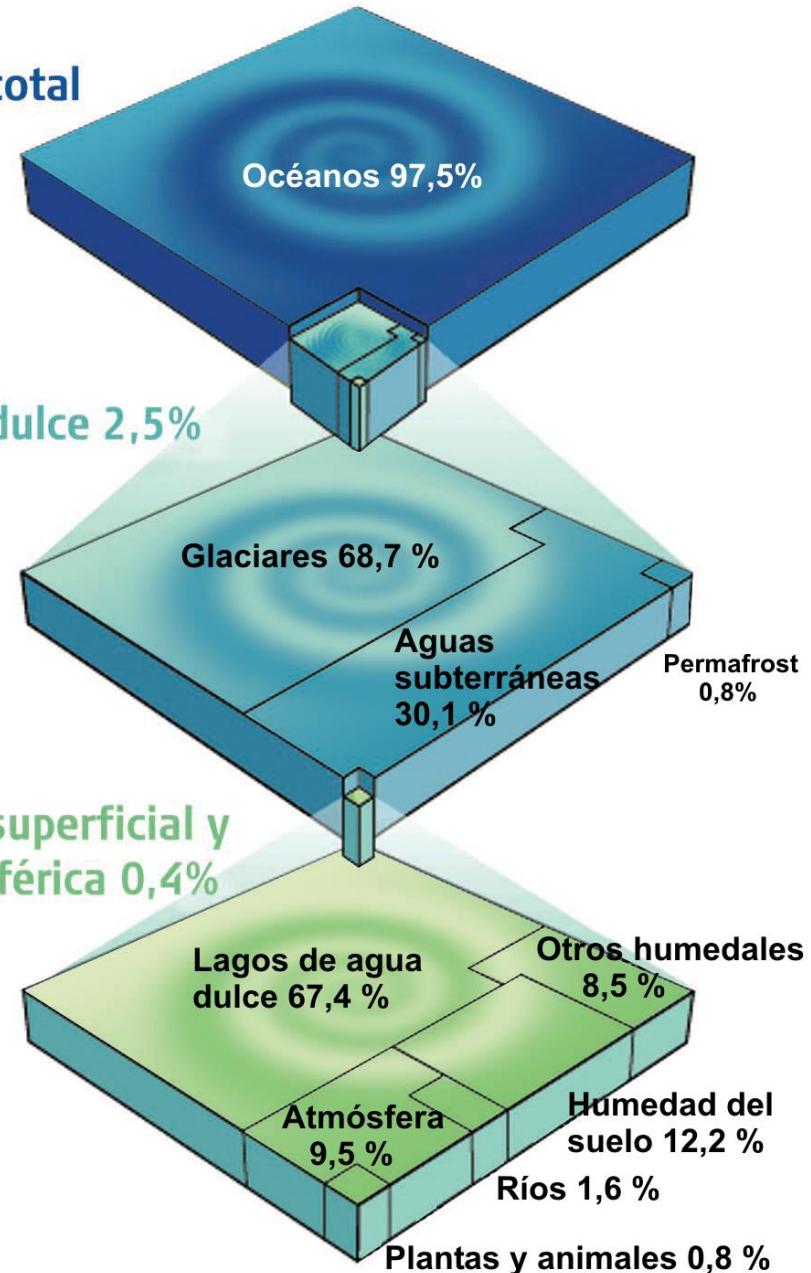
Otros humedales 8,5 %

Atmósfera 9,5 %

Humedad del suelo 12,2 %

Ríos 1,6 %

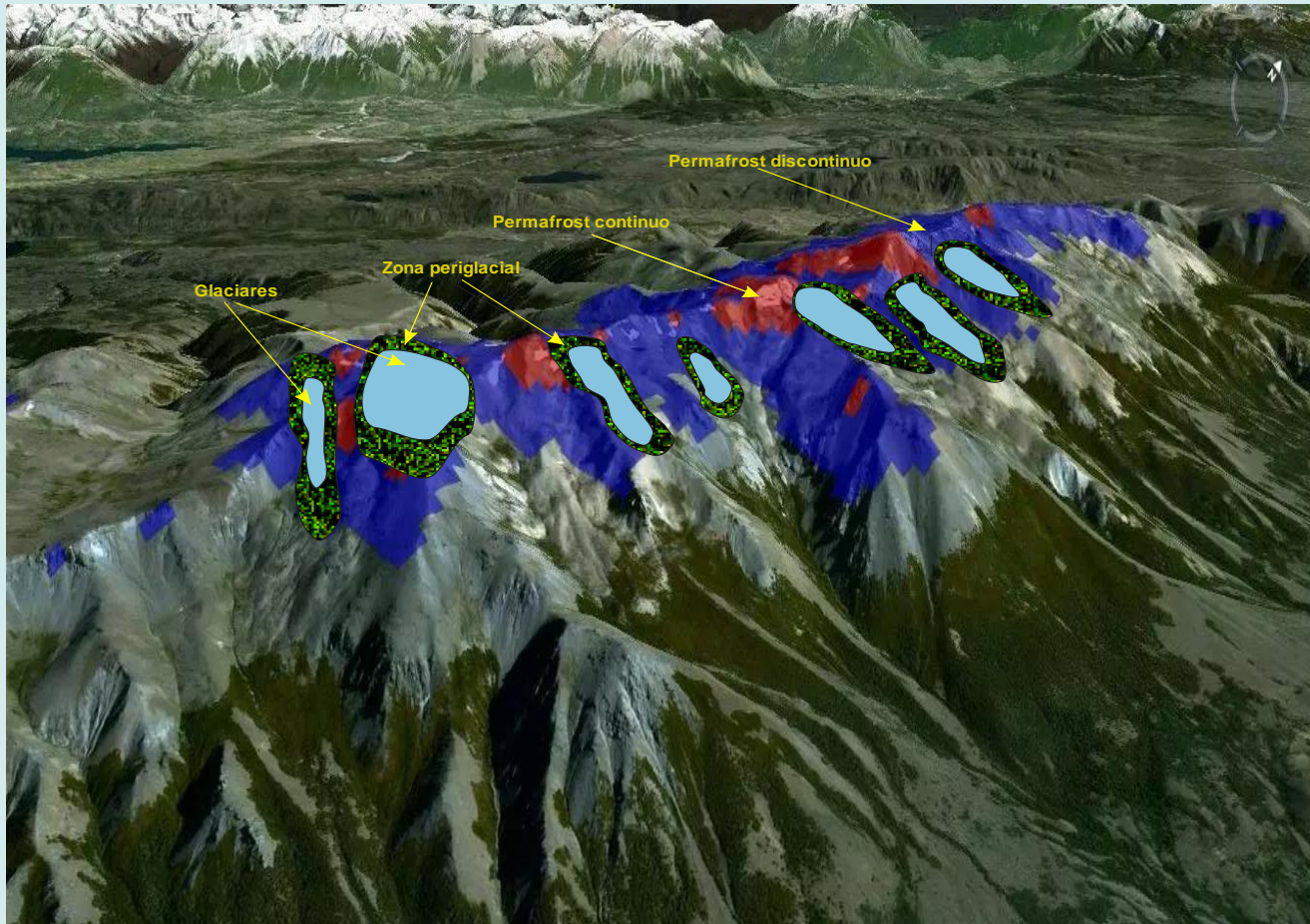
Plantas y animales 0,8 %





# Criosfera en alta montaña

Se considera **el ambiente glacio-criogénico (criósfera)** a las regiones polares o alta montaña, donde prevalecen a lo largo del año temperaturas bajo cero y en la cual la nieve se acumula superficialmente formando de glaciares o el agua infiltrada se congela en el subsuelo (permafrost). Las montañas se localizan en Asia, Europa y América Sur con superficie total de glaciares - 152 800 km<sup>2</sup> y el área de permafrost más 1100000 km<sup>2</sup>. El volumen de hielos glaciarios, precipitaciones solidas eternas y hielos subterráneos obtiene 270000 km<sup>3</sup>.



## Recursos renovables

de agua en criosfera de alta montaña:

Glaciares, Nieves perennes, Cubertura de nieve temporari, Hielo de sublimación en cuevas, Icing, Acuíferos subglaciares y proglaciales

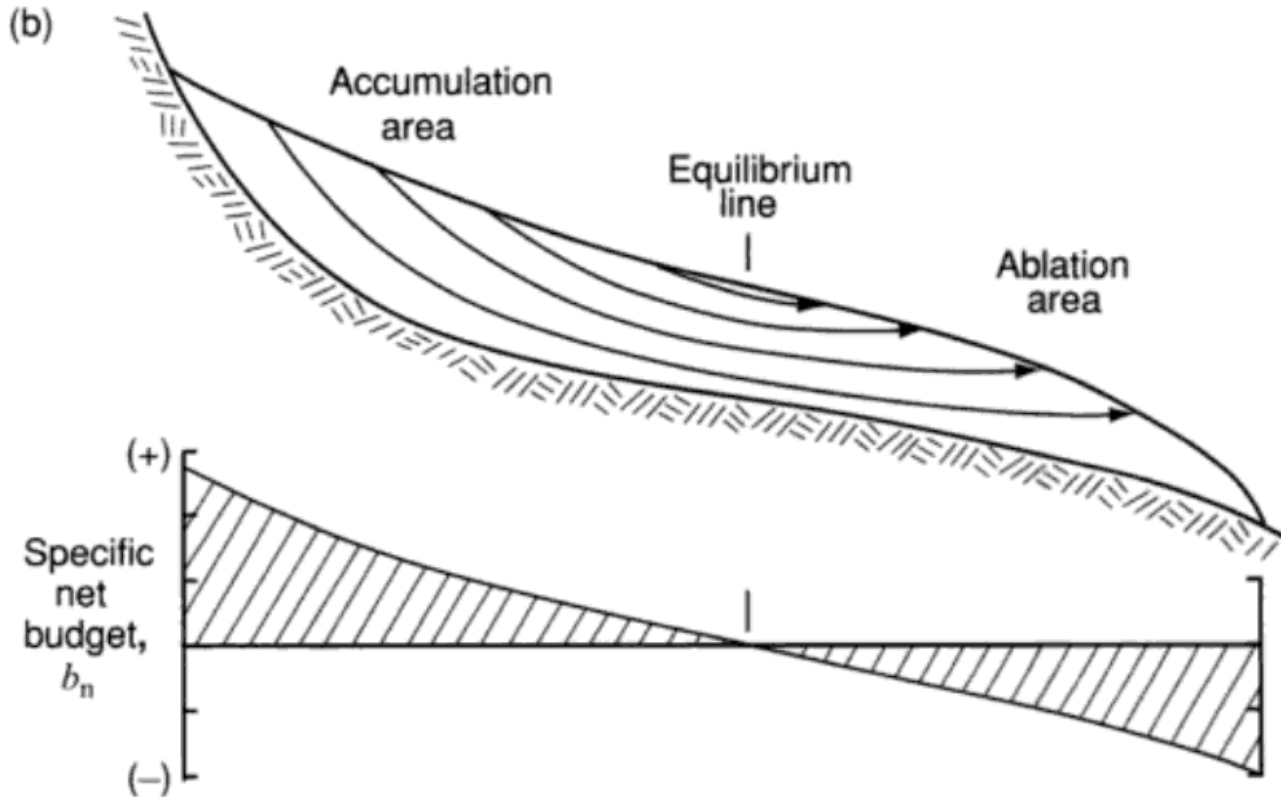
## Recursos no

renovables de agua en criosfera de alta montaña:

Hielos subterráneos, Acuíferos criogénicos

# ¿Qué es un glaciar?

Es una masa de hielo que perdura en el tiempo y que fluye debido a la fuerza de la gravedad que acciona sobre la superficie inclinada donde se encuentra. El glaciar se deforma y desliza a medida que fluye hacia abajo.



**Definición:** es la diferencia entre todos los aportes y todas las pérdidas de masa.  
**Aportes:** Nevadas, avalanchas. **Pérdidas:** Fusión, evaporación, desprendimientos.  
**Las mediciones de aportes y pérdidas** se realizan en toda la superficie del glaciar a lo largo del año glaciológico.



# Clasificaciones termico y morfologico de glaciares

**Glaciar Templado:** Toda la masa de hielo se encuentra a  $0^{\circ}\text{C}$  y contiene grandes cantidades de agua de fusión (campo de hielo Patagónico Sur y Norte)

**Glaciar Subpolar (o politermal):** En estos glaciares se ven condiciones mixtas (Península Antártica, Glaciares Patagónicas, Andes Centrales)

**Glaciar Polar:** Toda la masa de hielo se encuentra muy por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ . El agua de fusión es prácticamente inexistente (Continente Antártico, Andes Desiertitas)

**Campo de hielo, Glaciares del valle, Glaciares del circo**





# Definiciones y tipos de ambiente periglacial de montaña

**Definición:** El retroceso glaciaro acompaña el desarrollo de medio ambiente periglacial lo que caracteriza la inestabilidad de los sistemas de naturaleza, la modificación de la superficie bajo la influencia de los procesos exógenos, la dominación de los fenómenos criogénicos y la formación de la red hídrica fluvio-glacial (Lozinzki, 1909).

Conforme a las condiciones de la formación en montañas se pueden determinar los siguientes tipos de ambientes periglaciales:

- Templado – zona lateral de parte inferior, Gimalayes, Caucaso, CHPS, Pamir Occidental
- Frío-templado – margen de los glaciares en Andes Patagónicas; Tian Shan con permafrost discontinuo
- Frío – margen de los glaciares Andes Centrales, y aridos Tibet; Pamir Oriental es el parte de permafrost continuo.

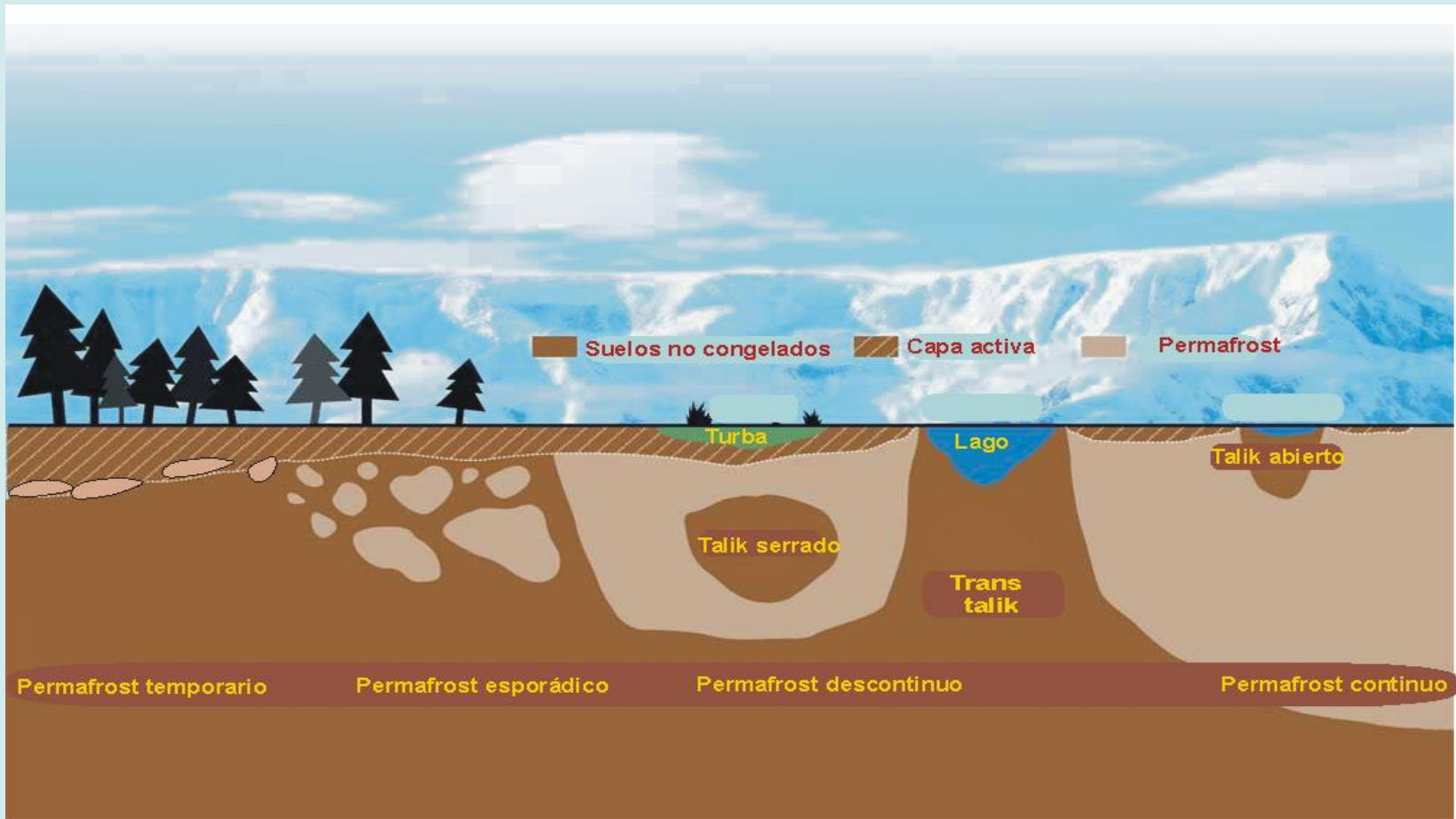


# Permafrost de morena frontal y lateral y zona periglacial en glaciar politermal en Cáucaso norte



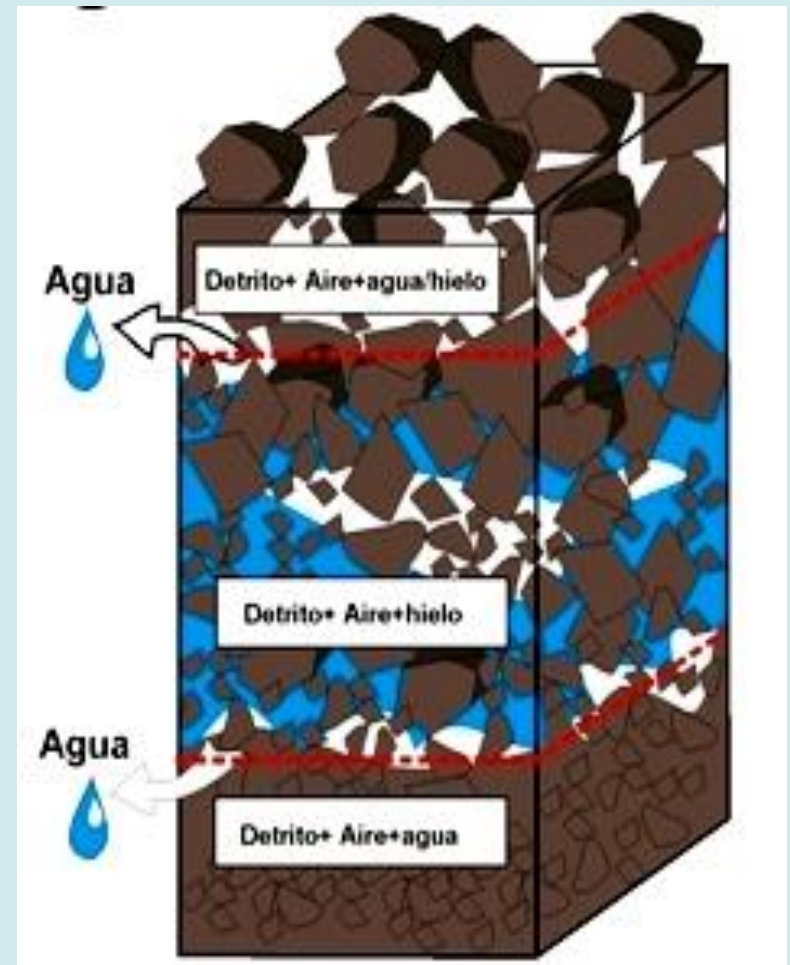
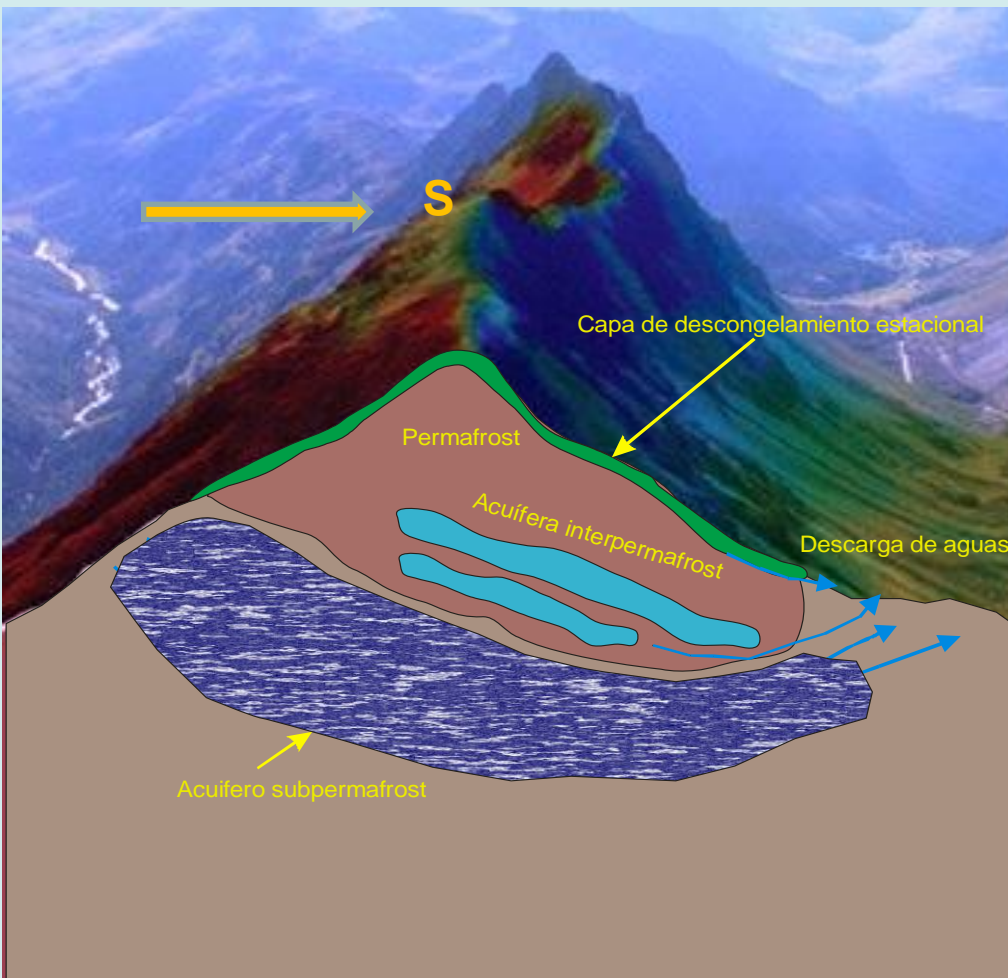


➤ El permafrost conforme las áreas que ocupan los suelos congelados pueden dividirse en los siguientes tipos: **permafrost continuo, discontinuo, esporádico y temporario**. La zona del **permafrost continuo** caracteriza una profundidad más de 100 m, una temperatura media anual de suelo debajo de  $-4^{\circ}\text{C}$ ; para el **permafrost discontinuo** existe una profundidad entre 100 y 30 m, con unas temperaturas entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y de  $-1^{\circ}\text{C}$ ; y para el **esporádico** una profundidad menos 30 m, con temperaturas superior a  $-1^{\circ}\text{C}$ . El permafrost **temporario** esta formado en ambiente con aislante térmico de superficie: turba, bosque tenso o en lugares de acumulación de depósitos clásticos gruesos





# Permafrost en montañas



**El carácter rocoso** del permafrost en montaña le confiere particularidades únicas, el efecto aislante térmico que tiene el aire entre material grueso lo protege del calor.

**Relación entre Hidrogeología y Glaciares** determina la posibilidad de desarrollo de los acuíferos. Los glaciares templados y politermales desarrollan un talik basal y frontal con circulación de agua incluso en invernales.



# Tipos de hielos subterráneos

**Morena de fondo con hielos intersticiales**



**Hielos de segregación en sedimentos lacustres**



**Morena frontal con hielos enterrados**



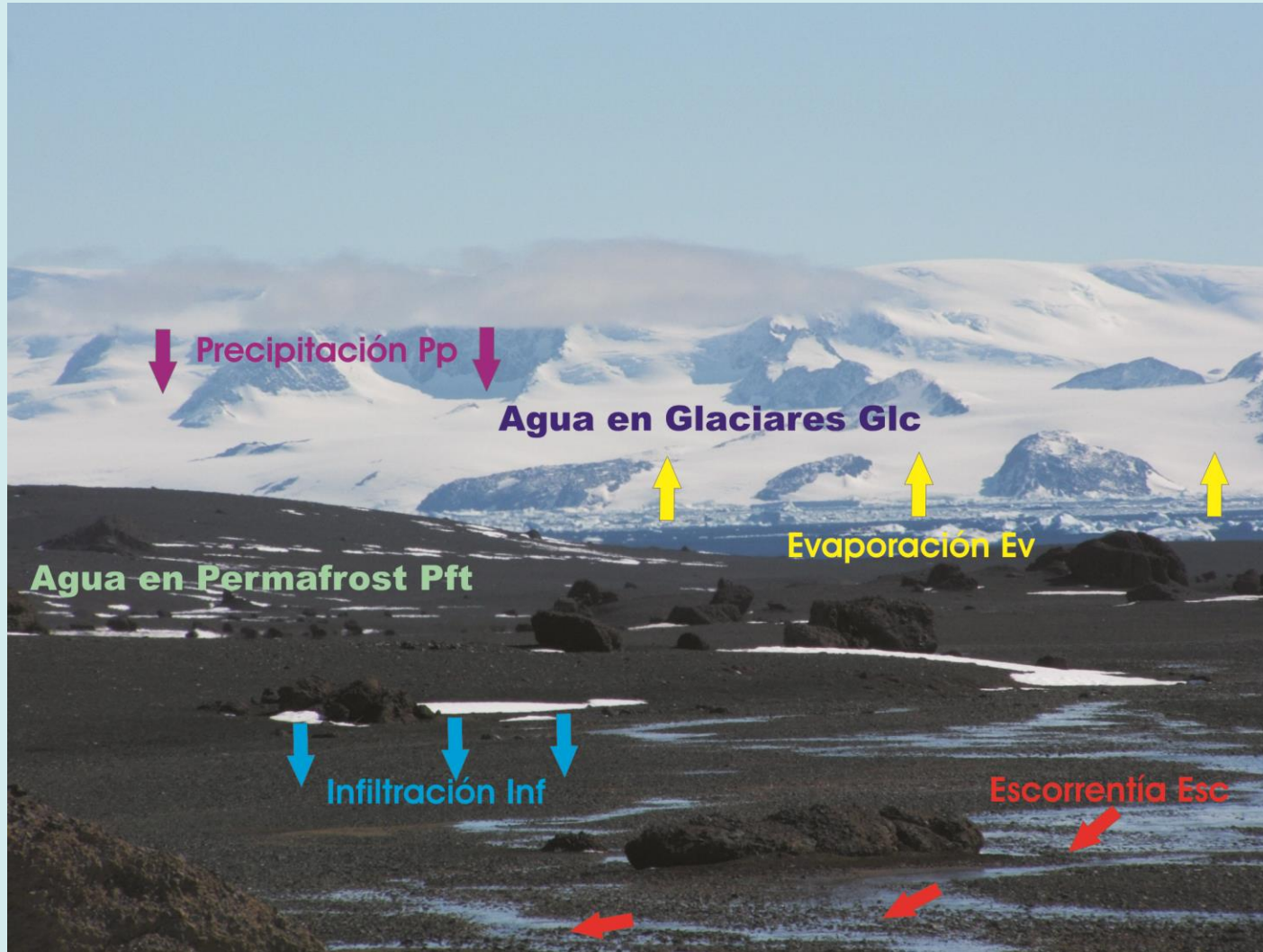
**Nieve y hielo enterrado en depósitos eólicos**





## CICLO HIDROLOGICO – ZONA FRIAS

En áreas periglaciares o frías los términos relevantes en el balance hidrológico son el agua en los glaciares, permafrost, escorrentía superficial, los acuíferos y las precipitaciones



**Pp:** Precipitación  
**Esc:** Escorrentía  
**Ev:** Evaporación  
**Inf:** Infiltración  
**Pft:** Permafrost  
**Glc:** Glaciares

$$0 = Pp + Esc + Ev + Inf + Pft + Glc$$

# APORTES DE AGUA EN LAS CUENCAS HÍDRICAS

Las características climatológicas encuentran correlato en el comportamiento hidrológico. La diferenciación climática no es el factor concluyente, se ha determinado también que el ambiente hidrológico de cada cuenca está influido por la dinámica hídrica de una región.



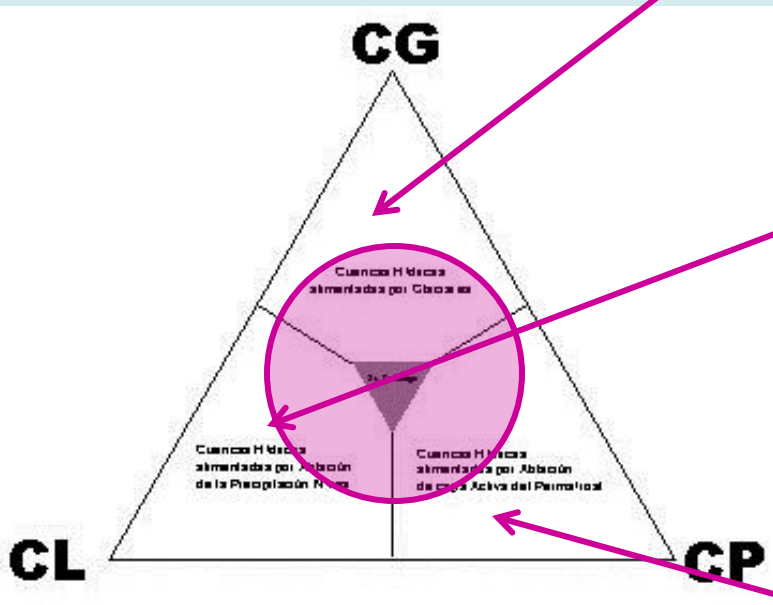
*Cuencas Hídricas alimentadas por Glaciares (CG):* Se caracterizan por un aporte de descarga directa de la ablación glaciaria estival, la consideración de la tipología glaciaria, frío, templado o politermal, pueden tener influencia en la descarga superficial e incluso subterráneas.



*Cuencas Hídricas alimentadas por Ablación de la Precipitación Nívea (CL):* La alimentación directa de cursos fluviales y acuíferos por recarga de la ablación de las precipitaciones níveas ocurre en períodos estivales con medias arriba de 0°C, en áreas donde las cuencas no poseen conexión con glaciares y donde el permafrost es muy discontinuo.



*Cuencas Hídricas alimentadas por Ablación de la capa Activa del Permafrost (CP):* El descenso de la capa activa del permafrost durante el verano permite el desarrollo de una zona no satura e incluso acuíferos suprapermafrost. En este caso la presencia de permafrost permanente, continuo o discontinuo sobre todo durante el verano tiene particular importancia.

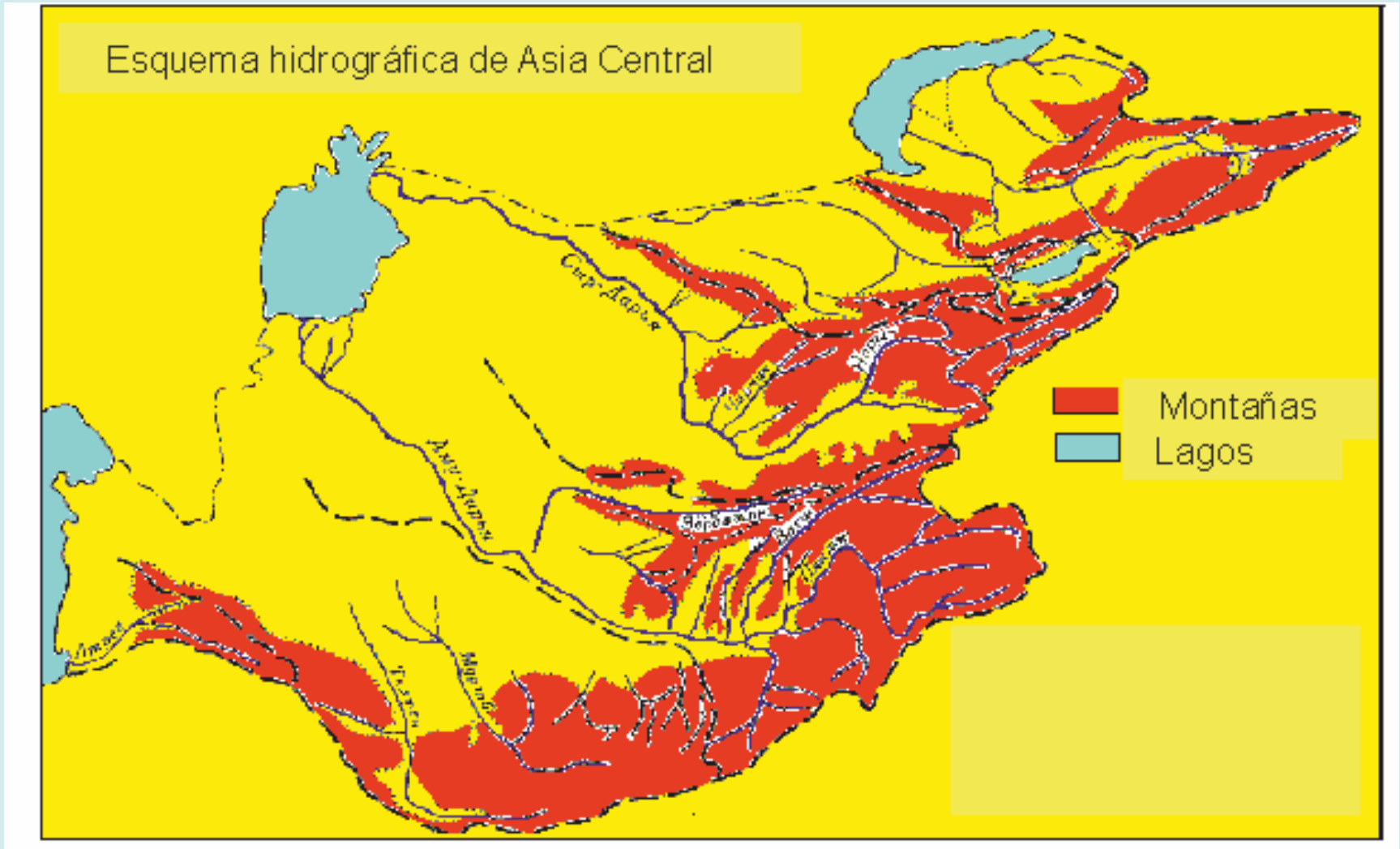


Propuesta de Diagrama triangular para clasificar cuencas hídricas según su aporte



# Glaciares y geopolítica

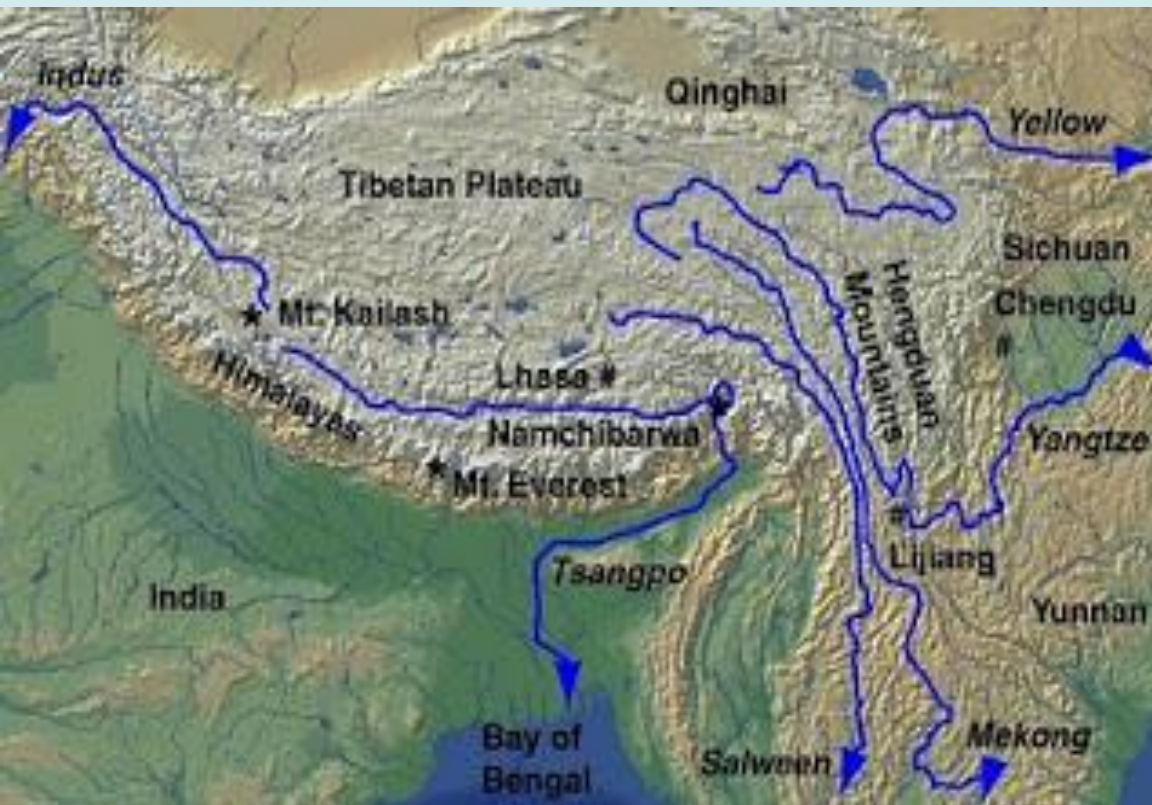
Las áreas montañosas que bordean las zonas áridas de Asia Central enfrentan una demanda creciente de recursos hídricos. Los problemas de suministro de agua también pueden potencialmente desestabilizar la situación política en la región, ya que muchos de los ríos son transfronterizos, y glaciares son la fuente de agua para países de Asia Central.



# Ríos de origen glaciario con cabecera en Tibet y Huimalayos

El Tíbet y Huimalayos es la fuente de los mayores ríos de Asia -Ganges, Indus, Brahmaputra, Mekong, Yangtze y Huange. Los vastos glaciares, los enormes manantiales subterráneos y la gran altura de cordilleras y meseta de Tíbet hacen que sea el mayor depósito de agua dulce del mundo después de los casquetes polares.

El progresivo deshielo de los glaciares como consecuencia cambio climático ocasionará primero inundaciones generalizadas en China, India y Nepal y después una escasez de agua que afectará a millones de personas en Asia.





## ALGUNAS CONCLUSIONES.....



- ✓ El **caudal** de los cursos de agua es altamente **dependiente de la temperatura** del ambiente.
- ✓ Los **caudales** son **estacionales** en las cuencas que contienen glaciares **aumenta hacia el verano**.
- ✓ En cuencas **sin aporte** de aguas glaciares, los **caudales** de los cursos de agua **disminuyen gradualmente** durante los meses del **verano** a medida que se reduce la descarga desde los acuíferos hasta mantener un flujo base durante los **meses invernales** (en glaciares **templados**). Los recursos de **aguas subterráneas** se presentan dentro de sedimentos **clásticos**.
- ✓ El **agua subterránea** puede **circular todo el año** en los **acuíferos** relacionados en glaciares **templados y politermales**.
- ✓ La ablación de la capa activa **es un aporte** de agua que mantiene **el caudal de base** en las cuencas cuando **no poseen aportes de los glaciares**.
- ✓ El cambio climático y la retirada de los glaciares pueden tener un efecto desestabilizador en la economía y frustrar las relaciones políticas.
- ✓ La regulación política y económica de los países con cuencas glaciares comunes debe resolverse con el acuerdo apropiado por medios diplomáticos.

**Gracias por su atención**

