

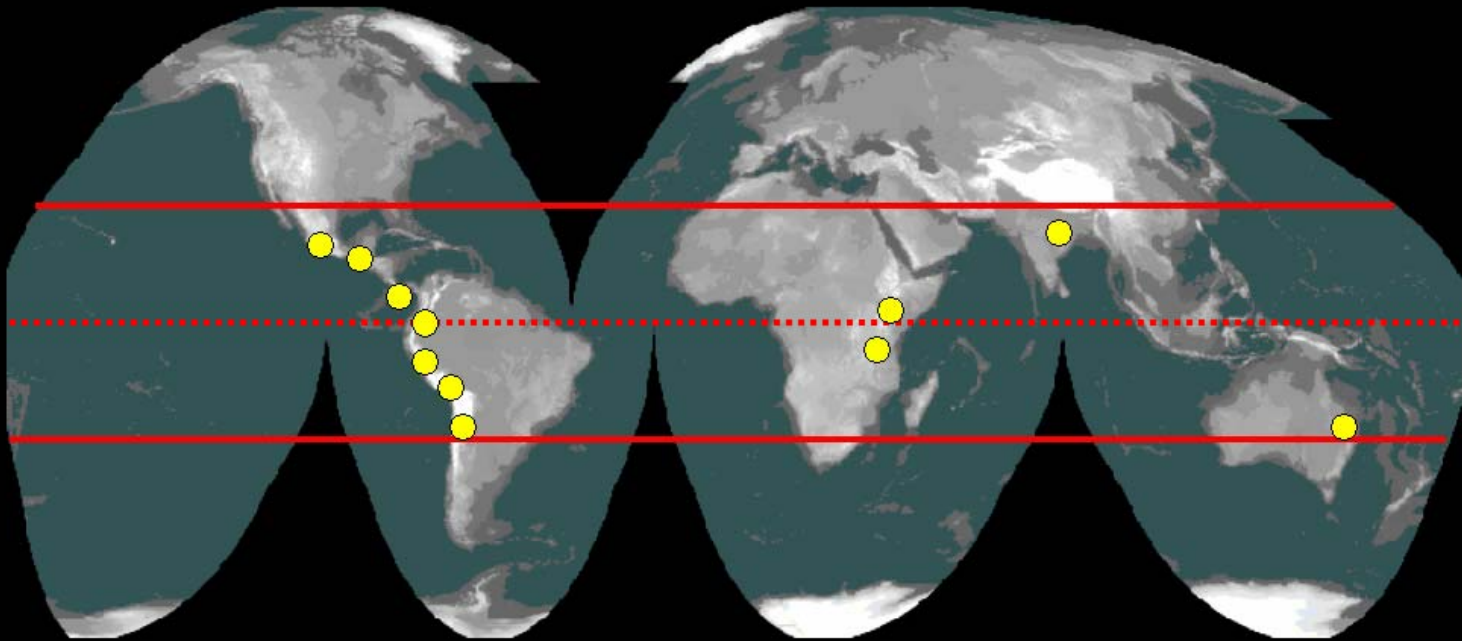
Impacto del cambio climático sobre la disponibilidad de recursos hídricos

Edson Ramirez (Ph.D)

E. Ramirez¹, C. Ramallo^{1,2}, C. Olmos¹, A. Román¹
Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH – UMSA)
Institut de Recherche pour le Developpement (IRD)

La Paz, Diciembre 2006

¿Qué son los Glaciares Tropicales?



5% de los glaciares mundiales

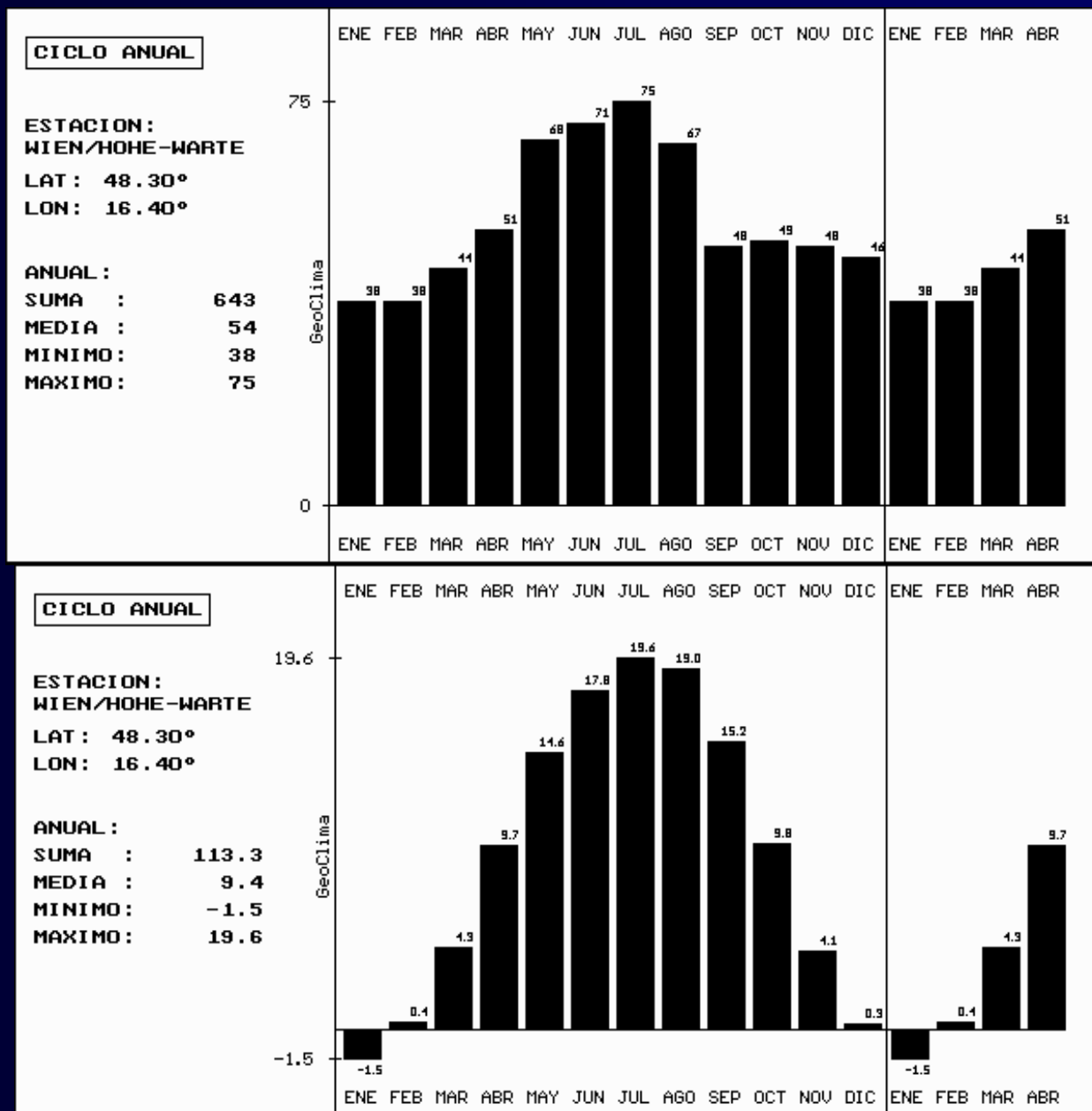
99% concentrados en los Andes

70% en Perú, 20% en Bolivia, 10% resto

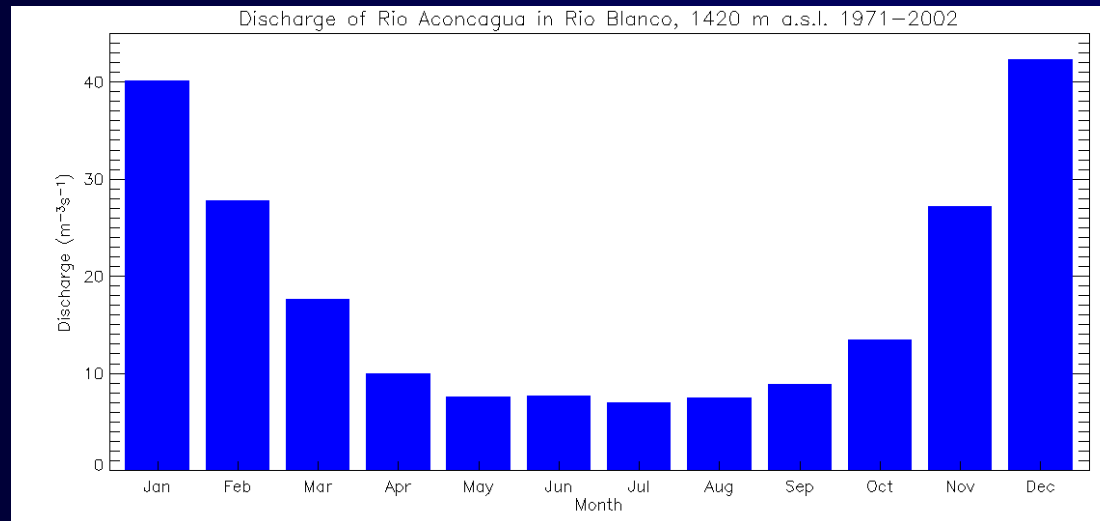
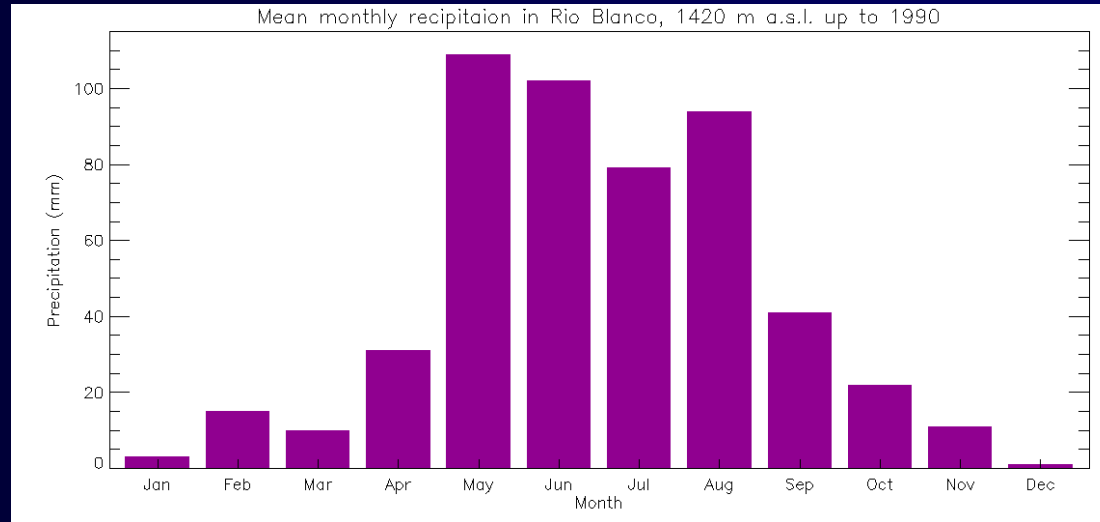
¿Por qué son tan vulnerables los glaciares tropicales?



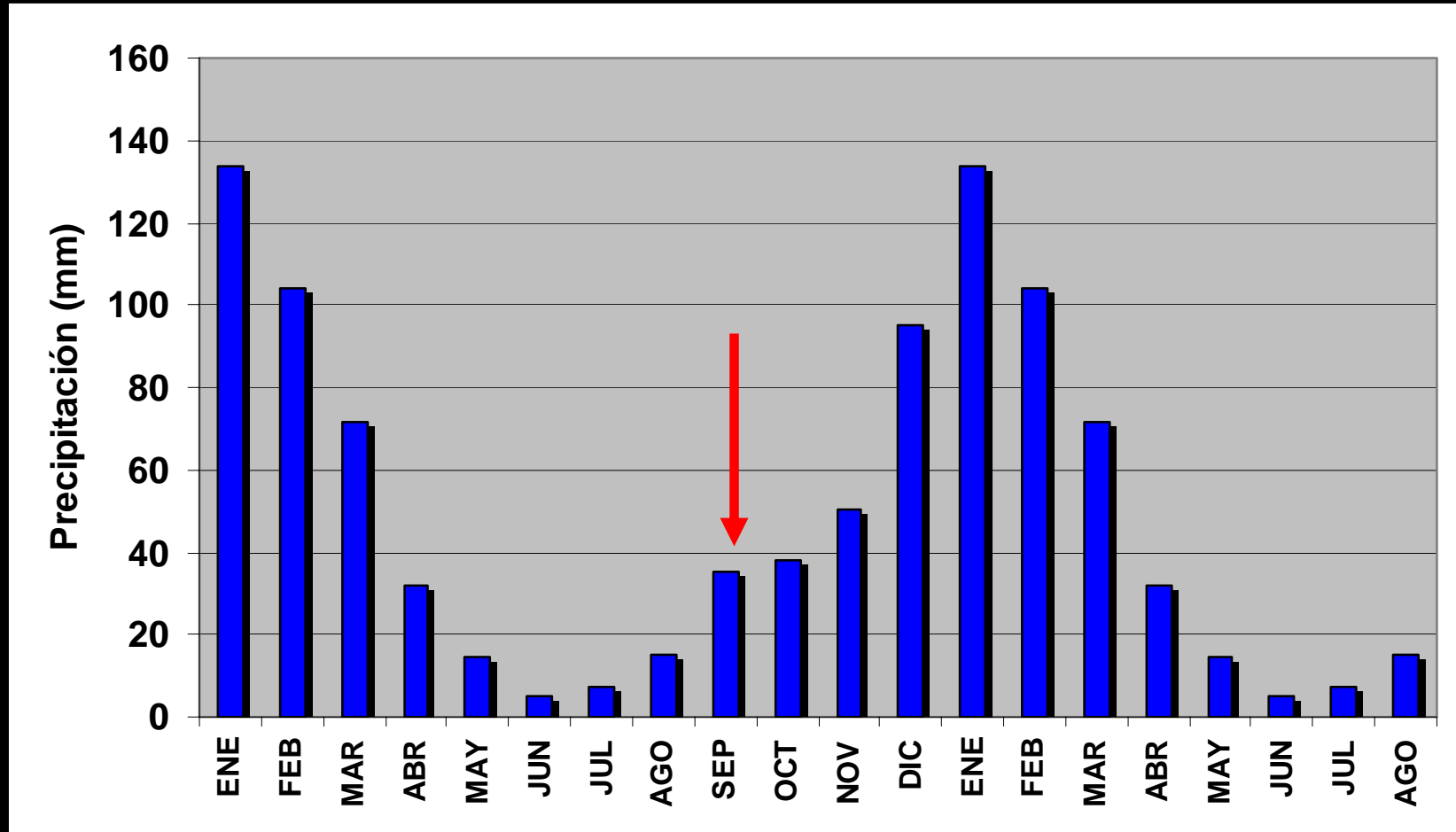
Régimen climático en la región de los Alpes



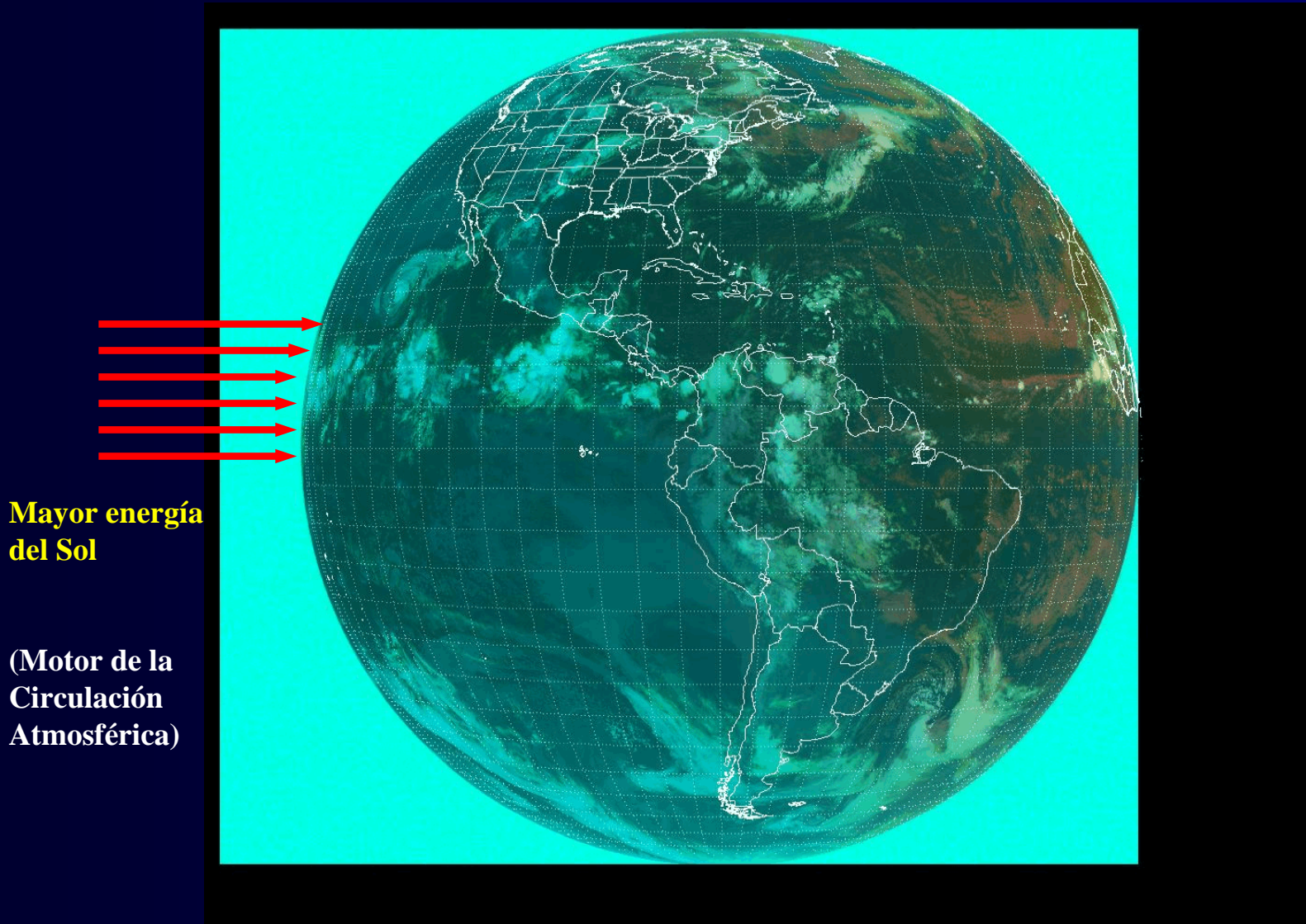
Régimen climático en la región Sur de Sudamérica (Santiago)



Régimen de precipitaciones en los Andes (Chacaltaya)



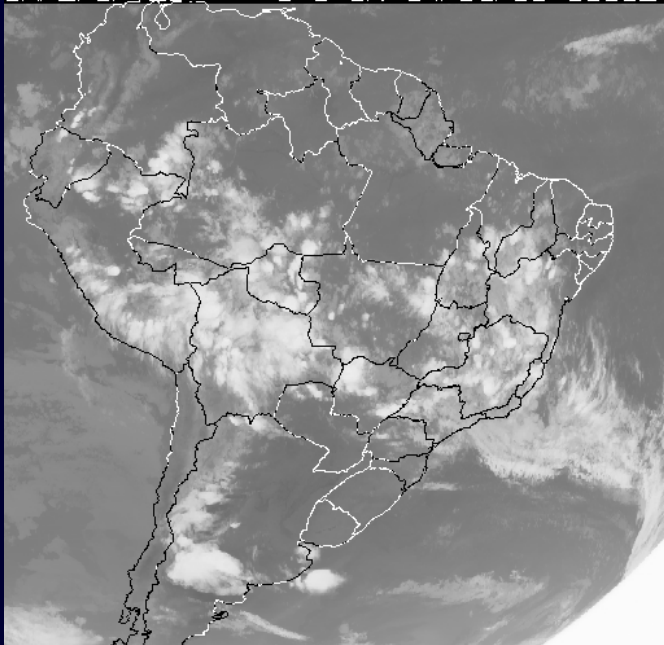
Circulación Atmosférica



Satélite GOES-8

Enero

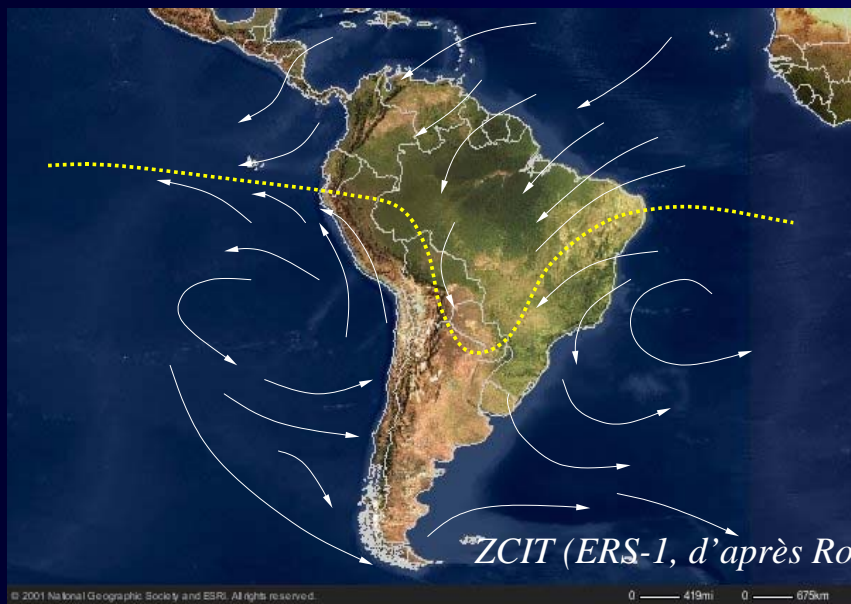
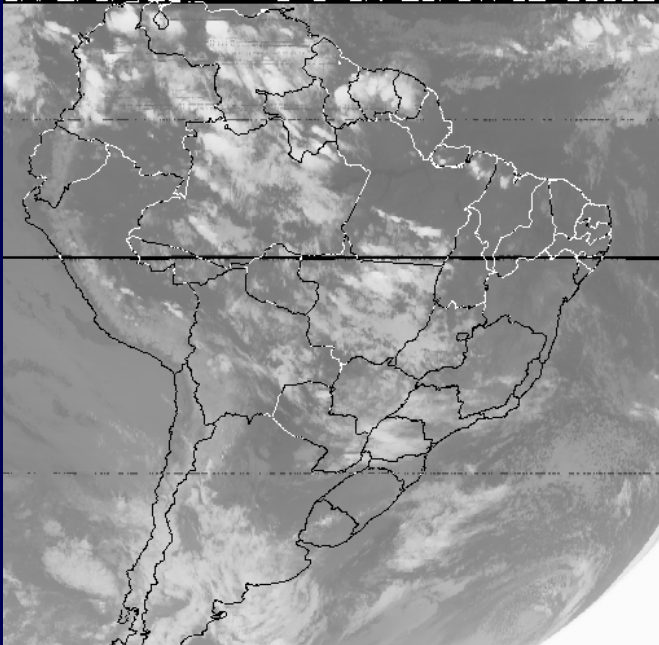
INPE/CPTEC... G-8 IR 14/01/03 0009Z



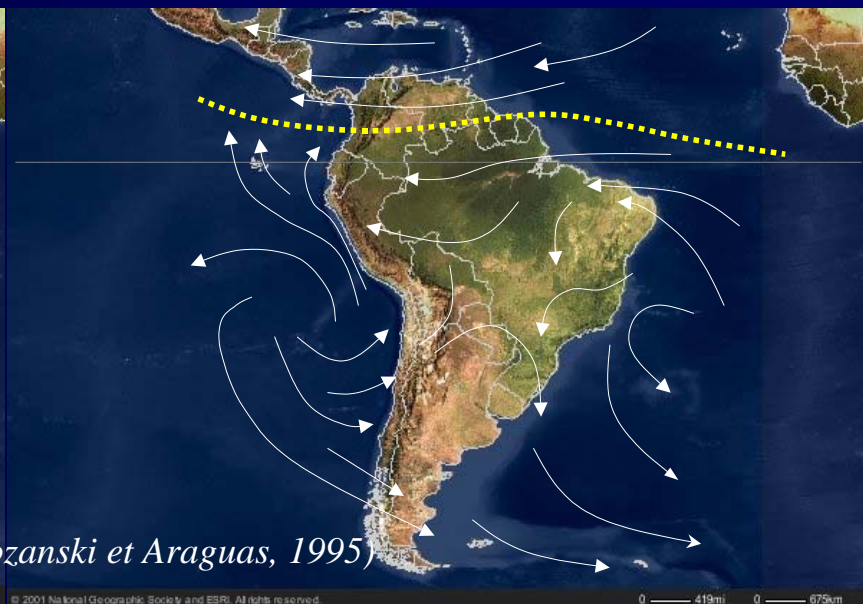
GOES-8

Julio

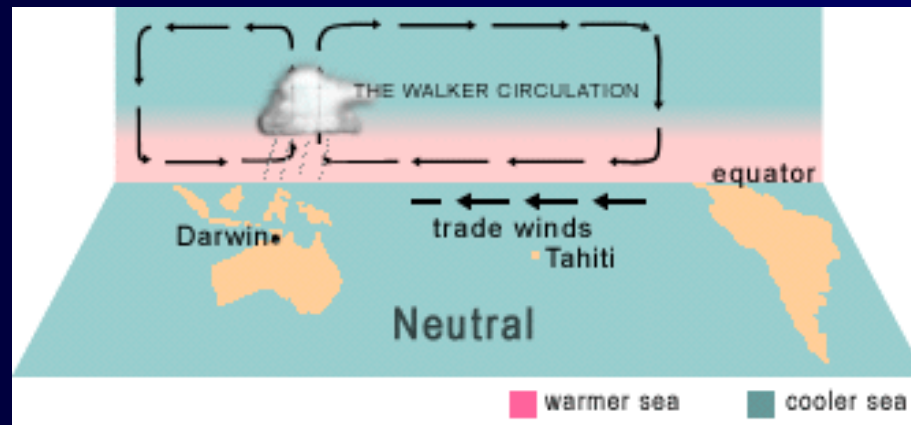
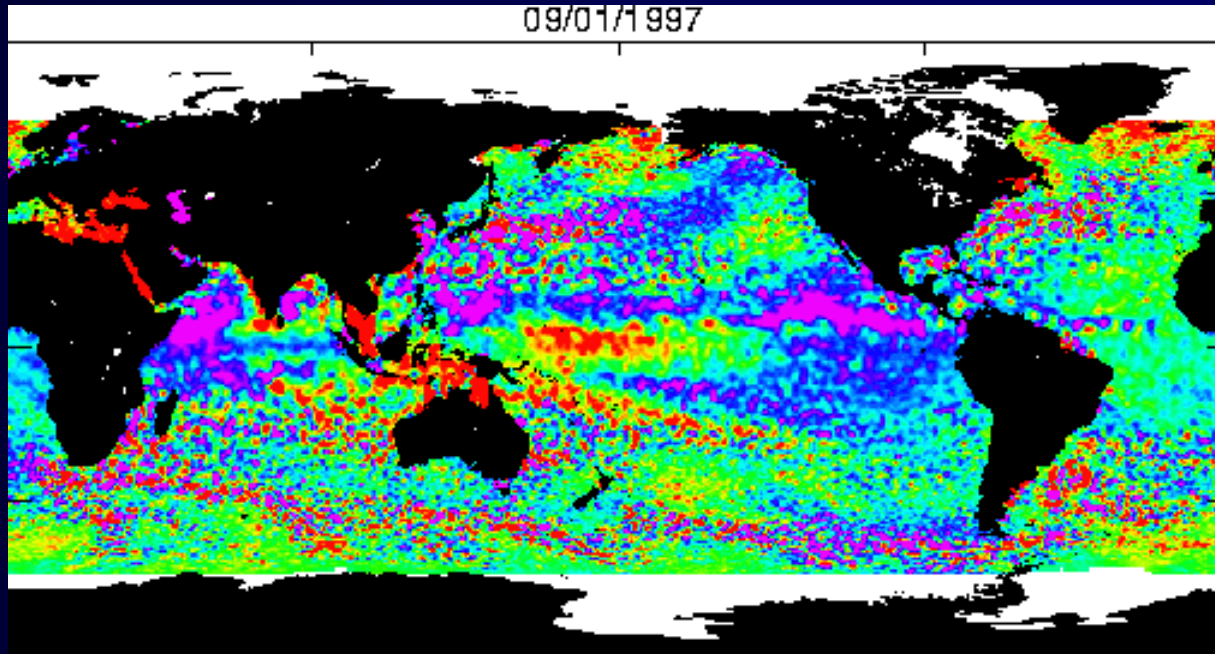
INPE/CPTEC... G-8 IR 20/07/02 0009Z



ZCIT (ERS-1, d'après Rozanski et Araguas, 1995)



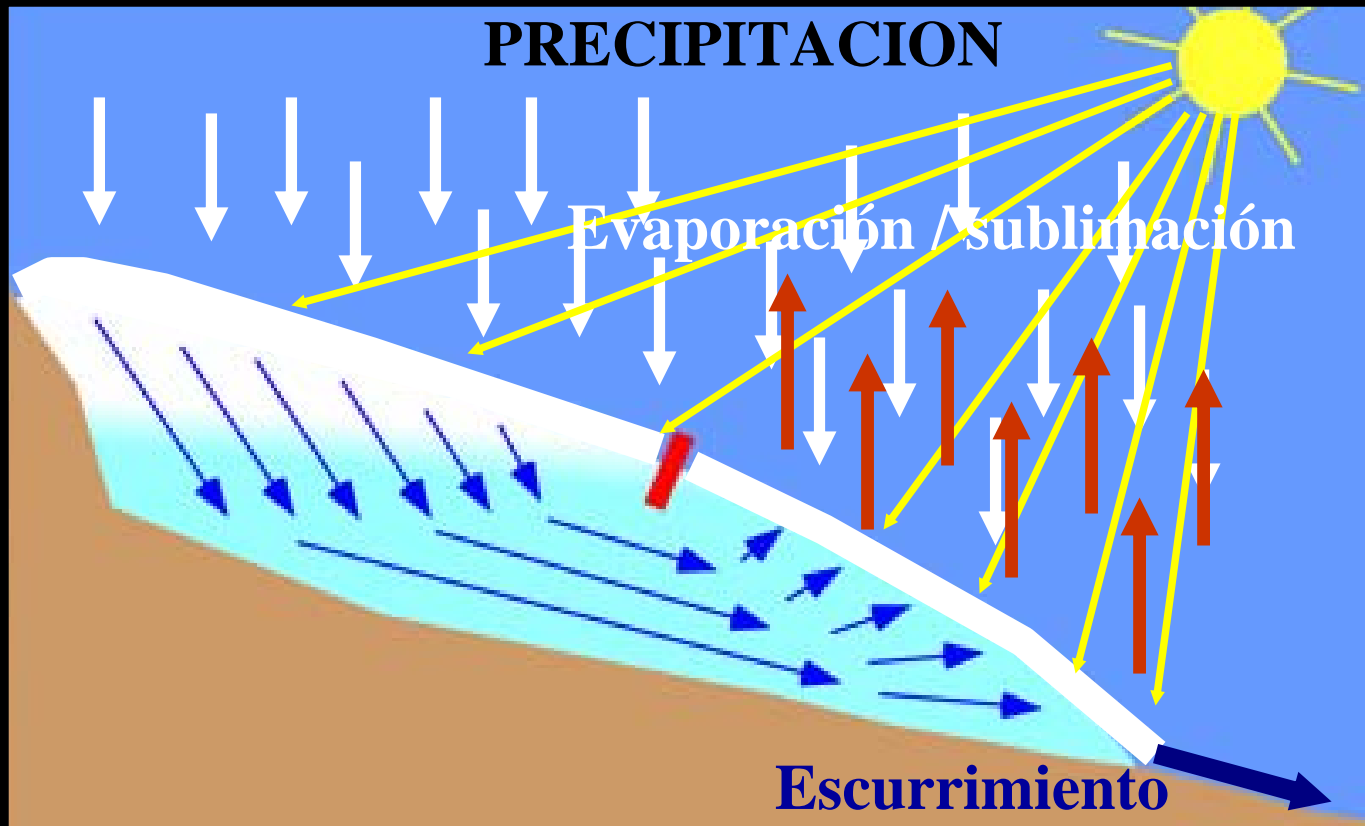
Evolución de un Evento El Niño



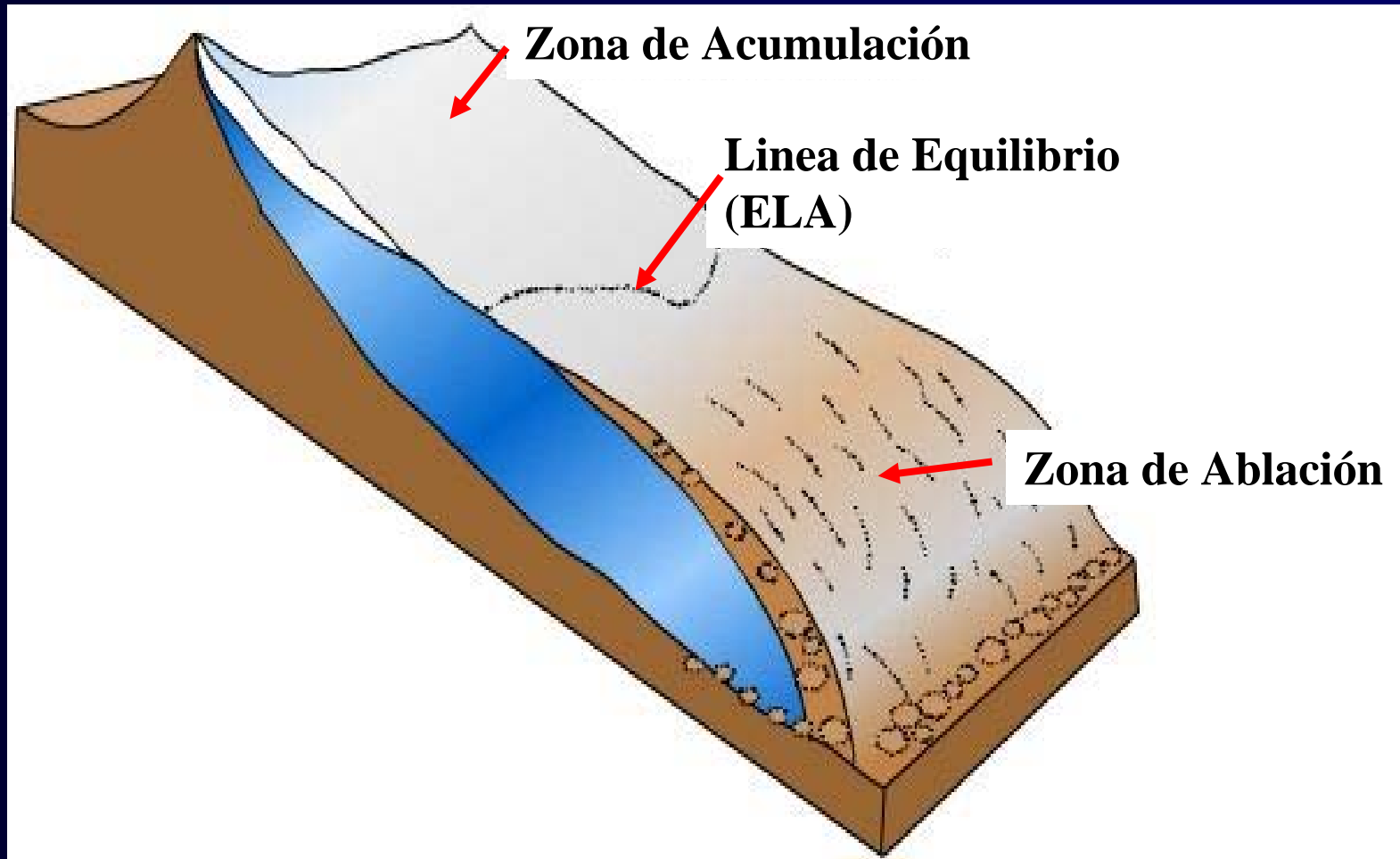
Donde se recolecta esta información?



- o Balance de masa (método directo)
- o Balance hidrológico
- o Balance de energía
- o Relevamientos topográficos
- o Restituciones aerofotogramétricas

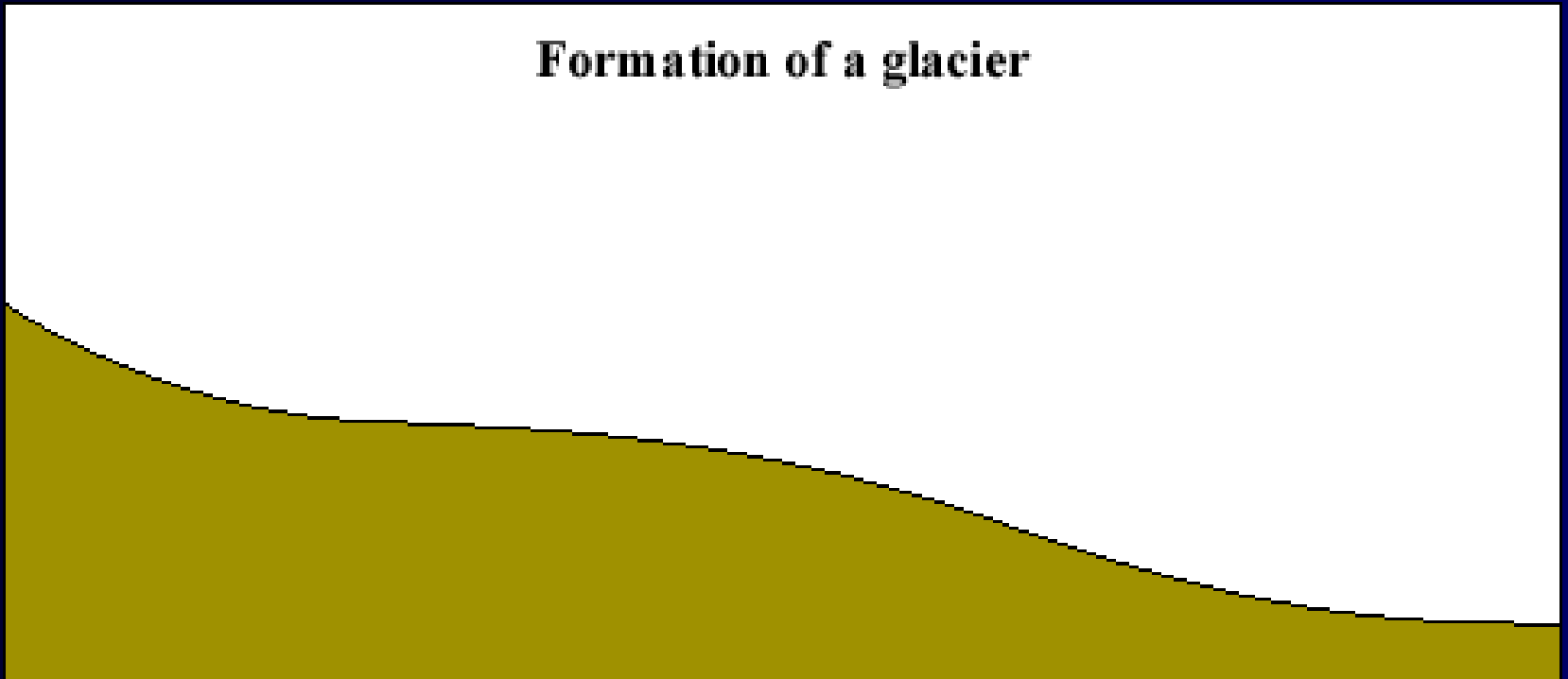


Cómo está constituido un Glaciar?

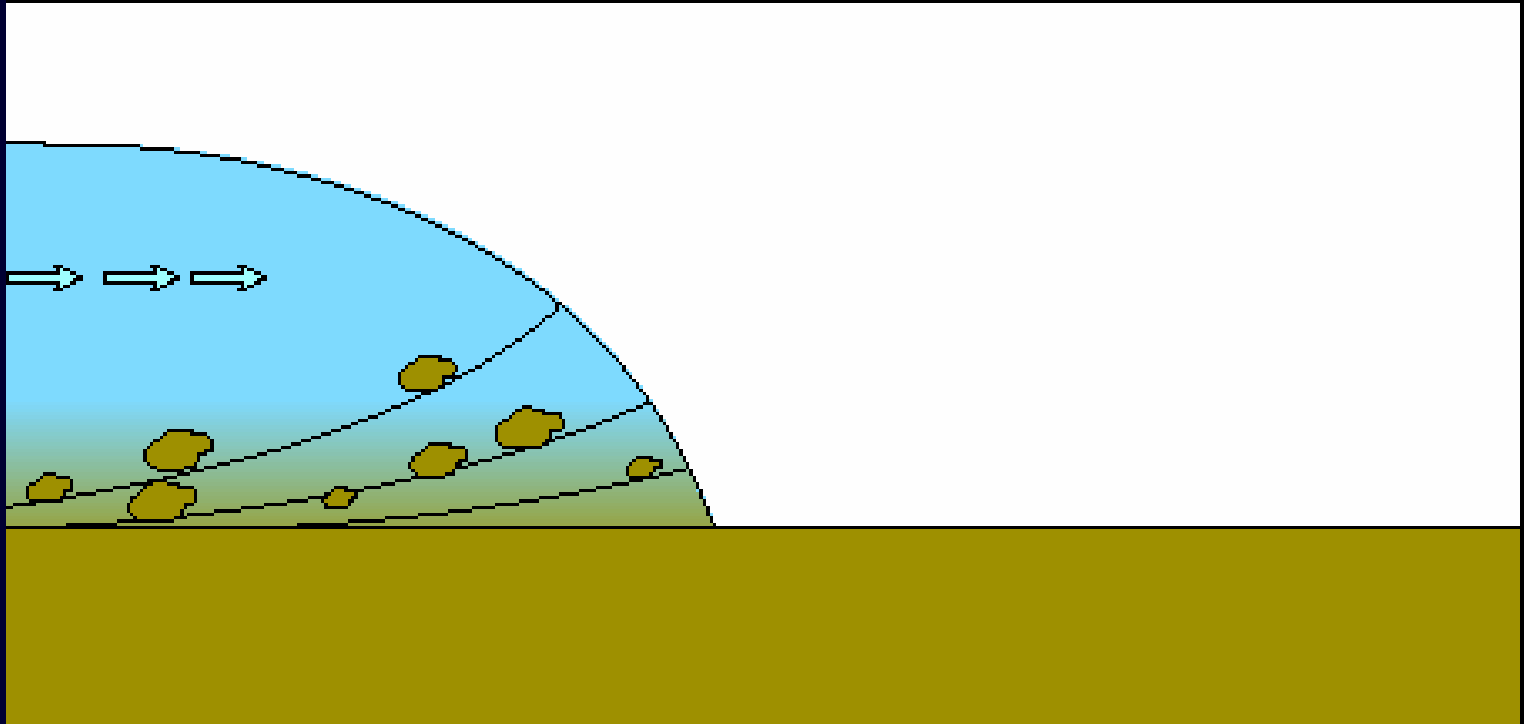


Dinámica de un glaciar

Formation of a glacier



Formación de las Morrenas





Glaciar de Chacaltaya

N.E.

Morrena lateral de la Pequeña Edad de Hielo

Morrena frontal de 1925

LAC GLACIAIRE

S.W.

Glaciar Antizana (Ecuador)



1994



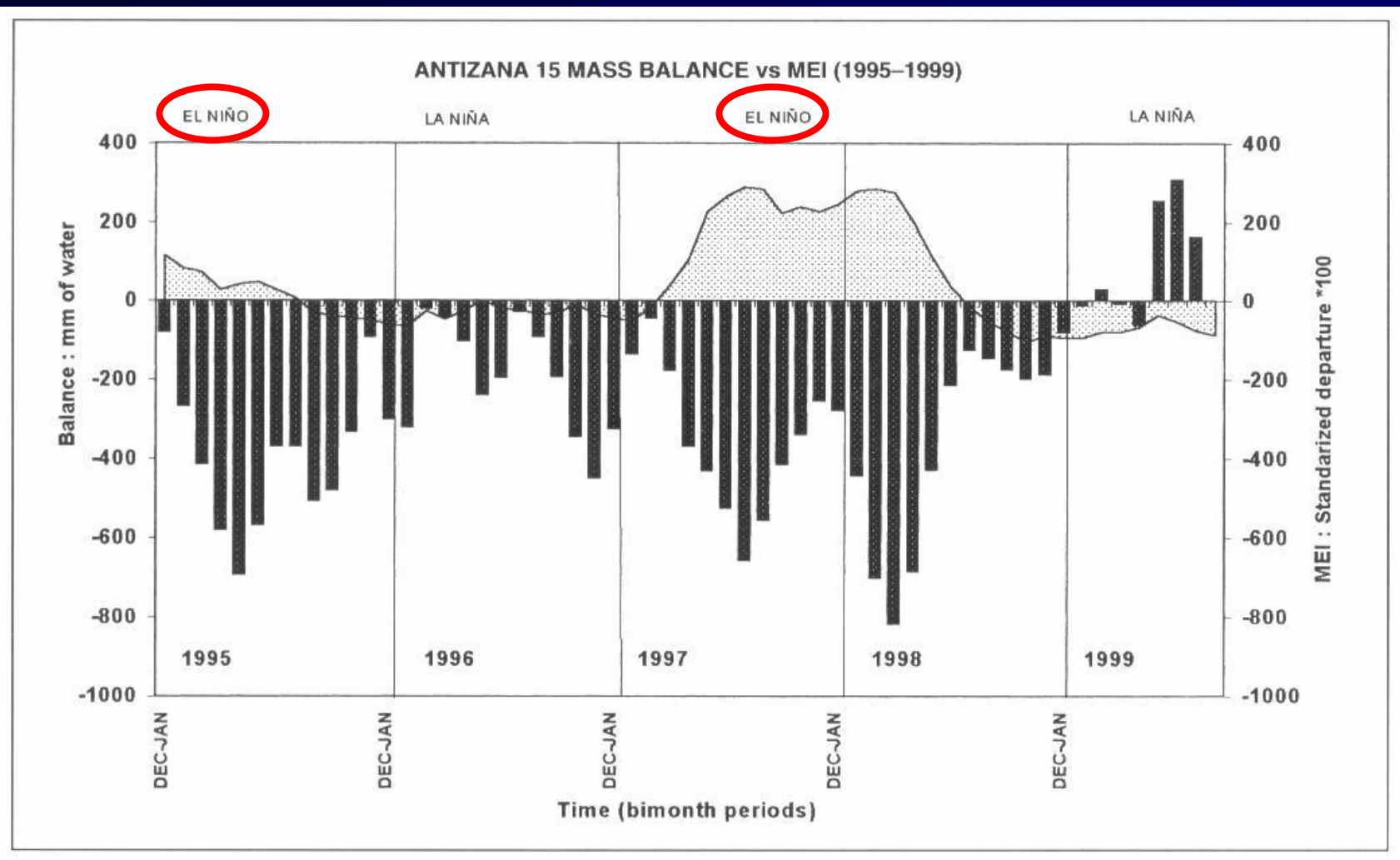
1995

Glaciar Antizana (Ecuador)



Glaciar Antizana

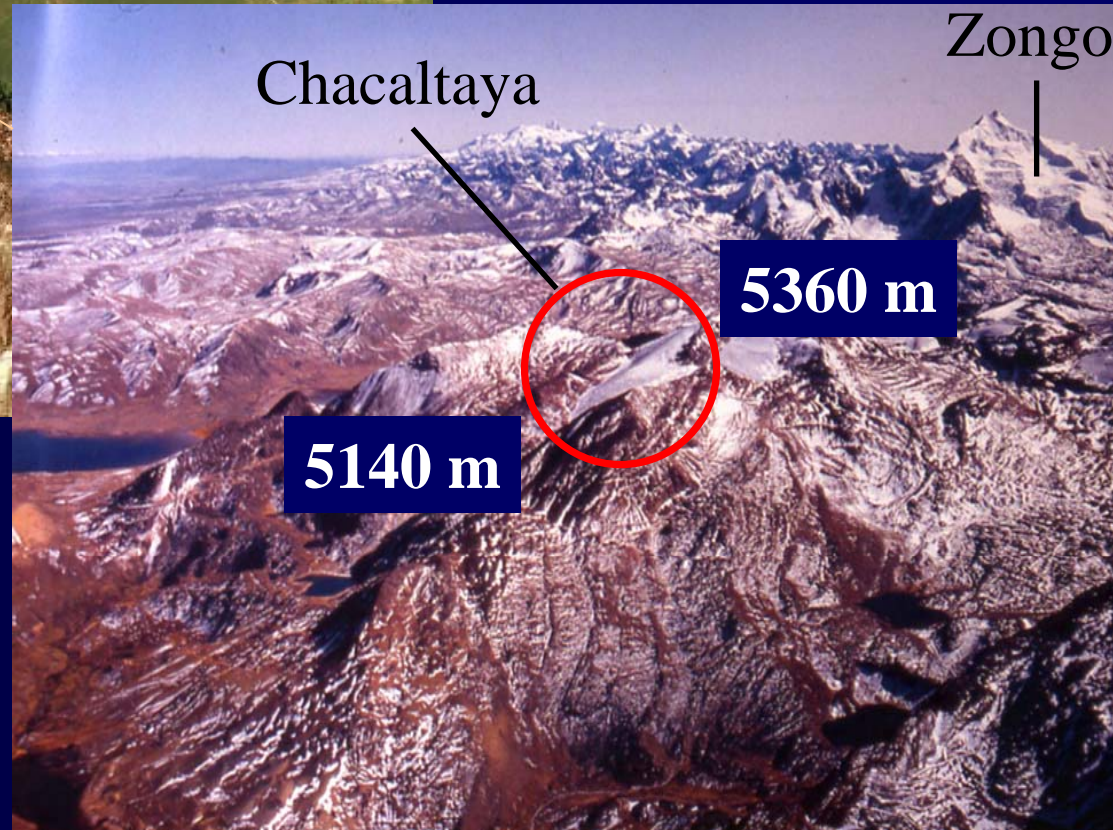
Evolución del Balance Neto en la zona de Ablación

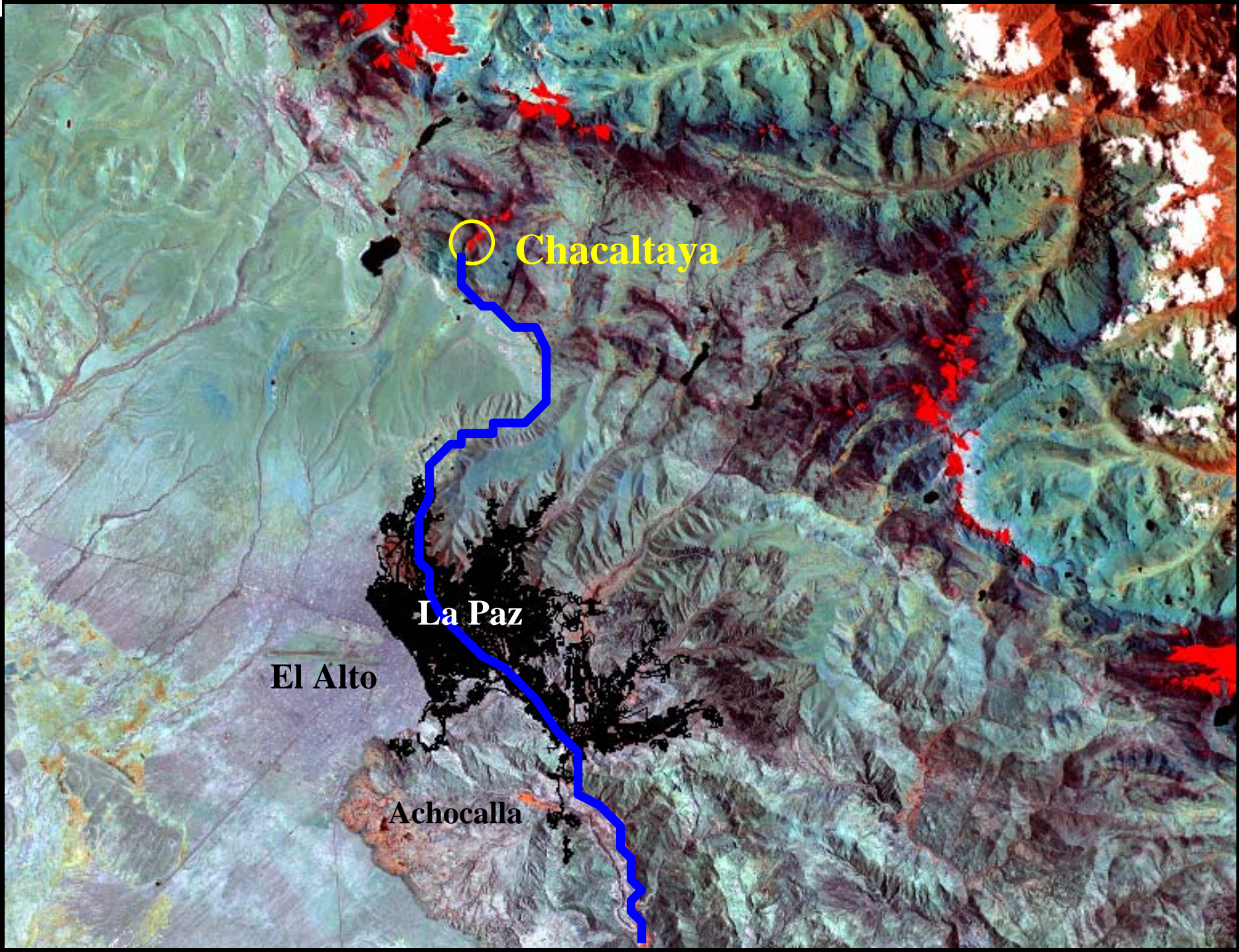




Chacaltaya,
Representativo de los glaciares de
la Cordillera Real donde 80% de
los glaciares son $< 0.5 \text{ km}^2$

Glaciar de exposición
sur cercano a la
ciudad de La Paz
 0.06 km^2 (año 2000)





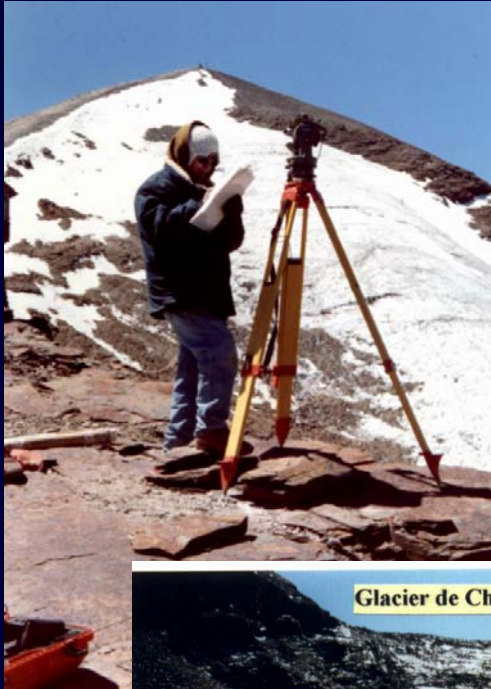
Chacaltaya

La Paz

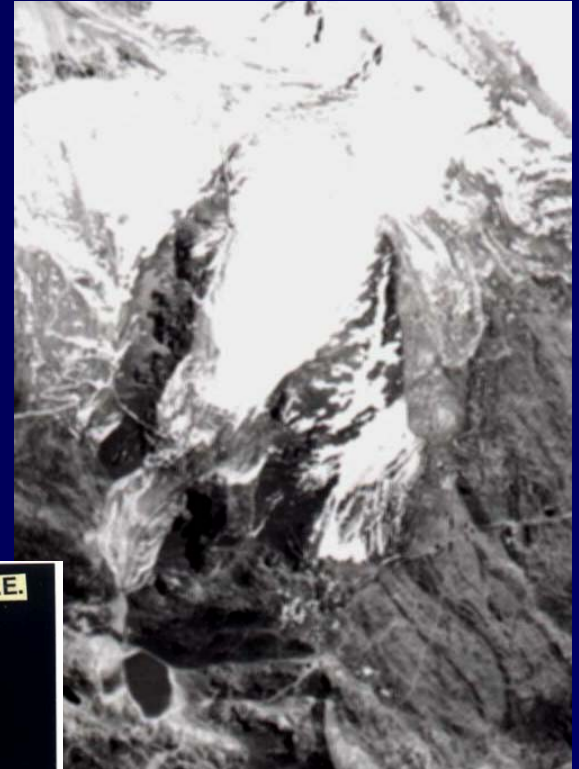
El Alto

Achocalla

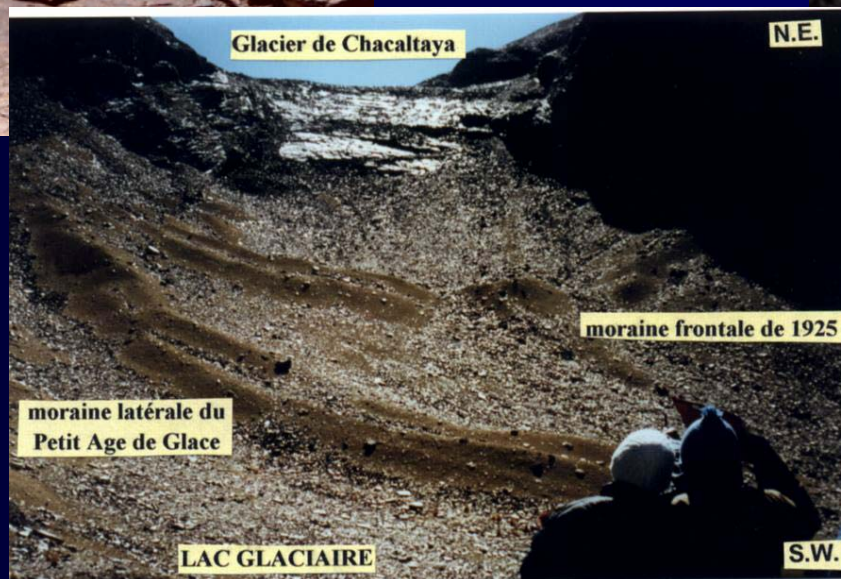
Reconstrucción de las áreas y volúmenes del glaciar desde la pequeña edad de hielo, utilizando diversas fuentes de información



Levantamientos topográficos de los límites del glaciar desde 1992

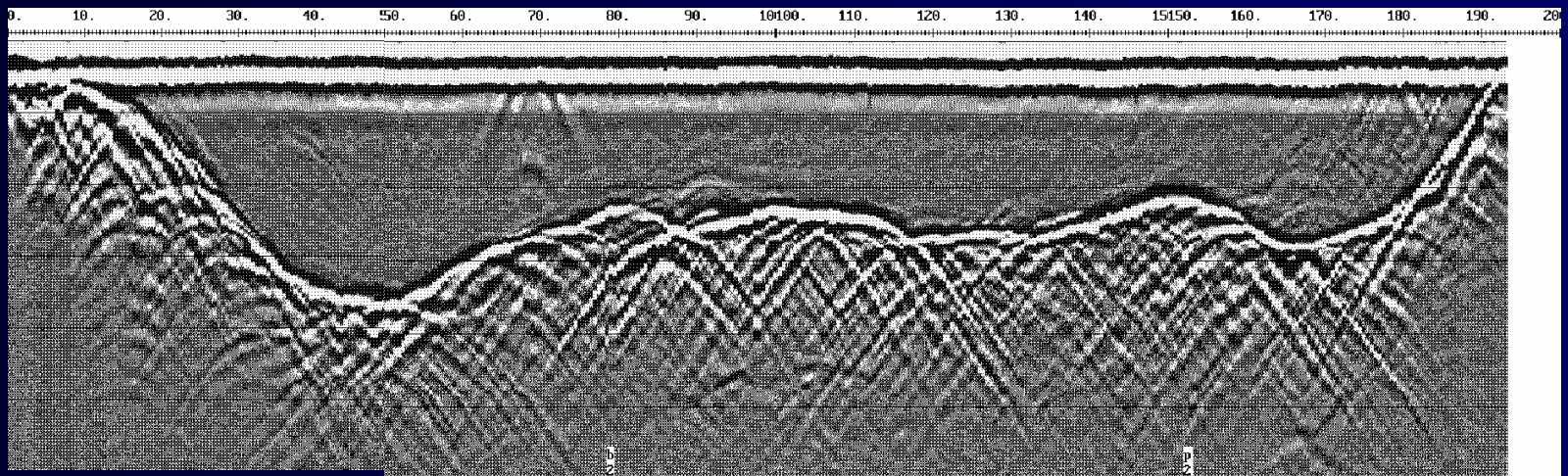
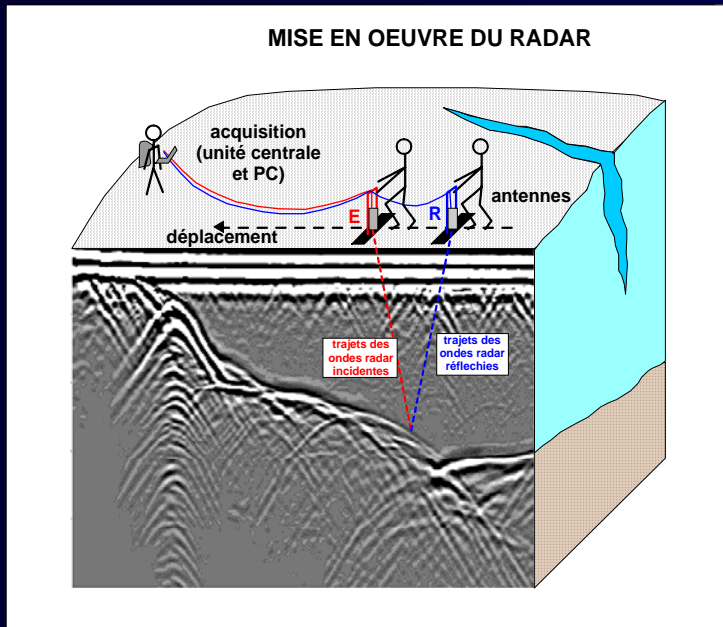


Restituciones Stereo-Fotogramétricas desde 1940

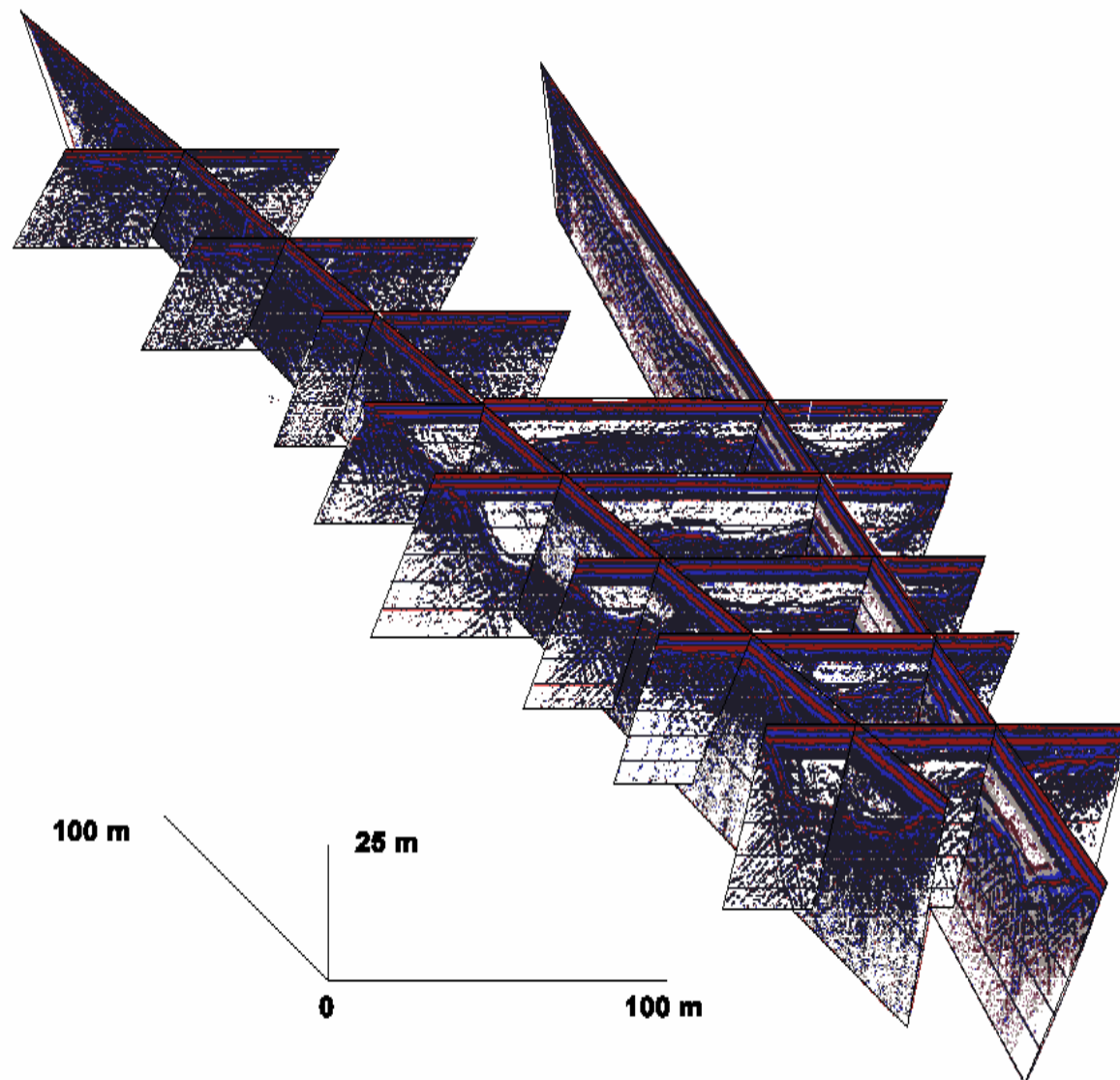


Reconstrucción topográfica a partir de morrenas bien conservadas

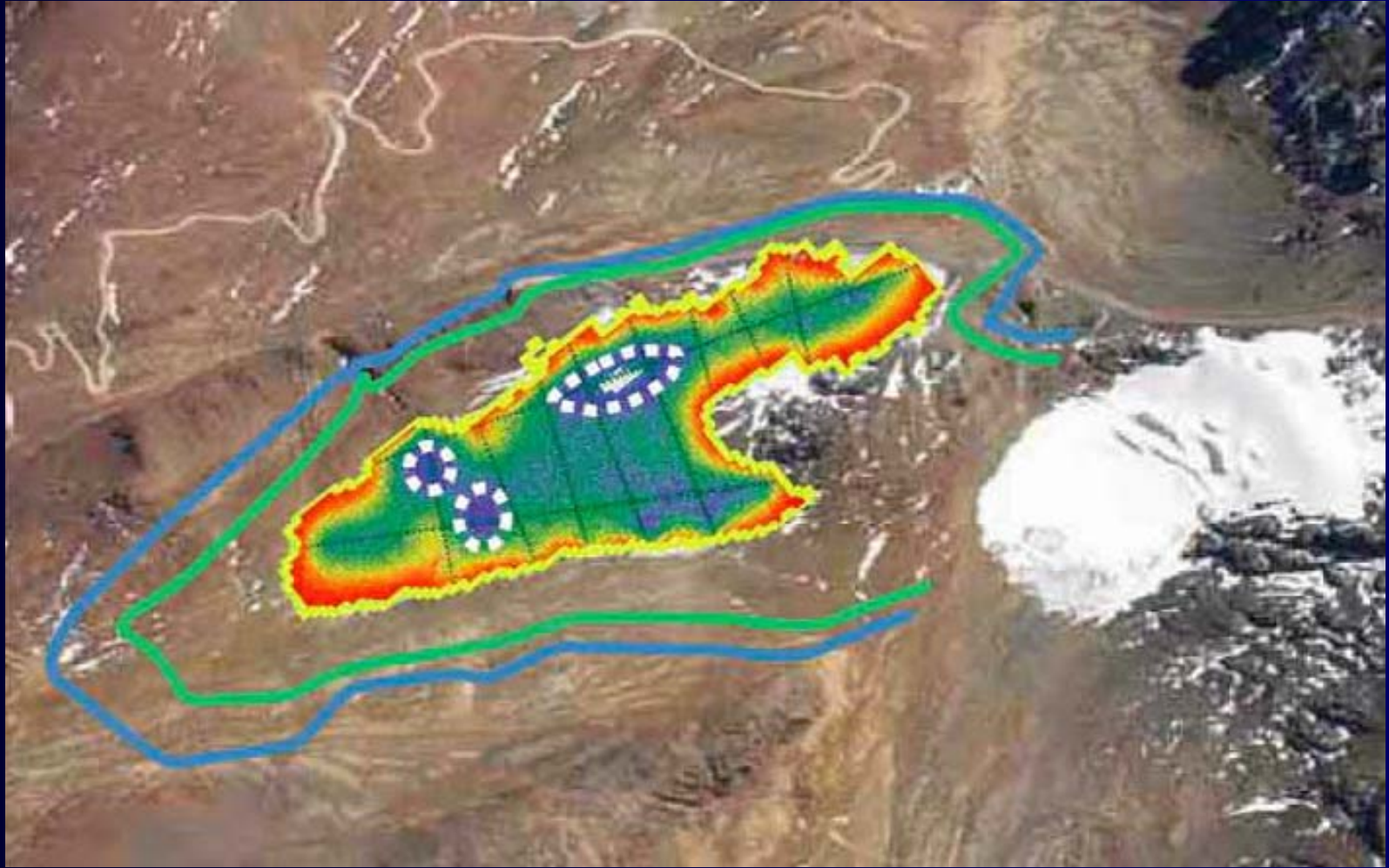
Medición de los espesores del glaciar utilizando un Radar de Penetración de Suelo



PERFIL GPR



Mapa de espesores del Glaciar (1998)





1940



1982

1996

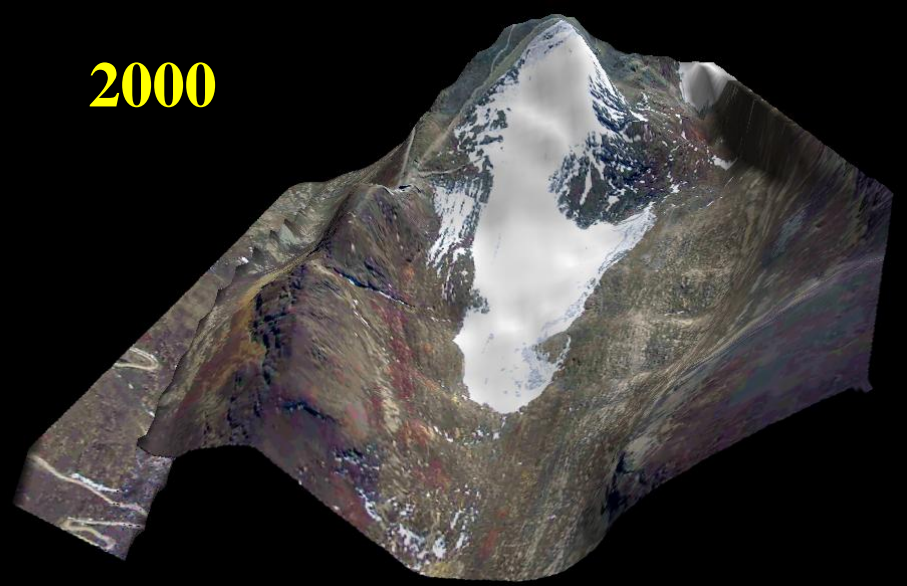


Chacaltaya glacier
in 1998. View from
the SE. Photo: B.
Francou.

1998



2000



2002





2003



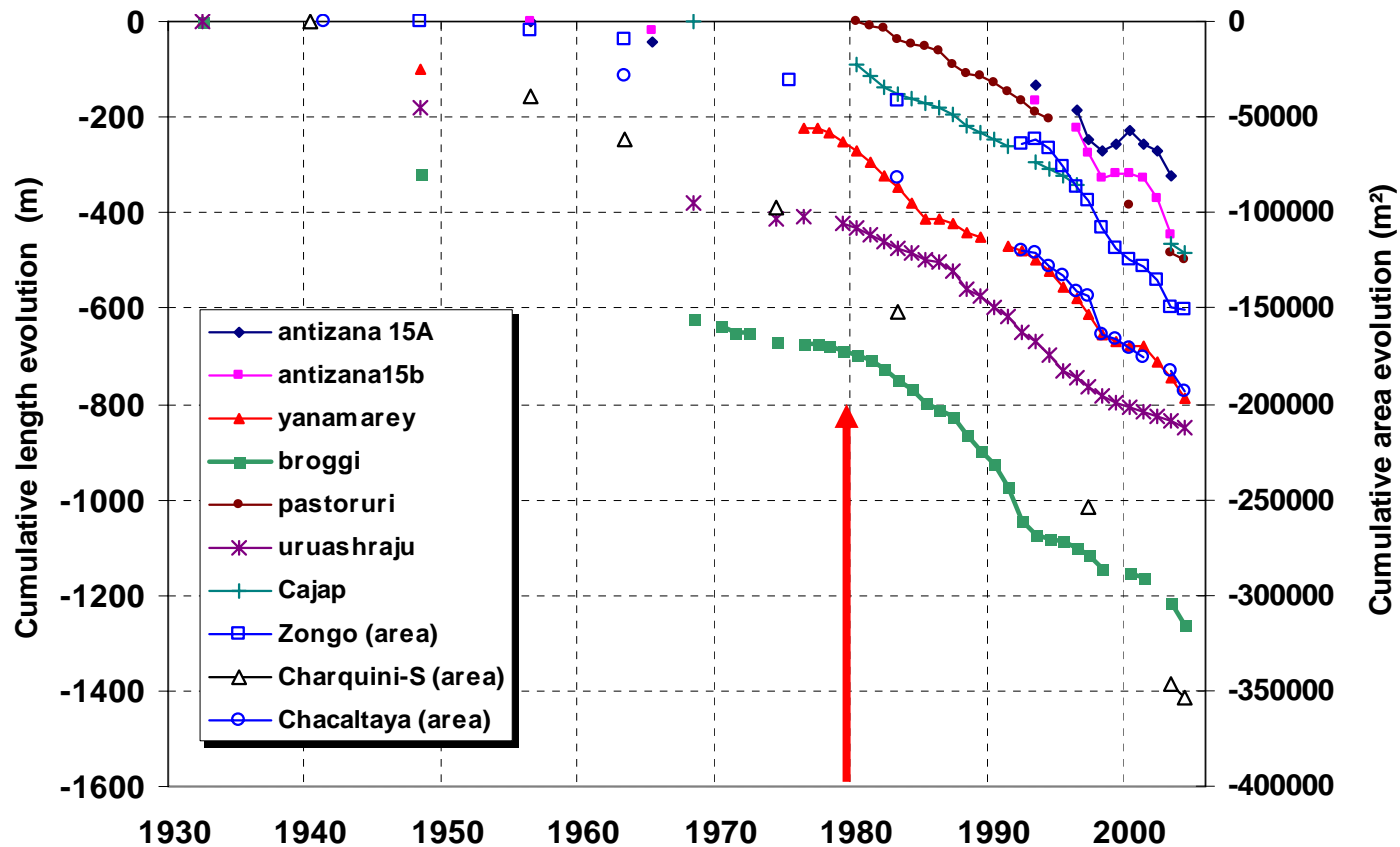
Febrero 2005

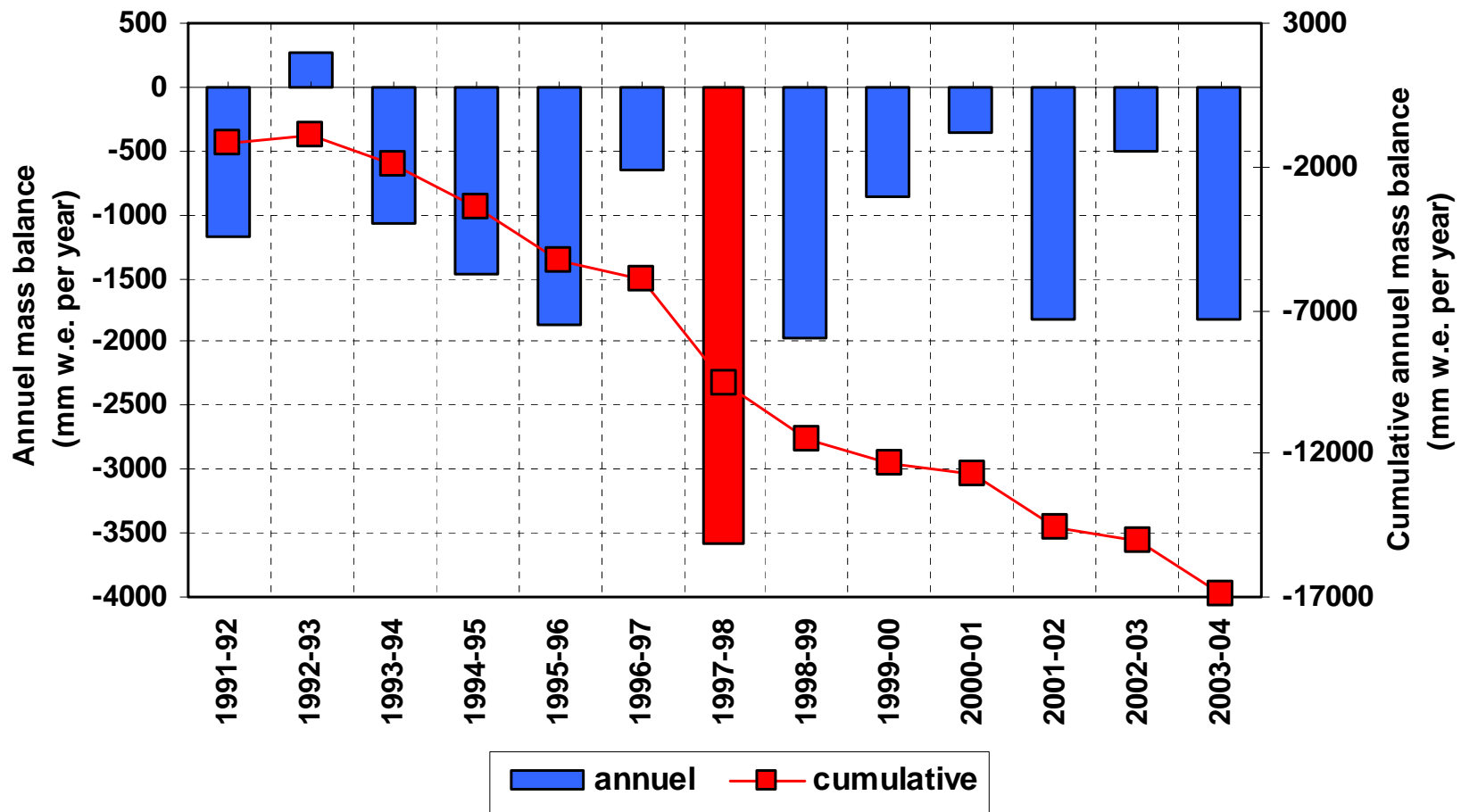


Julio 2005

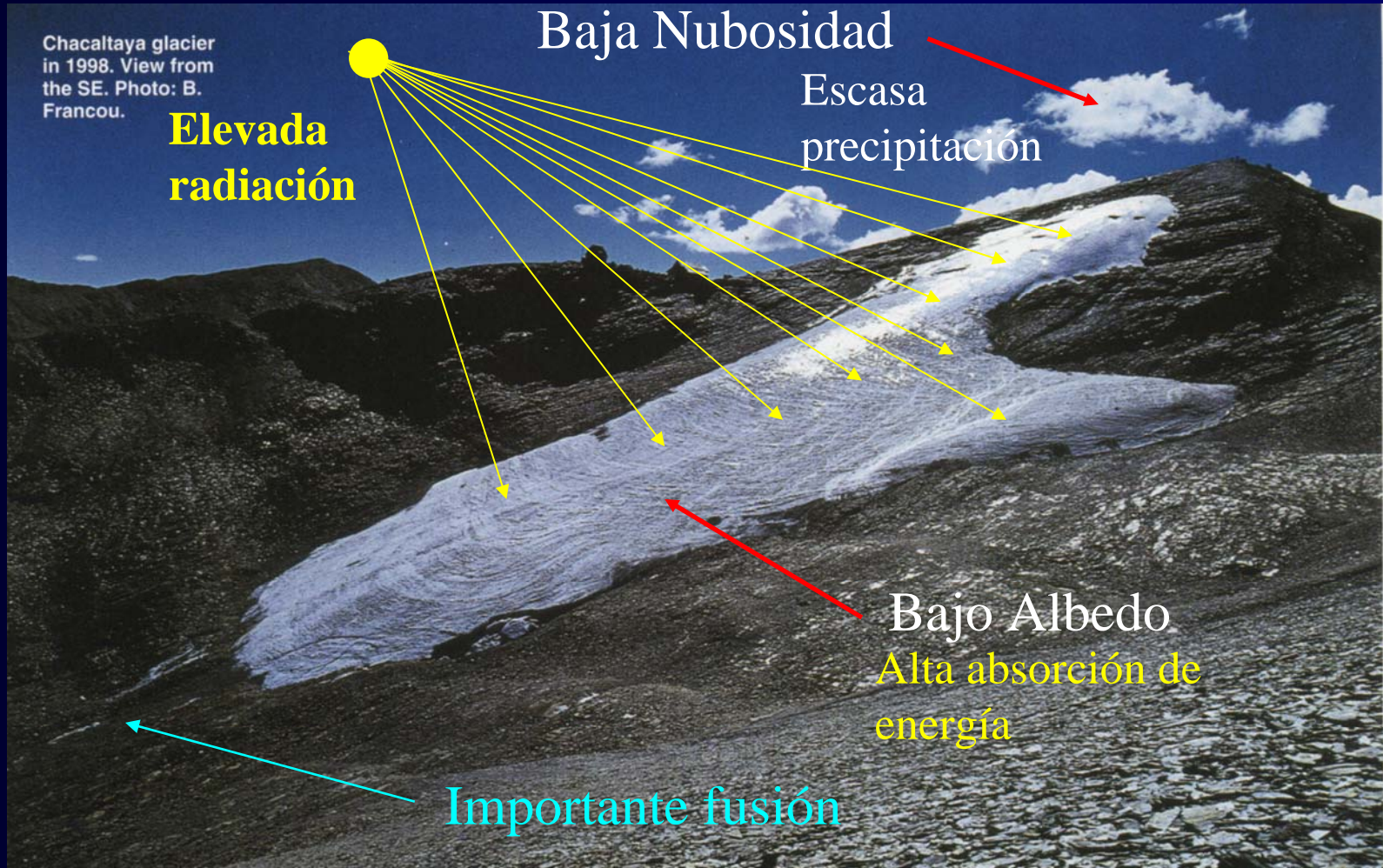
Incremento en las proporciones del retroceso glaciar desde 1976-1980

Longitud o Area de 10 glaciares en Bolivia, Peru y Ecuador

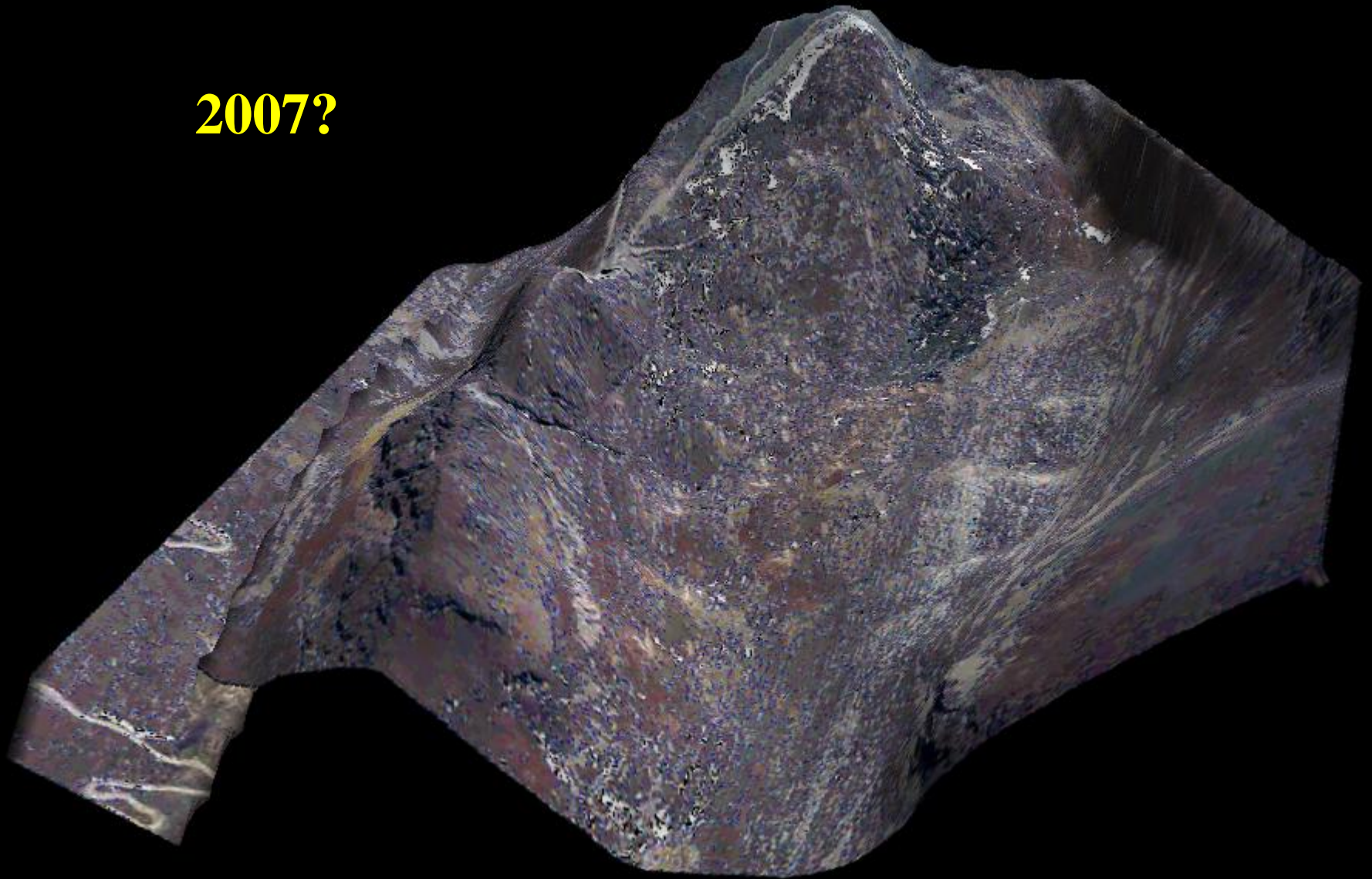




Glaciar de Chacaltaya durante el evento El Niño 1998



2007?



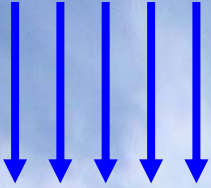
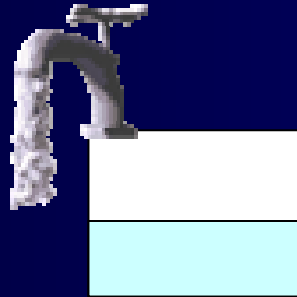
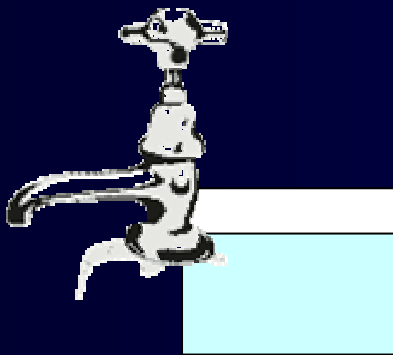
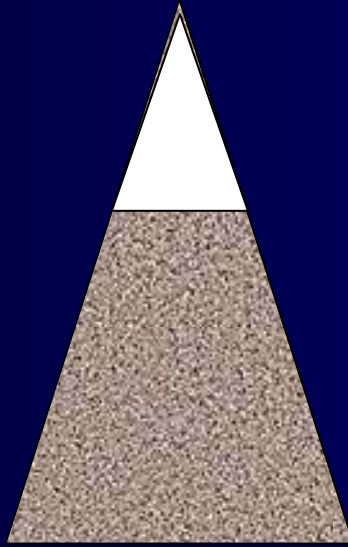
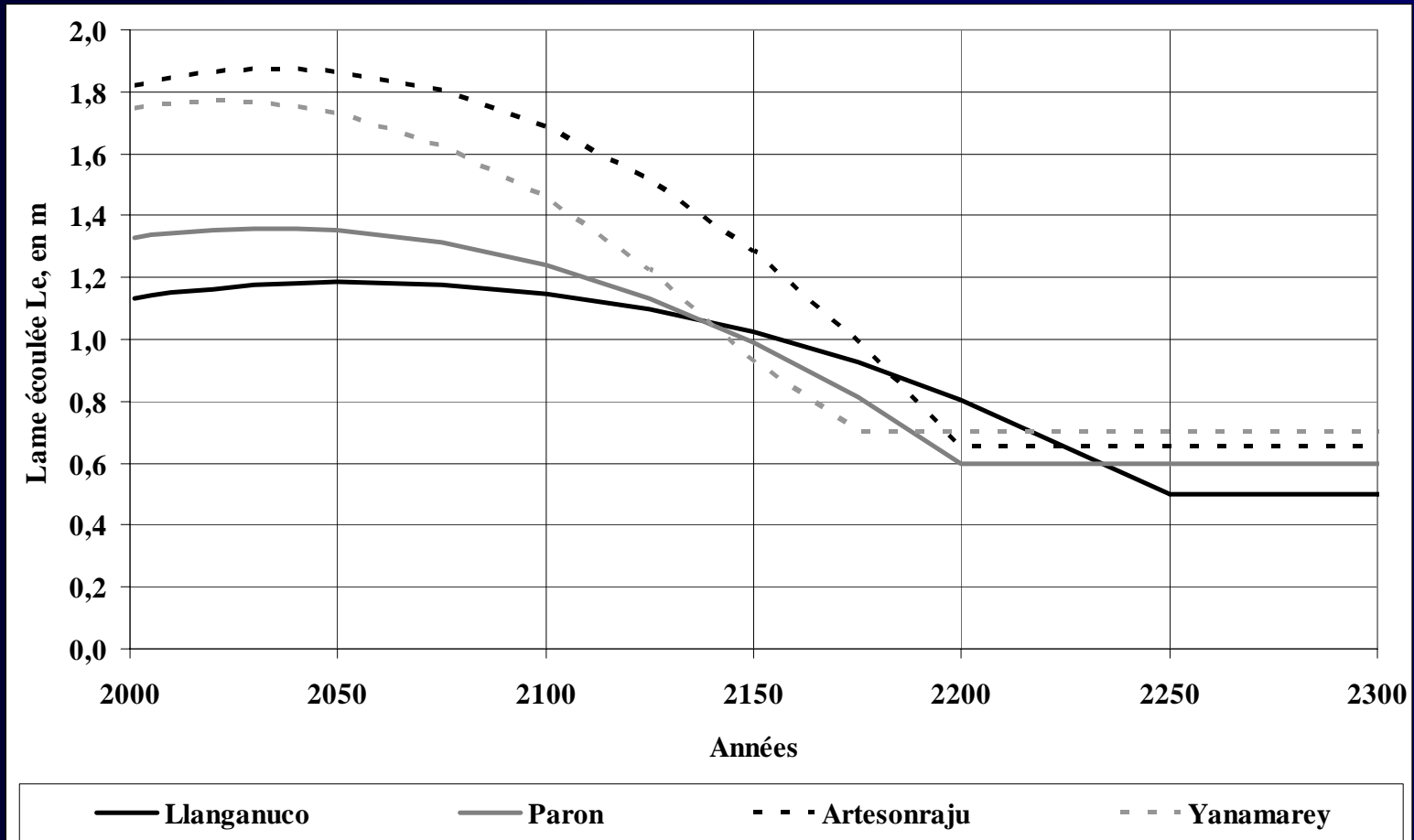


Foto: E. Ramirez

(Glaciares en Tuni – Condoriri)

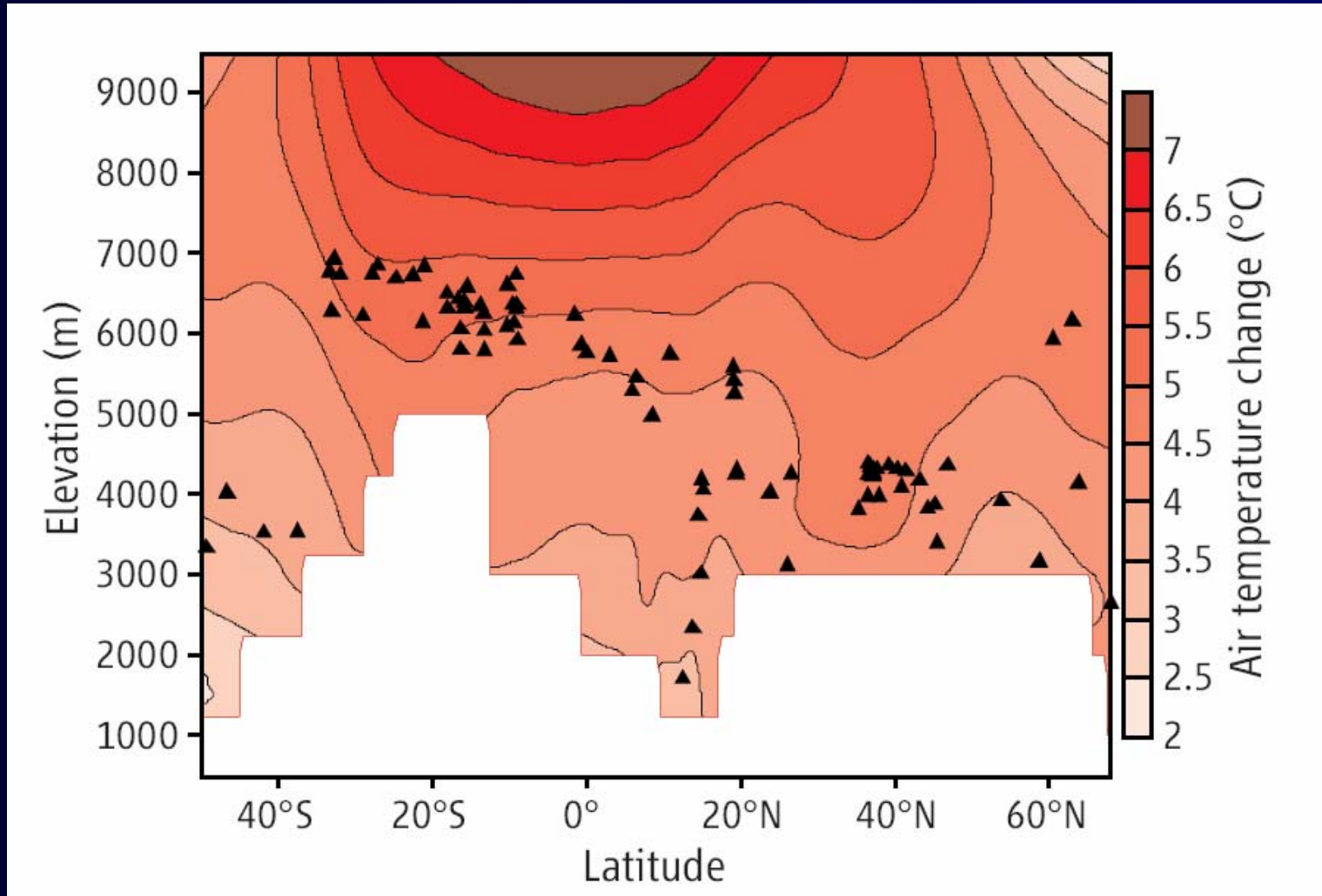






El ligero incremento de los recursos hídricos glaciares al principio corresponde a una fusión de los glaciares; esta tendencia se invertirá con una progresiva desaparición de los caudales.

Calentamiento Global en la Cordillera Americana





Los Proyectos:

IPQ/LP/01037 (PNCC)

“Deshielo de la cuenca del Tuni Condoriri y su impacto sobre los recursos hídricos de las ciudades de La Paz y El Alto”

GRANT

Glaciares y **R**ecurso **A**gua en os **AN**des **T**ropicales
Joven Equipo Asociado al IRD (**JEAI**)

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO

Tuni-Condoriri

Huayna Potosi

Chacaltaya

Laderas

Este y Oeste de

La ciudad de La Paz

Ciudad de
El Alto

RECURSOS HIDRICOS
ENERGIA ELECTRICA



ENERGÍA ELECTRICA

GLACIARES
TUNI-CONDORIRI

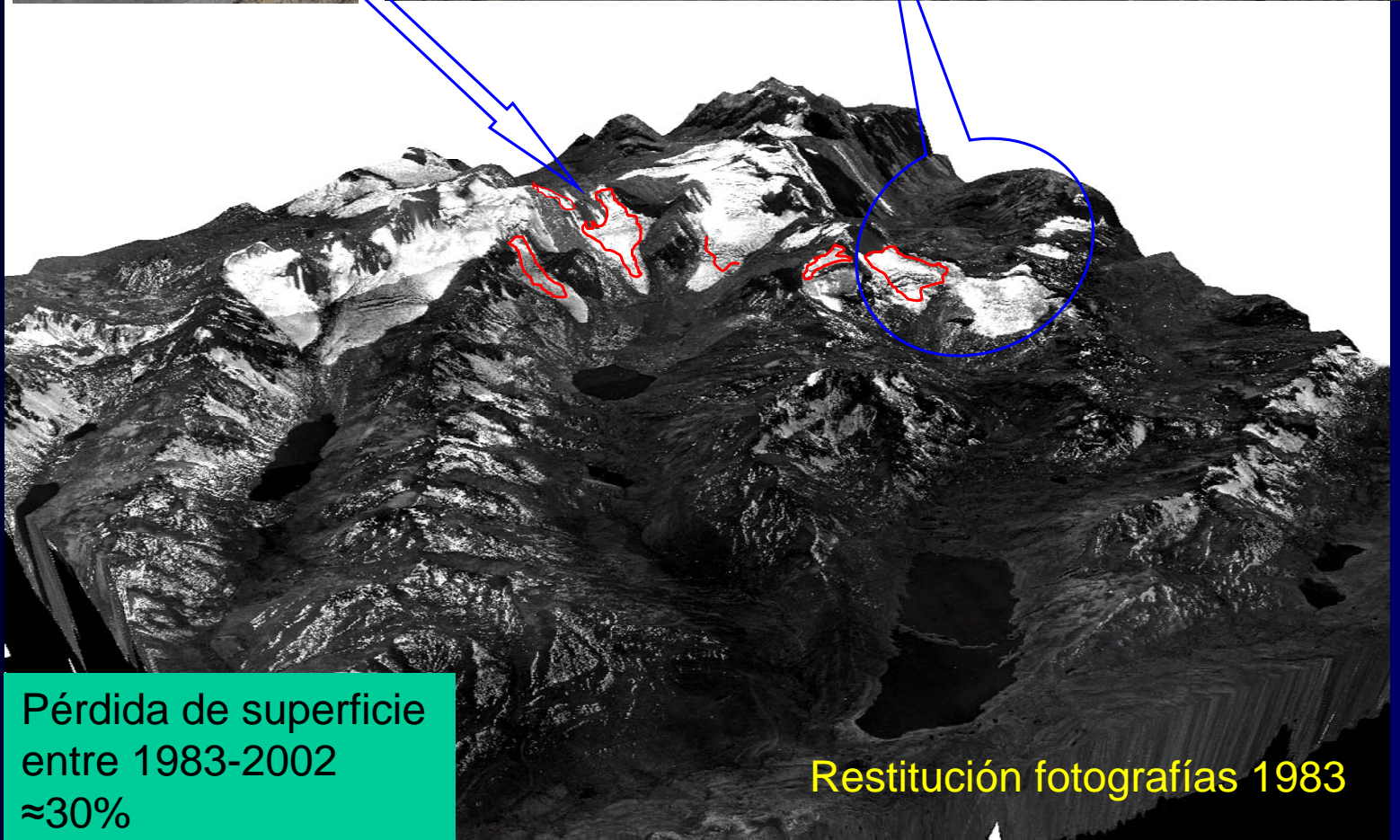
CUENCA
LLAULLINI

AGUA POTABLE

GLACIAR
ZONGO

GLACIAR
CHARQUIN





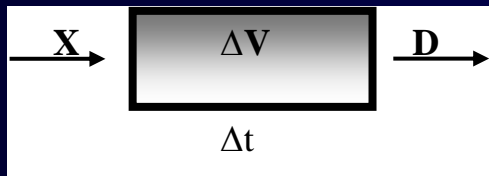
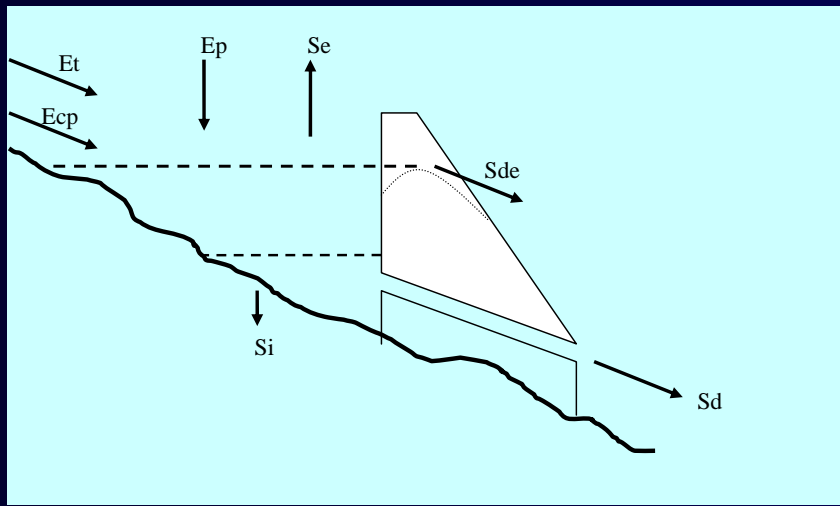
Pérdida de superficie
entre 1983-2002
 $\approx 30\%$

Restitución fotografías 1983

Photogrammetric restitution Tuni-Condoriri year 1983

The red outlines represent the areas of the glaciers of the main catchment in 2006

Pictures of the glaciers of Tuni by Berger and Ramirez, August 2005



$$X - D = \Delta V$$

Donde:

X: Volumen de entradas al vaso durante el intervalo Δt

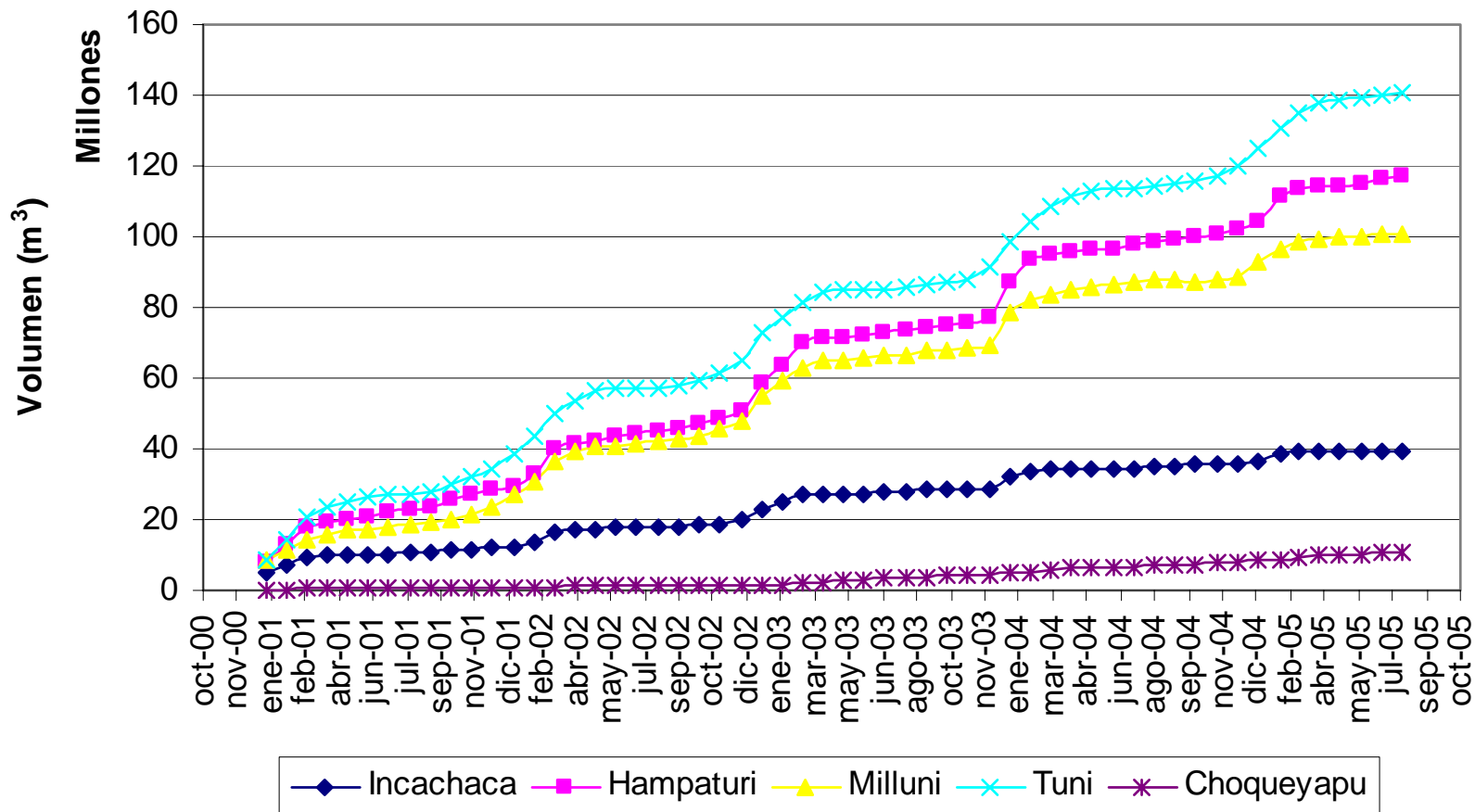
D: Volumen de salidas del vaso durante el mismo intervalo

ΔV : Cambio del volumen almacenado en el vaso durante el intervalo Δt

Curva de Masa

Aporte de cuenca (m³)

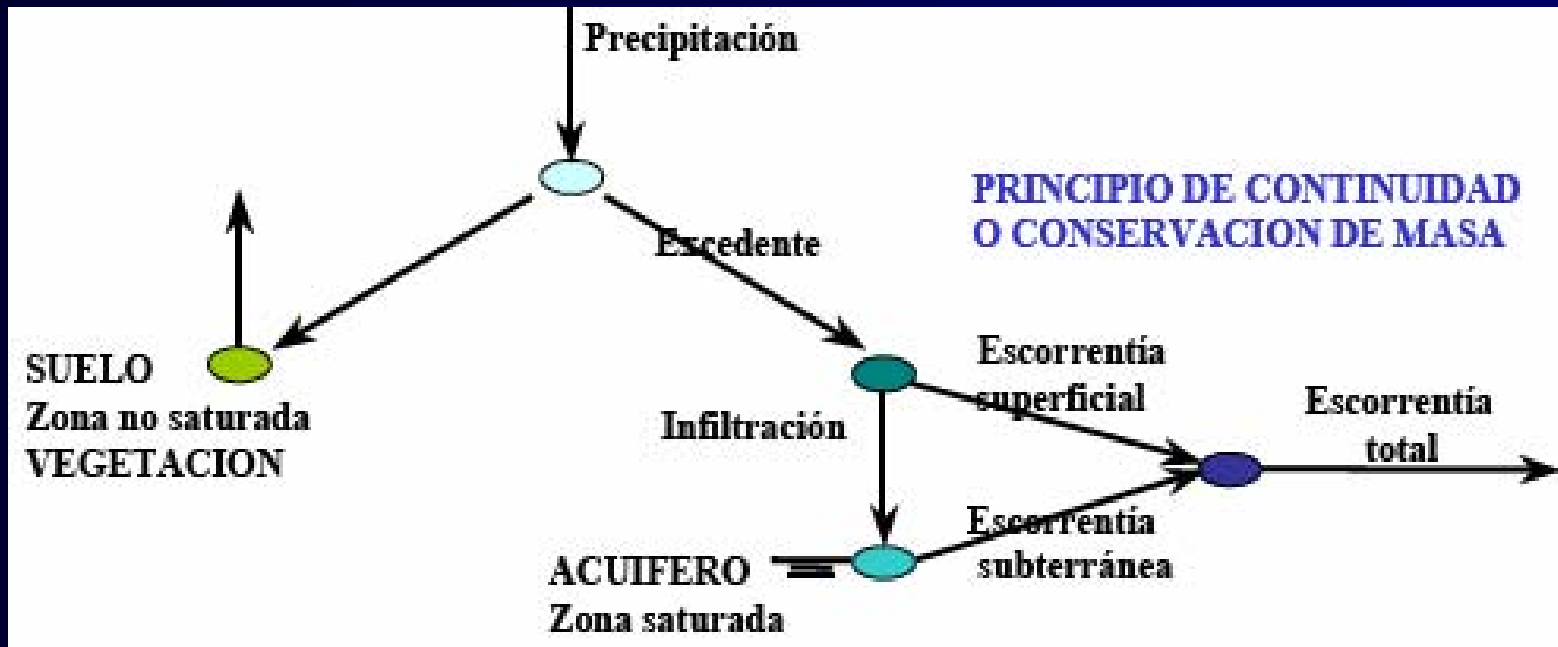
2001-2005



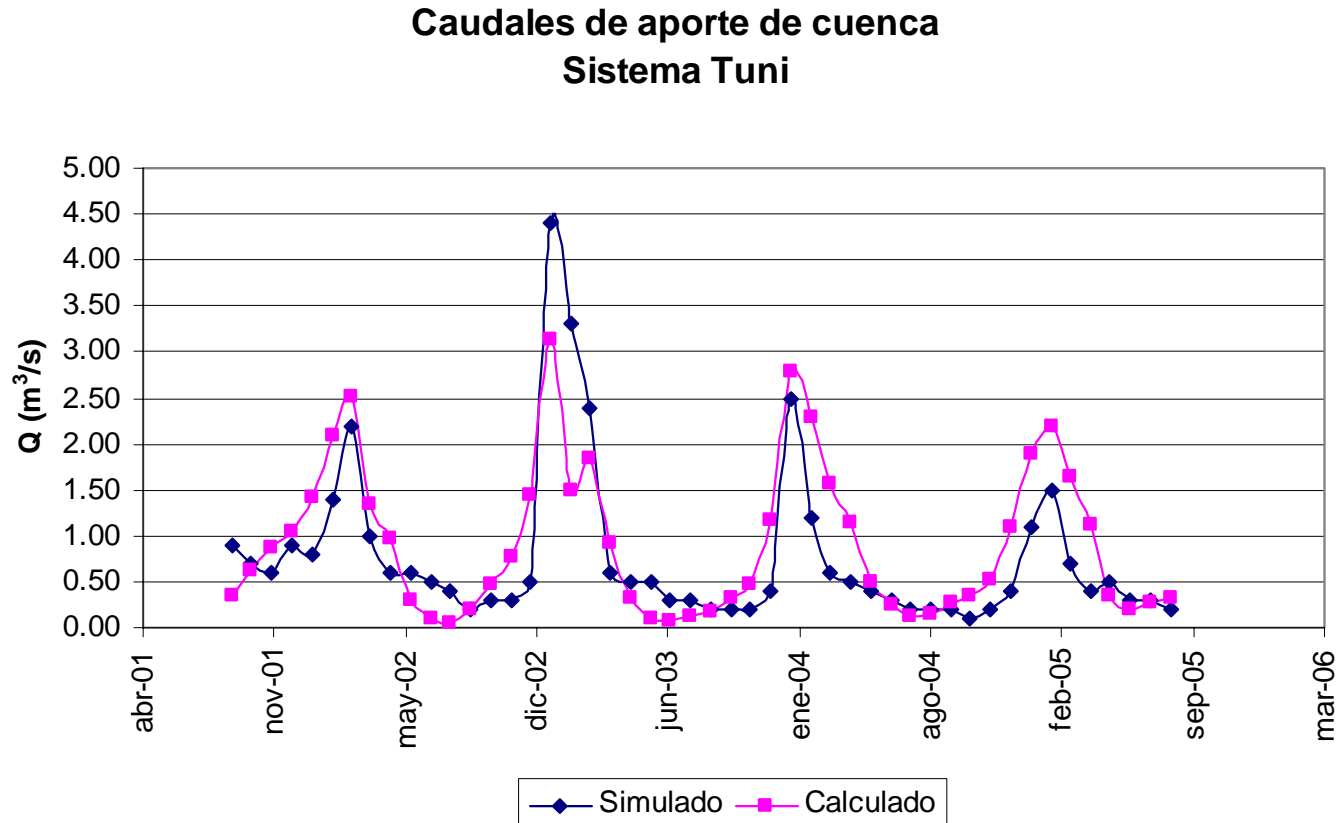
Aplicación de un Modelo Hidrológico

Precipitación – Escorrentía

(Modelo CHAC-Simula)



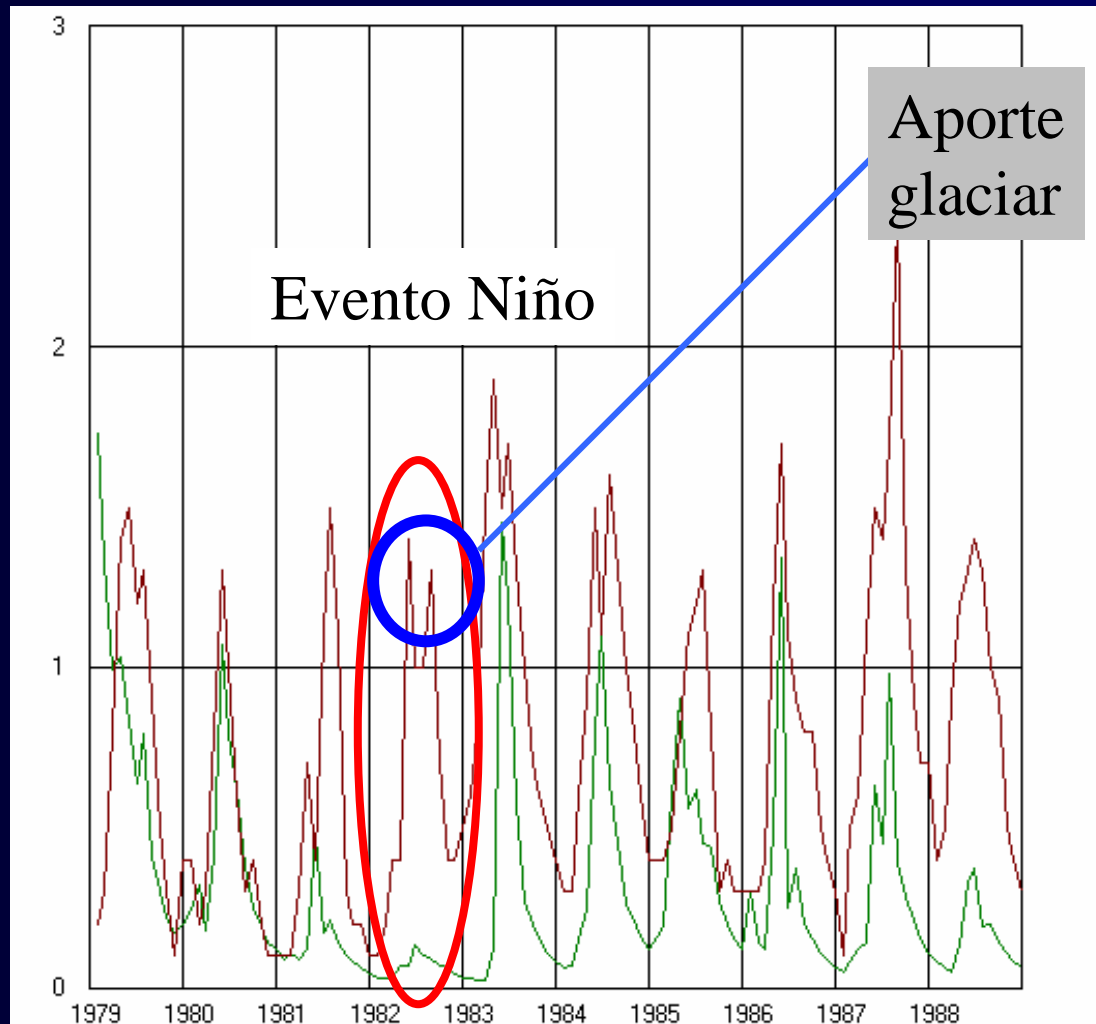
Simulación periodo 2001-2005



(Ramallo, 2006)

Simulación periodo 2001-2005

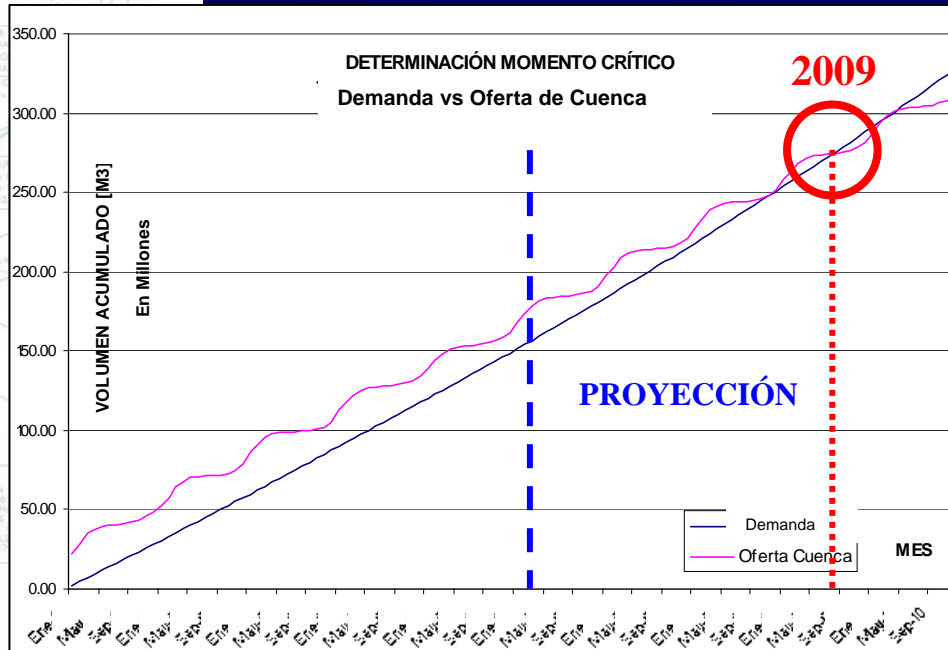
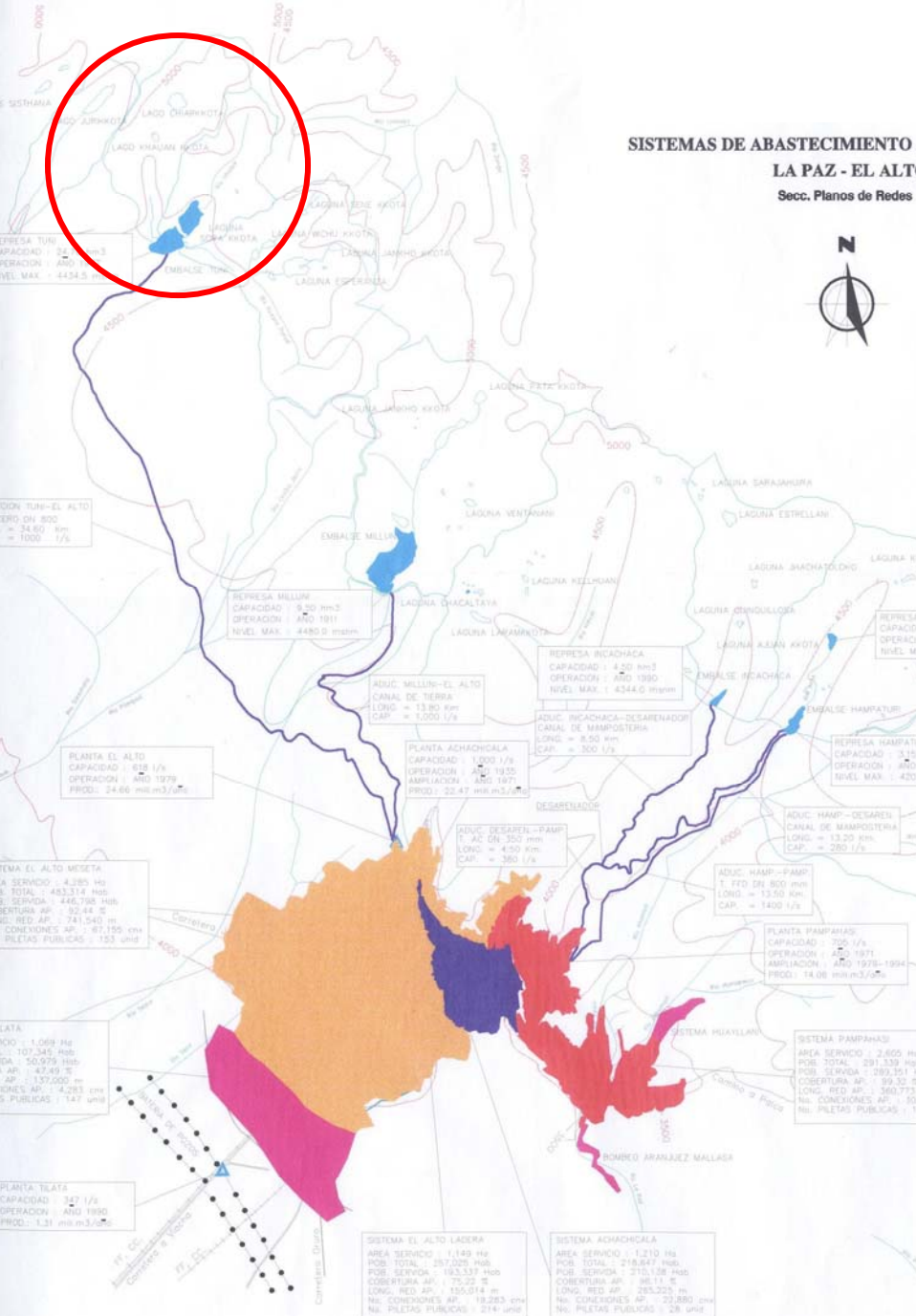
Caudales de aporte sistema:
Tuni – Condoriri - Huayna Potosi



— Simulado — Observado

(Ramallo, 2006)

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE
LA PAZ - EL ALTO
 Secc. Planos de Redes



(Ramirez & Olmos, 2006)

CONCLUSIONES

- Como la mayor parte de los glaciares de la Cordillera de los Andes, los glaciares de Tuni-Condorir han acelerado su retroceso desde mediados de los 80's en respuesta a los importantes cambios climáticos observados a nivel mundial.
- La temperatura se ha incrementado en más de 0.5°C en los últimos 30 años lo que provoca un incremento de las tasas de derretimiento observadas en este periodo.
- La alta frecuencia y la evolución espacio-temporal de los eventos El Niño desde mediados de los 1970's juntamente con calentamiento global de la tropósfera sobre los Andes tropicales, explican la reciente y dramática disminución de los glaciares en esta región del planeta.
- Es urgente la planificación de medidas de adaptación y formulación de nuevas reglamentaciones de gestión de los recursos hídricos para las próximas décadas tomando en cuenta un stress hídrico inminente para la ciudad de El Alto y parte de la ciudad de La Paz.



www.ecologistasenaccion.org

Guerras por el agua

El elemento esencial para la vida es a día de hoy un bien escaso. La cantidad de población y de consumo indican que, a este ritmo, en el 2025 la demanda de agua será un 56% superior al suministro. Si ya en el presente hay guerras por el agua, el futuro se pinta todavía más turbio.

Gracias por su atención

