

II. Respuesta del Glaciar de Chacaltaya la variabilidad climática relacionada con las fases de la Oscilación Sur del periodo 1991-97

Bernard Francou¹, Edson Ramirez², Javier Mendoza², Guillermina Miranda³,
Julio Guereca⁴ & Luis Noriega⁵

¹ ORSTOM-CNRS, Quito, ² IHH, La Paz, ³ IE, La Paz, ⁴ IGM, La Paz, ⁵ SENAMHI, La Paz

RESUMEN EXTENDIDO. - El inicio del programa de monitoreo del Glaciar de Chacaltaya en 1991 ha correspondido con *la fase negativa de la Oscilación Sur (OS) de 1991-1996* en el Pacífico, una de las más largas del siglo. Un evento ENOS (El Niño Oscilación Sur) de fuerte intensidad ha ocurrido en 1991-92, seguido por otros eventos cálidos de menor grado de intensidad de 1993 a 1995. Este periodo concluyó en 1996 por un breve evento frío, marcado por una significativa disminución de las temperaturas superficiales del océano en las zonas Niño 1-2 y 3 y un aumento del Índice de Oscilación Sur (figura 1).

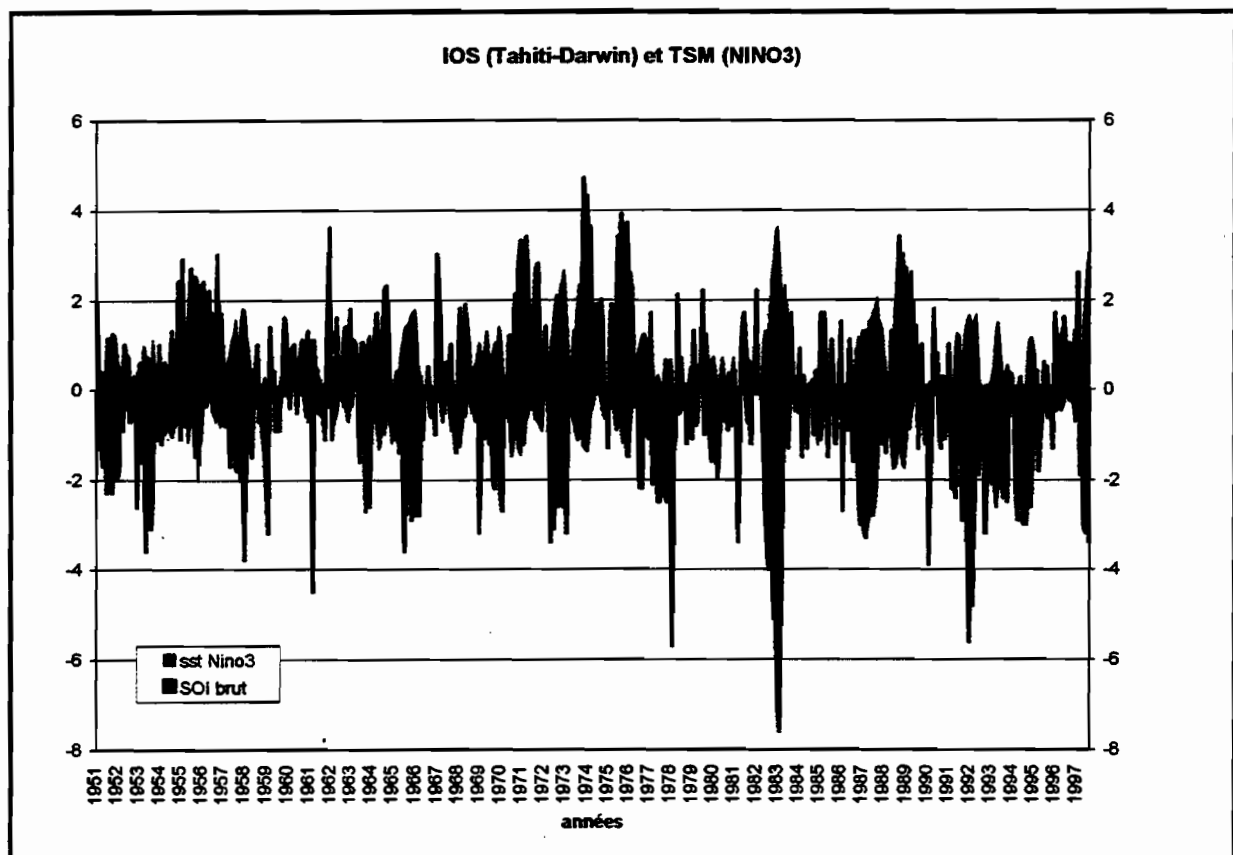


Figura 1 : Temperatura del mar en la zona Niño 3 del Pacífico y Índice de Oscilación de Sur. Periodo Enero 1951-octubre 1997.

Durante los años 1992-1996, se ha registrado sobre el glaciar *una serie de balances de masa negativos*. El glaciar en 5 años ha sufrido una pérdida neta de más de 5 metros de agua y su frente ha retrocedido de más de 50 m (figura 2 ; Cuadro 1). Este periodo es excepcional, ya que ha provocado una disminución del volumen total de hielo de 20 % y una reducción de longitud de la lengua del glaciar de 10 %. El ciclo 1996-97 concluye con un balance de masa más equilibrado. En el detalle, se nota que solo el ciclo 1992-93 ha tenido un balance ligeramente positivo. Esta respuesta confirma el fuerte impacto de los eventos cálidos del

Pacífico sobre los glaciares de los Andes centrales (Francou *et al.*, 1995 ; Ribstein *et al.*, 1995).

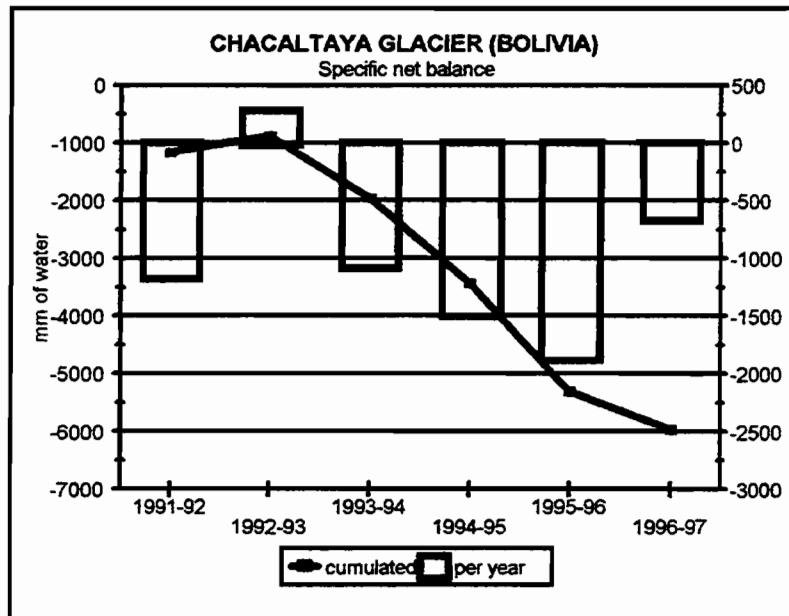


Figura 2 : Balance neto específico del Glaciar de Chacaltaya de 1991 a 1997.

Cuadro 1: Principales parámetros de evolución del Glaciar de Chacaltaya de 1991 a 1997

	Bn (2)	$\Sigma\beta$ (3)	P (4)	A (5)	ELA (6)	AAR (7)	Term. (8)	Σ Term. (9)
ANOS (1)	mm	mm	mm	mm	msnm	%	m	m
1991-92	-1166	-1166	-	-	5371	0	-5.0	-5.0
1992-93	277	-889	-	-	5180	83	-4.7	-9.7
1993-94	-1080	-1969	710	1790	5369	3	-4.6	-14.3
1994-95	-1470	-3439	690	2160	5368	2	-17.6	-31.9
1995-96	-1874	-5313	615	2489	5454	0	-24.4	-56.3
1996-97	-659	-5972	800	1459	5322	10	0	-56.3

(1) Año hidrológico (Sep-Ago.)	(6) Altitud de la línea de equilibrio (ELA), obtenida por regresión
(2) Balance neto específico	(7) Razón de la zona de acumulación (Accumulation Area Ratio)
(3) (2) acumulado	(8) Movimientos del término
(4) Precipitaciones cerca del glaciar (P7)	(9) (8) acumulado
(5) Ablación específica (A = P - Bn)	

La altitud de la línea de equilibrio (*ELA : Equilibrium Line Altitude*) ha mostrado una variación importante (figura 3). Durante los años 1992-96, con la excepción del ciclo 1992-93, la ELA se ha ubicado muy alto, cerca de la cumbre (5370 m snm) o más arriba. El glaciar se ha encontrado entonces sobre toda su superficie con un balance negativo, situación que acelera su recesión. Se nota que sobre el Glaciar de Zongo (6000 m snm), un glaciar ubicado a 40 km, de distancia, pero más extenso y con otra orientación, la ELA ha tenido una evolución bastante parecida.

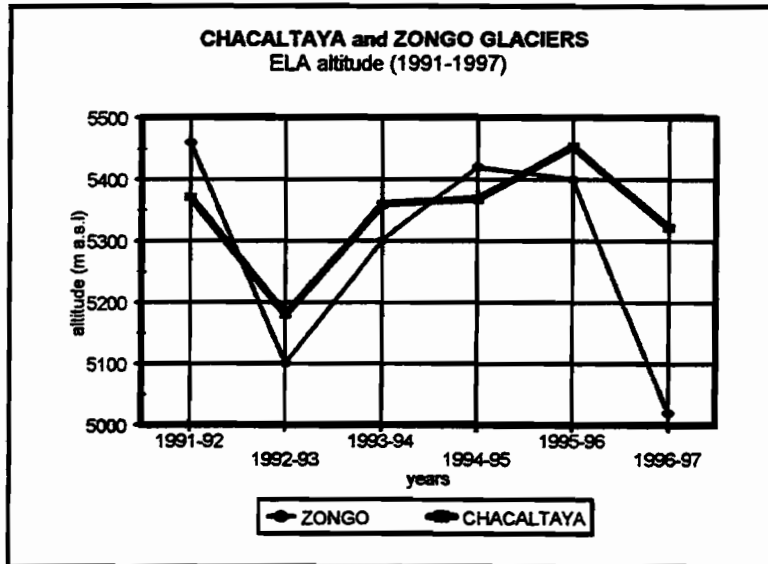


Figura 3 : Variación de la altitud de la línea de equilibrio (ELA) en Chacaltaya y Zongo (Bolivia)

A nivel mensual, el valor del balance del año depende principalmente de la ablación ocurriendo durante los meses de septiembre a enero (figura 4): es un periodo con precipitaciones escasas donde el glaciar, expuesto al Sur, recibe la mayor cantidad de energía .

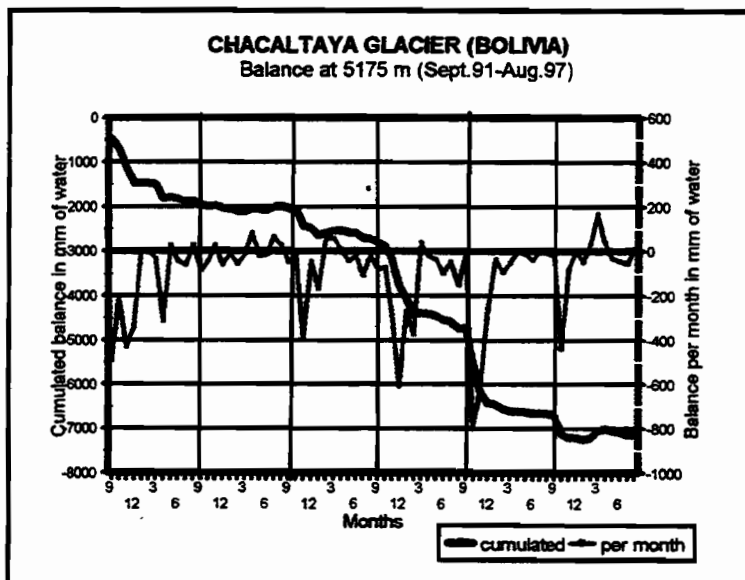


Figura 3 : Balance en la zona de ablación del Glaciar de Chacaltaya

Durante los años de la fase cálida del Pacífico, el glaciar pierde por ablación un total de más de 2000 mm de agua durante este periodo, sea el doble de los años normales. La ablación resulta máxima cuando el glaciar, al salir de la estación seca invernal, se encuentra sin cobertura de nieve y con un *albedo* bajo.

Los datos multidecenales de temperatura y de precipitación recién procesados de la estación del Observatorio de Chacaltaya (5260 m snm), muestran claramente un aumento de temperatura y una disminución de las precipitaciones durante los eventos ENOS. Esas variables proporcionan un cierto grado de explicación de la variabilidad del balance de masa.

REFERENCIAS

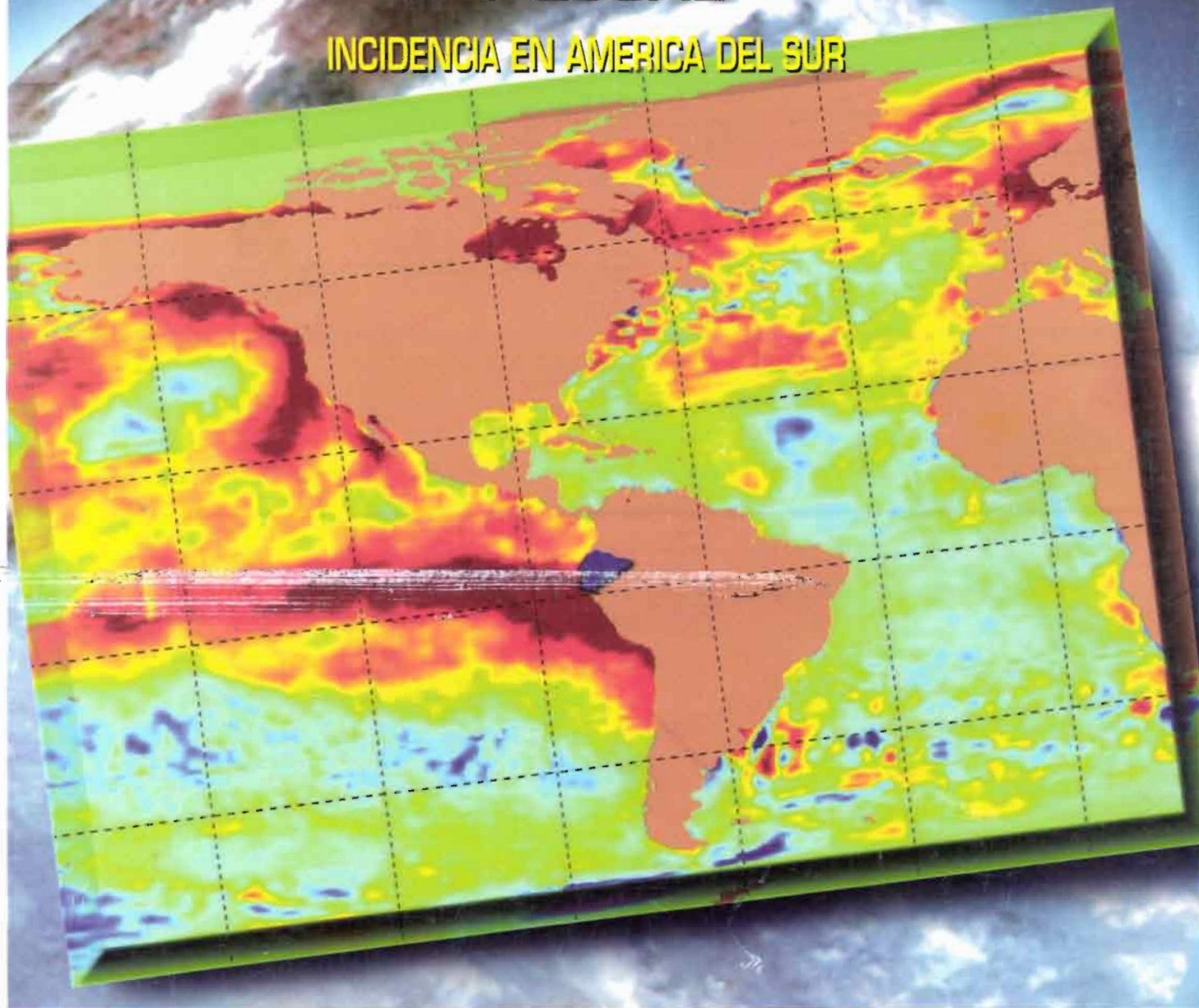
- Francou, B., Ribstein, P., Sémiond, H. Portocarrero, C. & Rogriguez, A, 1995 :** Balances glaciares y clima en Bolivia y Perú. Impactos de los eventos ENSO. *Séminaire "Eaux, Glaciers et Changements Climatiques dans les Andes Tropicales (Cordillères et Altiplano)", La Paz, 13-16 Juin 1995, Bulletin de l'IFEA, 24 (3) :661-670..*
- Francou, B., Guereca, J., Mendoza, J., Miranda, G., Noriega. E. & Ramirez, E., in prensa :** El Glaciar de Chacaltaya, Cordillera Real, Bolivia : investigaciones glaciológicas (1991-1997). *Informe NGT, ORSTOM, La Paz.*
- Ribstein, P., Tiriau, E.,Francou, B. & Saravia, R., 1995 :** Tropical climate and glacier hydrology. A case study in Bolivia. *Journal of Hydrology, 165 : 221-234*



SEMINARIO INTERNACIONAL
CONSECUENCIAS
CLIMATICAS E
HIDROLOGICAS DEL
EVENTO EL NIÑO
A ESCALA REGIONAL
Y LOCAL

CRISTOM

INCIDENCIA EN AMERICA DEL SUR



MEMORIAS TECNICAS

EDICION PRELIMINAR

26-29 de noviembre de 1997
Quito-Ecuador



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

COSENA

IAEN

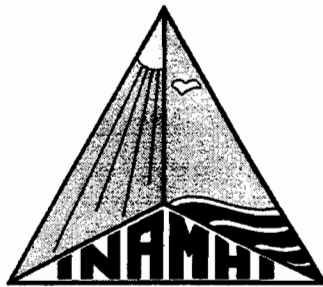
CATHALAC

CAAM

CETUR

SEMINARIO INTERNACIONAL

**CONSECUENCIAS CLIMATICAS E
HIDROLOGICAS DEL ENSO A
ESCALA REGIONAL Y LOCAL**



**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
E HIDROLOGIA**



**INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION**

**CONFERENCIAS,
ARTICULOS
Y
POSTERS**

**EDITORES: DR. ERIC CADIER & DR. REMIGIO GALARRAGA
26-29 de noviembre de 1997**