



LPZ BOGZREGHYD TIR/1  
1695

13

# REGIMEN HIDROLOGICO DE UN GLACIAR TROPICAL EN BOLIVIA : (10)

## EL GLACIAR ZONGO DEL HUAYNA POTOSI

E./TIRIAU, P./RIBSTEIN, B./FRANCOU  
ORSTOM, CP 9214, La Paz, Bolivia

ORSTOM - BOLIVIE  
DOCUMENTATION

R.E. SARA VIA  
COBEE S.A., CP 353, La Paz, Bolivia

### INTRODUCCION

En este artículo se trata del estudio de la hidrología de un glaciar tropical, el glaciar Zongo del Huayna Potosí.

### El estudio y el proyecto PECA

Este estudio es parte del proyecto PECA que, para los hidrólogos de la ORSTOM, viene a continuación del programa PHICAB (Programa Hidrológico y Climatológico de la Cuenca Amazónica de Bolivia).

El proyecto PECA (Precipitaciones y Escurrimientos de Cuencas Andinas) tiene por objeto la comprensión y la representación de los procesos vinculados al escurrimiento y al transporte de sólidos en los Andes. Para interpretar la hidrología de la zona andina, el programa PECA desarrolla tres temas.

1. las lluvias y el relieve. Este tema atiende actualmente a la cuenca del río La Paz. En esta cuenca existe una importante concentración de estaciones pluviométricas y además la serie más larga de Bolivia (San Calixto).
2. la hidrología y los transportes sólidos de una cuenca sin glaciares. En el marco del PHICAB, J. Bourges y J.L. Guyot han iniciado un estudio hidrológico del río Achumani, un afluente del río La Paz. Este estudio se prosigue actualmente.
3. la hidrología de un glaciar tropical. Que es el objeto del presente trabajo.

El objetivo de este programa puede expresarse en forma de preguntas : ¿ cuáles son los recursos hídricos disponibles en los Andes, a alturas mayores de 3500 msnm, y cual es su distribución espacial y su evolución temporal ?

### Interés y objetivos del estudio

Considerando que existen pocos estudios de glaciares tropicales, que estos glaciares presentan un retroceso significativo y que los glaciares de los Andes son importantes para los recursos hídricos, se comprende el interés de un estudio hidrológico de un glaciar de la cordillera.

Los objetivos de este estudio son los siguientes :

- analizar el régimen hidrológico de un glaciar tropical,
- comprender el funcionamiento hidrológico del glaciar en relación con los parámetros meteorológicos (temperatura, lluvia, radiación solar ...),
- determinar la relación entre el cambio climático y los recursos hídricos.

Este estudio se lleva a cabo con el apoyo de COBEE.



Fonds Documentaire IRD

Cote : BX26667 Ex : *unizpro*

## Geografía, equipos y datos disponibles

El glaciar Zongo se ubica encima del valle del río Zongo, entre 4900 y 6000 msnm y tiene una superficie de 2.2 km<sup>2</sup>.

Desde Septiembre de 1991 fue instalada una red de mediciones hidrológicas y glaciológicas. Esta red fue completada en equipos meteorológicos en Febrero de 1993. Tenemos también datos hidrométricos y de precipitación de la COBEE desde los años 1970 (figura 1).

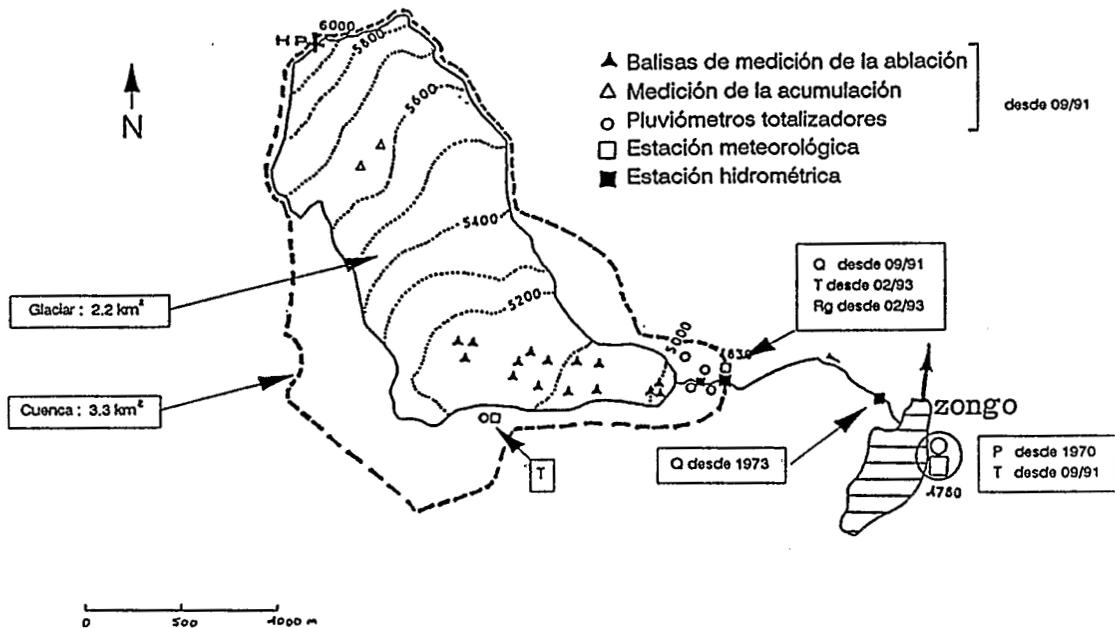


figura 1 : Las mediciones en el glaciar Zongo  
(Q : caudal, T : temperatura, P : precipitación, Rg : radiación global)

## RESULTADOS

### A nivel diario

El hecho que las temperaturas son rítmicas por el ciclo de insolación diurno da a los valores del caudal un aire de sinusoidad acentuado, con estiajes nocturnos muy escasos.

### A nivel anual

Casi dos años hidrológicos completos (Septiembre a Agosto), desde Septiembre de 1991 hasta Abril de 1993, nos permiten las siguientes observaciones (figura 2):

- el escurrimiento es más importante en estación húmeda que en estación seca, debido a temperaturas medias mas importantes,
- el escurrimiento en la estación húmeda de 92/93 es más escaso que en el año anterior, debido también a las temperaturas medias más bajas,
- pero el escurrimiento de Diciembre 91, más importante que el de Marzo 92, se explica no por las temperaturas medias que son próximas en estos meses, pero por la radiación, más fuerte en Diciembre,
- durante la estación lluviosa, los escurrimientos son más escasos en los meses más lluviosos (Enero y Febrero 92, Enero 93).

**PROMEDIOS MENSUALES**  
Septiembre 91 - Abril 93

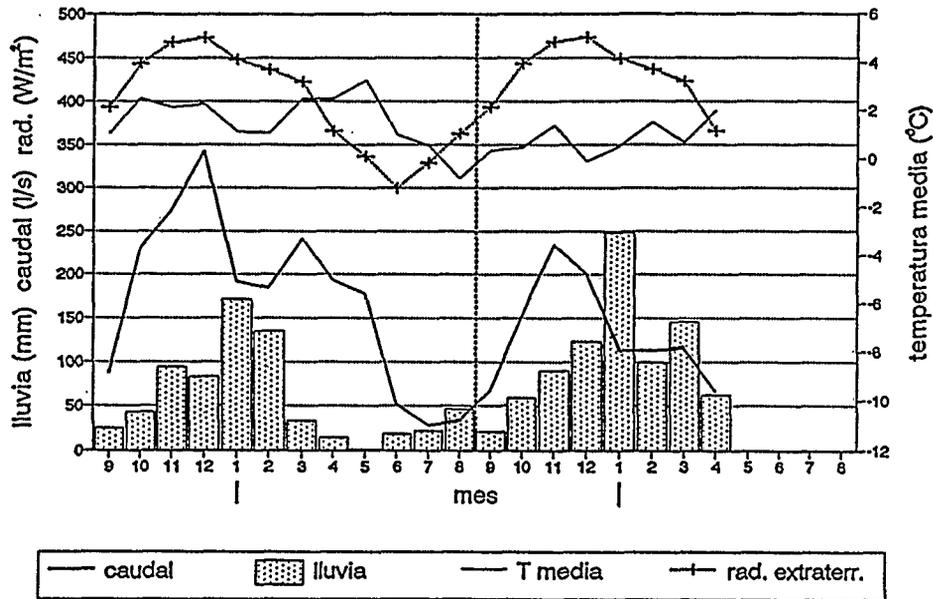


figura 2 : Régimen hidrológico del glaciar Zongo (09/91-04/93)

Por lo tanto, podemos inferir que los dos más importantes parámetros meteorológicos para explicar el caudal del glaciar son temperatura y radiación. Por la radiación, se entiende la correspondiente al límite de la atmósfera, no habiendo sido posible trabajar con la radiación global al no disponer de registros largos.

**A nivel decenal**

Los datos de caudal de COBEE, aunque son de tipo dos veces al día, permiten tener una idea del aspecto cuantitativo de estos recursos y de la variabilidad del caudal anual en varios años.

Sobre 15 años completos, el caudal promedio anual es de 140 l/s, lo que da un caudal específico de 42 l/s/km².

Comparando con una cuenca cercana sin glaciar, para el año 90/91, el escurrimiento de los meses de estiaje (Junio, Julio, Agosto y Septiembre) representa 11.4 % por el glaciar , y solo 4.4 % por la cuenca del río Huayllani, afluente del río Achumani. Los caudales específicos anuales son, respectivamente, de 43 l/s/km² y de 6.5 l/s/km². Este año es el año promedio para el glaciar y un año un relativamente más lluvioso que el promedio para el río Huayllani.

Las variaciones del caudal anual dependen de la temperatura y de la lluvia (figura 3). Pero si el caudal varía de la misma manera que la temperatura media, el comportamiento del caudal con la lluvia es, como lo hemos visto a nivel anual, un poco particular: casi podemos concluir mientras más llueve, escurre menos !

## CAUDALES ANUALES DEL GLACIAR ZONGO

Años hidrológicos 1973-1991

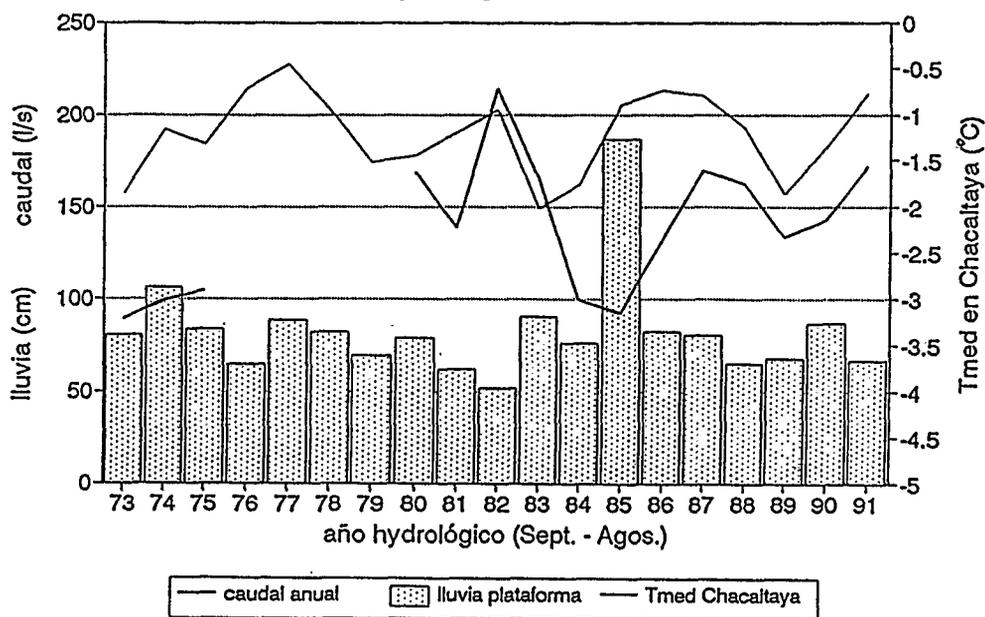


figura 3 : Caudal, temperatura y precipitación desde 1973

Caracterizada en la Cordillera Real con lluvias deficitarias y temperaturas más altas, el fenómeno climático "El Niño" provoca luego un incremento fuerte del caudal del glaciar.

### CONCLUSION

La comparación entre una cuenca glaciar y una cuenca pluvial, respecto a los recursos hídricos, indican la importancia de los glaciares.

Pero entre Agosto 91 y Agosto 92, el retroceso del glaciar era de 15 a 20 m, lo significa que este fuerte caudal viene, sobre todo, del descenso del volumen del glaciar.

El tratamiento de los datos existentes y la investigación de datos más antiguos permitirá :

- mejorar el conocimiento del régimen hidrológico del glaciar,
- hacer un modelo de escurrimiento a nivel diario, anual y decenal, en relación con los parámetros climatológicos,
- para que de esta manera poder conocer el efecto de un cambio climático sobre el retroceso y, luego, sobre los recursos hídricos.

### REFERENCIAS

BOURGES J., RIBSTEIN P., DIETZE C., HOORELBEKE R., CORTEZ J. (1992). Precipitaciones y escurrimiento de una pequeña cuenca en zona de montaña : el río Achumani (La Paz - Bolivia). *In* Los recursos hídricos en Bolivia y su dimensión ambiental, AGID-Geoscience, 20 : 303-312.

FRANCOU B., BOURGES J., RIBSTEIN P., VARGAS R. (1992). Un programa de estudio de un glaciar tropical. Aplicaciones en los recursos en agua de una cuenca andina. Informe n°29, ORSTOM, Bolivia, 32 p.

RIBSTEIN P., HOORELBEKE R., TIRIAU E., SALAS E., CORTEZ J. (1992). Después del PHICAB un nuevo proyecto hidrológico con ORSTOM. *In* Seminario del Programa Hidrológico y Climatológico de la Cuenca Amazónica de Bolivia (PHICAB), La Paz, 5/6 de Noviembre de 1992, Roche M.A., Bourges J., Salas E., Diaz C., editores.