

LAS APLICACIONES DEL PROYECTO PHICAB AL DESARROLLO DE BOLIVIA

Michel-Alain Roche <sup>x</sup>

LA NECESIDAD DE UN CONOCIMIENTO DEL CLIMA Y LA HIDROLOGIA

Ya que a menudo, uno no se imagina la magnitud del problema, parece quizás poco original decir que cualquier actividad en un país es dependiente del clima y del agua. Sin embargo en Bolivia, esta es una realidad que cada día y en cada lugar, el hombre no puede ignorar.

Por razones de relieve, además de su ubicación geográfica y de los sistemas de circulación atmosférica mundial, Bolivia presenta, para un solo país sobre el conjunto de su superficie, una variedad de climas, probablemente la más amplia del planeta. Sin embargo, muchos lugares del país presentan climas irregulares a lo largo del año o variaciones climatológicas grandes e imprevisibles, que constituyen una ventaja o un inconveniente e incluso una plaga nacional. A causa de estas condiciones básicas, se observan también condiciones muy contrastadas de escurrimiento de las aguas superficiales, según las cuencas y las épocas.

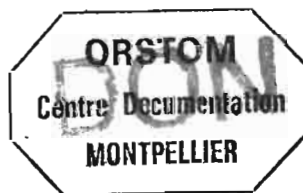
Así, las variaciones espacio-temporales, climatológicas e hidrológicas presentan en Bolivia intensidades excepcionalmente marcadas imprescindibles de tomarse en cuenta para cualquier planificación de desarrollo regional o nacional.

Por la falta de documentos generales sobre la climatología e hidrología - tanto a escala nacional como en lo que se refiere específicamente a las grandes cuencas hidrográficas - y por la inexistencia de informes sobre los llanos amazónicos (sólo se cuenta con informes, más o menos actualizados, sobre cuencas aisladas de Los Andes, realizados por proyectos específicos), fue necesario obtener un conocimiento de síntesis. Esto para entender los principios de funcionamiento de los sistemas y para disponer de datos epurados y resultados disponibles, para la mayoría de las aplicaciones a proyectos de aprovechamiento (Roche, 1982).

EL PROYECTO PHICAB.

Fue con la intención de cubrir las carencias anteriormente

<sup>x</sup> PHICAB-ORSTOM  
Casilla 8714  
La Paz - Bolivia



citadas, que el Proyecto PHICAB, Programa de Estudio de la Climatología e Hidrología de Bolivia, nació. Los trabajos del PHICAB se realizan conforme a acuerdos firmados entre Bolivia y Francia, conjuntamente con el Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), el servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y el "Institut Français de la Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération" (Instituto Francés de Investigación científica para el Desarrollo en Cooperación) (ORSTOM).

Los estudios contemplan las grandes cuencas de Bolivia: la cuenca amazónica, la cuenca endorreica del Altiplano, la cuenca del Río de La Plata, incluyendo Los Andes y la llanura oriental. Se brinda una atención particular a la cuenca amazónica.

El programa comprende, por una parte, trabajos operacionales en una red hidrométrica para la medición de las alturas de agua y los caudales de la cuenca amazónica de Bolivia, y, por otra parte, el estudio del conjunto de los resultados obtenidos hace años en Bolivia, a los cuales se suman los datos obtenidos en el marco de dicho proyecto. Así, se está elaborando una síntesis de conocimientos actualizados sobre la alta cuenca del Río Madera, en el campo de la climatología, la hidrología, la físico-química y de los transportes sólidos de los ríos (Roche y Canedo, 1984).

Se cuenta, en el campo de trabajo, con las embarcaciones, motores, aparatos hidrométricos y de mediciones físico-químicas necesarios. El Proyecto cuenta con oficinas y el material necesario (seis microcomputadoras y periféricos como pantallas de alta resolución gráfica, ploters, impresoras). Muchos programas informáticos han sido elaborados por los integrantes del Proyecto, en sus respectivos campos (Rubin de Celis et al., 1985; Guzmán y Roche, 1985; Apoteker et al., 1985). Se utilizan también programas de Hidrología de ORSTOM como también aquellos que están en venta en el comercio.

El personal incluye a tres investigadores del IHH así como a un promedio de cinco estudiantes de la UMSA-IHH, quienes están en plena elaboración de su tesis. Hasta la fecha se han beneficiado una quinzena de estudiantes con una formación práctica en el Proyecto. El SENAMHI colabora también estrechamente con el PHICAB, con el trabajo de sus especialistas en el campo de la climatología y la hidrología y con sus técnicos, en el trabajo de campo. Participan también, tres investigadores y un técnico de ORSTOM.

## CLIMATOLOGIA

Estudio de las distribuciones espaciales y temporales de los parámetros climatológicos

El estudio de las distribuciones espaciales y temporales de los parámetros climatológicos en Bolivia se lleva a cabo a través de la realización de mapas de isolíneas, permitiendo así evaluar en un lugar dado o en cualquier cuenca, los valores promedios.

Se cuenta actualmente, con mapas de las lluvias plurianuales para todas las cuencas de Bolivia, así como con un mapa pluviométrico de Bolivia entera y las zonas fronterizas. También se elaboraron mapas de temperaturas medias y de evapotranspiración en las mismas cuencas (Mariaca, García, Lozada, Espinoza, 1985; Abasto, Cruz, Herbas, 1987; Roche y Rocha, 1985).

Gracias a un programa informático, es posible actualmente dibujar sobre plotter - a partir de ficheros de datos - los mapas de las principales características, siendo así más sistemático el establecimiento de documentos a escala mensual. Esta zonificación climatológica sirve también para deducir otros parámetros, a través de la superposición y la combinación de mapas de diferentes parámetros. En este sentido, se han superpuesto los mapas de diferentes características, para un primer establecimiento de mapas de evapotranspiración.

La lluvia es un parámetro climatológico sobresaliente. Alimenta directamente las reservas hídricas superficiales y subterráneas, así como el escurrimiento. El procesamiento de estos datos, obtenidos en las estaciones de observación, permite obtener resultados de fundamental importancia para muchos sectores básicos del desarrollo regional. En primer lugar se ubica, por supuesto, la agricultura: los cultivos requieren imprescindiblemente las lluvias para su crecimiento. El estado de los pastizales depende también de ellas, de su distribución en el tiempo y en las zonas.

La lluvia representa uno de los tres términos de balance hídrico, puesto que el agua produce el escurrimiento después de haber sido, en parte, evapotranspirado. El balance permite, además de un ajuste de los tres términos, proporcionar un concimiento del conjunto de las cantidades de agua disponibles o pérdidas naturalmente.

Ya fue establecida, una primera evaluación de los balances hídricos de las grandes cuencas de Bolivia (Mariaca, García, Lozada, Espinoza, 1985; Abasto, Cruz, 1987; Roche y Fernández, 1987; Fernández et al., 1987).

Los resultados sobre las lluvias, sirven además para reconstituir el escurrimiento en estaciones de ríos, sobre la base de modelos matemáticos. Este método se basa igualmente en un balance hídrico a escala de tiempo menor y sistemas de transformación de la lluvia en escurrimiento, permitiendo deducir las formas, caudales máximos y volúmenes de las crecidas. En el marco del PHICAB ya fueron utilizados modelos para el estudio de crecidas en los

Ríos Ichilo y Piraí (Chavez, 1987, Carvajal 1988). El interés de tales modelos es poder seguir el funcionamiento de sistemas hidrológicos en casos excepcionales, que no hayan sido comunmente observados en la realidad, o sobre períodos de tiempos más largos que los que están disponibles. Se aplican sobre todo, para simular la oferta de agua a un embalse de presa, o para determinar la dimensión de obras públicas como represas o puentes. Por supuesto, los modelos integran en su programación, relaciones muy complejas con otros parametros estudiados también por el Proyecto: las condiciones bio-físicas de las cuencas, la evapotranspiración y las características climatológicas de las cuales depende la misma y los caudales. En efecto, este último término es primordial, siendo el mayor trabajo de este método el calibrar el modelo conforme a los datos de caudales existentes.

La evapotranspiración, es decir el agua evaporada hacia la atmósfera a través del suelo así como a partir del agua superficial y transpirada por la vegetación, es un fenómeno minuciosamente estudiado.

De los balances hídricos establecidos por el PHICAB en Bolivia, se deduce que la evapotranspiración real, equivalente a grandes escalas del déficit de escurrimiento (lluvia - escurrimiento), representa para la cuenca amazónica de Bolivia el 63 al 68% de las precipitaciones, el complemento siendo escurrido. Esta cuenca comprende cuencas semi-áridas e inmensos llanos inundados que favorecen altas evapotranspiraciones, pero también zonas de lluvias muy intensas. Finalmente, el valor global es compatible con los evaluados respectivamente a 49%, 48%, 72% y 70%, para las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco, Paraná y San Francisco. Sobre el conjunto de los continentes del planeta, los autores concuerdan en valores que oscilan entre el 60 y 65%.

Los valores precedentes son ejemplos que, entre otros, destacan la magnitud del fenómeno de evapotranspiración en el ciclo hidrológico y su importancia fundamental en los sistemas hidrológicos. Es por ello, que este fenómeno ocupa un primer lugar en las investigaciones del PHICAB.

Además de la zonificación climática a la cual contribuye, este fenómeno de evapotranspiración se convierte en un eslabón imprescindible para el estudio de las relaciones entre precipitaciones y escurrimiento, en la elaboración de balances hídricos y modelos matemáticos. El conocimiento de los valores de evapotranspiración sirven así a la realización de proyectos de aprovechamiento hidráulico en varios campos:

- agricultura : necesidades de agua de los cultivos, balance de agua de los suelos con la intervención de la reserva de agua disponible para la transpiración, planificación de riego, optimización de la producción de los cultivos.

- Ganadería : regulación de las inundaciones de los llanos a través de la evapotranspiración
- energía hidroeléctrica : término de los modelos hidrológicos de las cuencas, pérdidas de embalses.

Se han elaborado, en el PHICAB, programas informáticos para calcular los términos de balance de radiación, a partir de los cuales se evalúan - sobre la base de varias fórmulas - la evapotranspiración, en todas las zonas de Bolivia (Roche). Son utilizadas también, otras fórmulas más sencillas cuyos resultados se comparan con aquellos de las fórmulas anteriormente señaladas. Análisis y selección de los coeficientes de estas fórmulas, según los obtenidos en otras zonas del mundo, son necesarios para una adaptación a los tipos de situaciones que se presentan en Bolivia. Son también tomados en consideración, los coeficientes obtenidos a través de estudios específicos, realizados por los agrónomos de ORSTOM, en la zona del lago Titicaca.

La comparación entre los resultados de evapotranspiración y el déficit de escurrimiento es útil para ajustar los coeficientes de dichas fórmulas y para evaluar las discrepancias del cierre de los balances.

Estudio de las variaciones y anomalías climatológicas, en relación con las situaciones meteorológicas.

Una parte del estudio climatológico se focalizó especialmente en las variaciones y anomalías climatológicas que ocurren en Bolivia, en relación con diferentes situaciones meteorológicas que fueron identificadas por Ronchail (1985-1986). Estas situaciones fueron explicadas sobre la base de mapas de presión atmosférica de América del Sur, proporcionados por AASANA.

Al estudiar fenómenos pasados, a través del análisis de series de datos de lluvias y temperaturas, se entendieron, en cierta medida, las causas de las precipitaciones fuertes o sequías largas y de fríos y calores excepcionales en la zona amazónica sur y en el Altiplano. Causas que pueden provocar, en cualquier momento, las mismas consecuencias.

La oscilación anual de la Zona Intertropical de Convergencia (ZITC) y los movimientos asociados de los anticiclones atlántico y pacífico, así como el desplazamiento hacia el norte de masas de aire frío provenientes de latitudes altas (Surazos), son los elementos preponderantes que influyen en las situaciones meteorológicas de Bolivia (Roche, 1986; Ronchail, 1986). La influencia del Niño, es de frecuencia menor. El fenómeno de los frentes fríos en el país, por las masas de aire del Sur, con la aparición de frío y precipitación - especialmente en el Oriente - fue estudiado en su funcionamiento (Ronchail, 1986). Las consecuen-

cias del Niño, como las sequías de 1982 en el Altiplano y las fuertes lluvias en la Amazonia andina en 1983, deben ser aún precisadas en otros períodos anuales, por ser menos obvias.

A menudo, las situaciones meteorológicas se encadenan según procesos, actualmente más conocidos, de tal modo que la presencia de una situación atmosférica de un día puede permitir prever la situación del día posterior, obviamente con cierta probabilidad. Por ejemplo, conociendo el sistema de los Surazos, se puede prever en general la llegada, los efectos y la desaparición de un frente en un lugar de la Amazonia sur. La investigación en este sentido, puede por lo tanto permitir - en cierta medida - previsiones a varias escalas de tiempo, específicas de Bolivia, de algunos días, de frentes fríos o sobre varios meses en relación con el Niño o con las temperaturas de los océanos. Se puede ver aquí, el interés de continuar estos estudios, para los que queda aún mucho por hacer. Estas investigaciones, iniciadas por el PHICAB en Bolivia, intentan mejorar las previsiones climatológicas para el desarrollo de la agricultura fundamentalmente, la lucha contra las inundaciones y sequías, el manejo de cuencas, la construcción de obras públicas, y la protección civil.

## HIDROLOGIA

### Instalación de una red de estaciones para la observación de las alturas de agua y caudales en los ríos amazónicos

El PHICAB tomó a su cargo la instalación y/o mantenimiento de una red de estaciones hidrométricas a fin de observar las alturas de agua y caudales, en los grandes ríos amazónicos conforme al programa inicial (Roche, 1982; Roche y Canedo, 1984). Así, trece estaciones (a veces duplicadas) fueron observadas y aforadas con molinite, para la transformación de las alturas en caudales, gracias a misiones bimestrales en los ríos (Abasto et al., 1985; Bourges, 1987).

Se dispone actualmente de casi cinco años de observaciones, en zonas de las cuales no se tenía ninguna información, al inicio del Proyecto. Sin embargo, tres estaciones hidrométricas han sido observadas en un período de unos 15 a 20 años y los valores obtenidos, del conjunto de la cuenca, pueden ser ampliados a partir de series más largas sobre períodos interanuales (Roche et al., 1986; Roche y Fernandez, 1987; Bourges et al., 1987-1988). Las relaciones existentes entre caudales y lluvias son también un método utilizado para homogeneizar los resultados.

### Balances y regímenes hidrológicos

Los resultados ya obtenidos, permitieron elaborar una prime-

ra síntesis sobre los recursos hídricos disponibles en el conjunto de la cuenca amazónica de Bolivia, que constituye la mitad superior del río Madera, el afluente sur más importante del río Amazonas (Roche y Fernández, 1987). Los caudales y volúmenes fueron evaluados en 16 sitios de la cuenca, en el periodo 1968/70-1982. Las variaciones anuales fueron caracterizadas. El primer establecimiento de balances hídricos de estas grandes cuencas, fue realizado a través de relaciones entre los fenómenos precipitación y evapotranspiración, evaluados paralelamente. Los estudios continúan con series de observaciones más completas y un análisis detallado de los regímenes hidrológicos puede hallarse en (Bourges et al., 1988). Esto se hace más fácil, gracias a la utilización de nuevos programas informáticos, realizados por el PHICAB para sus tareas específicas o preparados por ORSTOM en el caso de la hidrometría.

De esta manera, los resultados obtenidos se aplican a varios sectores involucrados en el aprovechamiento regional. El conocimiento del funcionamiento hidrológico de la cuenca en su conjunto, es uno de los elementos mayores para establecer una estrategia de lucha o adaptación contra las inundaciones y sequías. Pueden servir para planificar la ampliación de las carreteras y el transporte fluvial.

Así mismo, el desarrollo urbano, como el de las ciudades del Oriente (Trinidad, Santa Cruz, etc...), necesita apoyarse en el conocimiento de los niveles de agua en los llanos. El proyecto PHICAB, mostró a su inicio por la selección de la ubicación de las estaciones hidrométricas de la red, su interés en la evaluación de las potencialidades hidroeléctricas de grandes sitios en las Amazonas. Tres sitios son así estudiados : Angosto del Bala, Cachuela Esperanza en el Beni y Abapó en el Río Grande. Los caudales y sus regímenes ya fueron estudiados en Cachuela Esperanza (Bourges et al., 1982), mientras la cuenca del Río Beni es objeto actualmente de un estudio climato-hidrológico detallado, orientado en este sentido para el sitio hidroeléctrico de Angosto del Bala, el segundo más poderoso del país.

Los resultados obtenidos pueden ser integrados también a la planificación de un aprovechamiento de los recursos alimenticios tan prometedores de los llanos, tales como :

- la ganadería, muy dependiente de las inundaciones,
- la agricultura, que debe contar con la protección contra las inundaciones pero también con la irrigación en periodo de sequía.
- la pesca, los recursos piscícolas siendo una gran riqueza en la cuenca amazónica con una biología y biomasa de los peces estrechamente ligada a la hidrología. Estos estudios hidrológicos fueron llevados a cabo en esta región por ORSTOM.

## FISICO-QUIMICA Y TRANSPORTES SOLIDOS

Cuantificar el escurrimiento, los recursos hídricos, en las cuencas de un país, puede ser insuficiente para un proyecto de aprovechamiento. Es necesario conocer además, la calidad físico-química de las aguas y los transportes de sedimentos que tienen lugar en los ríos.

Es por ello que el Proyecto PHICAB estudia las variaciones en el espacio y en el tiempo, de las principales características físico-químicas y transportes de suspensiones.

El muestreo se ha realizado ya en épocas hidrológicas remarquables, aguas altas, bajas y medias en la cuenca Amazónica y el Altiplano, así como en forma más continua por muestras periódicas, sobre varios años, en las estaciones de la red hidrométrica PHICAB. Se analizan la salinidad global (conductividad), los iones mayores, la sílica y, se miden la temperatura, el pH, la turbiedad.

Se establecieron mapas de salinidades, mostrando la distribución de los iones en el conjunto de la cuenca amazónica (Roche et al., 1986). El modo de variación temporal de las salinidades fue identificado en las estaciones y una primera evaluación de los transportes de materia disuelta fue realizada desde las cuencas andinas hasta el río Madera (Roche et al., 1986; Roche y Fernández, 1987; Guyot et al., 1986-1987). Se estimó también los transportes de sedimentos desde los Andes hasta los llanos amazónicos en las subcuencas del Río Beni (Guyot et al., 1988). Los estudios continúan para una mejor caracterización de los diferentes medios acuáticos de Bolivia y de los regímenes de las variaciones temporales.

La aplicación de los resultados interesa, en primer lugar, a los recursos piscícolas por la identificación de los diferentes ecosistemas acuáticos. Por otra parte, la evaluación de los transportes de sedimentos es de primera importancia a causa de la información que proporciona sobre los riesgos de colmatación de los embalses de presas proyectadas en Angosto del Bala, Cachuela Esperanza, donde ya se evaluaron las cantidades así como en Abapó. Se debe mencionar también la necesidad de conocer la calidad del agua para uso agrícola, el abastecimiento de poblaciones o de fábricas. Además, los análisis químicos mostraron la contaminación producida lejos río abajo por las grandes ciudades tales como La Paz y Cochabamba.

## FORMACION DE PERSONAL

Afin de contribuir en proporcionar medios humanos al desarrollo de Bolivia, el Proyecto PHICAB asegura también una formación de campo y de estudios de gabinete a jóvenes bolivianos en la especialidad de la climatología, hidrología y físicoquímica



del agua.

Varios hidrólogos bolivianos se beneficiaron con una beca de ORSTOM para una formación local. Dos de ellos pudieron continuar su formación en el ORSTOM de Montpellier con un curso sobre la Hidrología Aplicada al Desarrollo, beneficiados por becas del Ministerio francés de Relaciones Exteriores.

Nueve estudiantes egresados de la UMSA, becados de ORSTOM y seleccionados por el IHH, defendieron ya su tesis con estudios realizados en el PHICAB. Otras cinco tesis se están preparando actualmente.

De una manera general, los diferentes participantes al proyecto PHICAB, tanto bolivianos como franceses, adquieren una formación complementaria "de contacto" por el trabajo realizado en común.

### CONCLUSION

El clima, las cantidades y calidades de las aguas son los temas centrales de los estudios del Proyecto PHICAB, el cual abarca entonces los factores entre los primordiales del desarrollo regional y nacional. Los resultados del Proyecto, estableciendo las relaciones entre estos factores se aplican a numerosos proyectos de aprovechamiento, principalmente en las áreas de la agricultura (cultivos, irrigación, ganadería), lucha contra las inundaciones y sequías, recursos piscícolas, recursos hidroeléctricos, construcción de carreteras y obras públicas, abastecimiento en agua de ciudades e industrias, navegación. Por otra parte, el PHICAB contribuye a la formación de personal en las especialidades del Programa permitiendo en particular la preparación de tesis de grado UMSA.

---

### BIBLIOGRAFIA

---

ABASTO, N., 1987 - Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Madre de Dios, Amazonía, Bolivia, Perú. PHICAB : CONAPHI-IHH-ORSTOM, Tesis UMSA, 295 p.

ABASTO, N., HOORELBECKE, R., ROCHE, MA., et al., 1985 - Características y calibración de la red hidrométrica PHICAB en la cuenca amazónica de Bolivia. PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, 120 p.

ABASTO, N., HOORELBECKE, R., ROCHE, MA., RUBIN DE CELIS, L., 1985 - Alturas de agua y caudales, limnigramas e hidrogramas de la red hidrométrica PHICAB en la cuenca amazónica de Bolivia. PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, 70 p.

APOTEKER, A., ROCHE, MA., RUBIN DE CELIS, L., 1985 - Programas informáticos para el procesamiento de datos de conductividad de agua, PHICABC. Goupil 3 Flex 9 Basic 8" ploter. PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, 21 p.

BOURGÉS, J., 1986 - La red hidrométrica del Phicab y los primeros resultados obtenidos. 1<sup>er</sup> Symposium de la recherche française en Bolivie, La Paz (sept. 1986) : 37-43.

BOURGÉS, J., 1987 - Aperçu sur les débits du Mamoré à Guayaramerín. PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, 11 p., multigr.

BOURGÉS, J., 1987 - Projet de Cachuela Esperanza. Etude sommaire des apports. PHICAB, 20 p., multigr.

BOURGÉS, J., CORTES, J., HOORELBECKE, R., 1987 - Estudio de los caudales del Mamoré en Guayaramerín. ORSTOM-SENAMHI, 29 p.

BOURGÉS, J., CORTES, J., HOORELBECKE, R., 1987 - Etude des débits du Mamoré à Guayaramerín. ORSTOM-SENAMHI, 29 p.

CHAVEZ, GA., 1987 - Generación de crecidas en la cuenca del Río Ichilo en base al modelo matemático HUIG, Amazonía, Bolivia. PHICAB: CONAPHI-IHH-ORSTOM, Tesis UMSA, 276 p.

CRUZ, C., 1987 - Balance hídrico superficial de la Cuenca del Río Itenez, Amazonía, Bolivia, Brasil. PHICAB: CONAPHI-IHH-ORSTOM, Tesis UMSA, 218 p.

ESPINOZA, OF., 1985 - Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Beni. PHICAB: IHH-ORSTOM-SENAMHI, Tesis UMSA, 181 p.

FERNANDEZ JAUREGUI, CA., ROCHE, MA., ALIAGA, A., PEÑA, J., 1987 - Los recursos hídricos en Bolivia. PHICAB: CONAPHI-IHH-ORSTOM, 20 p.

GARCIA, WA., 1985 - Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Mamoré. PHICAB: IHH-ORSTOM-SENAMHI Tesis UMSA, 110 p.

GOUZE, PH., FERHI, A., FONTES, JC., ROCHE, MA., 1987 - Composition isotopique (18O) de la matière organique des tourbières actuelles et holocènes en Bolivie. Résultats préliminaires et perspectives d'application en paléoclimatologie. Séminaire "Paléolacs-Paléoclimats", ORSTOM, Bondy, 29-30. Géodynamique 2(2). 113-116. ORSTOM.

GUYOT, JL., 1986 - Evolución en el espacio y el tiempo de las concentraciones de materia en solución y en suspensión de las aguas de la cuenca amazónica de Bolivia. 1<sup>er</sup> Symposium de la recherche française en Bolivie, La Paz (sept. 1986) : 48-53.

GUYOT, JL., CALLE, H., CALLE, M., QUINTANILLA, J., 1987 - Résultats d'une campagne d'échantillonnage en basses eaux en Amazonie bolivienne, en août-septembre 1986. PHICAB: IIQ-ORSTOM-SENAMHI.

GUYOT, JL., CALLE, H., QUINTANILLA, J., CALLICONDE, M., 1987 - Resultados de una campaña de muestreo en período de aguas bajas en la Amazonia Boliviana. Rev. Bol. Química, 7 (1): 36-50.

GUZMAN, WD., ROCHE, MA., 1985 - Programas de análisis pluviométricos (consistencia de datos mensuales para 50 estaciones, hietógramas mensuales de series de 30 años, análisis mensuales de la estación seca y húmeda para series mensuales de 30 años). Flex 9 BASIC GOUPIL 8" ploter. PHICAB: IHH-ORSTOM-SENAMHI, 24 p.

HERBAS, C., 1987 - Climatología de la cuenca andina y amazónica del Río Grande, Bolivia. PHICAB: CONAPHI-IHH-ORSTOM, Tesis UMSA, 240 p.

LOZADA, GA., 1985 - Balance hídrico superficial de la cuenca del Lago Titicaca. PHICAB: IHH-ORSTOM-SENAMHI. Tesis UMSA, 158 p.

MARIACA, JJ., 1985 - Balance hídrico superficial de la cuenca del Lago Poopó y los salares de Uyuni y Coipasa-Bolivia. PHICAB: IHH-ORSTOM-SENAMHI. Tesis UMSA, 203 p.

ROCHE, MA., 1982 - Les conditions d'une étude hydrologique en Amazonie Bolivienne. PHICAB: ORSTOM, 31 p.

ROCHE, MA., CANEDO, M., 1984 - Programa Hidrológico y Climatológico de la Cuenca Amazónica de Bolivia. Plaquette de présentation du PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, Folleto 4 p.

ROCHE, MA., ROCHA, N., 1985 - Mapa pluviométrico de Bolivia y regiones vecinas, 1/4 000 000. PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, 1 hoja offset.

ROCHE, MA., 1986 - Distribuciones espacio-temporales de los parámetros climatológicos sobre Bolivia. 1<sup>er</sup> Symposium de la recherche française en Bolivie, La Paz (sept. 1986) : 29-32.

ROCHE, MA., 1986 - Presentación general del PHICAB. 1<sup>er</sup> Symposium de la recherche française en Bolivie, La Paz (sept. 1986) : 26-28.

ROCHE, MA., 1987 - Les bilans hydriques des Andes et de l'Amazonie-Bolivie - Géodynamique 2(2): 97-98. ORSTOM.

ROCHE, MA., ABASTO, N., TOLEDE, M., CORDIER, JP., POINTILLART, C., 1986 - Mapa de las salinidades iónicas de los ríos de la Cuenca Amazónica de Bolivia. PHICAB: LHM-ORSTOM-SENAMHI, 1 hoja offset.

ROCHE, MA., ABASTO, N., TOLEDE, M., CORDIER, JP., POINTILLART, C., 1986 - Mapa de las concentraciones en aniones de los ríos de la Cuenca Amazónica de Bolivia. PHICAB: LHM-ORSTOM-SENAMHI, 1 hoja offset.

ROCHE, MA., ABASTO, N., TOLEDE, M., CORDIER, JP., POINTILLART, C., 1986 - Mapa de las concentraciones en cationes de los ríos de la Cuenca amazónica de Bolivia. PHICAB: LHM-ORSTOM-SENAMHI, 1 hoja offset.

ROCHE, MA., FERNANDEZ JAUREGUI, C., 1986 - Los balances hídricos de Bolivia. 1<sup>er</sup> Symposium de la recherche française en Bolivie, La Paz (sept. 1986) : 44-47.

ROCHE, MA., FERNANDEZ JAUREGUI, C., APOTEKER, A., ABASTO, N., CALLE, H., TOLEDE, M., CORDIER, JP., POINTILLART, C., 1986 - Reconnaissance hydrochimique et première évaluation des exportations hydriques et salines des fleuves de l'Amazonie bolivienne. PHICAB: IHH-LHM-ORSTOM-SENAMHI, 257 p.

ROCHE, MA., FERNANDEZ JAUREGUI, C., RONCHAIL, J., BOURGES, J., GUYOT, JL., 1986 - Participación del PHICAB al simposio de la investigación francesa en Bolivia. PHICAB: AASANA-IFEA-IBTEN-IHH-ORSTOM-SENAMHI, 35 p.

ROCHE, MA., FERNANDEZ JAUREGUI, C., 1987 - Ressources hydriques, salinités et exportations salines des fleuves de l'Amazonie bolivienne. PHICAB: ORSTOM-IHH-CONAPHI, 30 p.

ROCHE, MA., FERNANDEZ JAUREGUI, C., 1987 - Water Resources, Salinity and Salt Exportations of the Rivers of the Bolivian Amazon. Submitted to Journal of Hydrology. Elsevier. Amsterdam. (PHICAB).

RONCHAIL, J., 1985 - Situations météorologiques et variations climatologiques en Bolivie (Situations météorologiques - Analyses de séries climatiques - Inventaire de saisons exceptionnelles). PHICAB: AASANA-IFEA-ORSTOM-SENAMHI, 60 p.

RONCHAIL, J., 1985 - Relations de saisons remarquables avec la structure de l'atmosphère et les situations météorologiques sur l'Altiplano péruano-bolivien. PHICAB: AASANA-IFEA-ORSTOM-SENAMHI, 38 p.

RONCHAIL, J., 1986 - Variations climatiques hivernales à Santa Cruz de la Sierra. Amazonie bolivienne. PHICAB: AASANA-IFEA-ORSTOM-SENAMHI. Communication au Symposium Ecologique-Impacto del Desarrollo en la Ecología del Trópico Boliviano, Santa Cruz 1986, 16 p.

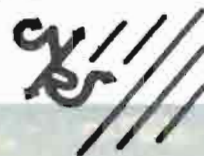
RONCHAIL, J., 1986 - Situations atmosphériques et précipitations comparées sur l'Altiplano et l'Amazonie - Bolivie. PHICAB: AASANA-IFEA-ORSTOM-SENAMHI, 36 p.

RONCHAIL, J., 1986 - Situations atmosphériques et températures comparées sur l'Altiplano et l'Amazonie - Bolivie. PHICAB: AASANA-IFEA-ORSTOM-SENAMHI.

RUBIN DE CELIS, L., ROCHE, MA., 1985 - Programas informáticos para el procesamiento de datos hidrométricos básicos PHICABHQ. Goupil 3 Flex 9 BASIC 8" ploter. PHICAB: ORSTOM-SENAMHI, 58 p.

---

# ACTAS DEL SEGUNDO SIMPOSIO DE LA INVESTIGACION FRANCESA EN BOLIVIA



LA PAZ 19-22 de Abril 1988