

LA RED HIDROMETRICA DEL PHICAB  
Y LOS PRIMEROS RESULTADOS OBTENIDOS

J. BOURGES

ZONA DE ESTUDIO

Aunque la zona de estudio de la parte hidrológica del proyecto PHICAB cubre toda la cuenca de afluentes del Río Madera, desde las cimas de los Andes, la actividad de campo y los primeros estudios están particularmente interesados en los llanos del Amazonas que es la parte más desconocida.

MOTIVACIONES

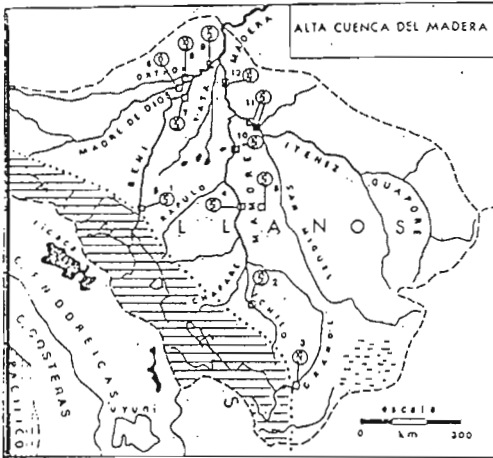
El conocimiento del régimen hidrológico de los ríos cuya cuenca cubre cerca del 80% de Bolivia es primordial para la planificación del desarrollo de algunas regiones todavía poco o nada explotadas.

Este estudio debería indicar los medios de prevención tanto contra las inundaciones como contra la sequía y aportar el material necesario de trabajo de anteproyectos para el desarrollo.

Finalmente, dentro del marco de la cuenca del Amazonas la contribución de Bolivia para el conocimiento de sus recursos y regímenes fluviales, puede constituir un aporte importante a la síntesis regionales que llegaran.

MEDIO : LA RED HIDROMETRICA

A fin de poder observar y estudiar los principales cursos de agua, 13 estaciones hidrométricas han sido implantadas, desde los Andes hasta el afluente con el río Madera : cinco sobre la cuenca del Beni, y ocho sobre la del Mamoré. Aunque el número de estas estaciones parezca poca en relación a la superficie abarcada por los cursos de agua, es difícil



- Las estaciones de la red -  
(Abasto M. & Al. - 1985)

difícil aumentar la densidad de estaciones debido a la imposibilidad de encontrar observadores serios en estas regiones poco habitadas y, también debido al costo de mantenimiento y de explotación de estas estaciones.

En cada estación, un observador efectúa dos veces al día lecturas sobre la escala limnométrica que indica el nivel del agua. Cuando se realiza una gira bimestral, un agente del PHICAB controla

la calidad de las observaciones, mide el caudal, y si es necesario efectúa el mantenimiento de las estaciones.

Cuando es imposible de contratar un observador competente, o cuando las variaciones del nivel de agua son rápidas, como en las estaciones al pie de los Andes, dos lecturas por día no son suficientes para restituir la forma de las curvas de variación. Entonces es conveniente instalar un limnógrafo, aparato que permite registrar continuamente las alturas de agua.

Aunque en algunos casos, como al momento de la previsión de las crecidas en caso de riesgo de inundaciones, el factor tiempo es preponderante y es muy importante obtener datos en tiempo real. Para esto se utiliza un teletransmisor y se asocia al limnógrafo un emisor que por el intermedio de un satélite, Argos o Meteosat, o directamente por radio, transmite los datos al mismo instante a la estación de recepción del servicio hidrológico nacional.

#### MÉTODOS

Todo estudio hidrológico se efectúa sobre la base de un caudal, que es el parámetro más representativo de un curso de agua. Es conveniente, por tanto conocer, con un máximo de precisión, las observaciones en el campo con carácter regular y permanente.

Sobre esta figura, se puede ver que los caudales medios anual varían poco de un año a otro, excepto por el año 1982. Si nos interesamos por los aportes del Mamoré en Puerto Siles son más importantes que los del Itenez en la desembocadura.

APORTES DEL MAMORE

Nombre estación	Abapo	Puertos Siles	Vuelta Grande	Guayaramer
Superficie Cuenca (Km <sup>2</sup> )	60.000	220.000	310.000	580.000
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	260	4.500	2.500	7.400
Volumen aportado (hm <sup>3</sup> = 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	8,2	142	79	233
Caudal específico (l/s/km <sup>2</sup> )	4,3	21,4	8,3	12,5

Sobre el río Beni, los caudales medios son más fuertes, y sobre todo los caudales específicos.

APORTES DEL BENI

Nombre estación	Angosto del Bala	Portachuelo	Cachuela Esperanza
Superficie cuenca (Km <sup>2</sup> )	68.000	120.000	280.000
Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)	1.900	5.000	14.000
Volumen aportado (hm <sup>3</sup> = 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	60	158	441
Caudal específico (l/s/km <sup>2</sup> )	28	41,6	50

3. Caudales extremos máximos y mínimos

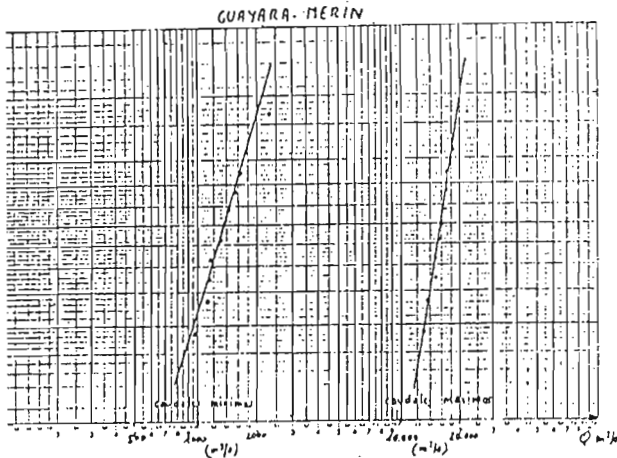
En numerosos casos, no es suficiente conocer los volúmenes globales de los aportes. También hay que determinar, en el caso de ciertos proyectos, los caudales máximos o mínimos y su frecuencia de retorno. Para eso se utiliza el estudio estadístico.

### 3.1. Análisis estadístico de los caudales

Cuando los datos son bastante abundantes para que los métodos estadísticos tengan cierta representatividad, se utiliza para las crecidas máximas, mínimas o para los promedios ajustes sobre leyes estadísticas.

Las leyes generalmente usadas son :

- las leyes de Gauss, Galton, Pearson III para los caudales medios, anuales o mensuales.
- Las leyes de Gumbel, Frechet, Goodrich y Pearson III para los caudales extremos.



El estudio de los regímenes hidrológicos es demasiado reciente para permitir tener en cuenta los resultados generales, pero por ejemplo se puede mencionar el ajuste de los caudales máximos conseguidos por el Brasil en Guayaramerín durante un periodo de 11 años (Fig. 5).

Excepto el año 1982 que, tanto por su estiaje, como por su

FIG-5-

crecida máxima es excepcional, el ajuste se hace bastante bien en relación con una ley de Gumbel. De este tipo de diagrama, se puede después sacar los valores de las crecidas decenales o vigésimas, secas o húmedas y de los estiajes.

### 3.2. Crecidas máximas

Dada la brevedad del periodo de observación de las estaciones, solo se puede fundar estas estadísticas sobre periodos cortos y por consecuencia menos fiables. Entonces, en primera aproximación, tendríamos :

CAUDALES MAXIMOS

Cuenca	Estación	anual	decenal	veintenal
Mamoré	Puerto Siles	4.500	14.000	17.000
	Guayaramerin	7.400	20.000	24.000
Beni	Angosto del Bala	1.900	17.000	20.000
	Cachuela Esp.	14.000	40.000	45.000

sea un caudal específico de crecida decenal que varía de 30 a 60 l/s/km<sup>2</sup>, en el río Mamoré y de 140 a 250 l/s/ km<sup>2</sup> en el río Beni.

3.3. Estiaje

De la misma manera que para las crecidas máximas, tenemos en la cuenca del Mamoré :

CAUDALES DE ESTIAJE

	Caudal (m <sup>3</sup> /s)		Caudal específico (l/s/Km <sup>2</sup> .)	
	anual	decenal	anual	decenal
Puerto Siles	900	600	4,1	2,7
Guayaramerin	1.450	1.000	2,5	1,7

Tanto como para las crecidas máximas como para los estiajes, esos valores seran probablemente modificados a medida que el alargamiento del periodo de observación permitira de precisarlos.

CONCLUSION

Todos los resultados no constituyen más que el principio del estudio más amplio y más profundo. Son el fruto de una estrecha colaboración entre ORSTOM y SENAMHI en el seno del PHICAB. Se espera que las pérdidas de datos y la mala calidad de observaciones que nos han privado de buenas series de resultados en el pasado, debido principalmente a la insuficiencia de las observaciones, cambiaran en el futuro.