

APORTACIONES DE SEDIMENTOS POR EL RIO BENI A
LOS SITIOS POTENCIALES DE PRESAS

Jean Louis GUYOT ^x
Héctor CALLE & José CORTES ^{xx}
María C. BARRAGAN ^{xxx}

El Río Beni, con el Río Mamoré, forman el Río Madera, el más grande de los afluentes meridionales del Amazonas. En su confluencia con el Río Mamoré, después de Cachuela Esperanza, el Río Beni drena una cuenca vertiente de 282000 Km², de los cuales 40% están situados en la Cordillera Oriental de los Andes bolivianos y peruanos.

El Río Beni ha sido, desde hace mucho tiempo, objeto de estudios de factibilidad, concernientes a proyectos de presas para la producción de electricidad. Hoy en día, los lugares de Angosto del Bala, a la salida de los Andes (ENDE, 1984) y , de Cachuela Esperanza, aguas arriba de la confluencia con el Río Mamoré (ENDE, 1985), han sido retenidos (fig. 1).

Además de los aspectos sobre las reservas hídricas (Bourges, j., 1987), es necesario tomar en cuenta los fenómenos de sedimentación de los materiales en suspensión transportados por estos cursos de agua. Cuando las cargas de sedimentos son importantes, existe un riesgo real de colmatación de todo o de una parte de lo retenido, reduciendo así el volumen útil de la reserva necesaria para el buen funcionamiento de la central hidroeléctrica.

Para esto, la evaluación de las cantidades de sedimentos en suspensión y la caracterización del régimen de transporte por el Río Beni, desde las cabeceras de la cuenca andina, hasta el Río Madera, han sido realizadas en Bolivia (Guyot, J.L. & al., 1988). El estudio ha sido dirigido por el PHICAB (Programa Hidrológico y Climatológico de Bolivia, proyecto ORSTOM-SENAMHI-UMSA). Las medidas hidrométricas y de cargas en suspensión provienen de ocho estaciones de la red del SENAMHI para la zona andina y de cinco estaciones de la red PHICAB para la llanura amazónica (cuadro 1).

x ORSTOM. Casilla 8714, La Paz-Bolivia.
xx SENAMHI
xxx UMSA IHH



506.139

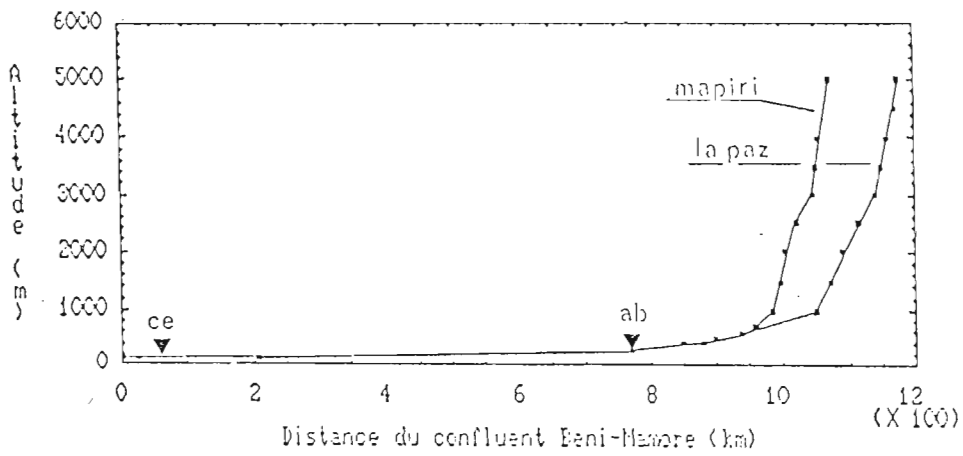
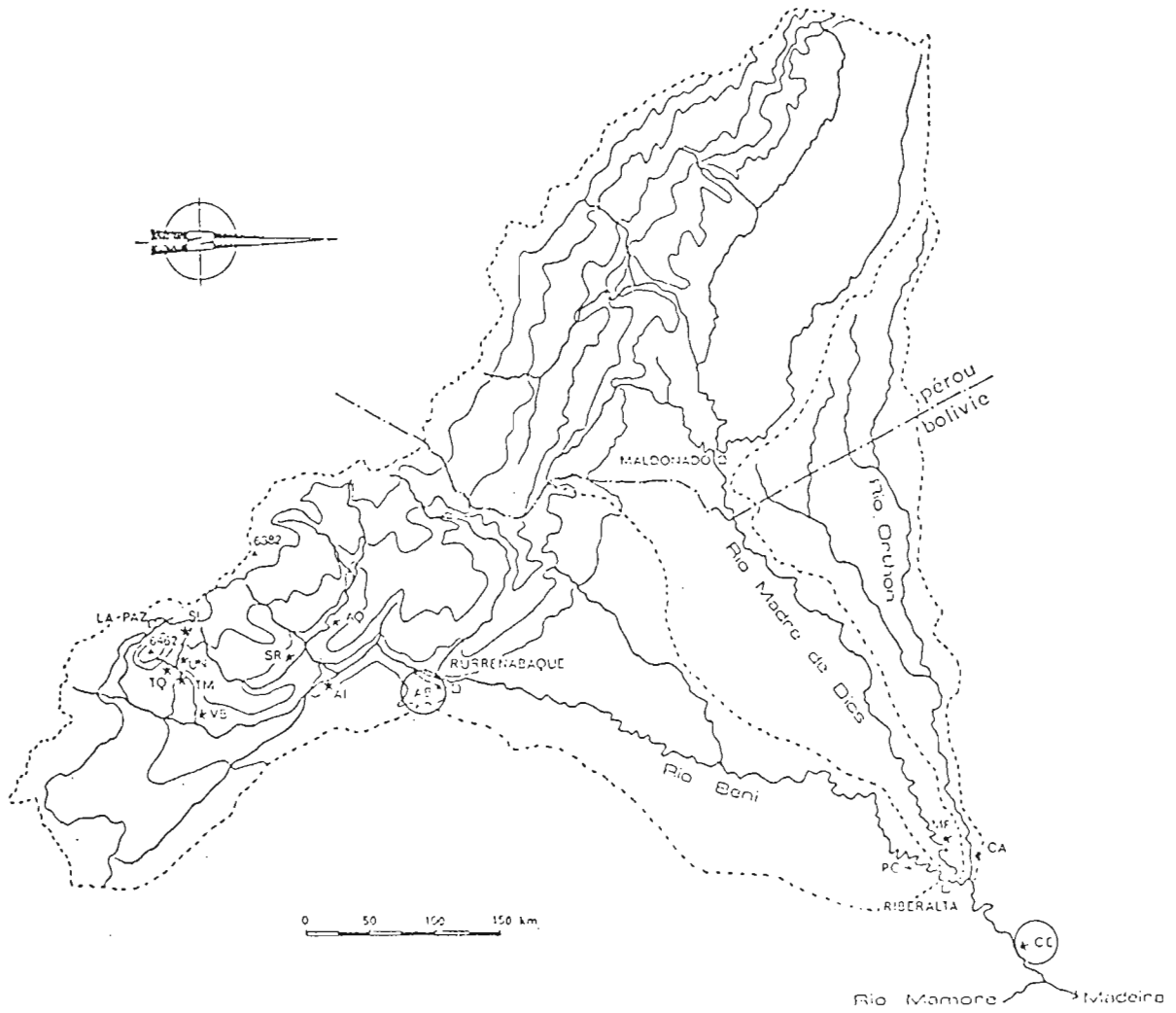


Fig. 1 - Localisation de las estaciones y perfil longitudinal del Rio Beni.
Codigo de las estaciones : ver tabl. 1

CUADRO 1 : Características de las estaciones

Código Estación	Estación	Río	Altura (m)	Superf. (Km ²)	Org.	Período de obs.
SI	Sirupaya	Unduavi	1800	272	SENAMHI	83-86
UN	Puente Villa	Unduavi	1200	359	SENAMHI	83-85
TQ	Puente Villa	Taquesi	1200	595	SENAMHI	83-85
TM	Puente Villa	Tamampaya	1185	954	SENAMHI	75-85
VB	Villa Barrientos	Tamampaya	1050	1440	SENAMHI	75-84
AQ	Angosto Quercano	Mapiri	600	10560	SENAMHI	75-79
SR	Santa Rita B.A.	Coroico	435	4700	SENAMHI	76-77
AI	Angosto Inicua	Alto-Beni	420	29640	SENAMHI	75-84
AB	Angosto del Bala	Beni	284	67160	SEN.PHICAB	75-87
PC	Portachuelo	Beni	140	119040	PHICAB	83-87
MF	Miraflores	Madre Dios	140	124220	PHICAB	83-87
CA	Caracoles	Orthon	130	32270	PHICAB	83-87
CE	Cachuela.Esp.	Beni	124	282470	PHICAB	83-87

La evolución del contenido de materiales en suspensión sigue, aproximadamente, la evolución de los caudales. Los máximos caudales sólidos coinciden con los máximos hidrológicos. Los períodos de aguas altas suministran de esta manera, gran parte de los sedimentos (fig. 2). Es por lo tanto, entre Diciembre y Abril que pasa lo esencial del caudal sólido, con valores oscilantes de 86% (Río Tamampaya a Puente Villa) de 95% (río Coroico a Santa Rita) del volumen anual para los Andes, y de 70% (Río Orthon a Caracoles) de 93% (Río Beni a Portachuelo), para los llanos.

Los regímenes de sedimentos, diferentes en los llanos y en los Andes, presentan distribuciones de frecuencias características de cada sistema hidrológico (fig. 3).

Así, en los Andes, los ríos Unduavi (Sirupaya y Puente Villa) y Taquesi (Puente Villa) que forman el Río Tamampaya (Puente Villa y Villa Barrientos), presentan distribuciones muy distintas: unimodale con poca dispersión por el Río Taquesi, plurimodale con gran dispersión por el Río Unduavi y después el Río Tamampaya. Estas diferencias provocadas en gran medida por la diferente geología de sus cuencas, se observan también el el caso del Río Coroico (Santa Rita) y Mapiri (Angosto Quercano).

En los llanos, la sedimentación en el curso del Río Beni de una gran parte de los sedimentos, se manifiesta por una homogeneización de las concentraciones, dando así una distribución en Portachuelo que tiene mucho menos dispersión que en Angosto del Bala. Este fenómeno se agrava con los aportes de los ríos Madre de Dios (Miraflores) y Orthon (Caracoles) que tienen un régimen de sedimentos regular.

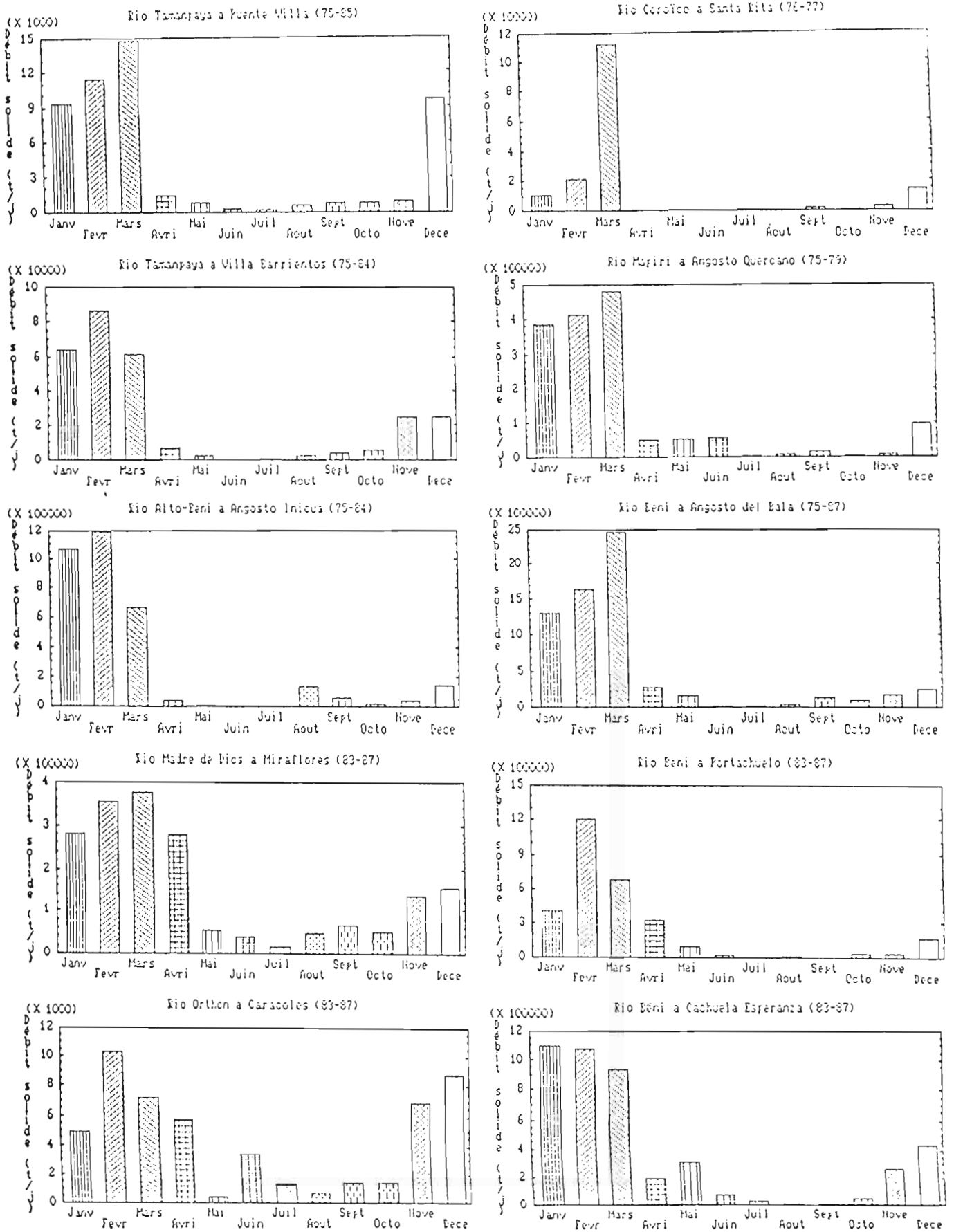


Fig. 2 - Regimen de los caudales solidos

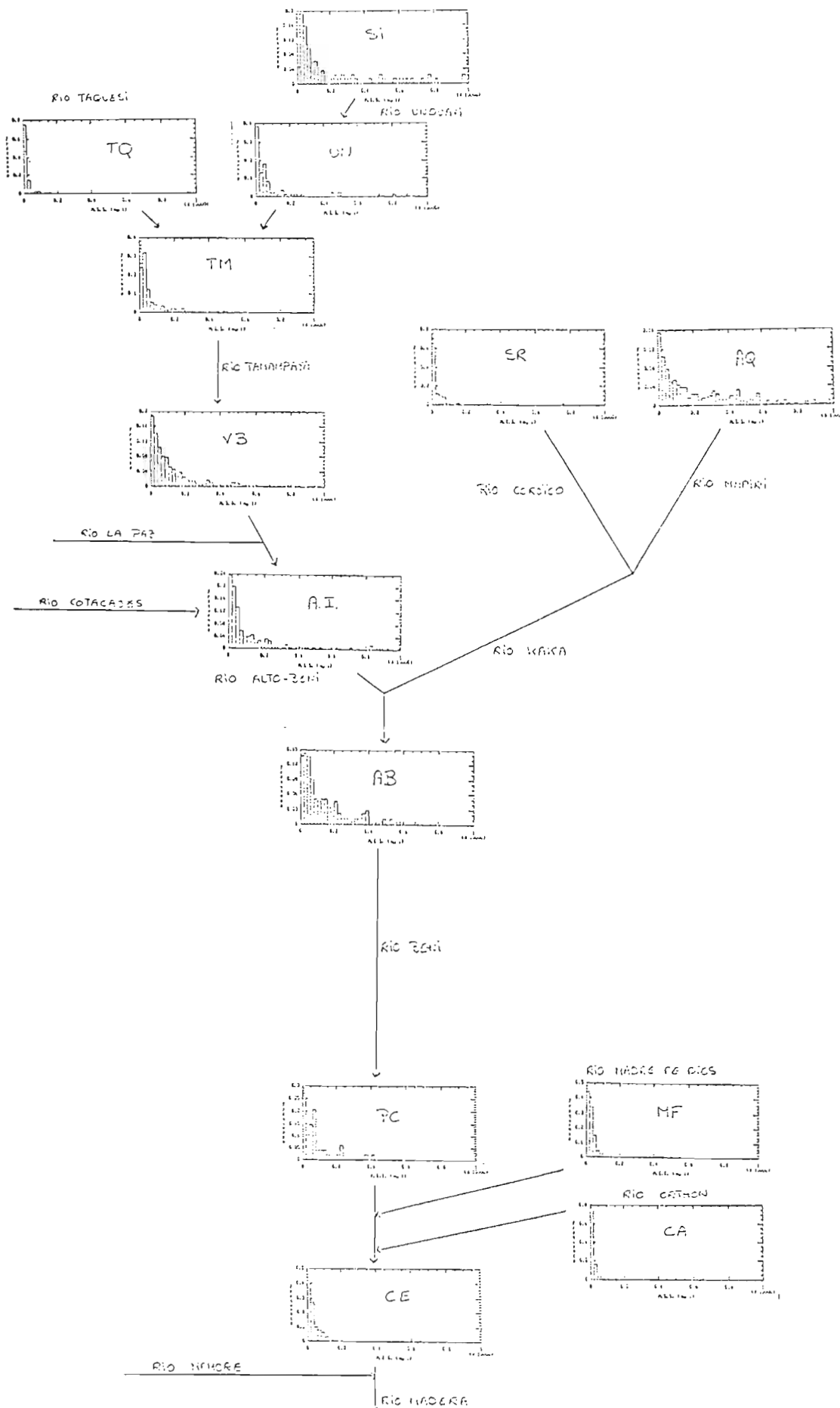


Fig. 3 - Distribuciones de los sedimentos

El flujo máximo de sedimentos es observado a la salida de los Andes (550000 t/día a Angosto del Bala), que representa una tasa de erosión macánica de la cordillera del orden de 3000 t/Km².año.

Tasas superiores, hasta 6000 t/Km².año son observadas en cuencas menos importantes como el Río Tamampaya, el Río Mapiri y el Río Alto-Beni, que están aguas arriba del sistema que corresponde a una zona de mayor pluviosidad, mayor pendiente y una cobertura vegetal reducida, de mayor erosión potencial (Cuadro 2).

En los llanos, estas tasas de erosión disminuyen bajo el doble efecto de la dilución por los afluentes de la selva y sobre todo por los fenómenos de sedimentación en los períodos de inundación. Así, después de un recorrido de 600 kilómetros en la llanura, el Río Beni a Portachuelo presenta un flujo de 250000 t/día de sedimentos, es decir únicamente el 46% del volumen evacuado por los Andes a Angosto del Bala. La tasa de sedimentación en los llanos puede ser estimada en 2100 t/Km².año, aproximadamente.

Finalmente, en su confluencia con el Río Mamoré, el Río Beni y sus principales afluentes, el Madre de Dios y el Orthon, aportan al Río Madera 375000 t/día de sedimentos (Guyot, J.L. & al., 1988).

Cuadro 2 : Principales resultados del caudal sólido

Código Estación	Caudal medio (m ³ /s)	M.E.S. (mg/l)	Caudal sólido (ton./día)	Tasa de erosión (ton./Km ² .año)
SI	(16)	2790	(3840)	(5180)
UN	(21)	1075	(1920)	(1980)
TQ	(35)	281	(822)	(521)
TM	56	801	4380	1660
VB	72	1950	23600	6000
AQ	475	1930	131000	4540
SR	250	589	14000	1090
AI	825	1920	281000	3460
AB	2365	1350	550000	2990
PC	2700	818	250000	768
MF	5460	281	154000	452
CA	501	131	4380	50
CA	9510	355	375000	485

x Los datos entre paréntesis son estimados

El proyecto de Angosto del Bala, proveera un potencial de 1600 MW, con una presa de arco de 205 metros de altura y 400 metros de longitud, con un volumen retenido de 118 Km³ (ENDE, 1984).

El proyecto de Cachuela Esperanza con un caudal de reserva de 6000 m³/s, proveera un volumen retenido de 35 Km³ (ENDE, 1985 & Bourges, J., 1987).

Con los flujos de sedimentos observados en las dos estaciones y, considerando la hipótesis pesimista que la totalidad de materia en suspensión sedimente, el tiempo de colmatación es respectivamente del orden de 600 años para Angosto del Bala y de 400 años para Cachuela Esperanza (Barragan, M.C., Inédito).

BIBLIOGRAFIA

ABASTO, N., 1987 - "Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Madre de Dios." - Tesis de grado UMSA La Paz - Publ. PHICAB - 265 p.

ABASTO, N.; HOORELBECKE, R.; ROCHE, M.A.; RUBIN DE CELIS, L., 1985 - Alturas de agua y caudales, limnigramas e hidrogramas de la red hidrométrica Phicab en la cuenca amazónica de Bolivia. - Publ. PHICAB - 70 p.

BOURGÉS, J., 1986 - La red hidrométrica del Phicab y los primeros resultados obtenidos. - Primer Simposio de la Investigación Francesa en Bolivia, La Paz, Septiembre 1986 - p. 37-43.

BOURGÉS, J., 1987 - Projet de Cachuela Esperanza. Etude sommaire des débits. - Publ. PHICAB - 17 p.

E.N.O.E., 1984 - Plan director de desarrollo y aprovechamiento del Río Beni en el Angosto del Bala. - Publ. Empresa Nacional de Electricidad de Bolivia - 24 p.

E.N.O.E., 1985 - Proyecto hidroeléctrico de Cachuela Esperanza. Estudio de factibilidad hidrológica. - Publ. Empresa Nacional de Electricidad de Bolivia.

ESPINOZA, o., 1985 - Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Beni (Amazonia, Bolivia). - Tesis de grado - UMSA, La Paz - Publ. PHICAB - 181 p.

GUYOT, J.L., 1986 - Evolución en el aspecto y el tiempo de las concentraciones de materia en solución y en suspensión, de las aguas de la cuenca amazónica de Bolivia. - Primer Simposio de la Investigación Francesa en Bolivia, La Paz, Septiembre 1986 - p. 48-53.

GUYOT, J.L.; CALLE, H.; QUINTANILLA, J.; CALLICONDE, M., 1987 - Resultados de una campaña de muestreo en período de aguas bajas en la Amazonia boliviana. - Revista Boliviana de Química 7(1) - p. 36-50.

GUYOT, J.L.; BARRAGAN, M.C.; BOURGÉS, J.; CALLE, H.; CORTES, J.; HOORELBECKE, R.; ROCHE, M.A., - (a salir) - Exportation de matières en suspension des Andes vers l'Amazonie par le Río Beni, Bolivie. - Sediment budgets, Porto Alegre, December 1988 - IAHS Publ.

ROCHE, M.A.; FERNANDEZ, C.; APOTEKER, A.; ABASTO, N.; CALLE, H.; TOLEDE, M.; CORDIER, J.P.; POINTILLARD, C., 1986 - Reconnaissance hydrochimique et première évaluation des exportations hydriques et salines des fleuves de l'Amazonie bolivienne. - Publ. PHICAB - 256 p.

ACTAS DEL SEGUNDO SIMPOSIO DE LA INVESTIGACION FRANCESA EN BOLIVIA



LA PAZ 19-22 de Abril 1988