



Hidrogeodinámica de la Cuenca
Amazónica
Hydrogéodynamique du Bassin
Amazonien

IRD - INAMHI

**46^{va} Comisión de aforos,
muestreo de agua y sedimentos
Cuenca del Río Napo**

Quito ↗ Tena ↗ Coca
↗ San Sebastián ↗ Lago Agrio ↗ Quito
Código E- 46: (12 de mayo – 14 de mayo)



Fig.1 Río Napo

*Jean- Loup Guyot, Elisa Armijos, Philippe Magat,
Luc Bourrel y Rodrigo Pombosa*



Gustavo Garcia
Director Ejecutivo del INAMHI

Gustavo Gómez
Director de Hidrología del INAMHI

Rodrigo Pombosa
Coordinador INAMHI del Proyecto HYBAM/Ecuador

Pierre Gondard
Representante del IRD en Ecuador

Jean Loup Guyot
Responsable del proyecto HYBAM, UR 069 – Toulouse

Philippe Magat
Coordinador INAMHI del Proyecto HYBAM/Ecuador

Edición del informe

Phillippe Magat

IRD - Ecuador

Publicación HYBAM
Quito
mayo de 2004

SUMARIO

- 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN**
- 2. PARTICIPANTES**
- 3. ACTIVIDADES**
 - 3.1 Medición de caudales
 - 3.2 Muestras de agua y sedimento
 - 3.3. Mediciones “ in situ”
 - 3.4. Filtraciones de las muestras
- 4. RESULTADOS**
 - 4.1. Mediciones de caudales
 - 4.2. Muestreo de agua y sedimentos
- 5. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN**
- 7. Conclusiones
- Léxico**
- ANEXOS**

Lista de fotos:

Foto 1: Río Napo

Lista de figuras:

Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas del l Río Napo)

Figuras 2 y 3: Limnigramas diarios (datos brutos), y curvas de gasto

Lista de tablas:

Tabla 1: Cronograma de la comisión E- 46

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales.

Tabla 3: Características de los puntos de muestreo (Mediciones físico-químicas “in situ”)

Lista de anexos:

Anexo 1: Gráficos de medición de caudales con ADCP (perfiles batimétricos y campo de repartición de velocidades e intensidades en las secciones estudiadas).

Anexo 2: Observaciones y estado de las estaciones visitadas.

La localización de las estaciones de medición de caudales y de los puntos de muestreo, así como el flujograma de muestreo, tratamiento de muestras y datos DGPS, son colocados en el fascículo “0” común a todas las comisiones respectivamente.

1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

El principal objetivo es continuar con la calibración de las estaciones de referencia del proyecto HYBAM con el uso de una nueva tecnología de medición de caudales: un ADCP modelo 1200 kHz adaptado a las configuraciones de los ríos ecuatorianos.

También se continuó el estudio de los flujos sedimentarios en la cuenca oriental del Río Napo (Figura 1), con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES.

Se realizaron en 3 días de comisión, 12 aforos en 2 secciones diferentes, con muestreos sedimentarios y geoquímicos.

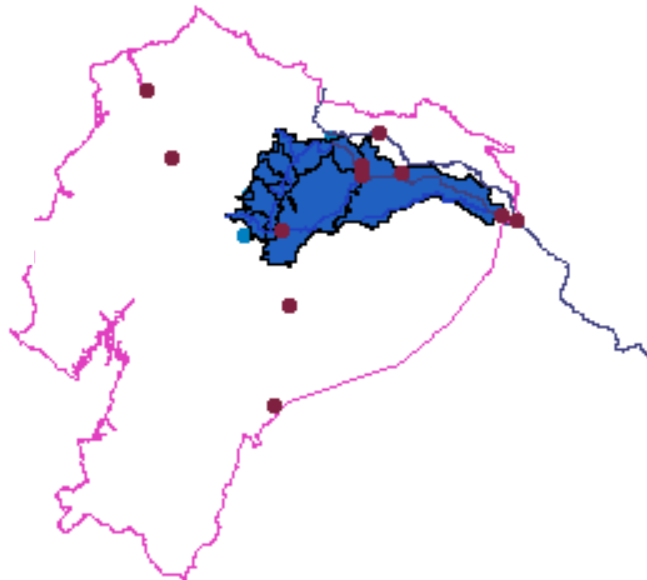


Figura 1: Localización de la Cuenca del Río Napo con sus estaciones de referencia Proyecto HYBAM-Ecuador

2. PARTICIPANTES :

✍ IRD	- (Lima)	Jean Loup Guyot
✍ IRD	- (Toulouse)	Luc Bourrel
✍ IRD	- (Quito)	Philippe Magat
✍ INAMHI	- (Quito)	Rodrigo Pombosa
✍ INAMHI	- (Quito)	Elisa Armijos

3. ACTIVIDADES

3.1 Medición de caudales

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 kHz. con un soporte metálico.

3.2 Muestras de agua

Se realizó tres muestreos, previa homogenización con el agua del mismo río para acondicionar los frascos antes de tomar la muestra definitiva.

Las muestras para análisis específicos de la materia en suspensión y de la materia disuelta del agua fueron tomadas desde una lancha localizada al frente de la corriente; con la lancha colocada en 25%, 50 y 75% de la sección de medición. En cada vertical se realizó cada vez tres muestreos puntuales: en la superficie, en el medio y en el fondo.

3.3. Mediciones “in situ”

La temperatura, la conductividad, el pH y la turbiedad del agua fueron medidas con los siguientes aparatos:

1. Conductímetro WTW LF 318 ($A_p = \pm 0.1 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 25°C)
2. pH metro WTW PH 320 ($A_p = \pm 0.01$)
3. Turbidímetro AQUALITYC ($A_p = \pm 0.01$ NTU)

Las localizaciones (latitud, longitud) de los puntos de muestreo fueron medidas con:

3. GPS GARMIN 12XLS ($A_p = \pm 3-10$ m)
con el Sistema WGS 84

En ciertos casos en ausencia de reglas limnimétricas (ejemplo del puente sobre el río Coca), la cota del río fue medida con una cinta a partir de una marca sobre el puente. En estos casos, tenemos cotas negativas. En valor absoluto, cuando más grande está la cota, más bajo está el nivel del río.

3.4. Filtración de las muestras

Todas las muestras fueron filtradas en el laboratorio Hybam al regreso a Quito, e inmediatamente conservadas en una caja refrigerante.

Para la determinación de la materia en suspensión (MES), fue utilizada una unidad de filtración frontal con 3 unidades (Sartorius), ligada a una bomba de aire, con filtros de acetato de celulosa de $0.45\mu\text{m}$ de porosidad. El líquido filtrado esta destinado al análisis de los elementos disueltos mayores (cf. an 4).

4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN

Se visitó la Cuenca del Napo con etapa de 3 días de Quito, Fco. de Orellana, San Sebastián, Nueva Loja y regreso a Quito.

Tabla 1: Cronograma de la comisión E_ 46

	Ciudades	Quito ? Tena	? Fco. Orellana	? Nueva Loja- Quito
Personal	Sigla	12-mayo	13- mayo	14- mayo
Jean Loup Guyot	JLG	++	++	++
Luc Bourrel	LB	++	++	++
Philippe Magat	PM	++	++	++
Rodrigo Pombosa	RP	++	++	++
Elisa Armijos	EA	++	++	++
Número de personas	5	5	5	5
Número de días		1	2	3

Leyenda

Etapas terrestres (carro/bus)	+
Etapas de trabajo	+

12 de mayo:

- Viaje Quito – Tena – Misahualli- Tena por tierra con visita a la Estación de Jatunyacu D.J.Iloculin sobre el río Jatunyacu Muestreo de agua y de arcillas en la estación. (Alt. GPS: 532m, Y: -01,08672; X: -77,92093) - trabajo con el observador, pago de su trabajo hasta el mes de abril de 2004.
- En Puerto Misahualli, muestreo de agua y de arcillas del río Misahualli, (altitud GPS: 404 m, Y: -01,03371, X: -77,66486.
Se obtuvo referencia de precios para el alquiler de canoas.

13 de mayo:

- Viaje Tena hasta Francisco de Orellana (Coca) sobre el río Napo.
- Visita al pie del volcán Sumaco para obtener información y ubicar el sitio apropiado de instalación de una estación fija DGPS, para la comisión Napo 2004. Alt. GPS del pueblo de Pacto Sumaco: 1300- 1400m. , (Y: 0,40082; X: 77,35767) Alt. prevista para la estación “fija” DGPS: 1900m. Contactos: Luis Andí, y Flavio Alvarado Tel.: 098 354548..
- En Fco. de Orellana
- Verificación del orphimedes, el cual tiene una programación de medición de hora en hora y la lectura del orphimedes corresponde a la cota de la regla del muelle militar.. El 13/05/04

era de 3,49m. a las 16:00 h.

- Aforo del Río Napo en Fco. de Orellana (11 mediciones) y muestreo sólido en tres puntos de la sección. Se contó con la compañía de integrantes del IRD: J.Boulluègue, J.Bourgois y P. Gondard.
- Muestreo para el Proyecto ORE por Elisa.

✍ 14 de mayo:

- Aforo en San Sebastián sobre el río Coca; solo se pudo realizar un aforo debido a problemas técnicos en la alimentación de las computadoras. Por lo que se debe prever otro inversor o una alimentación directa (baterías *en serie* para conseguir 18 volts. Muestreo de agua superficial y muestra de arcilla.
- En la estación de Nueva Loja sobre el río Aguarico (puente), se recuperó muestras desde noviembre 2003. Se decidió continuar el trabajo del observador con ritmo decadal. Parece que paso unas crecidas en abril.
- Regreso a Quito.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales

Río	Estación	Código HYBAM	Código INAMHI*	Fecha	Hora	Cota media	Ancho (m)	Caudal (m³/s)	N° Medi.	dQ %	Caudal con GPS
Napo	Fr. De Orellana (Coca)	10 080 900	HB25	13/05/04	16h20	3,48	219	929	11	4,38	-
Coca	San Sebastián	10 081 900	HB24	14/05/04	09h35	-11,58 3,42	141	362	1	-	-

Total 2 secciones; 12 perfiles.

Tabla 3: Características de los puntos de muestreo (Mediciones físico-químicas "in situ" de las muestras de comisión)

código	Río	Estación	Fecha	Latitud	Longitud	muestra	Profundidad	Temp.	CE	pH	Turb.	MES	Alc
				<i>muestreo</i>	<i>muestreo</i>	N°	(m)		($\mu S/cm$)		NTU	mg/l	mg/l
10080200	Jatunyacu	D.J.Iloculin	12/05/2004	-01,86720	-77,92093	01	0,20	19,1	81,9	7,86	56	80	39,7
	Misahualli	Misahualli	12/05/2004	-01,03369	-77,66487	01	0,20	22,3	37,3	7,33	26	20	19,8
	Suno	Loreto	13/05/2004	-00,69538	-77,30999	01	0,20	25,1	115,7	8,01	3	5	56,4
	Payamino	Payamino	13/05/2004	-00,44241	-77,00690	01	0,20	25,8	59,6	7,20	56	70	64,1
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47228	-76,97886	01	0,20	25,6	69,9	7,30	54	62	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47228	-76,97886	01	3,00	25,7	69,7	7,24	65	85	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47228	-76,97886	01	6,00	26,0	71,0	7,30	68	104	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47255	-76,97869	02	0,20	25,5	70,0	7,24	63	98	35,1
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47255	-76,97869	02	3,50	25,5	71,6	7,24	66	105	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47255	-76,97869	02	7,00	25,6	71,7	7,24	68	98	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47277	-76,97815	03	0,20	25,4	74,0	7,22	64	92	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47277	-76,97815	03	4,00	25,6	73,5	7,20	74	103	
10080900	Napo	Fr. de Orellana	13/05/2004	-00,47277	-76,97815	03	8,00	25,5	73,6	7,23	72	113	
10081900	Coca	San Sebastián	14/05/2004			01	0,20	22,2	131,7	7,87	99	150	
10081900	Coca	San Sebastián	14/05/2004			02	0,20	22,2	131,6	7,80	96	171	51,9
10081900	Coca	San Sebastián	14/05/2004			03	0,20	22,2	131,5	7,78	102	133	

Leyenda :

(*) = los MES son determinados en laboratorio

(**) = propiedades de la muestra superficial de la vertical media

La alcalinidad fue medida en el laboratorio

Coordenadas Punto de muestreo:

en negrita= GPS sistema WGS 84 (desde 01/01/2003) (sistema actual)

Altitudes:

en normal : altitud GPS

en itálico negrita: altitud DGPS

4. RESULTADOS

4.1. Mediciones de caudales

La época de la comisión EQ46 (Mayo) está caracterizada por aguas en crecidas fulgurantes en la cuenca del río Napo (Fig. 2), pero esta vez las aguas eran medias altas.

La localización (orillas izquierda y derecha) de las secciones de medición fueron determinadas con geoposicionamiento por satélite (GPS) y ploteadas en los mapas planimétricos del IGM en la escala 1/500 000 (Anexo 1, fascículo "0").

Los resultados de las mediciones de caudales en las 2 secciones con correntómetro acústico de efecto Doppler (ADCP) de frecuencia de 1200 kHz, son resumidos en **la tabla 2** y los gráficos del software WINRIVER (RDI) se encuentran en el **anexo 1**.

La metodología adoptada consiste en calcular la media aritmética de 4 aforos (es decir durante dos recorridos de ida y vuelta entre las orillas) en la misma sección. La medición es considerada "buena" (desvío $dQ < 5\%$) cuando la velocidad media en la sección es $> 0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y cuando la parte del caudal realmente medida con el ADCP es $> 50\%$ del caudal total.

Durante esta comisión, la mayoría de las mediciones de caudales presentan un desvío $dQ < 5\%$ dentro de una misma sección con diferentes mediciones, el desvío observado esta de 4,38 % en función de las características de la sección.

El desvío dQ corresponde a :

$$dQ (\%) = \text{DESVIACION ESTANDAR (Q)} / \text{MEDIA (Q)} \times 100$$

Para cada sección de medición de caudal, en el anexo 1 se presentan 3 gráficos que corresponden respectivamente a:

1. la trayectoria del barco (línea roja) y velocidades superficiales en las primeras celdas (líneas azules).
2. el perfil de las velocidades en la sección.
3. las intensidades del "beam3" del ADCP.

Los resultados de las comisiones del proyecto HYBAM permiten completar o realizar las curvas de gasto de las estaciones de la red de referencia de MES del proyecto HYBAM y de la red del INAMHI (fig. 3).

5, FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

La campaña E-46 fue financiada por el IRD (Programa HYBAM), con el apoyo técnico del personal del INAMHI y del material, (vehículos, aparatos) del IRD.

6. CONCLUSIONES

Se realizaron en 3 días de comisión, 12 aforos en 2 secciones diferentes con muestreos sedimentarios y geoquímicos.

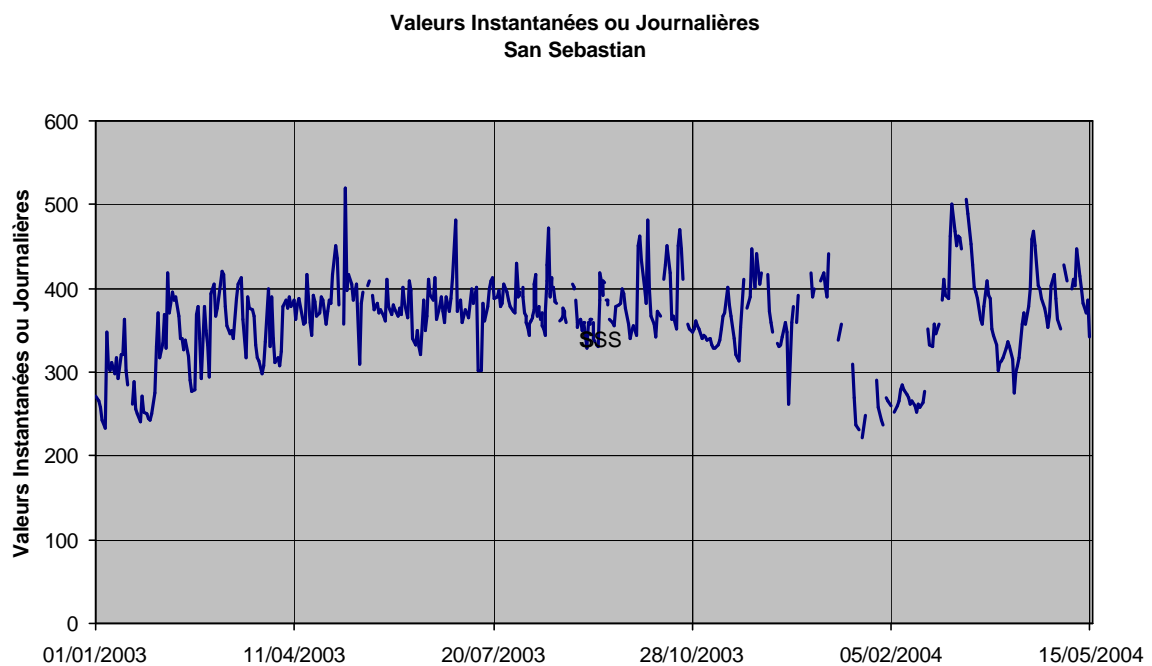
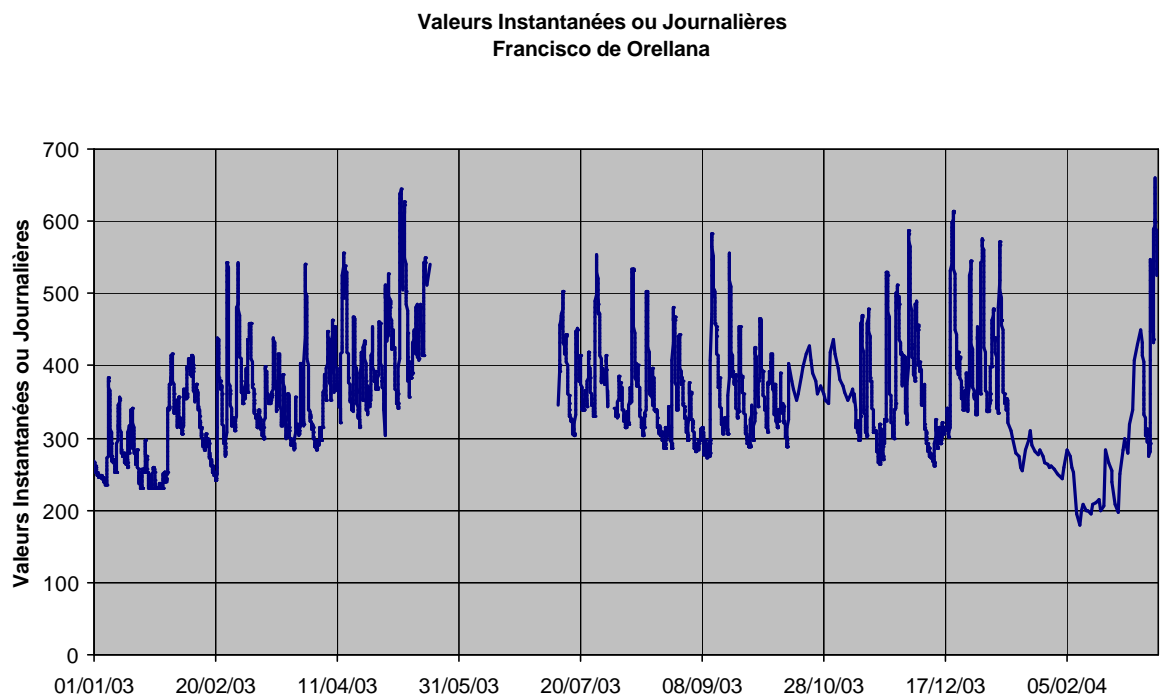
Estas mediciones permiten también obtener perfiles batimétricos perfectos y detallados de cada sección a fin de facilitar los cálculos de flujos hídricos, sedimentarios y geoquímicos; y de evaluar los fenómenos de divagación fluvial.

También se continuó con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES en las cuencas orientales (**Figura 1**).

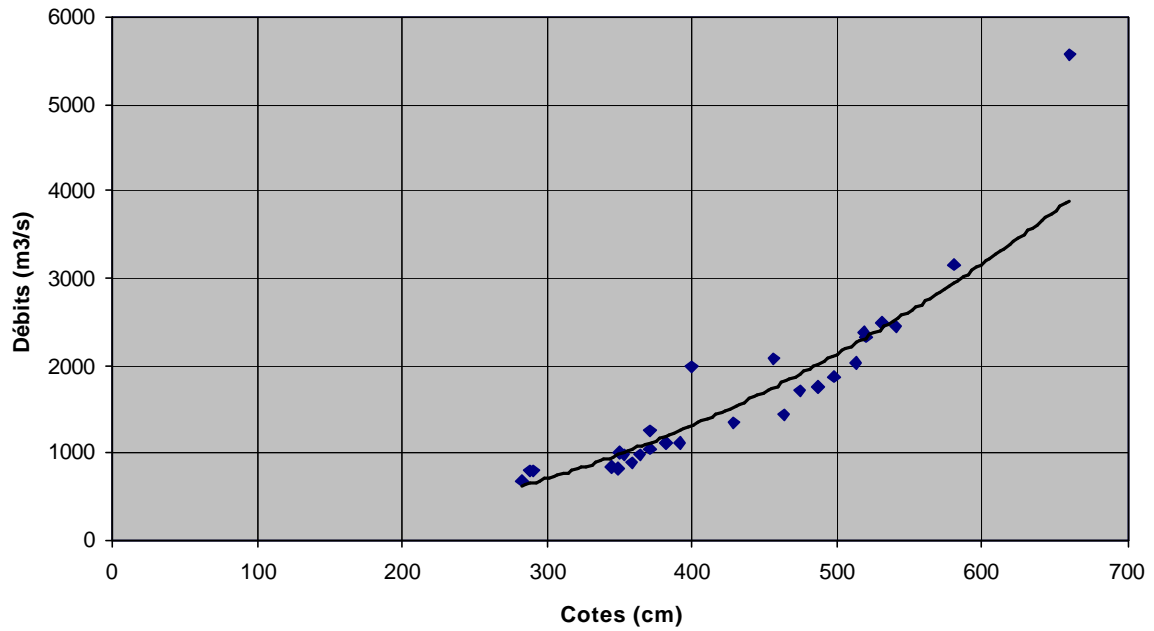
Léxico :

INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

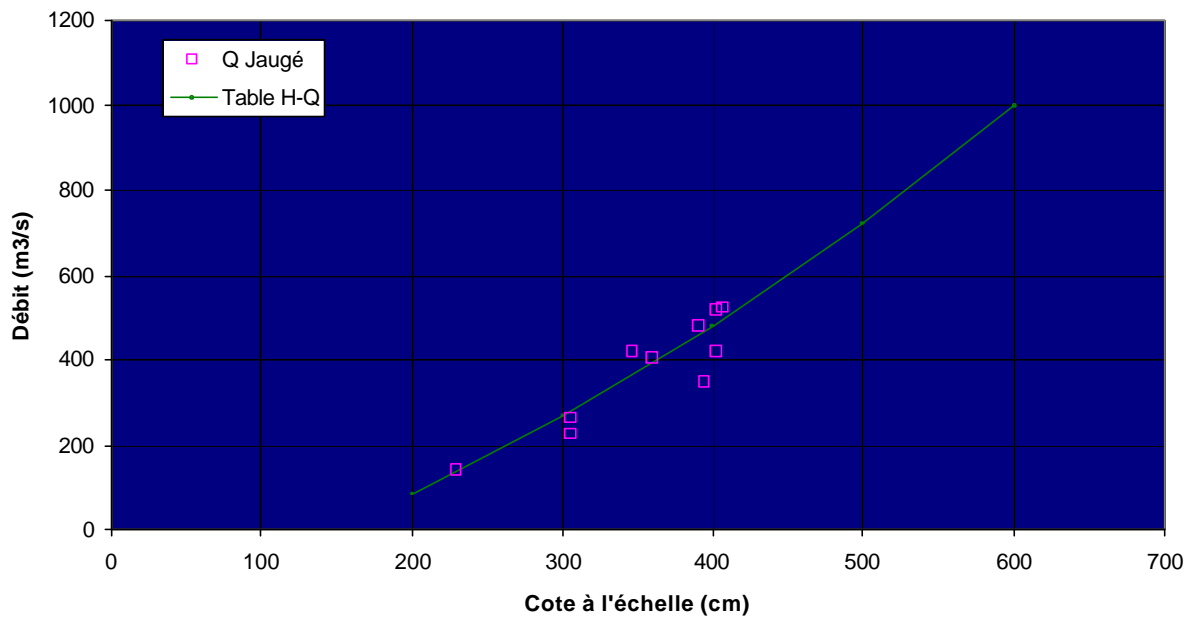
IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.

Fig. 2 y 3: limnigramas diarios y curvas de gasto

Graphe des Jaugeages de la Station - Capteur -->Francisco de Orellana (Coca) - I1



Etalonnage de la Station - Capteur : San Sebastian - I1
Période de Validité : a partir de 01/01/2000

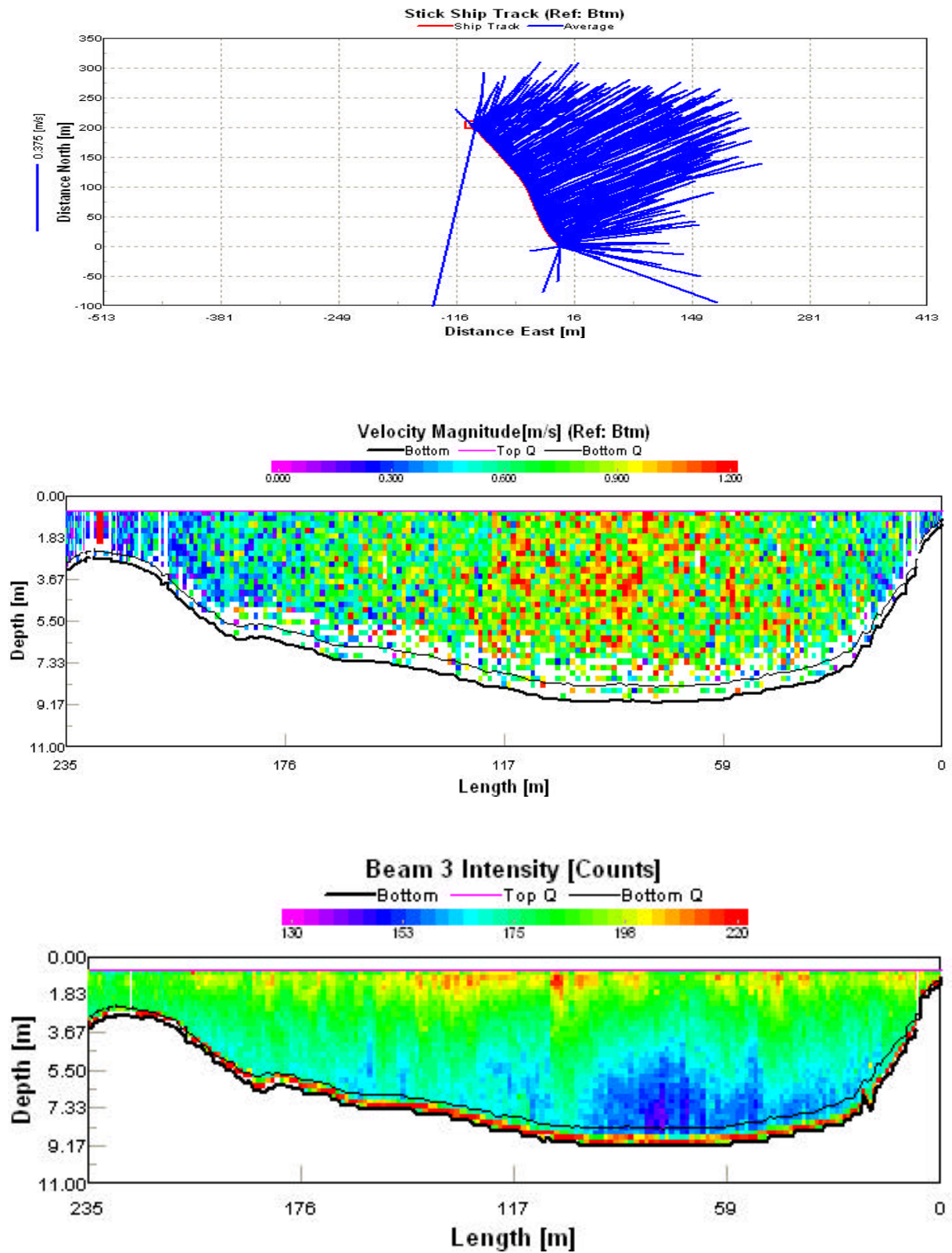


Anexo 1

Gráficos de mediciones de caudales con ADCP

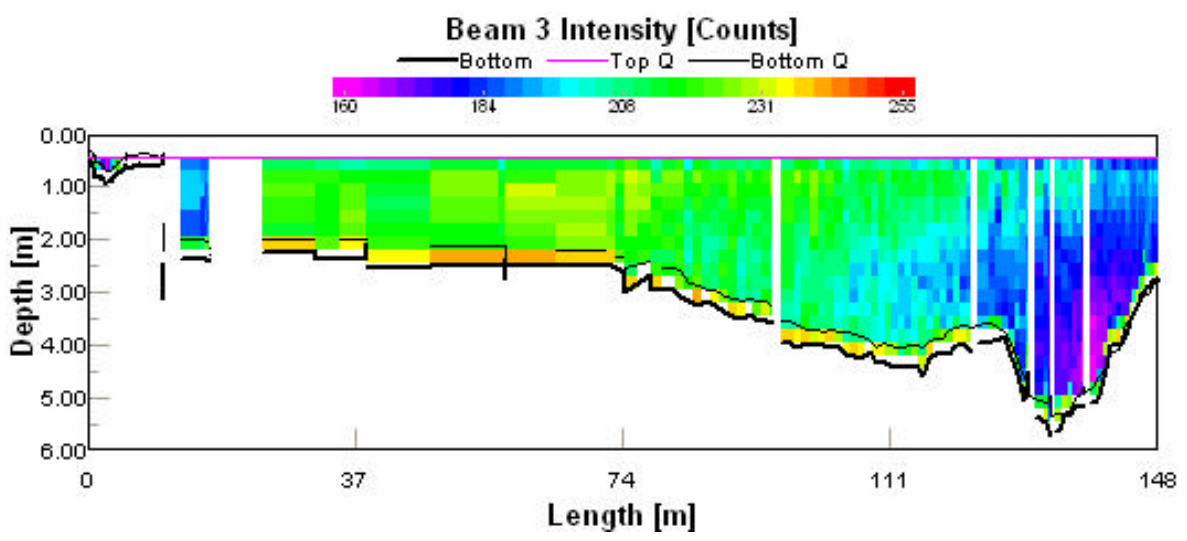
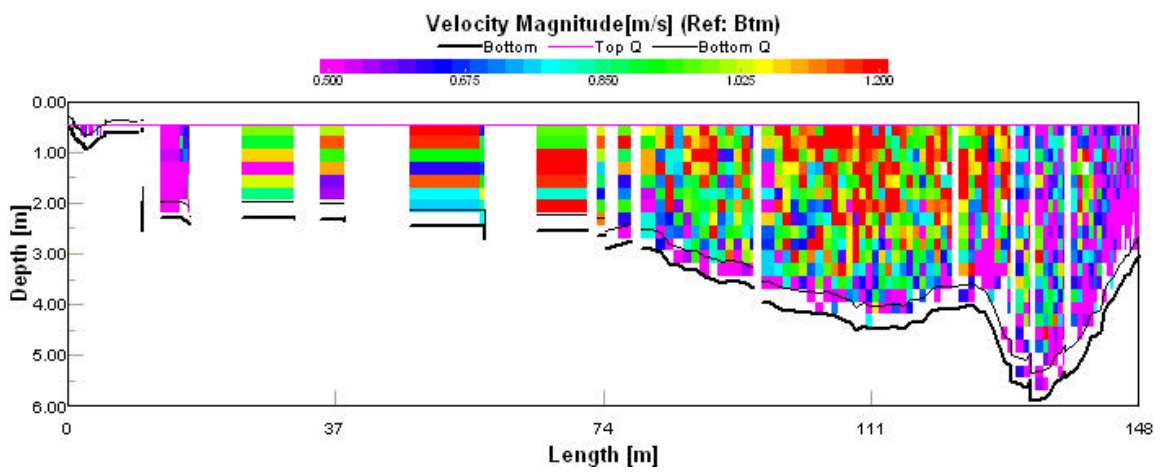
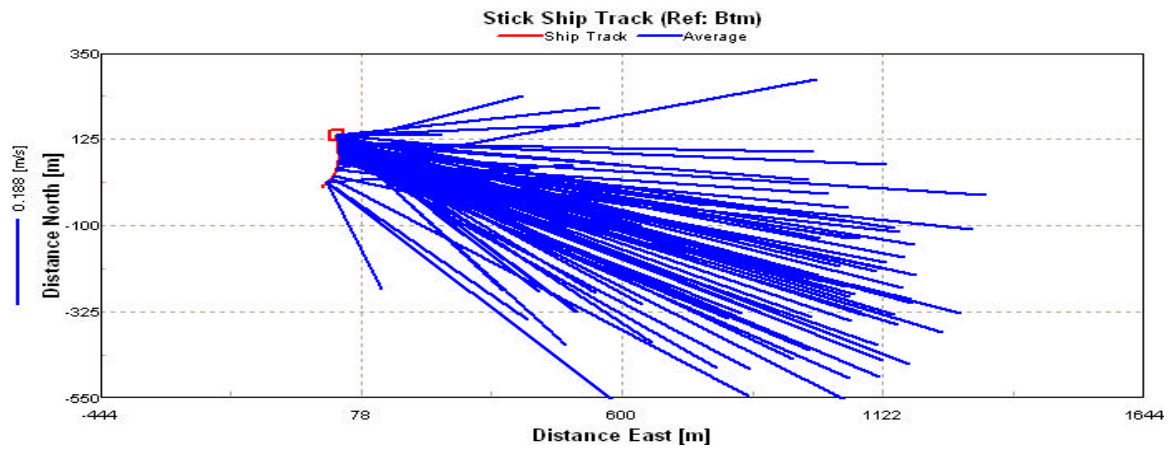
(perfiles batimétricos - campo de repartición
de las velocidades y de las intensidades de
la señal ADCP)

E46. – Rio Napo en Francisco de Orellana
 [13 de mayo 2004 – 16h20: cota: 3,49; Q = 987 m³.s⁻¹ - E46 coca003r



E46. – Rio Napo en Francisco de Orellana

[13 de mayo 2004 – 16h20: cota: 3,49; Q = 987 m³.s⁻¹ - E46 coca003.r



Anexo 2

Observación y Estado de las estaciones

Estaciones Proyecto Hybam- Ecuador

Datos Generales

Estación:	Jatunyacu D.J.Iloculin
Río:	Jatunyacu
Fecha:	12 de mayo 2004

Datos Observadores

Nombre:	Casiano Andy
Calidad de Trabajo:	Bueno
Pagado hasta:	Abril 2004

Sedimentos

Estado muestresdor:	
Estado de cuerda:	
Número de frascos:	150 frascos hasta octubre de 2004
Número de etiquetas:	150 etiquetas hasta octubre de 2004
Observación adicional:	

Hidrología

Orphimedes	
Reglas	Buen estado, completas
Cinta	
Observación adicional	

VARIOS**Estaciones Proyecto Hybam- Ecuador**

Datos Generales

Estación:	Jatunyacu D.J.Iloculin
Río:	Jatunyacu
Fecha:	12 de mayo 2004

Datos Observadores

Nombre:	Casiano Andy
Calidad de Trabajo:	Bueno
Pagado hasta:	Abril 2004

Sedimentos

Estado muestresdor:	
Estado de cuerda:	
Número de frascos:	150 frascos hasta octubre de 2004
Número de etiquetas:	150 etiquetas hasta octubre de 2004
Observación adicional:	

Hidrología

Orphimedes	
Reglas	Buen estado, completas
Cinta	
Observación adicional	

VARIOS**Estaciones Proyecto Hybam- Ecuador**

Datos Generales

Estación:	Napo en Fco. Orellana
Río:	Napo
Fecha:	13 de mayo 2004

Datos Observadores

Nombre:	José Luis Silva
Calidad de Trabajo:	Bueno
Pagado hasta:	Abril 2004

Sedimentos

Estado muestresdor:	
Estado de cuerda:	
Número de frascos:	60 frascos hasta julio de 2004
Número de etiquetas:	60 etiquetas hasta julio de 2004
Observación adicional:	

Hidrología

Orphimedes	Funciona bien
Reglas	Repuesta la de 3 a 4 m
Cinta	
Observación adicional	

VARIOS**Estaciones Proyecto Hybam- Ecuador**

Datos Generales

Estación:	Coca en San Sebastian
Río:	Coca
Fecha:	14 de mayo 2004

Datos Observadores

Nombre:	Mayori Sancho
Calidad de Trabajo:	Bueno
Pagado hasta:	Abril 2004

Sedimentos

Estado muestresdor:	Buen estado
Estado de cuerda:	Buen estado
Número de frascos:	60 frascos hasta julio de 2004
Número de etiquetas:	60 etiquetas hasta julio de 2004
Observación adicional:	

Hidrología

Orphimedes	
Reglas	
Cinta	Buen estado
Observación adicional	

VARIOS**Estaciones Proyecto Hybam- Ecuador**

Datos Generales

Estación:	Aguarico en Nueva Loja
Río:	Aguarico
Fecha:	14 de mayo 2004

Datos Observadores

Nombre:	Segundo Cabezas
Calidad de Trabajo:	Bueno
Pagado hasta:	Abril 2004

Sedimentos

Estado muestresdor:	Buen estado
Estado de cuerda:	Buen estado
Número de frascos:	15 frascos hasta octubre de 2004
Número de etiquetas:	15 etiquetas hasta octubre de 2004
Observación adicional:	Solo muestreo cada 10 días

Hidrología

Orphimedes	
Reglas	
Cinta	Buen estado
Observación adicional	

VARIOS

