



*Hidrogeodinámica de la Cuenca
Amazónica
Hydrogéodynamique du Bassin
Amazonien

IRD - INAMHI

**65^{ava} Comisión de aforos muestreo de agua y sedimentos
Cuencas de los Ríos Aguarico, Napo, Santiago.**

Quito ↗ Macas ↗ Santiago ↗ Macas ↗ Francisco de Orellana ↗
Aguarico ↗ Rocafuerte ↗ Francisco de Orellana ↗ Tena ↗ Quito

Código E65 : (9 – 19 de febrero 2006)



Foto 1: (*Río Aguarico sector Puente- observador*).

Rodrigo Pombosa, Elisa Armijos



Laureano Andrade

Director Ejecutivo del INAMHI

Marco Moreira

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 154 – Lima (Peru)

Luc Bourrel

Coordinador IRD del Proyecto HYBAM/Ecuador

Edición del informe

Rodrigo Pombosa

INAMHI- Quito

Publicación HYBAM Quito

Febrero 2006

SUMARIO

- 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN**
- 2. PARTICIPANTES**
- 3. ACTIVIDADES DE CAMPO**
 - 3.1 Medición de caudales
 - 3.2 Muestreo de agua
 - 3.3. Mediciones “ *in situ*”
 - 3.4. Filtración de las muestras
- 4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN**
- 5. RESULTADOS**
 - 5.1. Mediciones de caudales
 - 5.2. Muestreo de agua y sedimentos
- 6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN**
- 7. CONCLUSIONES**
- LÉXICO**
- ANEXOS**

Lista de fotos :

Foto 1: Río Aguarico (sector gabarra)

Lista de figuras :

Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas de los Ríos Napo, Pastaza y Santiago)

Figuras 2: Limnigramas diarios y curvas de gasto.

Lista de tabla :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E65.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E65.

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

Lista de anexo:

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).

La localización de las estaciones de medición de caudales y de los puntos de muestreo como el flujograma de muestreo , tratamiento de muestras y datos DGPS son colocadas en el fascículo « 0 » común a todas las comisiones respectivamente y archivados aparte.

1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

El principal objetivo fue continuar con la calibración de las estaciones de referencia del proyecto HYBAM con el uso: del ADCP modelo 1200 kHz adaptado a las configuraciones de los ríos ecuatorianos.

En esta comisión se tiene como objetivo el instalar un nuevo Orphimedes de propiedad del INAMHI en la estación de Napo en Nuevo Rocafuerte.

También continuar con el estudio de los flujos sedimentarios en la cuencas orientales de los Ríos Aguarico, Napo, y Santiago (Figura 1), con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES.

Se realizaron en 11 días de comisión, 28 aforos en los Ríos Aguarico, Napo, Coca y Santiago, con muestreos sedimentarios y geoquímicos.

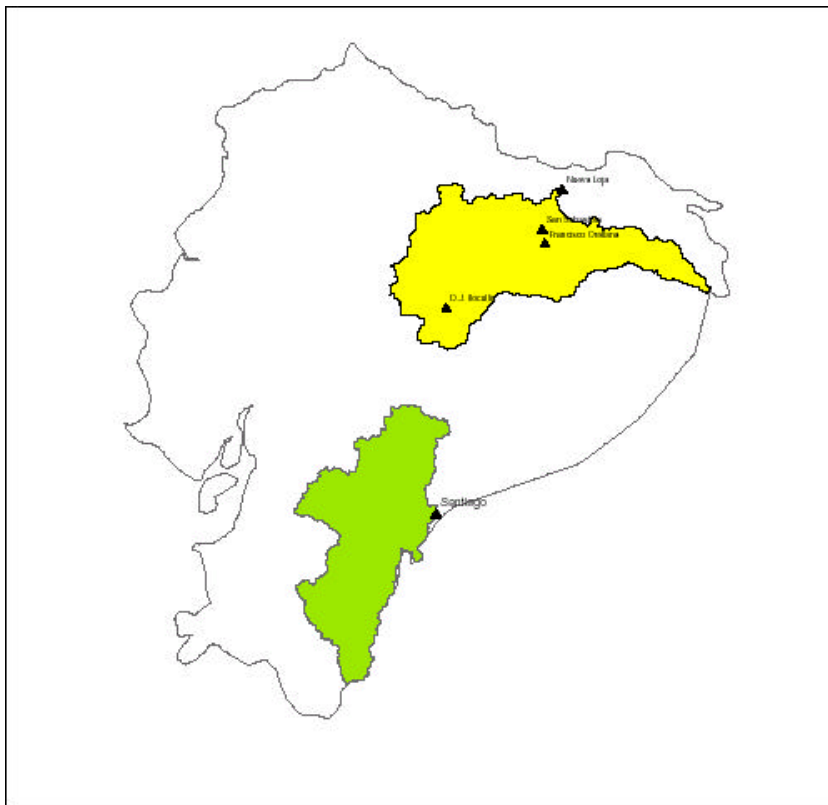


Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas de los Ríos Napo y Santiago).

2. PARTICIPANTES :

✍ INAMHI - (Quito)

Rodrigo Pombosa

✍ INAMHI - (Quito)

Elisa Armijos

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1. Medición de caudales

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 kHz con un soporte metálico, acoplado a una antena GPS.

3.2. Muestreo de agua

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

Las muestras para análisis específicos del material en suspensión y del material disuelto 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 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 medidos con los siguientes aparatos:

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

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

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

En ciertos casos en ausencia de reglas limnimétricas (ejemplo del puente sobre el río Aguarico), 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 es la cota, más bajo está el nivel del río.

3.4. Filtración de las muestras

Las muestras tomadas en los aforos realizados y las muestras tomadas por los observadores de la red fueron filtradas en laboratorio del INAMHI al regreso a Quito, e inmediatamente secadas y pesadas.

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 μm de porosidad. El líquido filtrado está destinado al análisis de los elementos disueltos mayores.

4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN

Esta comisión se llevó a cabo en 11 días entre las Cuencas de los Ríos Napo y Santiago.

Tabla 1: Cronograma de la comisión E65

	Ciudades												
Personal	Sigla	9 febrero	10 febrero	11 febrero	12 febrero	13 febrero	14 febrero	15 febrero	16 febrero	17 febrero	18 febrero	19 febrero	Días
Elisa Armijos	EA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
Rodrigo Pombosa	RP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
Número de personas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Número de días		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Leyenda**Trechos**

Etapas terrestres (carro/bus) +

Preparación en tierra o trabajo de campo +

☞ 9 de febrero

- Viaje Quito – Macas; la vía está interrumpida entre la ciudad de Baños y el Puyo, a causa de un derrumbe, están dando paso a partir de las 5 P.M..

☞ 10 de febrero

- Viaje Macas - Santiago, Aforos de gasto líquido (4) y sólido sobre el río Santiago, recolección de muestras de agua, pago al observador, se entrega material de trabajo, se reinstala el orphimedes comprobando que funciones bien nuevamente, pues se encontró rota la sonda de comunicación. Viaje Santiago Macas.

☞ 11 de febrero

- Viaje Macas - Fco de Orellana.

✍ 12 de febrero

- Aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Coca, aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Napo en Fco. de Orellana, toma de muestra de agua para el ORE, se paga a los Observadores, se recolectan las muestras de agua.

Observaciones:

Lectura de la regla: 3.30m

Lectura del orphimedes: 3.32 m buen funcionamiento

Nota: Colocar el cable del orphimedes después de prendida la máquina.

✍ 13 de febrero

- Viaje de Fco. de Orellana – Aguarico, aforos de gasto líquido (6) y sólido sobre el río Aguarico, recolección de muestras de agua, pago al observador, se entrega material de trabajo. Viaje Aguarico – Fco. de Orellana.

✍ 14 de febrero

- Viaje Fco. de Orellana - Rocafuerte, se utiliza la canoa de turno (tiempo 11 horas), se lleva el equipo mínimo necesario para reinstalar el Orphimedes, para evitar pérdidas en el transporte.

✍ 15 de febrero

- Reinstalación y calibración del Orphimedes en Nuevo Rocafuerte.

✍ 16 de febrero

- Verificación del funcionamiento del Orphimedes, recolección de muestras de agua y de lecturas limnimétricas de los observadores de la Capitanía del Puerto y del observador del INAMHI, se pintan la escala limnimétrica aprovechando que el río está bajo.

✍ 17 de febrero

- Viaje Rocafuerte – Fco. de Orellana, (11 horas).

✍ 18 de febrero

- Viaje Fco. de Orellana – Jatunyacu – Tena, se toma una muestra de agua, se recolectan las muestras de agua y las lecturas limnimétricas, se paga al observador.

✍ 19 de febrero

- Viaje de Tena – Quito.

5. RESULTADOS**5.1. Medición de caudales**

La época de la comisión E65 está caracterizada por aguas bajas en las cuencas de los ríos Napo y Santiago.

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 (fasciculo “0” , anexo 1).

Los resultados de las mediciones de caudales en las 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 (o más) 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 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 “backscatter” 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 .

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E65

ESTACION	SANTIAGO	santiago001r.	santiago002r.	santiago003r.	MEDIA	Des. Std	Std/Media
FECHA	10-feb-06						
HORA	11:30						
CODIGO	10062800						
COTA (m)	1.64						
LATITUD	OI 03,05252° S	OD 03, 05422° S					
LONGITUD	OI 78,01693° W	OD 78,01636° W					
TOTAL Q	(m3/s)	1932	2067	1986	1986	71.35	0.04
Ancho	(m)	216	181	257	218	37.87	0.17
Super. Tot	(m2)	1074	971	1027	1024	51.35	0.05
Q/Superf.	(m/s)	1,80	2,13	1.91	1.94	0.17	0.09

ESTACION	SEBASTIAN	sebastian000r.	sebastian001r.	sebastian002r.	MEDIA	Des. Std	Std/Media
FECHA	12-feb-06						
HORA	15:00						
CODIGO	10081900						
COTA (m)	3.05						
LATITUD	OI 00,34217° S	OD 00,34340° S					
LONGITUD	OI 77,00668° W	OD 77,00710° W					
TOTAL Q	(m3/s)	290	290	285	288	2.81	0.01
Ancho	(m)	145	145	147	146	1.45	0.01
Super. Tot	(m2)	398	400	398	399	1.27	0.00
Q/Superf.	(m/s)	0.73	0.72	0.72	0.72	0.006	0.01

ESTACION	ORELLANA	orellana000r.	orellana002r	orellana003r	orellana004r	MEDIA	Des. Std	Std/Media
FECHA	12-feb-06							
HORA	17:00							

CODIGO	10080900							
COTA (m)	3.28							
LATITUD	OI 00,47289° S	OD 00,47240° S						
LONGITUD	OI 76,98072° W	OD 76,97930° W						
TOTAL Q	(m3/s)	828	803	808	816	814	10.56	0.01
Ancho	(m)	212	211	253	211	222	20.79	0.09
Super. Tot	(m2)	1283	1280	1263	1264	1272	10.38	0.01
Q/Superf.	(m/s)	0.64	0.63	0.64	0.64	0.64	0.008	0.01

ESTACION	AGUARICO	aguarico000r.	aguarico002r.	aguarico003r.	MEDIA	Des. Std	Std/Media
FECHA	13-feb-06						
HORA	12:30						
CODIGO	10083300						
COTA (m)	2.42						
LATITUD	OI 00,06077° N	OD 00,06211° N					
LONGITUD	OI 76,87854° W	OD 76,87878° W					
TOTAL Q	(m3/s)	367	339	354	354	14.13	0.04
Ancho	(m)	158	148	163	156	7.80	0.05
Super. Tot	(m2)	283	274	294	283	10.54	0.04
Q/Superf.	(m/s)	1.30	1.24	1.20	1.25	0.05	0.04

Total 4 secciones; 4 perfiles; media dQ = 2.50

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión E65, 5 puntos fueron muestreados (Tabla 3). Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, conductividad eléctrica) fueron medidos *in situ*, en la canoa.

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

Código		10083300	10081900	10080900	10062800	10080200
RIO		Aguarico**	Coca**	Napo**	Santiago**	Jatunyacu
ESTACION		Gabarra	San Sebastián	Fco. Orellana	Santiago	D.J Illoculin
FECHA		13/02/06	12/02/06	12/02/06	10/02/06	11/02/06
HORA		12:30	15:00	17:00	11:30	12:30
COORDENADAS MUESTRA	Latitud	0.06140	-0.34286	-0.47381	-3.05330	-1.08678
	Longitud	-76.87871	-77.00678	-76.98056	-78.01641	-77.92088
ALTITUD	(m)		285	262	283	570
COTA	(m)	2.42	3.05	3.28	1.64	0.77
CAUDAL	(m3/s)	354	288	814	1986	205
TEMPERATURA	°C	24.4	23.3	24.6	22.4	18.9
CE	(? S/cm)	94	131	67.6	50.0	86.6
pH		7.10	7.44	6.82	6.86	7.25
TURBI	(NTU)	11.1	22	28	259	20

*[C'MES]	(mg/l)	17	36	31	330	28
Nº	ENSAMBLE	1450	1243	533	227	-
NOMBRE de ARCHIVO		Aguarico004r.000	sanseb004r.000	orellana005r.000	Santiago004r.000	-
OBSEVACIONES						Dato Caudal, curva de gasto

(*) = los MES son determinados en laboratorio

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

Coordenadas Punto de muestreo:

en negrita= GPS sistema WGS 84 (sistema actual)

Altitudes:

en normal = altitud GPS

en negrita itálica= altitud DGPS

6, FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

La campaña E65 fue financiada por el IRD (Programa HYBAM), con el apoyo técnico del personal del INAMHI y del material, (vehículos, aparatos) del IRD.

7. CONCLUSIONES

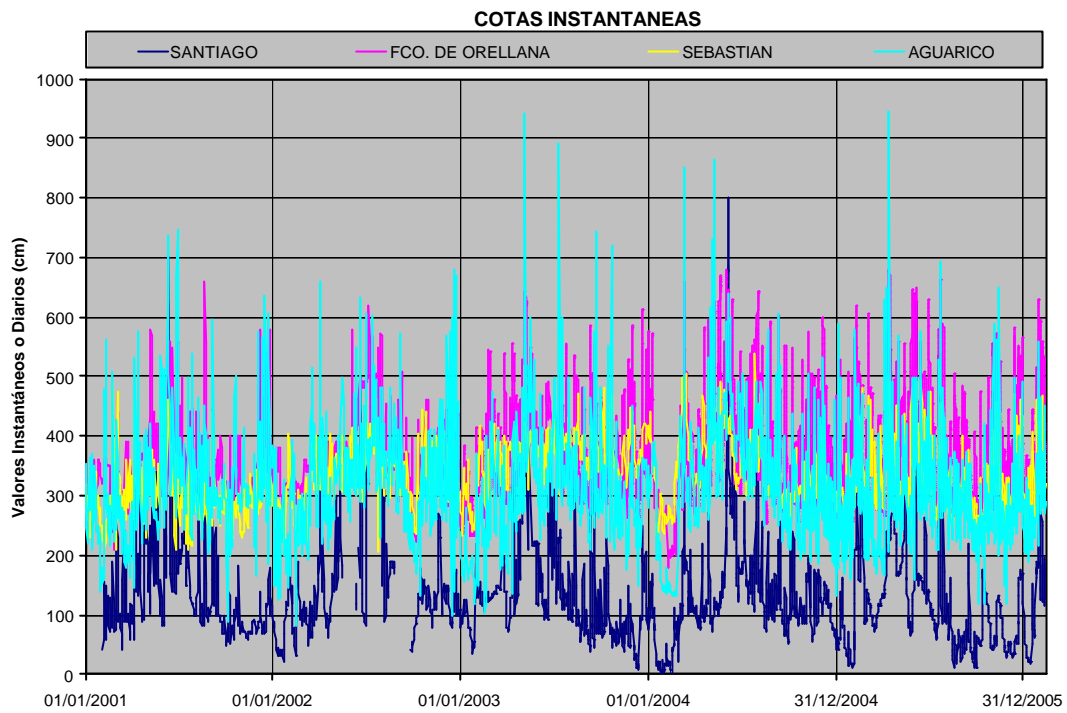
Se realizaron en 11 días de comisión, aforos en 4 secciones con muestreos sedimentarios y geoquímicos. Estas mediciones permiten también obtener perfiles batimétricos perfectos y detallados de cada sección a fin de facilitar los cálculos de flujos hídricos, sedimentarios y geoquímicos; y de evaluar los fenómenos de divagación fluvial.

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

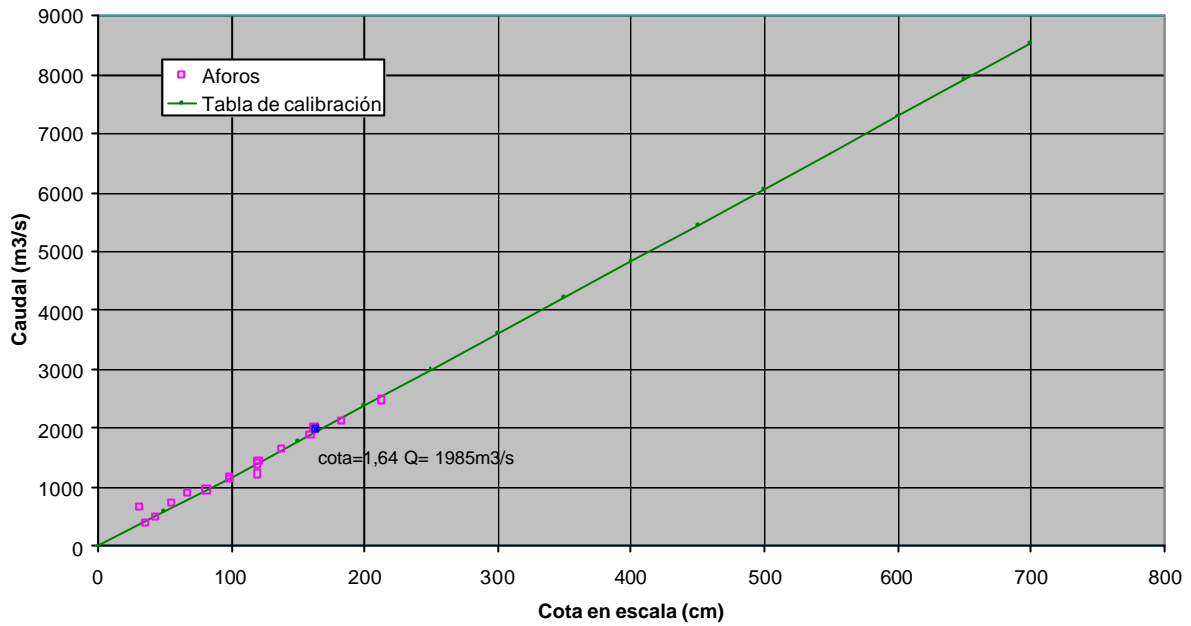
Léxico :

INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

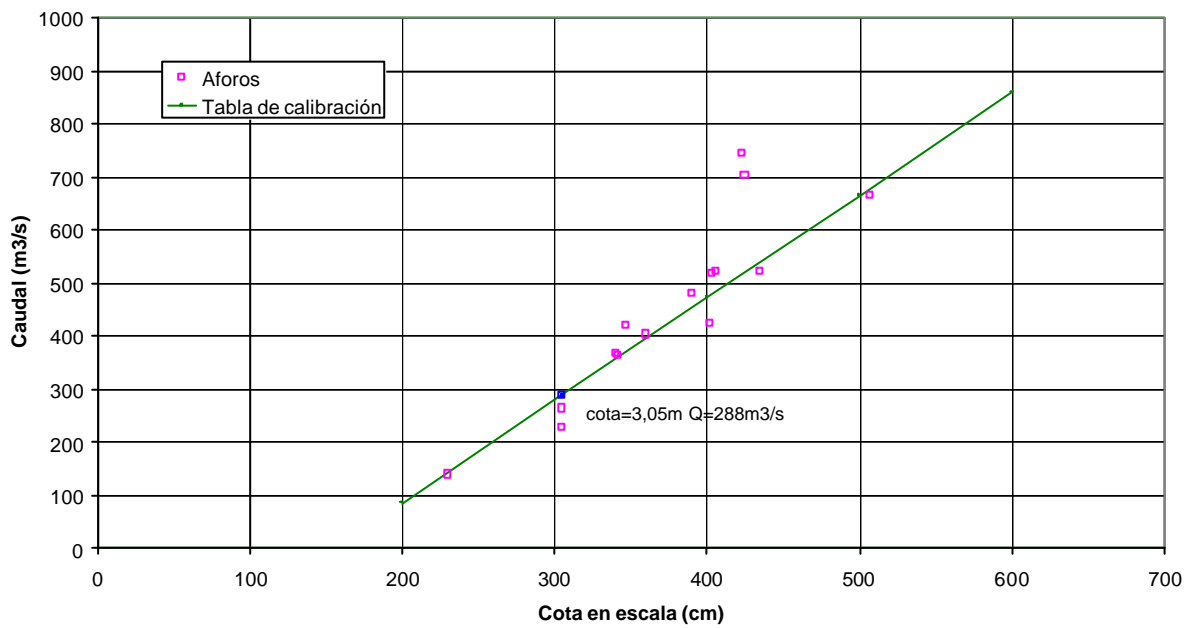
IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.

Figura 2: Limnigramas y curvas de gasto

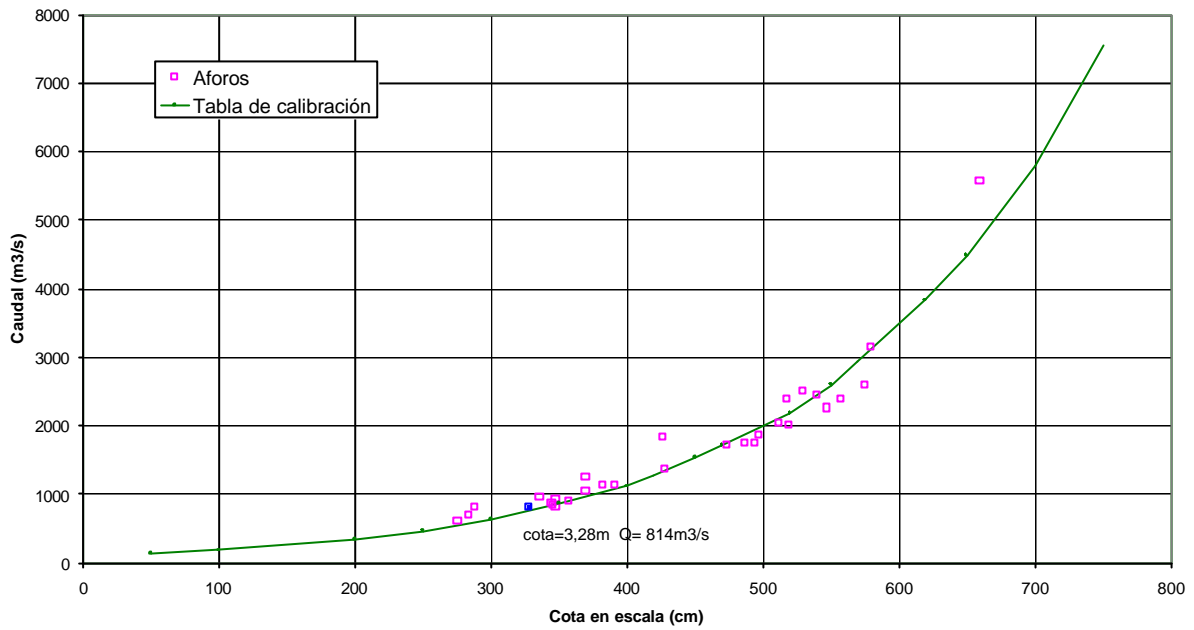
Estación: 10062800 = Santiago (Santiago)
 Captor: I-1 = Capteur Importé Captor de Salida: I-1
 Calibración del 03/02/2001 hasta nuestros días



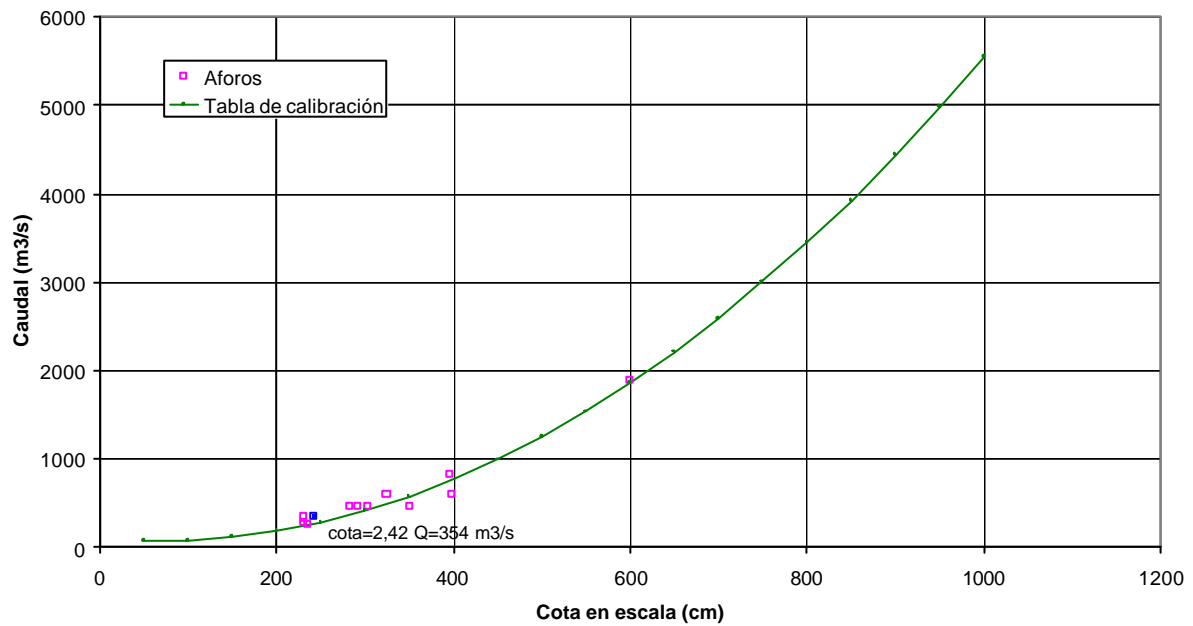
Estación: 10081900 = San Sebastian (Napo)
 Captor: I-1 = Capteur Importé Captor de Salida: I-1
 Calibración del 01/01/2000 hasta nuestros días



Estación: 10080900 = Francisco de Orellana (Coca) (Napo)
 Captor: I-3 = mezcla definitivo 01 hasta 05 Captor de Salida: I-3
 Calibración del 01/01/2000 hasta nuestros días



Estación: 10083300 = Nueva Loja (Gabarra) (Napo)
 Captor: I-1 = Capteur Importé Captor de Salida: I-1
 Calibración del 14/11/2000 hasta nuestros días

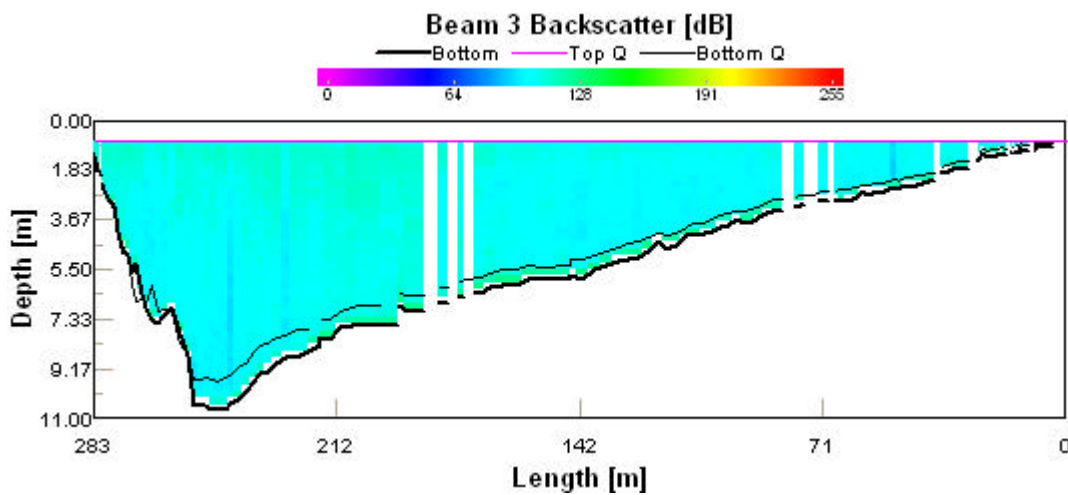
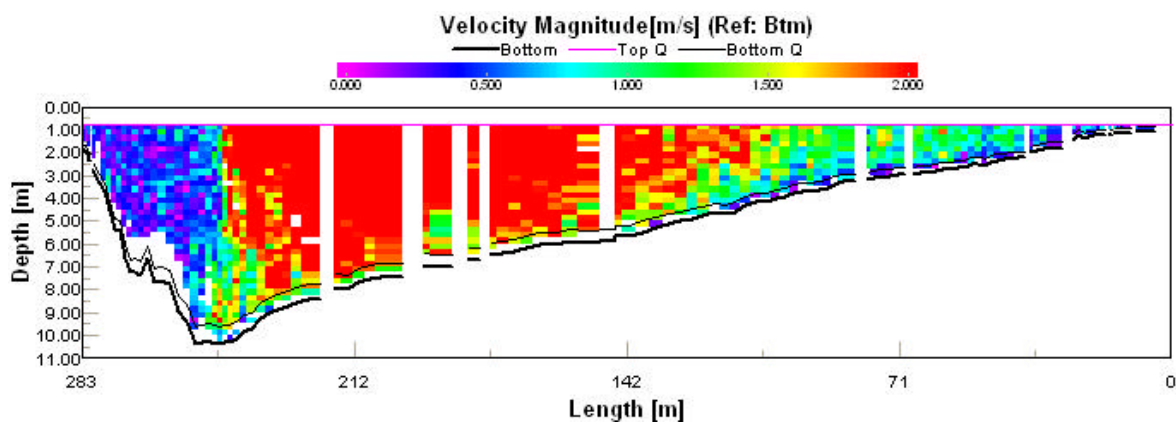
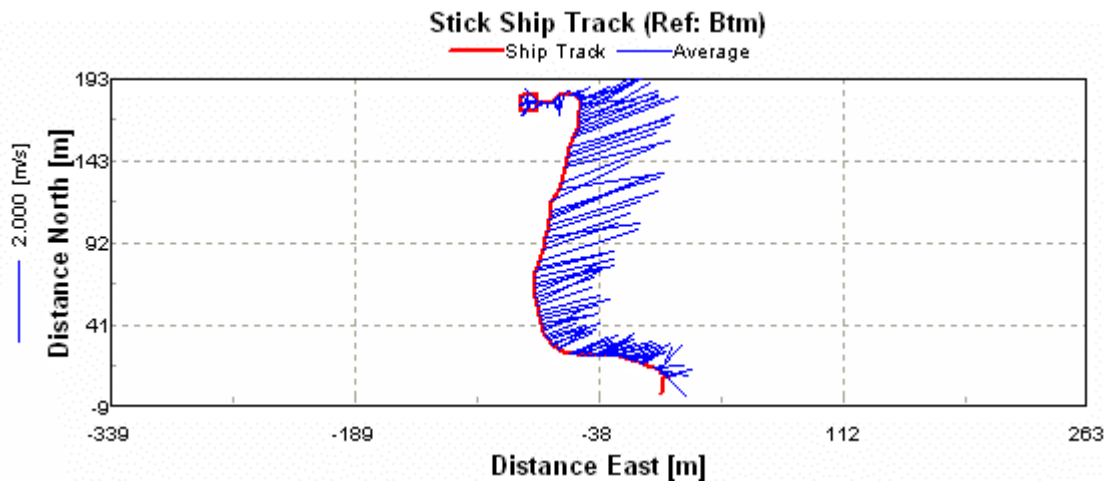


Anexo 1

Gráficos de mediciones de caudales con ADCP

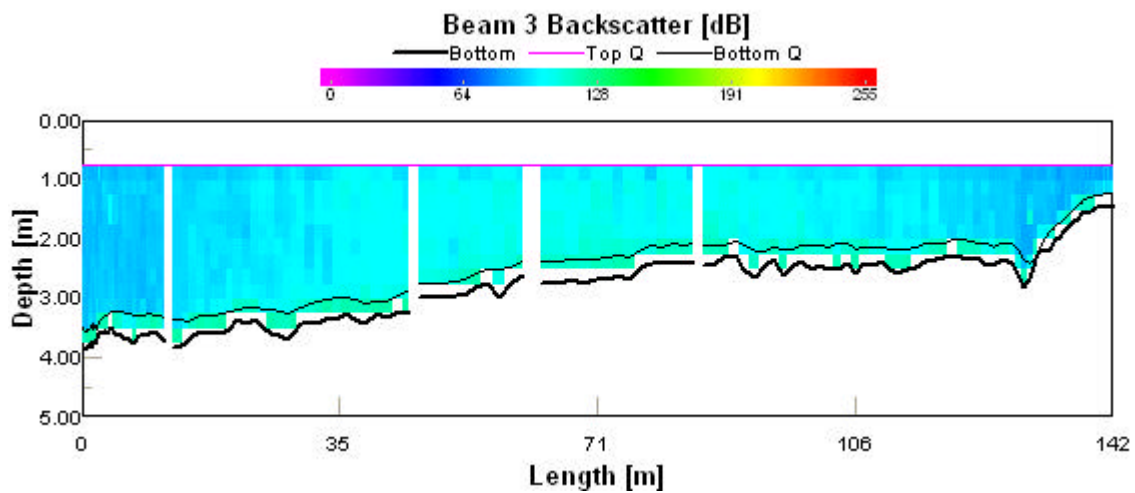
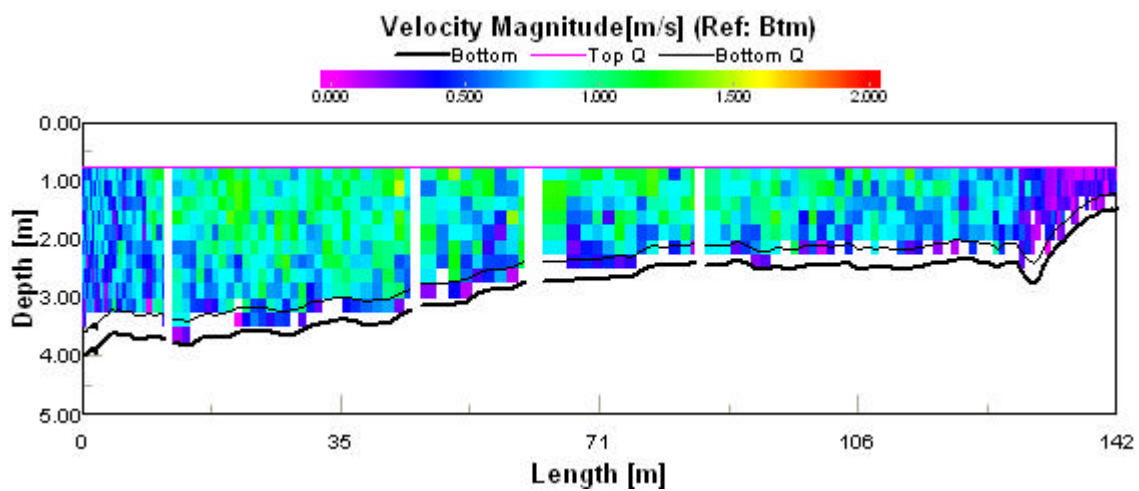
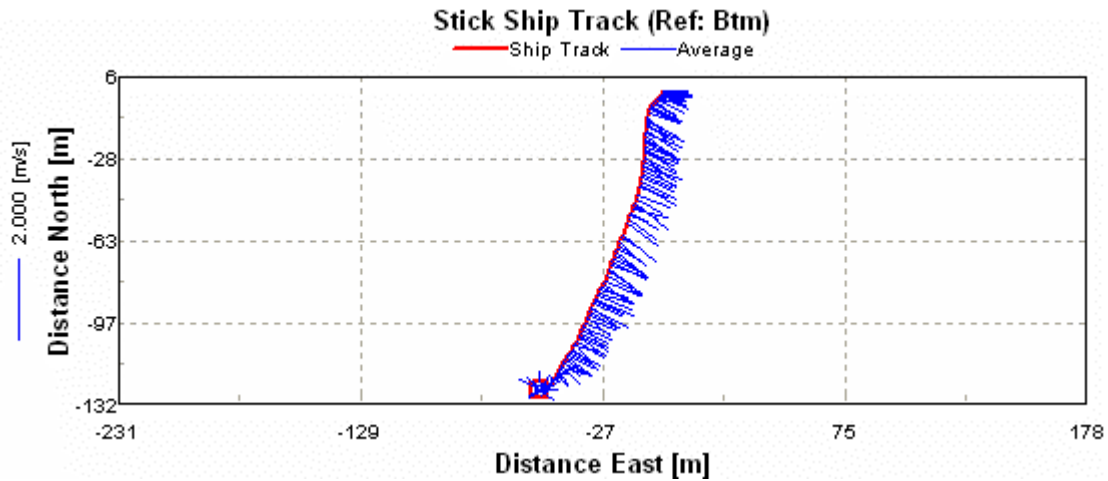
(perfiles batimétricos - campo de repartición de las velocidades y de las intensidades del señal ADCP)

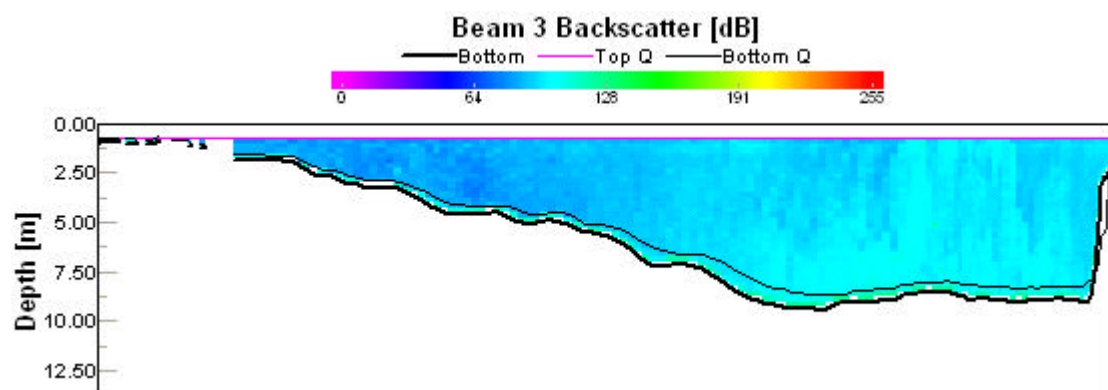
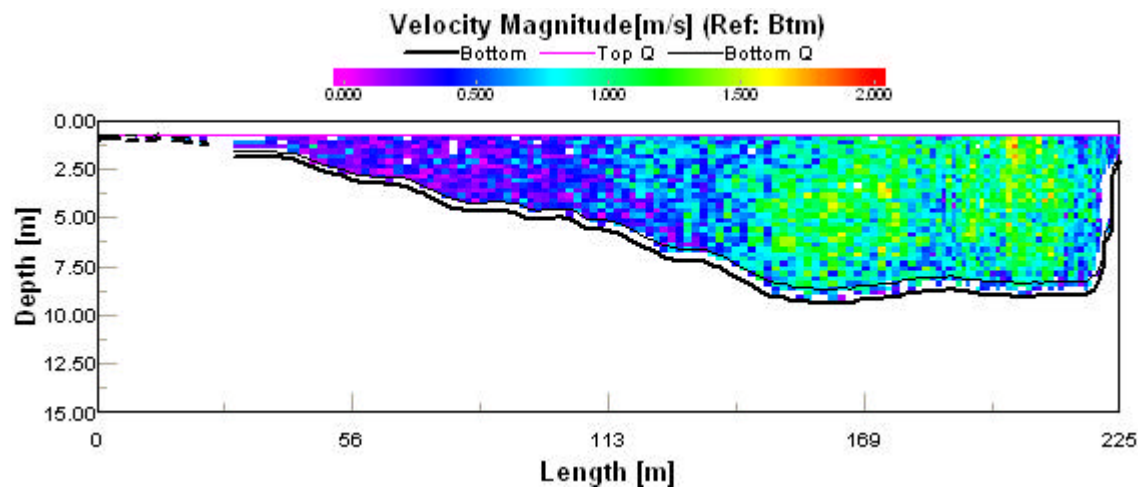
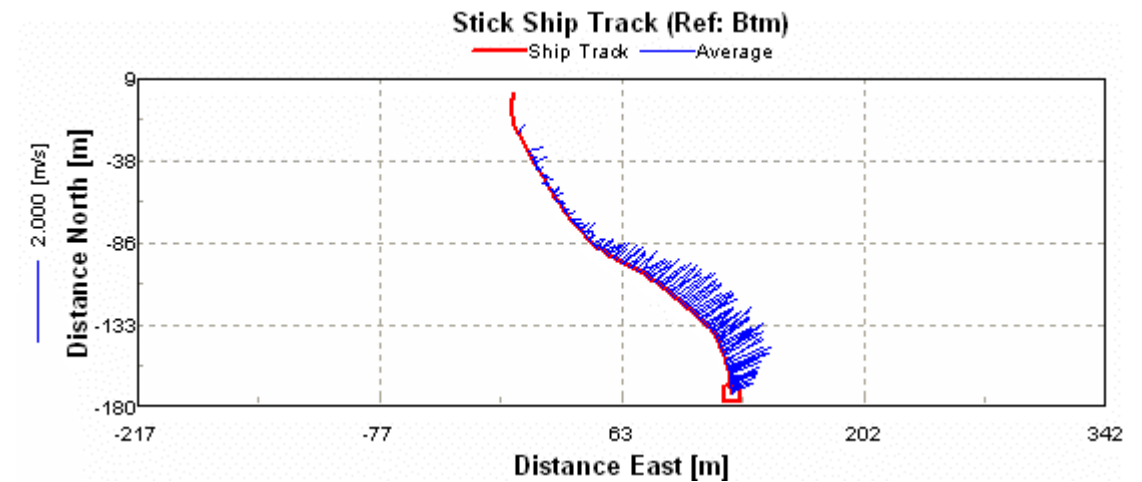
E65. – Río Santiago en Santiago
 [10 de febrero 2006 – 11h30: cota: 1,64m; $Q = 1932 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - Santiago001r



E65. – Río Coca en San Sebastián

[12 de febrero 2006 – 15h00: cota: 3,05m; $Q = 290 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - Sebastian000r



E65. – Río Napo en Fco. De Orellana[12 de febrero 2006 – 17h00: cota: 3.28m; $Q = 808 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - orellana003r

E65. – Río Aguarico en Nueva Loja

[13 de febrero 2006 – 12h30: cota: 2.42m; $Q = 339 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - aguarico002r

