*Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica
Hydrogéodynamique du Bassin Amazonien

IRD - INAMHI

17ma Comisión de aforos, muestreo de agua y sedimentos Cuencas de los Ríos Napo, Pastaza, Santiago

Quito ⇨ Coca ⇨ Rocafuerte ⇨ Tena
⇨ Puyo ⇨ Cuenca ⇨ Santiago ⇨ Cuenca ⇨ Quito

código E17 : (16 Noviembre – 01 Diciembre de 2001)

Foto 1 : Río Santiago aguas arriba de Puerto Santiago

Alain Laraque, Rodrigo Pombosa, Napoleón Burbano, Catalina Cerón, Elisa Armijos

Nelson Salazar
Director Ejecutivo del INAMHI

Milton Silva
Director de Hidrología del INAMHI

Edison Heredia
Coordinador INAMHI del Proyecto HYBAM/Ecuador

Francis Kahn
Representante del IRD en Ecuador

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

Alain Laraque
Coordinador IRD del proyecto HYBAM/Ecuador

Edición del informe

Alain Laraque	IRD - Quito
Rodrigo Pombosa	INAMHI - Quito
Catalina Cerón	EPN - Quito
Elisa Armijos	UCE - Quito

Publicación HYBAM
Quito
Diciembre de 2001

SUMARIO

1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

2. PARTICIPANTES

3. ACTIVIDADES DE CAMPO
3.1 Medición de caudades
3.2 Muestras de agua
3.3. Mediciones " in situ"

3.4. Filtraciones 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 Santiago aguas abajo de Puerto Santiago

Lista de figuras :

Figura 1: Localización de las cuencas amazónicas y de las estaciones estudiadas en el Ecuador
Figura 2: Puntos de muestreo en la Cuenca del Río Napo en el Ecuador
Figuras 3: Limnigramos diarios
Figuras 4: Curvas de gasto

Lista de tablas :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E17

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: Localización de las estaciones de medición de caudales y de los puntos de muestreo limnigrama - curva de gasto

Anexo 2: Gráficos de mediciones de caudales con ADCP (perfiles batimétricos y campo de repartición de las velocidades en las secciones estudiadas)

Anexo 3: Flujograma de muestreo y tratamiento de muestras

1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

El principal objetivo fue comenzar 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 las cuencas orientales (Figura 1), con el manejo regular de las estaciones de referencia de MES.

Se realizaron en 13 días de comisión, 23 aforos en 7 secciones diferentes, de las cuales fueron medidos por primera vez los caudales del río Aguarico antes la junta con el río Napo, del río Napo antes la junta con el río Aguarico y del río Napo después la junta con el río Aguarico en frente del pueblo peruano de Pantoja, con muestreos sedimentaríos y geoquímicos, capacitación de campo para un funcionarío del INAMHI y dos estudiantes (1

Figura 1

Al final durante los tres últimos días, el proyecto HYBAM participó en la conferencia: “IV Congreso Ecuatoriano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (IV CEMSIG) – 1er. Seminario Taller de desastres naturales y antrópicos” del 28 al 30 de noviembre

del 2001 en Cuenca, con la presentación del estudio siguiente: "Primer estudio hidrosedimentario del lago El Altar (4 200 m) después del derrumbe del 13 octubre de 2000 ". por Cerón, C., Laraque, A., Eissen, J.P.,Bourdon, E. y Muñoz, T. Este trabajo fue presentado por Catalina Cerón con la presencia de los Ingenieros del INAMHI: Napoleón Burbano y Rodrigo Pombosa.

2. PARTICIPANTES :

- INAMHI - (Quito) Rodrigo Pombosa
- INAMHI - (Quito) Napoleón Burbano
- UCE - (Quito) Elisa Armijos
- EPN - (Quito) Catalina Cerón
- IRD - (Quito) Alain Laraque

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1 Medición de caudades

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 khz con un soporte tipo *body board.* También se hizo una medición utilizando un ecobatímetro EAGLE Strata 128 y un GPS Garmin Etrex.

3.2 Muestras de agua

Las muestras para análisis específicos de agua fueron tomadas con un balde suspendido a una cuerda desde los puentes o con un frasco de 500 ml directamente desde una lancha localizada al frente de la corriente. Con la lancha colocada en 25, 50 y 75% de la sección de medición, se realizó cada vez tres muestreos previos con el agua del propio río para acondicionar los frascos, antes de tomar la muestra definitiva para el estudio de la materia en suspensión y de la materia disuelta.

3.3. Mediciones " in situ"

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

1. Conductivímetro WTW LF 318 (Ap = +/- 0.1 $\mu S.cm^{-1}$)
2. pH metro WTW PH 320 (Ap = +/- 0.01)
3. Turbidímetro AQUALITYC (Ap = +/- 0.01 NTU)

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

3. GPS GARMIN Etrex (Ap = +/- 3-10 m)

en sistema Sth.Amrch'69 del GPS.

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 mas grande están las cotas, mas bajo está el nivel del río.

3.4. Filtración de las muestras

Todas las muestras fueron filtradas en el laboratorio del HIBAM 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 0.45μm de porosidad. El líquido filtrado esta destinado al análisis de los elementos disueltos mayores (An.3).

4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN

Esta comisión se dividió en 3 partes :

Parte 1: cuenca del Napo con etapa de 6 días de Quito hasta Nuevo Rocafuerte y luego hasta Puyo.

Parte 2: cuencas del Pastaza y Santiago con etapa de 3 días de Puyo hasta Santiago y luego hasta Cuenca.

Parte 3 : etapa de 4 días con participación en el Congreso de Cuenca y regreso hasta Quito.

Tabla 1: Cronograma de la comisión E17

			part e 1						part e 2			part e 3				
	Ciudades	Quito	---> Coca	Coca---> Roca	**Roca**	**Roca**	Roca---> Coca	Coca -----> Puyo	Puyo ---> Santiago	Santiago	**Santiago** ---> Limon	**Limon --- > Cuenca**	**Cuenca**	**Cuenca**	Cuenca ---> Quito	
Personal	**Sigla**	**18-nov**	**19-nov**	**20-nov**	**21-nov**	**22-nov**	**23-nov**	**24-nov**	**25-nov**	**26-nov**	**27-nov**	**28-nov**	**29-nov**	**30-nov**	**01-déc**	**dias**
Alain Laraque	AL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**13**
Catalina Cerón	CC	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**13**
Elisa Armijos	EA	+	+	+	+	+	+	+	+							**7**
Rodrigo Pombosa	RP	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	**11**
Napoleón Burbano	NB											+	+	+	+	**4**
Numero personas	**5**		**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**2**	**2**	**4**	**4**	**4**	**4**	**48**
numero de dias			*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	

Legenda

Trechos

Etapa terestre (carro/bus) +

Etapa de barco +

Preparación en tierra o trabajo +

Etapa de avión +

18 de noviembre:

En Quito :

- Preparación del material para la comisión.
- Cargamento del carro del IRD.

19 de noviembre:

- Viaje Quito - Coca (Puerto Francisco de Orellana) por tierra para Rodrigo, Alain, Caty y Elisa.

20 de noviembre:

En Coca:

Por la mañana:

- En la Capitanía de Coca: Recuperación de las muestras diairias hechas por el observador y entrega de una caja con frascos para 4 meses de muestras diarias.
- Contacto con los militares de la Brigada de Selva “BS 19” y con el responsable de la CGG (Compañía General de Geofísica).

Por la tarde:

- Viaje de deslizador (apoyo de la CGG) con un motor de 175 CV, de Coca a Rocafuerte - duración: 4 h.

21 de noviembre:

- Aforo del río Napo en Nuevo Rocafuerte con el ADCP (4 mediciones) y muestreo en el punto E17.01 : río Napo en Rocafuerte y medidas de caudal con la ayuda del GPS y del ecobatímetro.
- Viaje de canoa con un motor de 45 CV, de Rocafuerte hasta la confluencia Napo/Aguarico duración: 1 h.
- Primeros aforos realizados con el ADCP, en las bocas del río Aguarico antes la junta con el río Napo, del río Napo antes la junta con el río Aguarico y del río Napo después la junta con el río Aguarico en frente del puesto de Pantoja, con muestreos sedimentarios y geoquímicos, codificados respectivamente de E17.02, E17.04 y E17.03.

22 de noviembre:

- Segundo aforo del río Napo en Nuevo Rocafuerte con el ADCP (4 mediciones) y muestreo en el punto E17.05.
- Análisis de muestras “in situ”, explicado anteriormente, en el numeral 3.2.

- Control y reprogramación del Orphimèdes para mediciones cada 60 minutos.
- pm: Viaje de regreso de Rocafuerte a Coca en el mismo deslizador que el de ida - duración 4 h.

23 de noviembre:
- am: Viaje de regreso de Rocafuerte a Coca en el mismo deslizador - duración 4 h.
- pm: Control del trabajo del nuevo observador, Darwin Sancho, del río Coca en San Sebastián del Coca y muestreo en el río Aguarico en el puente de Nueva Loja.
- Aforo del río Napo en Coca con el ADCP (4 mediciones) y muestreo en el punto E17.06.
- Aforo del río Coca en San Sebastián con el ADCP (3 mediciones) y muestreo en el punto E17.07.

24 de noviembre:
- am : Viaje de carro de Coca hasta Puyo.
- pm : Visita de la estación del río Napo en Jatunyacu con muestreo de agua (E17.08).
- Rodrigo y Elisa regresan de bus de Puyo hasta Quito.

25 de noviembre:
- Alain y Catalina viajan de carro de Puyo hasta Santiago.
- Visita de la estación del río Pastaza en la puente del Pastaza con muestreo de agua (E17.09). Primera tentativa abortada de aforo con ADCP en el Pastaza, devido a problemas de comunicacion entre el laptop y el ADCP a traves de los modems.

26 de noviembre:
- am: Alain y Catalina viajan de carro de Cuenca hasta Santiago.
- pm: Control del trabajo del observador del río Santiago en Santiago.
- Primeros aforos con ADCP (4 mediciones) del río Santiago en Santiago con muestreos sedimentarios y geoquímicos (E17.10).

27 de noviembre:
- am: filtraciones y mediciones “in situ” de los muestreos y preparación de la conferencia de Cuenca.
- pm: viaje de regreso de carro de Santiago hasta Cuenca. Accidente de carro entre Méndez y Limón en la vía a Cuenca.

28 de noviembre:
- Viaje de regreso de camioneta arrendada de Limón hasta Cuenca.

- Llegada de avión de Quito hasta Cuenca de Rodrigo y Napoleón para asistir a la conferencia de Cuenca : “IV Congreso Ecuatoriano de Mecánica de Suelos e Ingenieria Geotécnica (IV CEMSIG) – 1er. Seminario Taller de desastres naturales y antrópicos ». 28-30 de noviembre del 2001.

29 de noviembre:

- Participación en la conferencia de Cuenca con la presentación del estudio siguiente: "Primer estudio hidrosedimentario del lago El Altar (4 200 m) después del derrumbe del 13 octubre de 2000 ", por Cerón, C., Laraque,A., Eissen, J.P.,Bourdon, E. y Muñoz, T.

30 de noviembre:

- Asistencia a la conferencia de Cuenca : (IV CEMSIG).

01 de diciembre:

- Viaje de vuelta en carro hasta Quito por Caty y Alain.
- Viaje de vuelta en avión hasta Quito por Rodrigo y Napoleón.

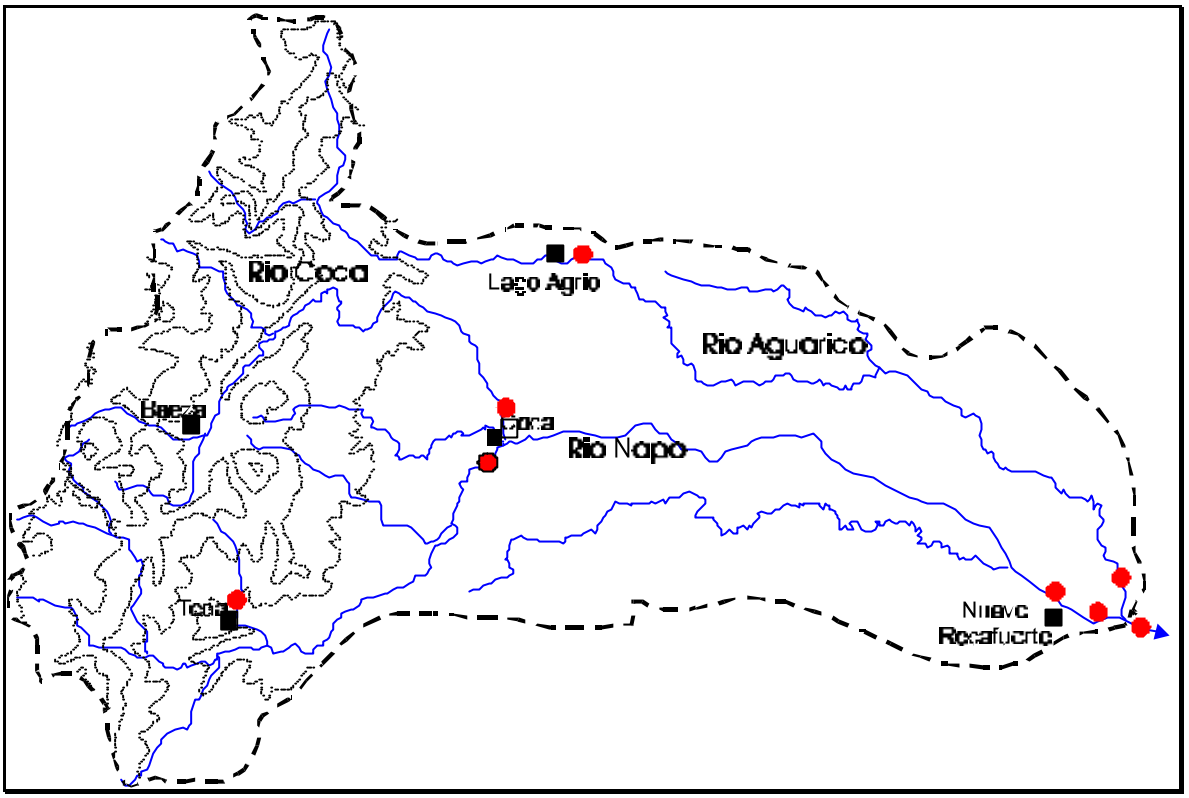


Figura 2: Puntos de muestreo en la cuenca del Río Napo en el Ecuador

[ver tabla 2 para el código de las estaciones]

Tabla 2 : Resultados de las mediciones de caudales

Cód.	Río	estación	Codigo	fecha	hora	Cota	Ancho	Caudal	Num.	dQ	archivo	Arc. configuracion
muestra			HIBAM			m	m	(m³/s)	Medi.	%	ADCP	ADCP (*.wrc)
E17.01	Napo	Rocafuerte	10 085 800	21/11/01	8h40	2.55	848	1936	4	2,41	E17Roca	P10
E17.02	Aguarico	AJNapo	10 086 400-	21/11/01	13h35	-	206	849	2	0,88	E17AguarAJNap	P5
E17.03	Napo	DJAguarico	10 087 000	21/11/01	14h30	-	1614	3204	2	2,51	E17NapDJAguar	P5
E17.04	Napo	AJAguarico	10 085 900	21/11/01	15h35	-	822	2185	2	2,26	E17NapAJAguar	P10
E17.05	Napo	Rocafuerte	10 085 800	22/11/01	15h56	1.90	874	1560	3	2,58	E17Roca22	P10
E17.06	Napo	Coca	10 083 300	23/11/01	15h35	2.88	232	796.6	4	9,96	E17Coca	P10
E17.07	Coca	San Sebast	10 084 900	23/11/01	17h45	12,08	134	227	3	9,87	E17SanSeba	P4M 2msec
E17.10	Santiago	Santiago	10 062 850	26/11/01	15h10	0.82	217	945	3	10,01	E17Santiago	P6

Total 7 secciones; 23 perfiles; media dQ =5,06 %

Tabla 3 : Características de los puntos de muestreo

(Mediciones físicico-químicas de las muestras de comisión)

Código muestra	Río	Estación	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Altitud	Cota	Caudal	pH	C.E.	Turb.	MES*
							m.s.n.m.	*m*	*m³/s*		*uS/cm*	*NTU*	*mg/l*
E17.01	Napo	N.Rocafuerte	21-11-01	8h40	S00°53'52.6"	W75°25'32.4"	110	2.55	1936	6.4	65.8	284.0	251.3
E17.02	Aguarico	A.J. Napo	21-11-01	13h35	S00°57'32.9"	W75°12'42.8"	-	-	849	6.5	68.0	224.0	275.0
E17.03**	Napo	D.J. Aguarico	21-11-01	14h30	S00°58'41.2"	W75°10'36.9"	-	-	3204	6.6	71.1	216.0	281.3
E17.04**	Napo	A.J. Aguarico	21-11-01	15h35	S00°58'22.2"	W 75°14'02.7"	-	-	2184	6.5	67.3	171.0	312.8
E17.05	Napo	N.Rocafuerte	22-11-01	15h56	S00°53'52.6"	W75°25'32.4"	*110*	1.90	1560	5.5	77.7	92.0	168.8
E17.06	Napo	Coca	23-11-01	15h35	S00°28'22.9"	W76°58'46.2"	**185**	2.88	797	6.6	72.9	17.0	13.8
E17.07	Coca	San Sebastian	23-11-01	17h45	S00°20'29.0"	W77°00'23.0"	215	-11.95	227	7.3	134.5	60.0	93.8
E17.08	Jatunyacu	D.J. Ilocullin	24-11-01	17h00	S01°05'14.1"	W77°55'09.2"	**570**	0.47	127	7.1	105.1	5.7	10.5
E17.09	Pastaza	La Union	25-11-01	14h00	S01°54'50.8"	W77°49'32.7"	800	-12.06	-	6.7	165.3	73.0	104.8
E17.10	Santiago	Santiago	25-11-01	15h10	S03°03'10.7"	W78°01'01.6"	500	0.82	945	6.2	96.5	338.0	605.3

Leyenda :

(*) = los MES son determinados en laboratorio

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

Coordenadas : son de los puntos de muestreo tomadas con el sistema Sth.Amrch'69 del GPS

Altitudes : **en negrita = altitud INAMHI**
en normal = altitud GPS
en itálico = altitud hitos militares

5. RESULTADOS

5.1. Mediciones de caudales

La época de la comisión E17, (Noviembre) está caracterizada por aguas en crecida en las cuencas de los ríos Napo, Pastaza y Santiago (Figuras 3).

La localización (orillas izquierda y derecha) de las secciones de medición fue determinada con geoposicionamento por satélite (GPS) y ploteadas en los mapas planimétricos del IGM en la escala 1/500 000 (Anexo 1).
Los resultados de las 23 mediciones de caudales en las 7 secciones con correntómetro acústico de efecto Doppler (ADCP) de frecuencia de 1200 Khz, están resumidos en la tabla 2, y los gráficos del software WINRIVER (RDI) o TRANSECT se encuentran en el anexo 2.
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" (desvio dQ < 5%) cuando la velocidad media en la sección es > 0.4 $m.s^{-1}$ 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 < 3%. Dentro de una misma sección con diferentes mediciones, el desvío observado varía de 0,88 hasta 10,01%, en función de las características de la sección.
El desvío dQ coresponde a : dQ (%) = DESVIACION ESTANDAR (Q) / MEDIA (Q) x 100

Para cada sección de medición de caudal, en el anexo 2 se presentan 2 gráficos que corresponden respectivamente a:

1. la trayectoria del barco (línea roja) y velocidades superficiales en las primeras celdas.
2. el perfil de las velocidades en la sección.

Los resultados de las comisiones del proyecto HYBAM permiten completar o realizar las curvas de gasto de las estaciones de la red del INAMHI (figuras 4).

5.1.1. Río Napo en Nuevo Rocafuerte : 21 de noviembre : Cota = 2,55 m; Q = 1936 $m^3.s^{-1}$

No se trata de una buena seccion, tomando en cuenta la presencia de un banco extendido de arena móvil a poca profundidad separando dos canales de escurimiento preferencial, sin embargo es la sección menos mala de este sector de llanura.

5.1.2. Río Aguarico A.J. Napo : 21 de noviembre – Q = 849 $m^3.s^{-1}$

Buena sección de medición.

5.1.3. Río Napo D.J. Aguarico : 21 de noviembre – Q = 3204 $m^3.s^{-1}$

Sección razonablemente buena con 2 canales anchos separados por un banco de arena de poca profundidad.

5.1.4. Río Napo A.J. Aguarico : 21 de noviembre – Q = 2184 $m^3.s^{-1}$

Sección de medición irregular pero buena.

Se debe señalar que hay solamente 5,3% de diferencia entre la suma del los aforos de los Ríos I

Aguarico A.J. Napo y Napo A.J. Aguarico con el aforo del río Napo D.J. Aguarico frente a Pantoja. Se trata de un balance hídrico más que conveniente.

5.1.5. Río Napo en Nuevo Rocafuerte : 22 de noviembre - Q = 1560 $m^3.s^{-1}$

ver 5.1.1.

5.1.6. Río Napo en Coca : 23 de noviembre - Q = 796,6 $m^3.s^{-1}$

Muy buena sección de medición a pesar de la presencia de una contra corriente (o corriente negativa) cerca a la orilla izquierda.

5.1.7. Río Napo en San Sebastián de Coca : 23 de noviembre - Q = 227 $m^3.s^{-1}$

Buena sección de medición. Hemos tenidos problemas de medición con aparición de bandas blancas debido a la pérdida de señal acústica. No hemos tenido suficiente tiempo para realizar otras mediciones.

5.1.8. Río Santiago en Santiago : 26 de noviembre - Q = 945 $m^3.s^{-1}$

Buena sección de medición. Hemos tenidos problemas por falta de mediciones de las velocidades como de las intensidad a profundidades mayores a los 3 metros. Tampoco hemos tenido suficiente tiempo para realizar otras mediciones con otras configuraciones del ADCP. Esta sección presentó en la hora del aforo, velocidades relativamente importantes en el centro (> 2 $m.s^{-1}$) con mucho material en suspensión, debido a una lluvia fuerte en la cuenca durante la noche. Se necesita probablemente cambiar el tamaño de las celdas de medición como la frecuencia de emisión de los “pings”.

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión ‘E17’, 10 puntos fueron muestreados (Tabla 2). Cuando fue posible,

los caudales fueron medidos con el ADCP en los lugares de muestreo.

Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, condutividad, pH, turbiedad) fueron medidos *in situ*, en la canoa. La determinación de la alcalinidad (concentración en HCO_3^-) fue realizada *in situ*, después del muestreo, con el método potenciométrico. Todas las muestras fueron filtradas *in situ*, con filtros de 0,45 µm de porosidad para determinar las concentraciones de materia en suspensión (MES), en el laboratorio del INAMHI de Quito, después de la comisión (ver anexo 3).

6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

La campaña E17 fue financiada por el IRD (Programa HYBAM), con el apoyo técnico del personal del INAMHI y del material, (vehículos, aparatos) del IRD. La participación de dos Ingenieros del INAMHI al *IV Congreso Ecuatoriano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (IV CEMSIG) – 1er. Seminario Taller de desastres naturales y antrópicos. 28-30 de noviembre del 2001 en Cuenca,* fue financiada por el Servicio Cultural de la Embajada de Francia .

7. CONCLUSIONES

Por primera vez en Ecuador, fue realizada la calibración de estaciones hidrológicas con el uso de una nueva tecnología de medición de caudales: un ADCP modelo 1200 Khz funcionando con el efecto Doppler y adaptado a las configuraciones de los ríos ecuatorianos.

Se realizaron en 13 días de comisión, 23 aforos en 7 secciones diferentes de las cuales fueron medidos por primera vez los caudales con muestreos sedimentarios y geoquímicos en 3 nuevas secciones.

- Desembocadura del río Aguarico antes la junta con el río Napo,
- desembocadura del río Napo antes la junta con el río Aguarico y
- río Napo después la junta con el río Aguarico al frente del pueblo peruano de Pantoja.

Estas mediciones permiten también obtener perfiles batimétricos perfectos y detallados de cada sección, a fin de permitir los cálculos de flujos hídricos, sedimentarios y geoquímicos.

También se continuó el manejo regular de las estaciones de referencia de MES en las cuencas orientales (Figura 1), con la reactivación de la estación del Pastaza en la cual fue interrumpida el muestreo debido a la caída del puente colgante durante la crecida excepcional de julio del presente año.

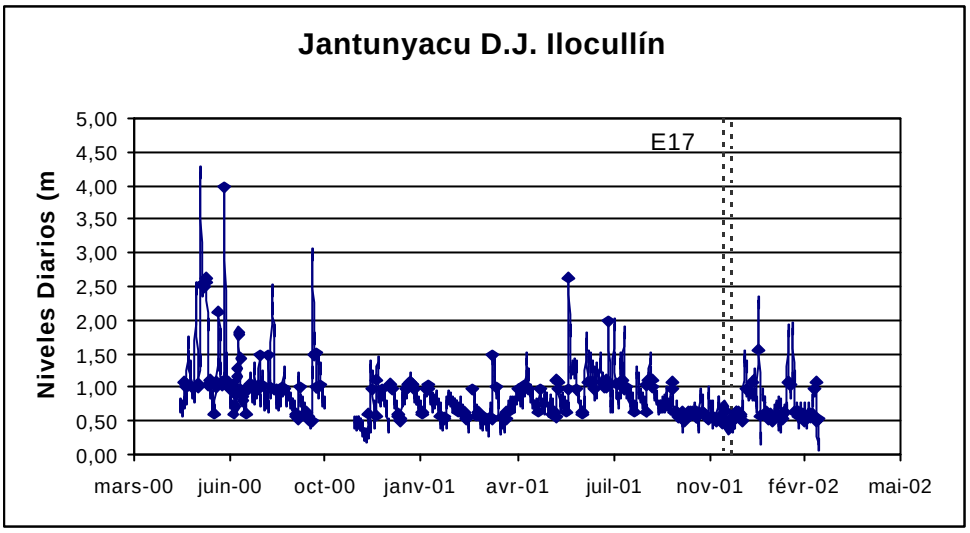
Además se reprogramó el “Orphimèdes” puesto el año anterior en el Puerto de Marina de Nuevo Rocafuerte sobre el Río Napo, para medir automáticamente los niveles del río, esta vez cada hora en lugar de cada 30 minutos como anteriormente.

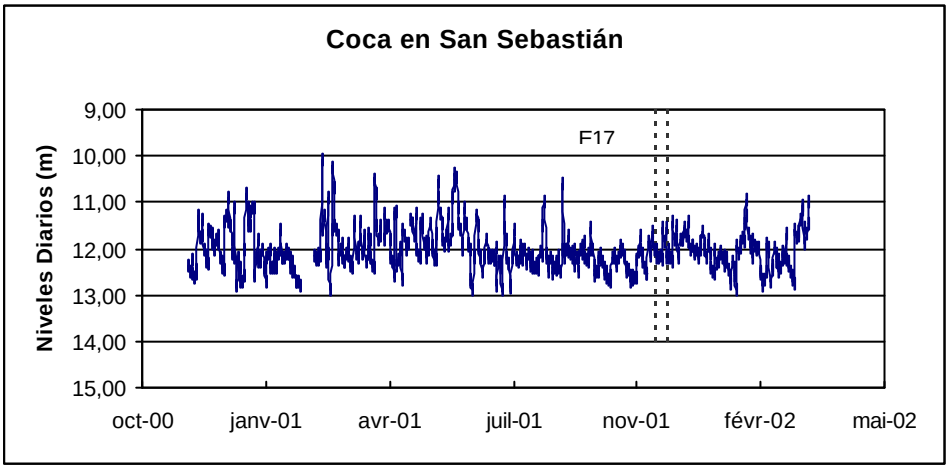
- En fin, se realizó la primera capacitación de campo para un funcionario del INAMHI y dos estudiantes (1 de la UCE y 1 de la EPN) al uso del ADCP.

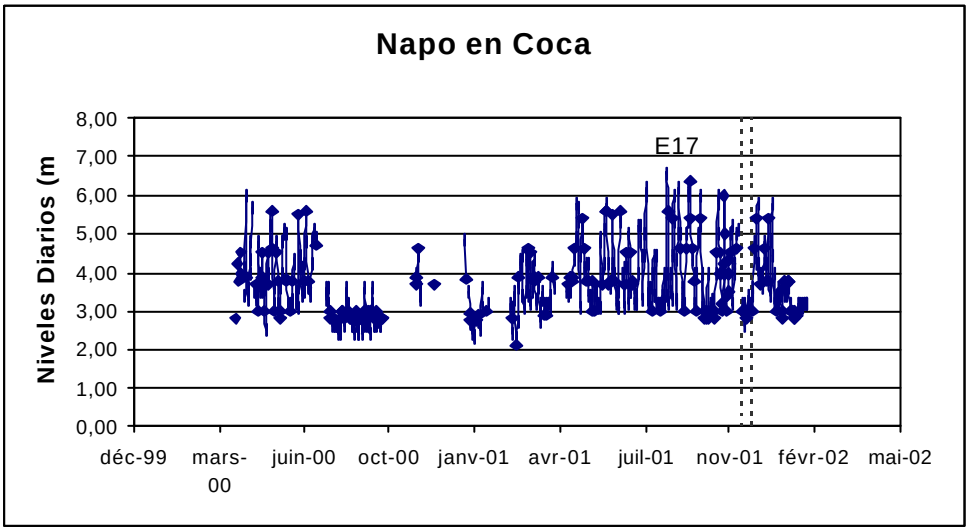
Léxico :

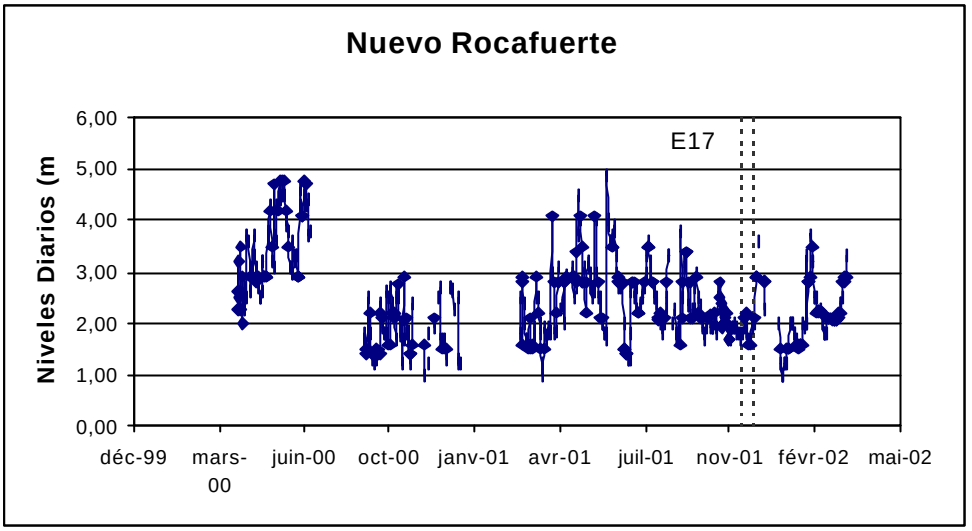
EPN	: Escuela Politécnica Nacional
INAMHI	: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
IRD	: Instituto de Investigación para el Desarrollo
UCE	: Universidad Central del Ecuador

Figuras 3 : Limnigramos diarios

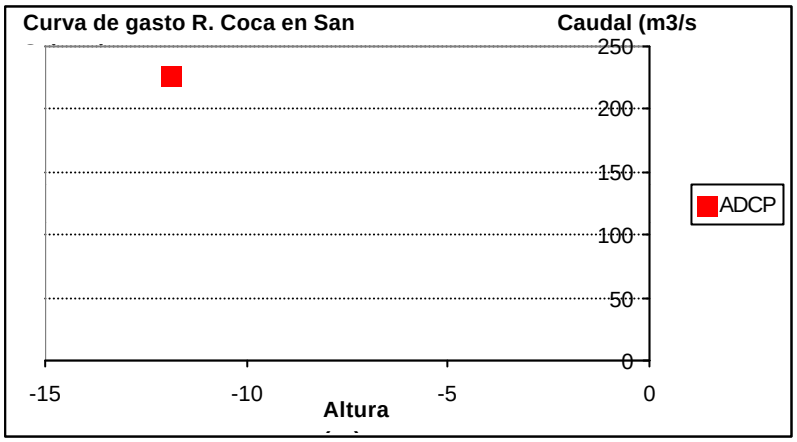


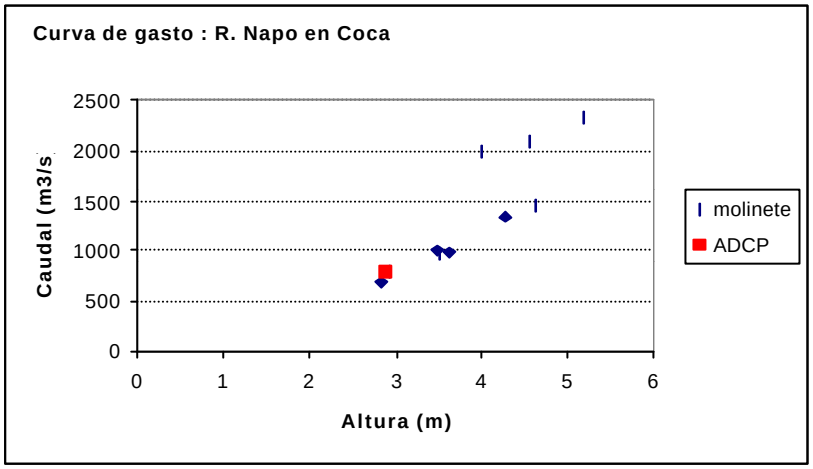


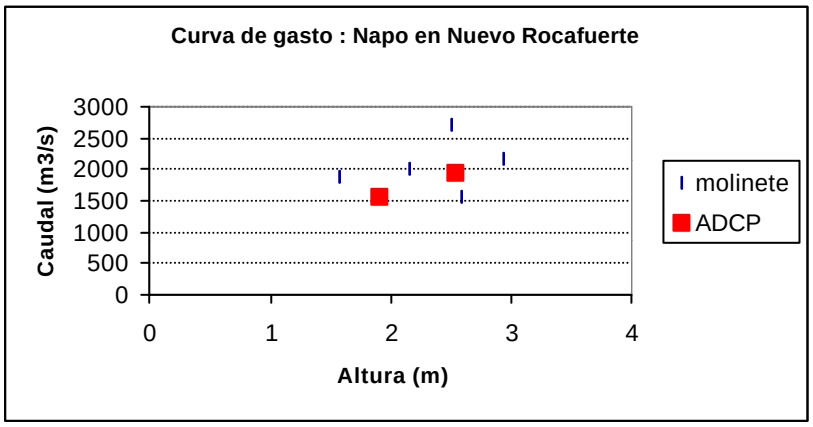


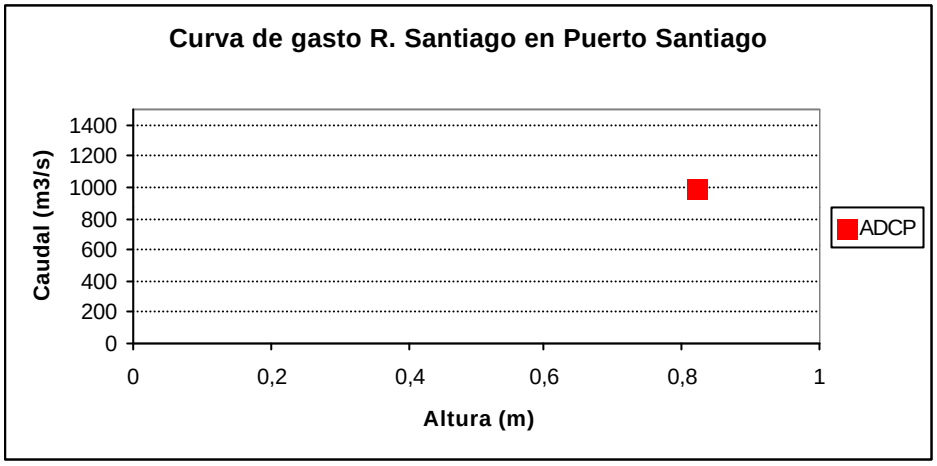

Nuevo Rocafuerte
E17
Niveles Diarios (m
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
déc-99
mars-00
juin-00
oct-00
janv-01
avr-01
juil-01
nov-01
févr-02
mai-02

Figuras 4 : Curvas de gasto








Curva de gasto R. Santiago en Puerto Santiago
Caudal (m3/s)
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1
Altura (m)
ADCP

Anexo 1

Localización de las estaciones de medición de caudales y de los puntos de muestreo

Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.01. Río Napo en Nuevo Rocafuerte : 21/11/01 : 8h40

Orilla izquierda Lat. : S 00°53’34.6” Long. : W 75°25’56.9”
Orilla derecha Lat. : S 00°54’43.6” Long. : W 75°25’02.9”
Punto de muestreo Lat. : S 00°53’52.6” Long. : W 75°25’32.4”

LOCALIZACION:

Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.02. Río Aguarico A.J. Napo : 21/11/01 : 13h35

Orilla izquierda	Lat. : S 00°57’16.0”	Long. : W 75°12’35.5”
Orilla derecha	Lat. : S 00°57’21.2”	Long. : W 75°12’36.1”
Punto de muestreo	Lat. : S 00°57’32.9”	Long. : W 75°12’42.8”

LOCALIZACION:

Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.03. Río Napo D.J. Aguarico : 21/11/01 : 14h30

Orilla izquierda Lat. : S 00°58’15.0” Long. : W 75°10’36.8”
Orilla derecha Lat. : S 00°59’07.3” Long. : W 75°10’37.1”
Punto de muestreo Lat. : S 00°58’41.2” Long. : W 75°10’36.9”

LOCALIZACION:

Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.04. Río Napo A.J. Aguarico : 21/11/01 : 15h35

Orilla izquierda Lat. : S 00°57’53.3” Long. : W 75°11’49.4”
Orilla derecha Lat. : S 00°58’28.6” Long. : W 75°11’44.8”
Punto de muestreo Lat. : S 00°58’23.4” Long. : W 75°11’45.9”

LOCALIZACION:

Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.05. Río Napo en Rocafuerte : 22/11/01 : 15h56

Orilla izquierda Lat. : S 00°58’12.3” Long. : W 75°14’02.2”
Orilla derecha Lat. : S 00°58’34.4” Long. : W 75°14’05.6”
Punto de muestreo Lat. : S 00°58’22.2” Long. : W 75°14’02.7”

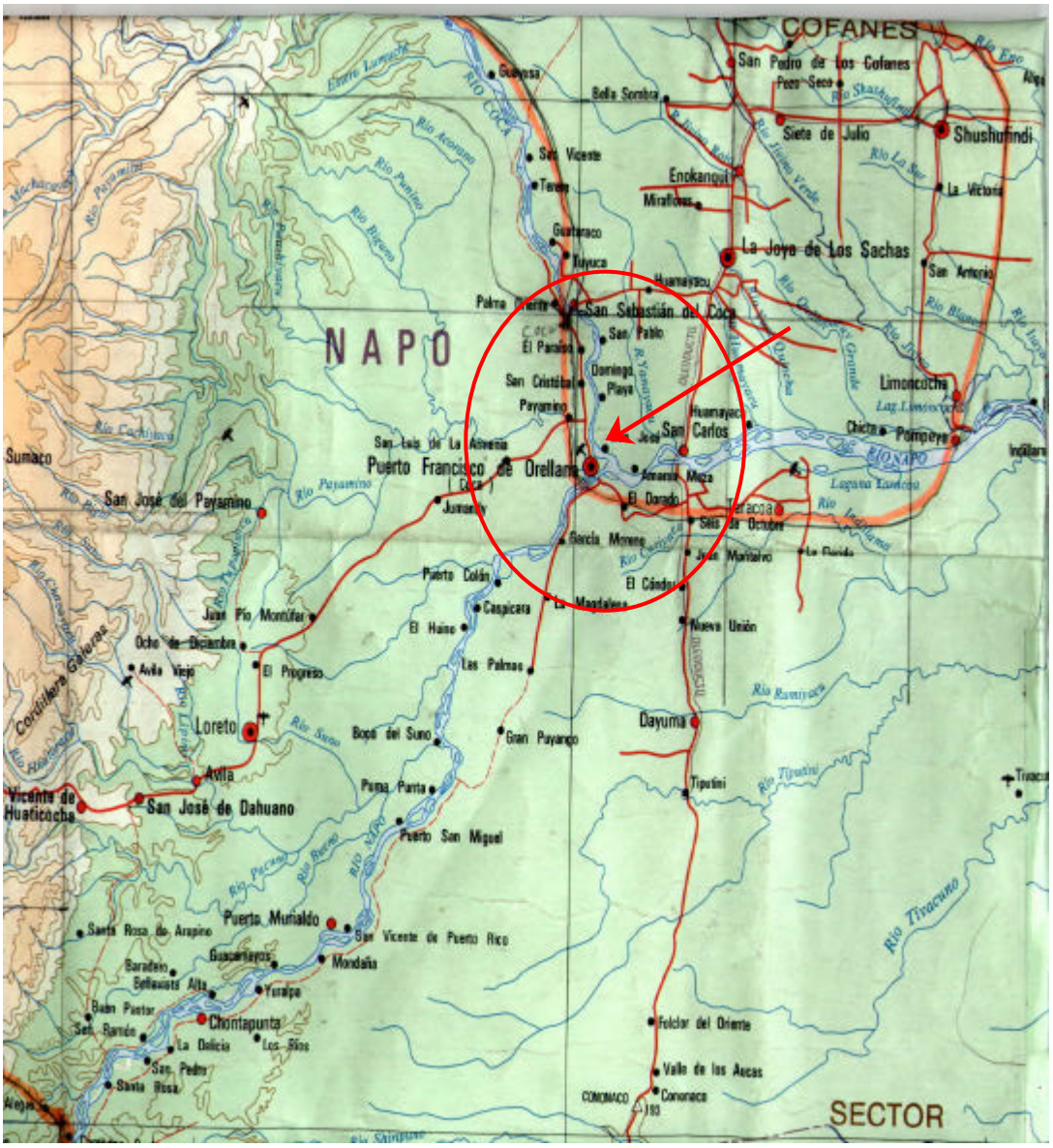
LOCALIZACION:

Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.06. Río Napo en Coca: 23/11/01 : 15h35

Orilla izquierda Lat. : S 00°28’20.2” Long. : W 76°58’48.6”
Orilla derecha Lat. : S 00°28’25.3” Long. : W 76°58’43.0”
Punto de muestreo Lat. : S 00°28’22.9” Long. : W 76°58’46.2”

LOCALIZACION:

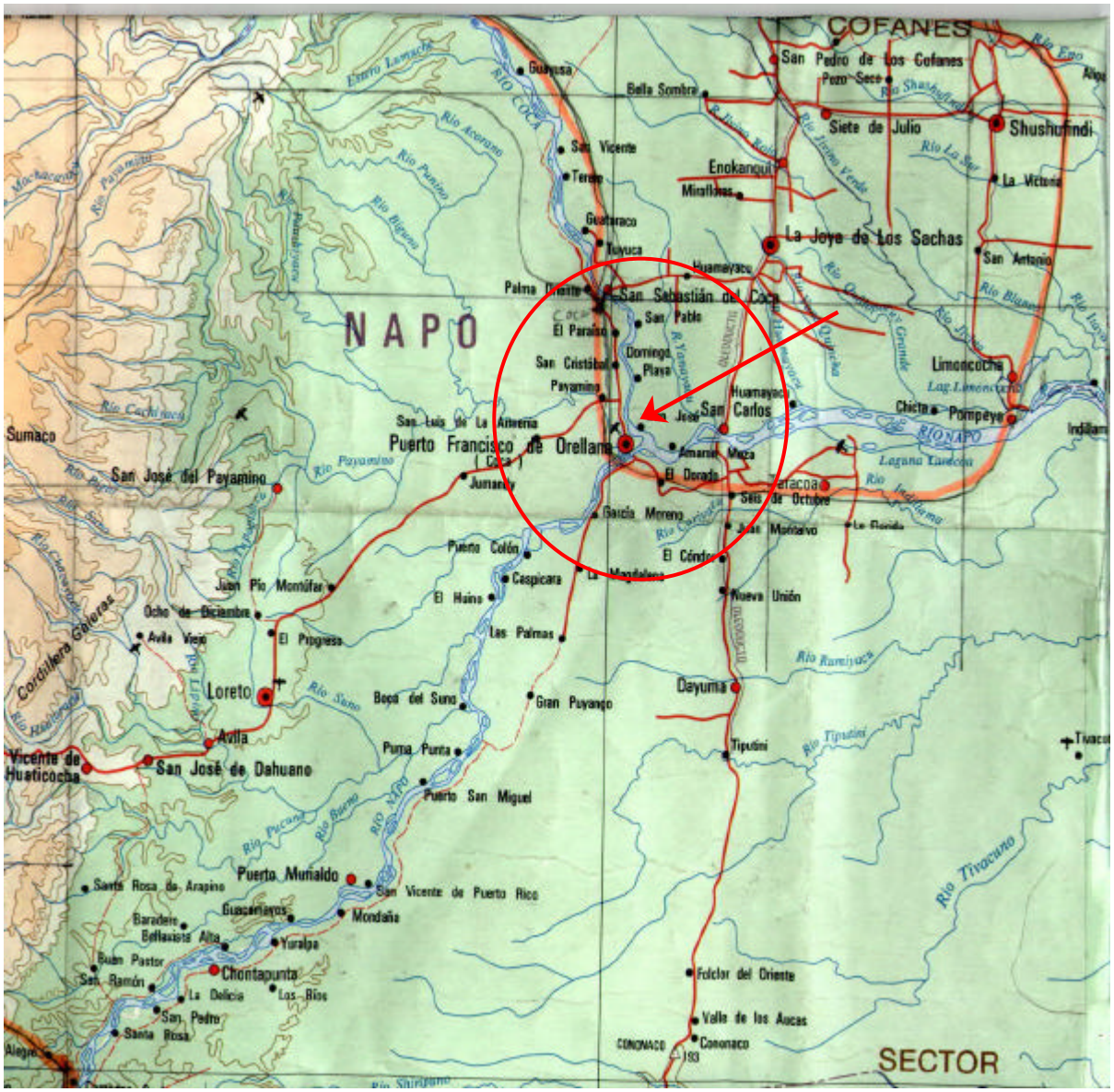


Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.07. Río Coca en San Sebastián: 23/11/01 : 17h45

Orilla izquierda Lat. : S 00°20’30.5” Long. : W 77°00’21.5”
Orilla derecha Lat. : S 00°20’34.4” Long. : W 77°00’24.0”
Punto de muestreo Lat. : S 00°20’29.0” Long. : W 77°00’23.0”

LOCALIZACION:



Medición de caudales
Muestreo de agua y de sedimentos

E17.11. Río Santiago en Santiago: 26/11/01 : 15h10

Orilla izquierda	Lat. : S 03°03’07.9”	Long. : W 78°01’00.6”
Orilla derecha	Lat. : S 03°03’15.1”	Long. : W 78°01’01.9”
Punto de muestreo	Lat. : S 03°03’10.7”	Long. : W 78°01’01.6”

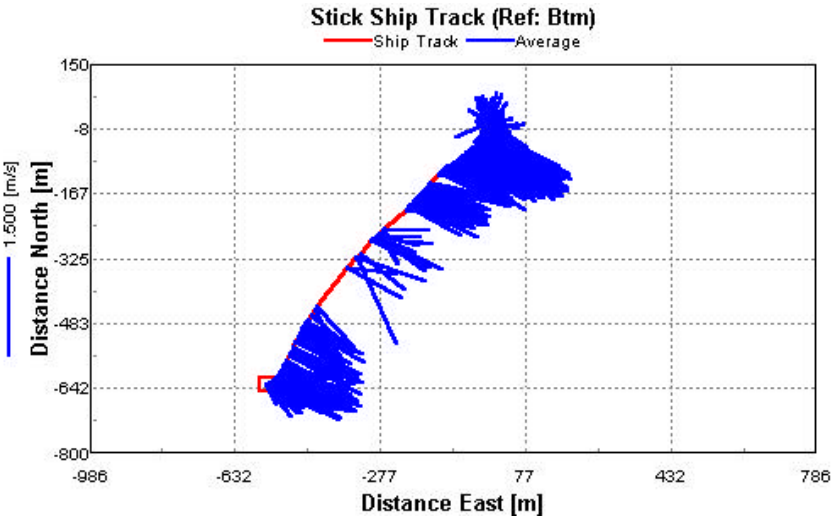
LOCALIZACION:

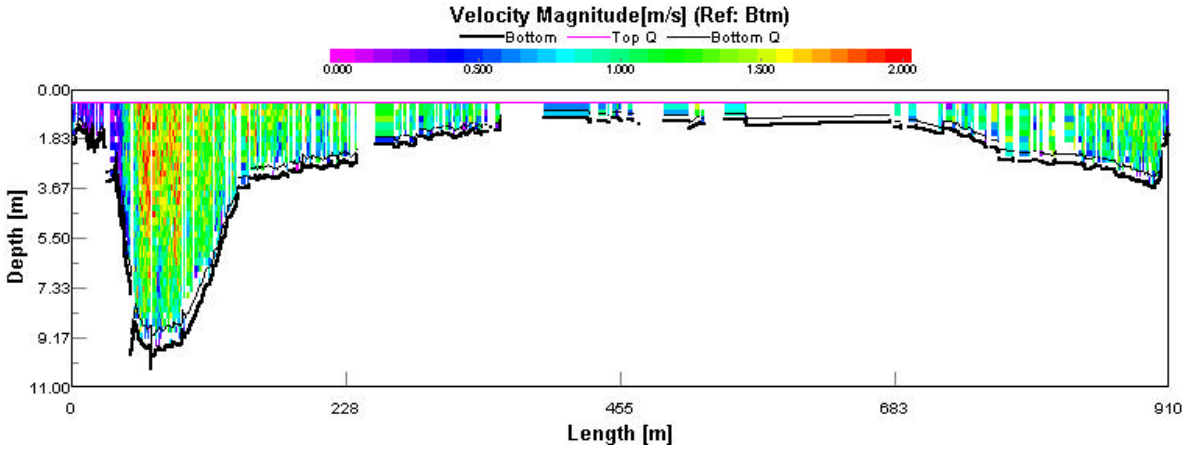
Anexo 2

Gráficos de mediciones de caudales con ADCP
(perfiles batimétricos - campo de repartición de las velocidades)

E17.01 – Río Napo en Nuevo Rocafuerte

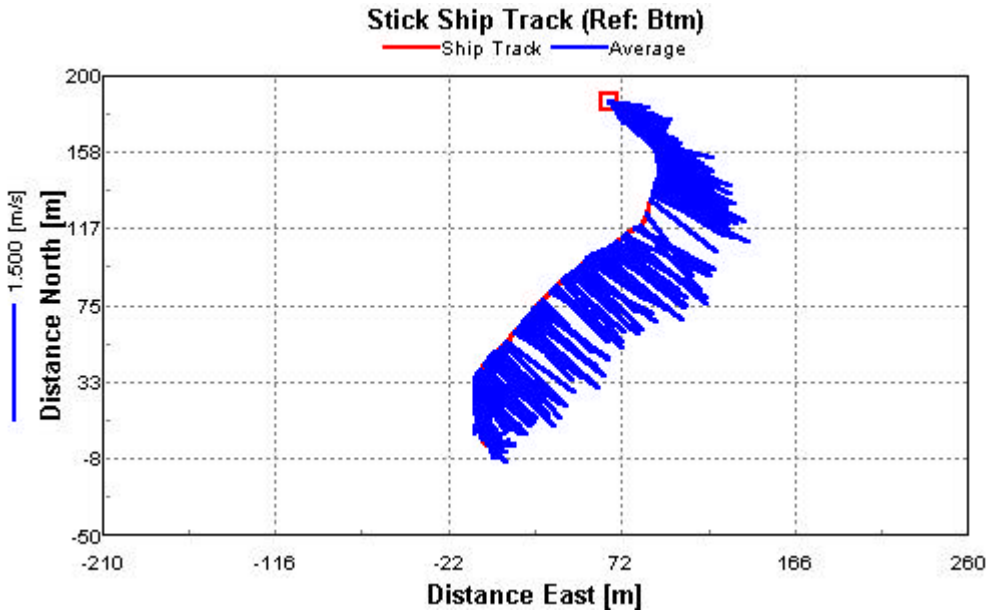
[21/11/01 – 8h40 – 1936 $m^3.s^{-1}$ – cota: 2,55m– E17Roca21005w]

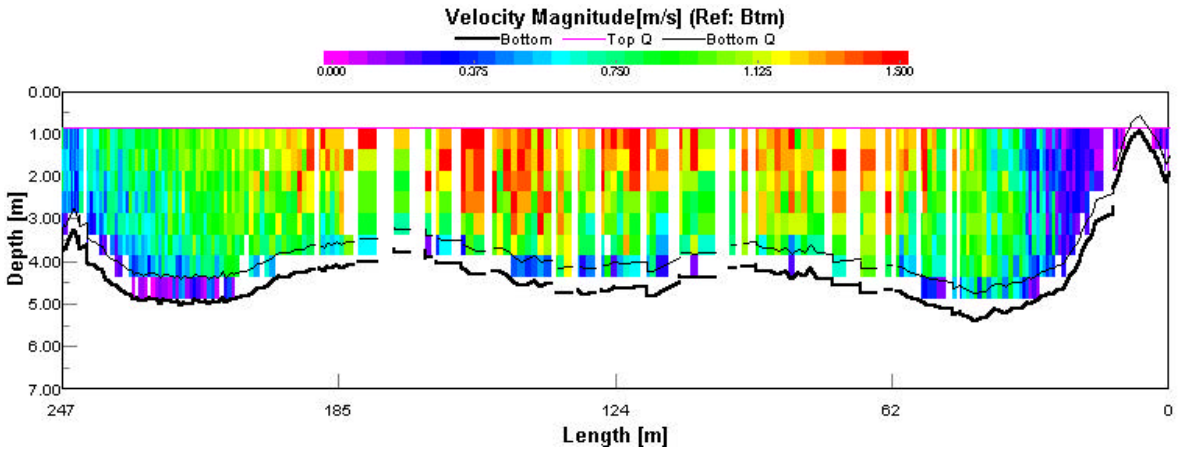




E17.02 – Río Aguarico A.J. Napo

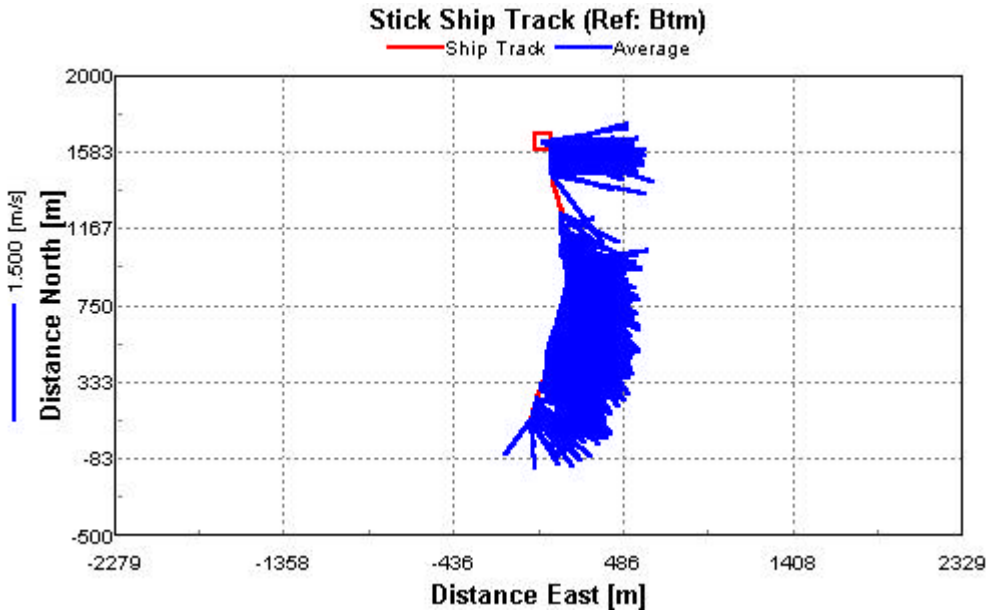
[21/11/01 – 13h35 – 849 $m^3.s^{-1}$ – E17AguaAJNapo001w]

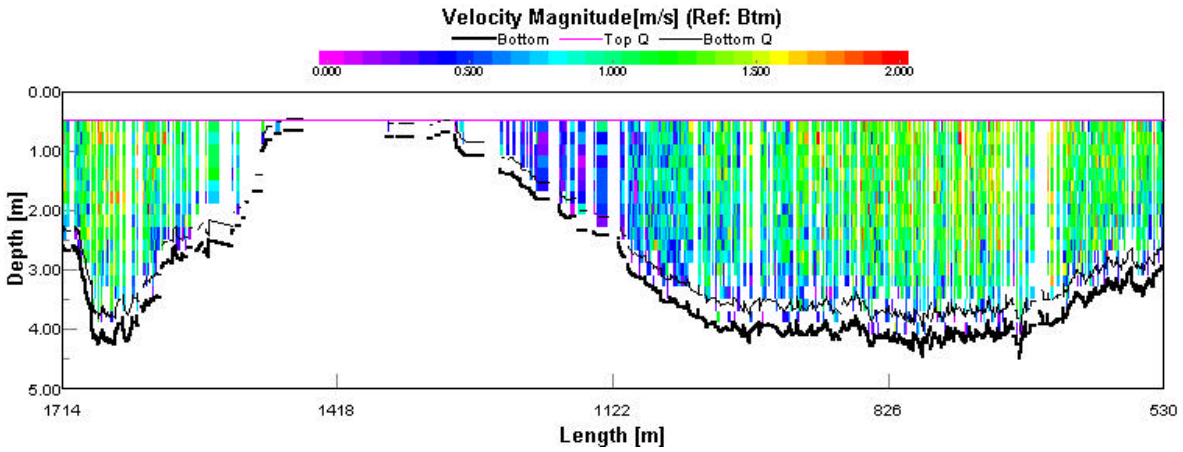




E17.03 – Río Napo D.J. Aguarico

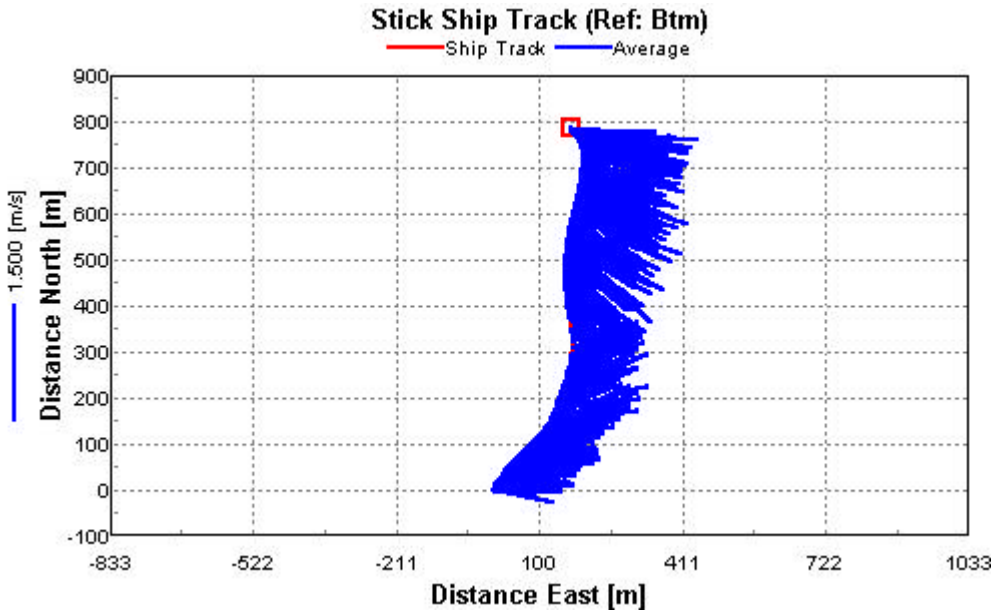
[21/11/01 – 14h30 – 3204 $m^3.s^{-1}$ – E17NapDJAguar001w]

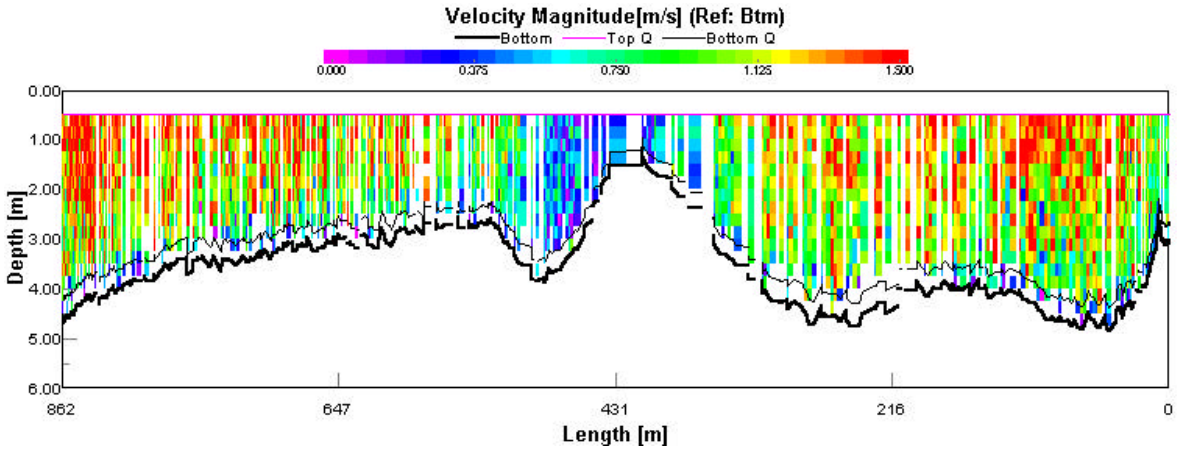




E17.04 – Río Napo A.J. Aguarico

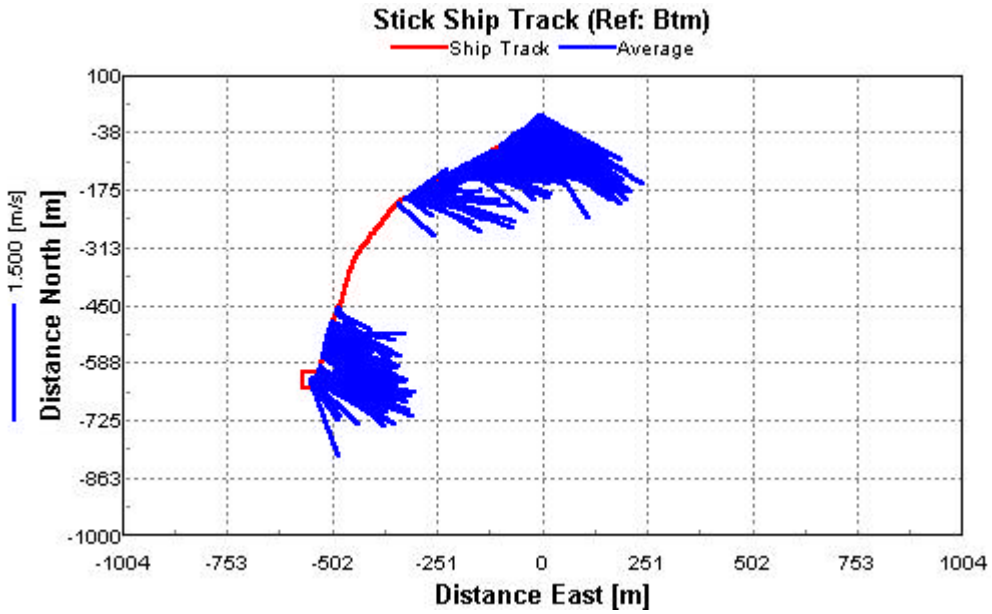
[21/11/01 – 15h35 – 2184 $m^3.s^{-1}$ – E17NapAJAguar001w]

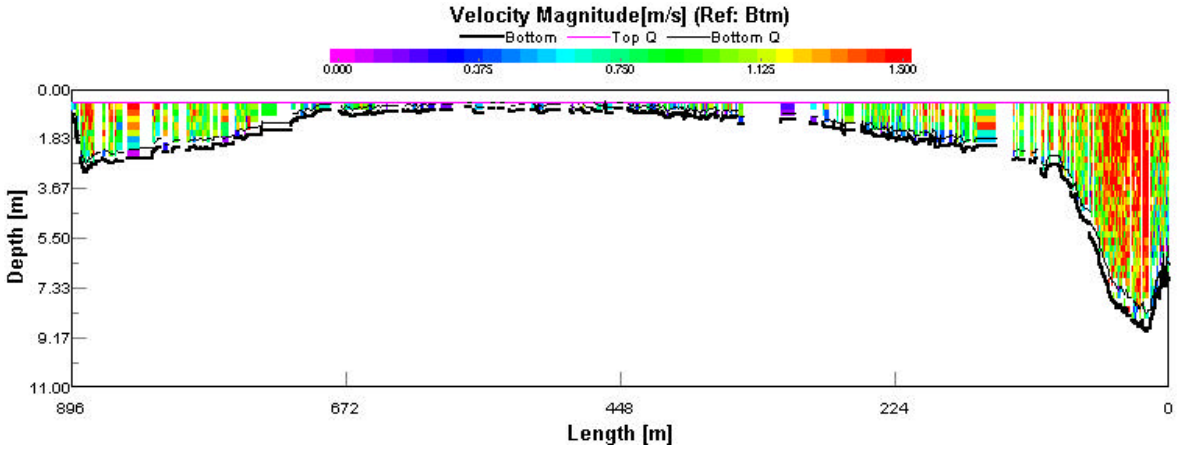




E17.05 – Río Napo en Nuevo Rocafuerte

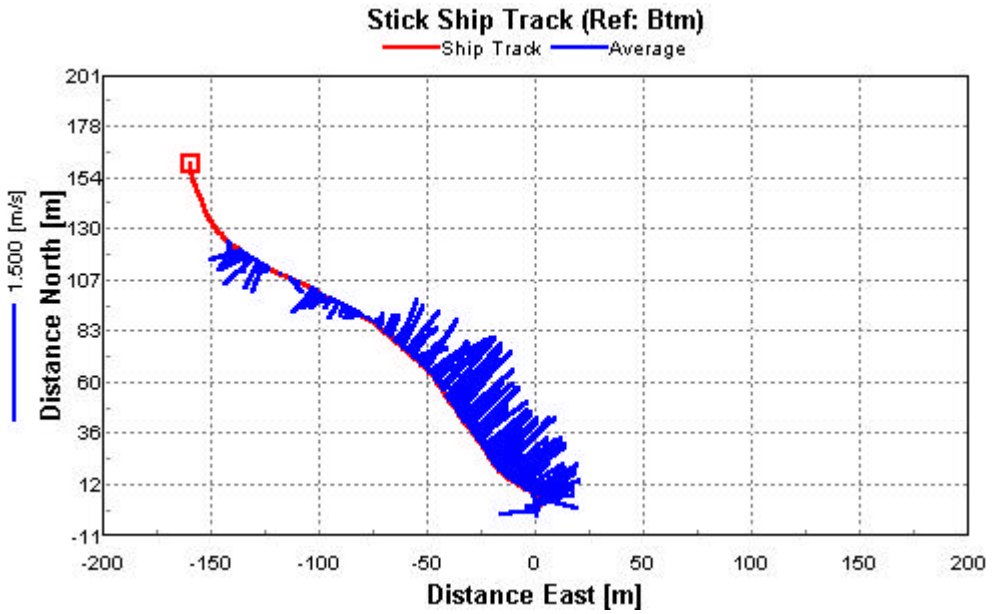
[22/11/01 – 15h06 – 1560 $m^3.s^{-1}$ – cota:1,90 – E17Roca22 000w]

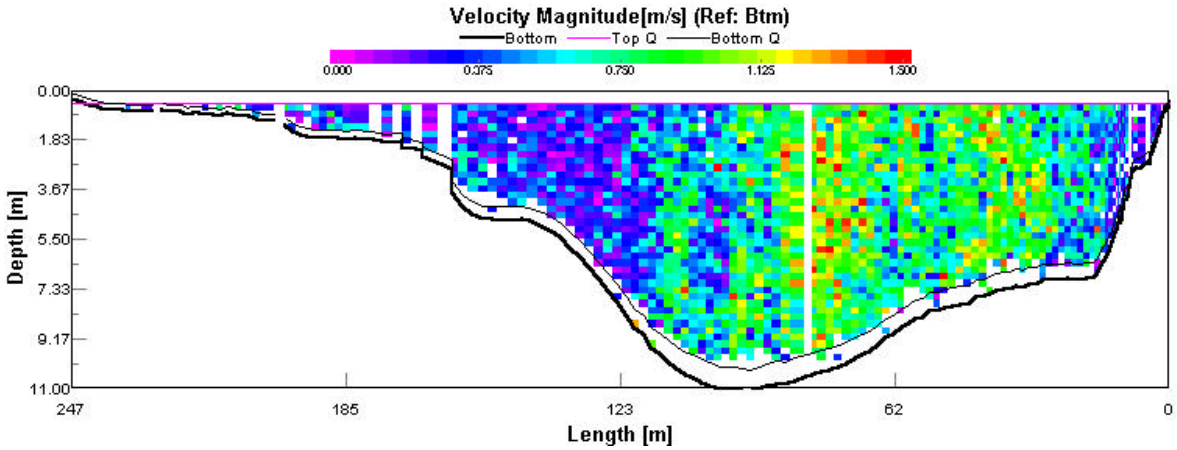




E17.06 – Río Napo en Coca

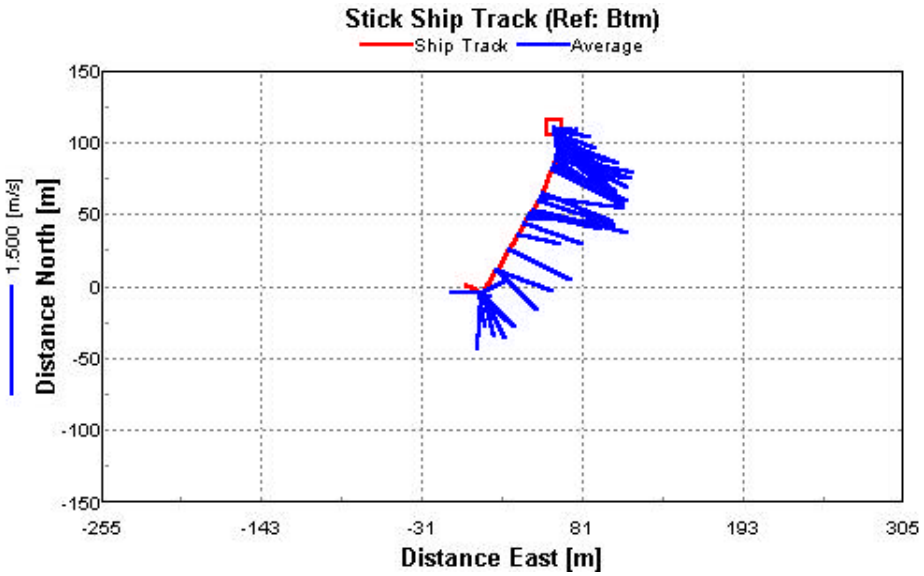
[23/11/01 – 15h35 – 1560 $m^3.s^{-1}$ – cota: 2,88m- E17Coca003w]

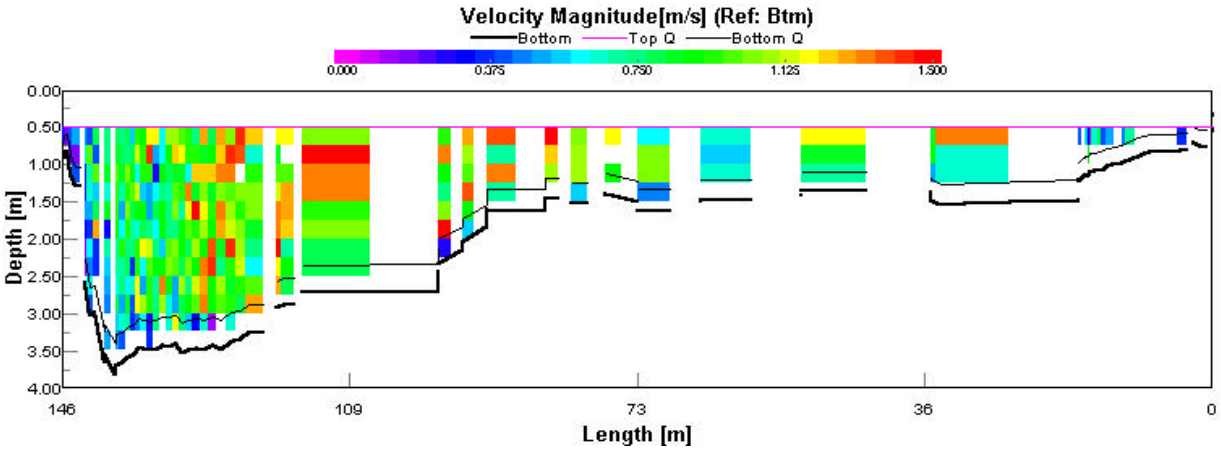




E17.07 – Río Coca en San Sebastián de Coca

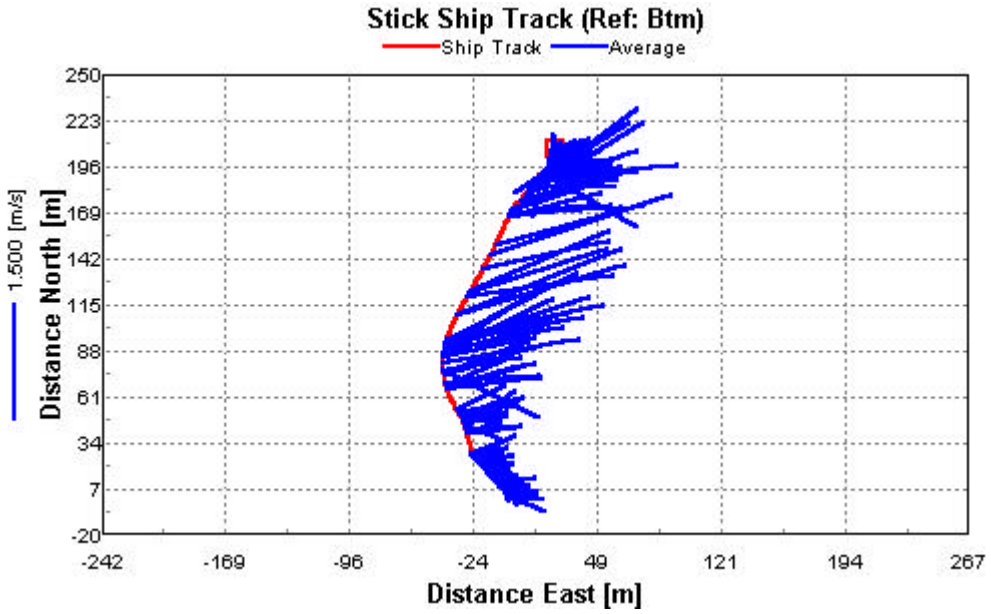
[23/11/01 – 17h45 - 227 $m^3.s^{-1}$ – cota: -12,08m- E17SanSeba002w]

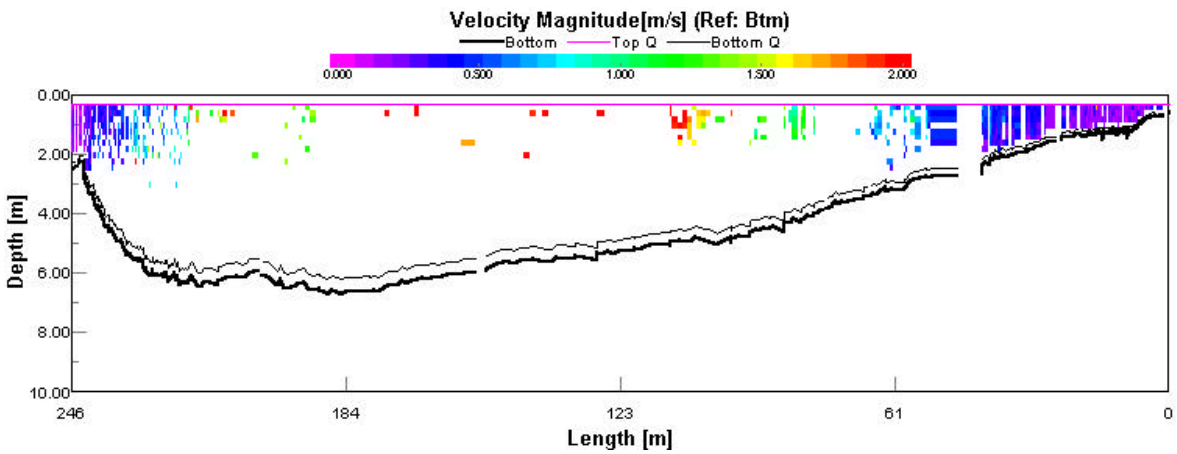




E17.11 – Río Santiago en Santiago

[26/11/01 – 15h10 – 945 $m^3.s^{-1}$ –cota:0,82m- E17Santiago001w]





Anexo 3

Flujograma de muestreo y tratamiento de muestras