



\*Hydrogeodinámica de la Cuenca Amazónica  
Hydrogéodynamique du Bassin Amazonien

IRD - INAMHI

## **18<sup>ava</sup> Comisión de aforos, muestreo de agua y sedimentos Cuencas del Río Esmeraldas**

Quito ⇨ Latacunga ⇨ Quilotoa ⇨ Quito  
⇨ Sto Domingo ⇨ Quinindé ⇨ Quito

**código E18 - Enero de 2002**



Foto 1 : Vista del lago Quilotoa

*Alain Laraque, Catalina Cerón, Mariana Estrella*



*Nelson Salazar*

Director Ejecutivo del INAMHI

*Milton Silva*

Director de Hidrología del INAMHI

*Rodrigo Pombosa*

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  
Catalina Cerón

IRD - Quito  
EPN - Quito

---

Publicación HYBAM

Quito

Enero de 2002

## SUMARIO

### 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

### 2. PARTICIPANTES

### 3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1 Medición de caudales

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 de sedimentos

### 6. FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

### 7. CONCLUSIONES

### LÉXICO

### ANEXOS

\*\*\*\*\*

#### Lista de fotos :

Foto 1 : Vista del lago Quilotoa

#### Lista de figuras :

Figura 1 : Localización de las estaciones estudiadas de la cuenca del río Esmeraldas

Figura 2 : Limnigrama diario

Figura 3 : Curva de gasto

#### Lista de tablas :

Tabla 1: Resultados de las mediciones de caudales

Tabla 2 : 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

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

Anexo 3 – Flujograma de muestreo y tratamiento de muestras

## 1. OBJETIVOS DE LA COMISIÓN

En la cuenca del río Esmeralda, el principal objetivo en la primera parte de la comisión fue el de reconocer el lago Quilotoa y la alta sub cuenca del río Toachi, mientras que en la segunda parte se hizo el reconocimiento de la alta sub cuenca del río Saloya, tributario del río Blanco, el monitoreo de 2 estaciones de referencia de la cuenca del Esmeraldas y se realizó un aforo en la estación Esmeraldas D.J Sade con un ADCP modelo 1200 Khz (Figura 1).

## 2. PARTICIPANTES :

↻ EPN	- (Quito)	Catalina Cerón
↻ INAMHI	- (Quito)	Mariana Estrella
↻ IRD	- (Quito)	Alain Laraque

## 3. ACTIVIDADES DE CAMPO

### 3.1 Medición de caudales

Se utilizó un ADCP (RDI – Río Grande) de 1200 khz con un soporte tipo “*body board*”.

### 3.2 Muestras de agua

Las muestras para análisis específicos de agua fueron tomadas desde una lancha localizada al frente de la corriente. Para el estudio de la materia en suspensión y de la materia disuelta, se realizó cada vez tres muestreos previos con el agua del mismo río para acondicionar los frascos antes de tomar la muestra definitiva.

### 3.3. Mediciones “ in situ”

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

1. Conductivímetro WTW LF 318 (  $A_p = \pm 0.1 \mu S.cm^{-1}$  )
2. pH metro WTW PH 320 (  $A_p = \pm 0.01$  )
3. Turbidímetro AQUALITYC (  $A_p = \pm 0.01 NTU$  )
4. Oxímetro YSI 95 (  $A_p = 0.01 mg.l^{-1}$  )

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

5. GPS GARMIN Etrex (  $A_p = \pm 3-10 m$  )  
en sistema Sth.Amrch'69.

### 3.4. Filtraciones de las muestras

Todas las muestras fueron filtradas en el laboratorio del INAMHI 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  $0.45 \mu m$  de porosidad. El líquido filtrado está destinado al análisis

de los elementos disueltos mayores (An.3).

#### **4. DESARROLLO DE LA COMISIÓN**

Esta comisión se dividió en 2 partes :

Parte 1 : etapa de un día en la cuenca del Toachi para reconocimiento del lago Quilotoa previo a realizar su balance hidrogeoquímico, después de un levantamiento batimétrico completo.

Parte 2 : etapa de 2 días en las cuencas del rio Blanco y del Esmeraldas.

##### **☞ 18 de Enero :**

- viaje Quito – Quilotoa - Quito por tierra para Catalina y Alain.

Resultado del reconocimiento del sector del lago Quilotoa :

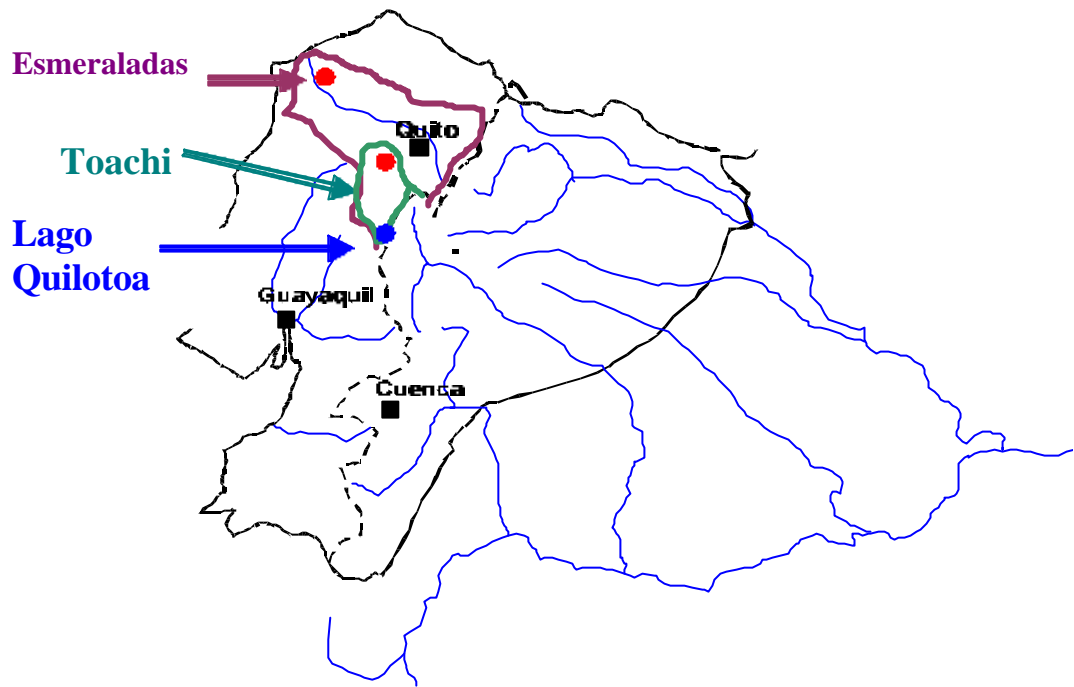
- ☒ fue hecho un estudio por la EPN con la presencia de Italianos alrededor de 1995
- ☒ profundidad estimada de la laguna : - 270 m
- ☒ existe un mapa 1/50.000 (1991) de Minard Hall “Mapa de los peligros volcanicos potenciales asociados con el volcán Quilotoa” donde se indica un volumen de agua de 1 km<sup>3</sup> para una superficie de 4 km<sup>2</sup>.
- ☒ la época de lluvia esta entre enero y mayo.
- ☒ se construye una posada rudimentaria a la orilla del lago, su apertura está prevista para el final de marzo 2002 (5 usd/pers. por noche con desayuno y merienda – alquiler de mula 3 usd por viaje).
- ☒ según los testimonios orales, el nivel del lago tiende a bajar regularmente de año en año.
- ☒ para un monitoreo limnológico, se necesita colocar 2 reglas limnimétricas.

##### **☞ 23 de Enero :**

- viaje Quito – Sto Domingo de los Colorados, por tierra para Mariana, Catalina y Alain, pasando por Chiriboga (valle del rio Saloya). Monitoreo de la estación de referencia del Toachi en Sto Domingo y llegada a Quinindé.

##### **☞ 24 de Enero :**

- Viaje de canoa hasta la estación Esmeraldas DJ Sade. Muestreo de agua, aforo con el ADCP 1200 khz y monitoreo de la misma estación.
- Regreso de carro de Quinindé hasta Quito.



**Figura 1 : Localización de las estaciones estudiadas de la cuenca del río Esmeraldas**  
[ver tabla I para el código de las estaciones]



**Tabla 1 : Resultados de las mediciones de caudales**

Cód.	río	estación	Codigo	fecha	hora	Cota	Ancho	Caudal	Num.	dQ	archivo	Arc. configuracion
muestra			INAMHI			m	m	(m <sup>3</sup> /s)	Medi.	%	ADCP	ADCP (*.wrc)
E18.03	Esmeralda	DJSade	H-168	24/01/02	13h30	2.88	114	576	4	5,71	E18DJSade	Config profondeur10

*Total 1 sección; 2 perfiles; media de dQ = 5,71 %*

**Tabla 2 : Características de los puntos de muestreo**  
(Mediciones físico-químicas in situ)

Código	Río	Estación	Fecha	Hora	Punto de muestreo		Altitud	Cota	Caudal	T	pH	O <sub>2</sub>	C.E.	Turb.	MES
					Latitud	Longitud									
muestra							m.s.n.m	m	m <sup>3</sup> /s	°C		mg/l	uS/cm	NTU	mg/l
18.01	Escurrimiento	o afluente	23-janv-02	08h40	N00°17'31.5"	W78°36'41.2"	-	-	-	21,0	7,15	-	72,0	7,0	15,5
18.02	Toachi	Sto. Domingo	23-janv-02	13h35	<b>S00°14'21.3"</b>	<b>W79°08'13.0"</b>	<b>535</b>	0,33	-	21,7	7,26	7,68	151,0	12,0	21,5
18.03	Esmeraldas	D.J. Sade	24-janv-02	13h30	<b>N00°32'05.8"</b>	<b>W79°25'18.9"</b>	<b>110</b>	2,88	565	24,8	6,79	5,64	110,0	17,0	43,3

Leyenda :

(\*) = los MES provienen de la superficie en los puntos de muestreo y son determinados en laboratorio

Coordenadas :

en negrita = Sistema Prov.S. Am'56 del GPS

en normal = sistema Sth.Amrch'69 del GPS

Altitudes : en negrita = altitud INAMHI

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Medición de caudales

La época de la comisión E18, (Enero) está caracterizada por aguas bajas en la cuenca del Esmeraldas (Figura 2).

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

Los resultados de las mediciones de caudales con correntómetro acústico de efecto Doppler (ADCP) de frecuencia de 1200 Khz están resumidos en la tabla 1, y los gráficos del software WINRIVER (RDI) 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 como “buena” (desvío  $dQ < 5\%$ ) cuando la velocidad media obtenida en la sección es  $> 0.4 \text{ m.s}^{-1}$  y cuando el porcentaje de caudal realmente medido con el ADCP es  $> 50\%$  del caudal total (incluyendo el calculado).

Durante esta comisión, se presentó un desvío de  $dQ < 6\%$  en las mediciones de caudales.

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 2 se presenta 3 gráficos que corresponden respectivamente a:

1. la trayectoria del barco (línea roja) y trazado de las velocidades superficiales (líneas azules),
2. el perfil de las velocidades en la sección,
3. la repartición de las intensidades en la sección estudiada

Para los gráficos 2 y 3, las orillas izquierda y derecha del río se encuentran representadas, respectivamente a la izquierda y derecha del gráfico.

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

#### **5.1.1. Río Esmeralda en D.J.Sade : 24 de enero; Cota corregida = 2.88; $Q = 576 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$**

Excelente sección de medición.

Cuidado : En esta estación, se necesita multiplicar por la constante “0.60” las cotas provenientes de las reglas inclinadas (en este caso, la lectura real era de 4.80 m)

#### **5.2. Muestreo de agua y de sedimentos**

Durante la comisión ‘E18’, 3 puntos fueron muestreados (Tabla 2).

Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, conductividad, pH, turbiedad, oxígeno disuelto) fueron medidos *in situ*, en la canoa. La determinación de la alcalinidad (concentración en  $\text{HCO}_3^-$ ) fue realizada *in situ*, con el método potenciométrico. Todas las muestras fueron filtradas, con filtros en acetato de celulosa de  $0,45 \mu\text{m}$  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 E18 fue financiada por el IRD (Programa HYBAM), con el apoyo del material, (vehículos, aparatos) del IRD.

\*\*\*\*\*

**Léxico :**

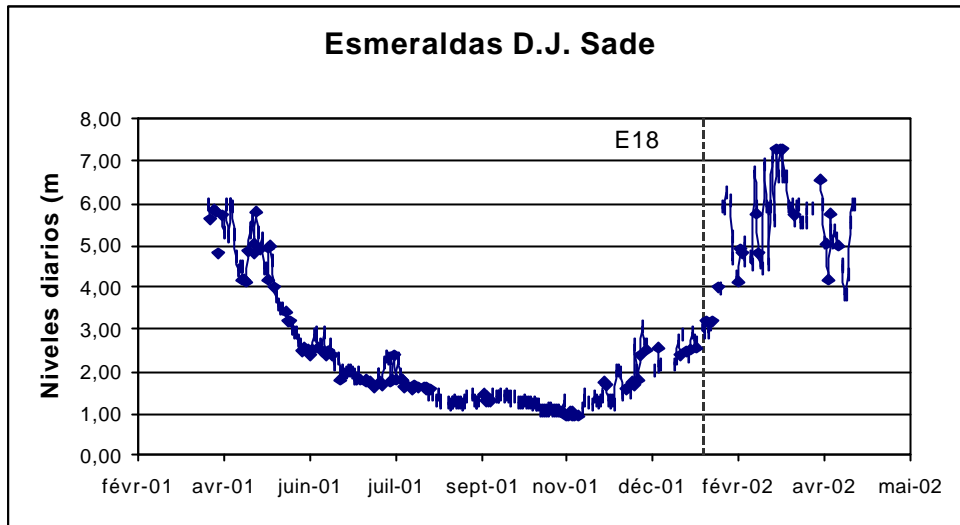
EPN : Escuela Politecnica Nacional

IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo

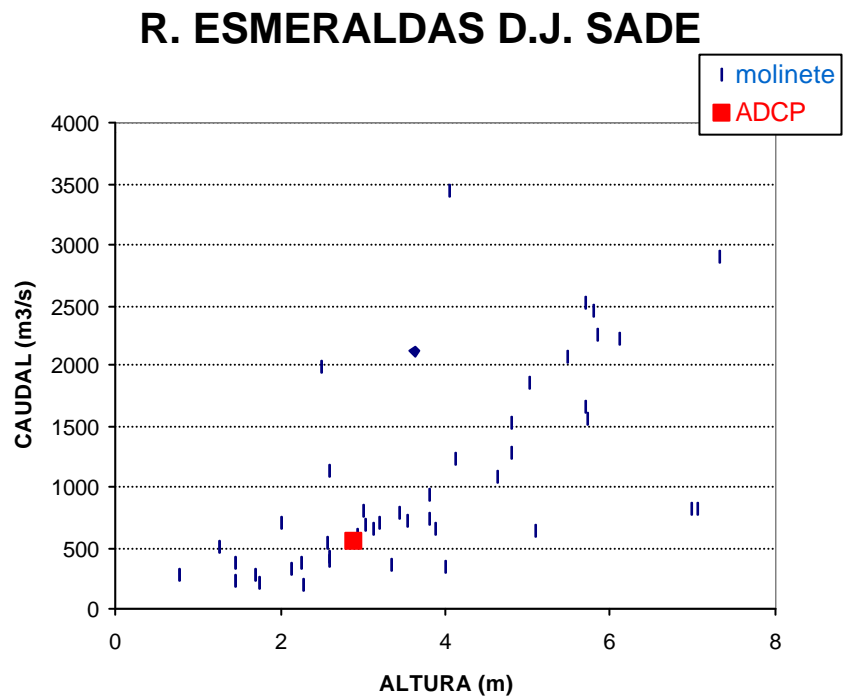
INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

\*\*\*\*\*

**Figura 2 : Linnigrama diario**



**Figura 3 : Curva de gasto**



# **Anexo 1**

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

# Medición de caudales

## Muestreo de agua y sedimentos

### E18.03. Rio Esmeralda en D.J.Sade : 24/01/02 : 13h30

Orilla izquierda	Lat. : N 00°32'05.4"	Long. : W 79°25'18.2"
Orilla derecha	Lat. : N 00°32'10.3"	Long. : W 79°25'19.8"
Punto de muestreo	Lat. : N 00°32'05.8"	Long. : W 079°25'18.9"

(con el Sistema Prov.S. Am'56 del GPS)

#### Esquema de Ubicación:

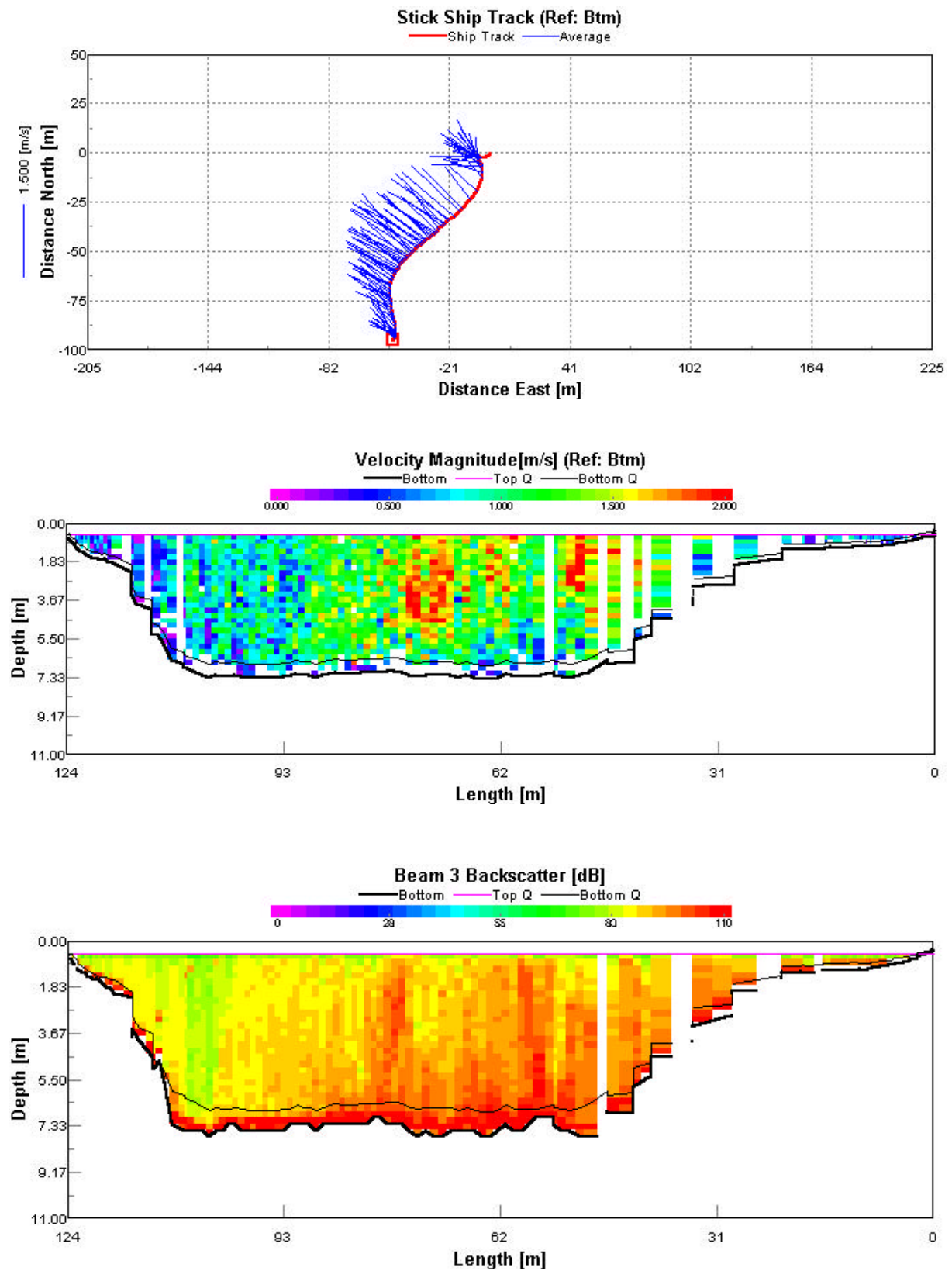


## **Anexo 2**

**Gráficos de mediciones  
de caudales con ADCP**  
(perfiles batimétricos - campo de  
repartición de las velocidades -  
intensidades en las secciones estudiadas)

### N18.01 – Rio Esmeralda en D.J. Sade

[24/01/02 – 13h10 – N = 2,88; Q = 565 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> – E18DJSade002r]





# **Anexo 3**

**Flujograma de muestreo  
y tratamiento de muestras**