Hidrogeodinámica de la Cuenca del Orinoco
Hydrogéodynamique du Bassin de l'Orénoque

IRD – UNEG - UCV

13va Campaña de aforos, muestreos de agua y sedimentos en la cuenca del río Orinoco

Caracas ⇨ Puerto Ordaz ⇨ Las Galderas
⇨ Ciudad Bolívar ⇨ Puerto Ordaz ⇨ Caracas

Código VE13: (17 al 19 de Febrero 2011)

Foto 1: *Vista del Puente Orinoquia desde la sección de Aforo de Puente II*

Bartolo Castellanos, Jesús Pérez

Edición del informe

Bartolo Castellanos	IMF/UCV	- Caracas/Venezuela
Alain Laraque	IRD/GET	- Toulouse/Francia

Montpellier – Redacción en Febrero 2011

SUMARIO

1. OBJETIVOS DE LA CAMPAÑA
2. PARTICIPANTES
3. ACTIVIDADES DE CAMPO
3.1 Mediciones de caudales
3.1 Muestreo de agua
3.2 Medición de parámetros físico-químico *"in situ"*
3.3 Filtración de muestras
4. DESARROLLO DE LA CAMPAÑA
4.1 Programación e itinerario de la campaña
4.2 Sitios de medición
5. RESULTADOS
5.1 Medición de caudales
5.2 Muestreo de agua y sedimento
6. FINANCIAMIENTO DE LA CAMPAÑA
7. CONCLUSIONES
LÉXICO
ANEXOS

****

Lista de fotos:

Foto 1: Vista del puente Orinoquia desde de la sección de aforo en Puente II

Lista de figuras:

Figura 1: Estaciones de referencia del proyecto HYBAM-Venezuela (cuenca del río Orinoco)
Figura 2: Hidrogramas del Orinoco en la estación de Ciudad Bolívar
Figura 3: Sección de aforo del Orinoco en la estación Puente II (Puerto Ordaz)
Figura 4: Sección de aforo del Orinoco en la estación de Ciudad Bolívar

Lista de tablas:

Tabla 1: Cronograma de la campaña V13
Tabla 2: Resultados del muestreo de MES en Ciudad Bolívar
Tabla 3: Resultados del muestreo de MES en Puente II

Lista de anexos:

Anexo 1: Fotografías de la campaña VE13
Anexo 2: Gráficos de los aforos ADCP de la campaña VE13
Anexo 3: Tablas de los datos de los aforos ADP de la Campaña VE13

1. OBJETIVOS DE LA CAMPAÑA

El principal objetivo de esta campaña es el de realizar aforos sólidos entre los dos puentes que encierran la planicie de inundación del bajo Orinoco (Ciudad Bolívar y Puente Orinoquia) como también en el Caño Mamo, estudiando los flujos hidrosedimentarios.

Este trabajo se realiza en el marco de los proyectos ORE/HYBAM/Venezuela y ECOS/Nord/Venezuela.

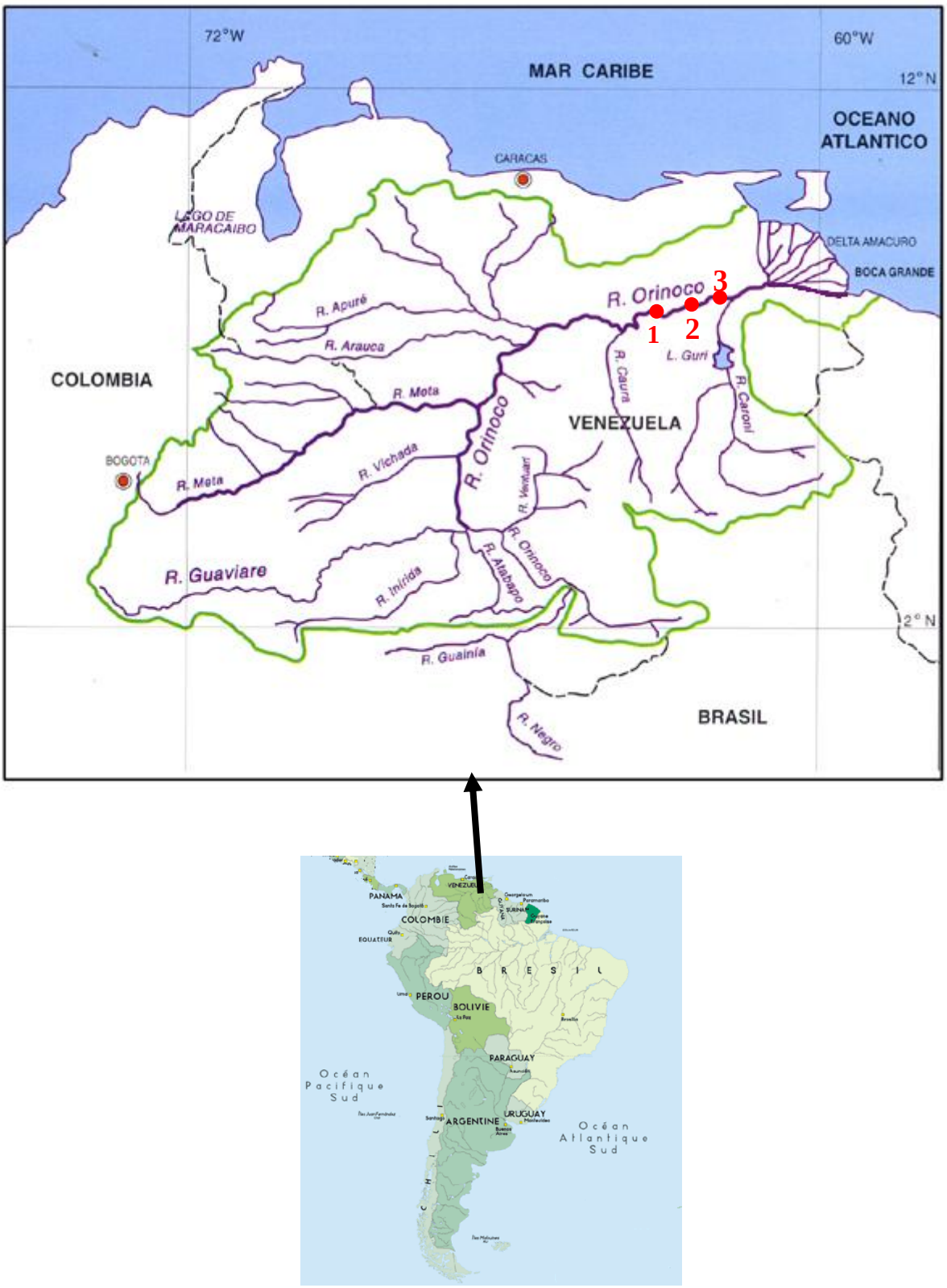


Figura 1: Localización de la Cuenca del Río Orinoco con sus estaciones de monitoreo – 1) Estación principal: rio Orinoco en Ciudad Bolívar; Estaciones secundarias: 2) Caño Mamo; 3) Puente 2

2. PARTICIPANTES

En el trabajo de campo participaron 2 personas, a continuación se mencionan por orden alfabético:

- IMF - (Venezuela) Bartolo Castellanos
- CIEG - (Venezuela) Jesús Pérez

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1 Medición de caudales

Se utilizó un ADP (Sontek) de 1000 kHz. con un soporte amadrinado a la embarcación.

3.2 Muestras de agua

Se realizaron tres enjuagues de los frascos antes de tomar la muestra definitiva con el agua del mismo río para acondicionar los frascos.
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 margen de la sección de medición. En cada vertical se realizaron tres muestreos puntuales: en la superficie, en el medio y en el fondo.

3.3. Mediciones "in situ"

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

1. Conductivímetro WTW LF 318 (Ap = +/- 0.1 $\mu S.cm^{-1}$ a 25 °C)
2. PH metro series OAKTON pH 500 (Ap = +/- 0.01 pH)

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

3. GPSmap 185 C GARMIN (Ap = +/- 3 m),
   con el sistema geodésico WGS 84

3.4. Filtración de las muestras

Todas las muestras fueron filtradas en el laboratorio ORE/HYBAM del CIEG/UNEG en Ciudad Guayana.
Para la determinación del material en suspensión (MES), fue utilizada una unidad de filtración frontal con 3 unidades (Sartorius), conectada a una bomba de vacío, con filtros de acetato de celulosa de 0.45µm de porosidad.

4. DESARROLLO DE LA CAMPAÑA

4.1 Programación e itinerario de la campaña

La Tabla 1 muestra el cronograma de la campaña VE13 y la Figura 2, su ubicación durante el ciclo hidrológico del río Orinoco. La Tabla 2 presenta el programa detallado de las actividades realizadas durante la campaña.

Tabla 1: Cronograma de la campaña VE13

	Ciudades	Caracas→ Puerto Ordaz	Puerto Ordaz → Puente 2 → Cd Bolívar	Puerto Ordaz →Caracas
Personal	**Sigla**	**17-Febrero**	**18- Febrero**	**19- Febrero**
Bartolo Castellanos	BC	+	+	+
Jesús Pérez	JPe		+	+
Ayudante			+	
Número de personas		1	3	1

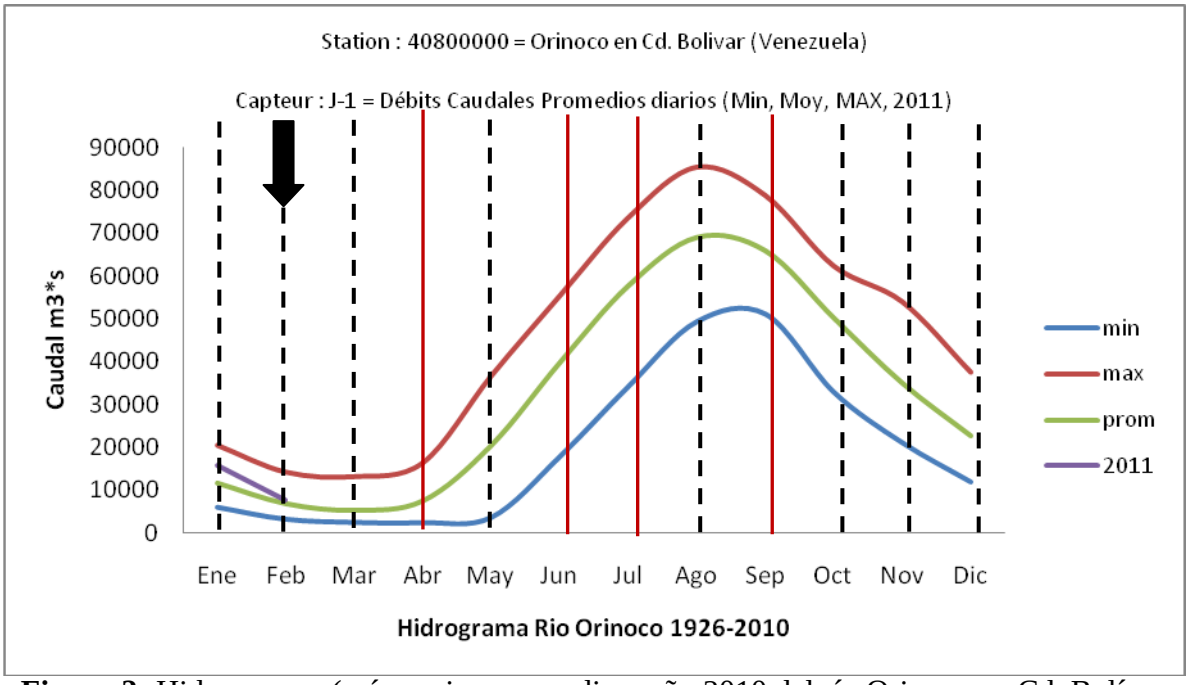


Figura 2: Hidrogramas (máx., min., promedio y año 2010 del río Orinoco en Cd. Bolívar (1926/2010)) y localización de los aforos sólidos ORE realizados hasta el momento (en negro punteado) y por realizar (en rojo). La flecha negra indica la campaña VE13.

Itinerario de la Campaña del 17 al 19 de Febrero

	Jueves 17 de febrero Llegada de Bartolo a Puerto Ordaz 20h35 en procedencia de Caracas noche en Posada Kaori (Pto Ordaz)
Viernes 18 de febrero	**Sabado 19 de febrero**
a.m. :Encuentro con Jesús Pérez, preparativos para los aforos. aforo sólido en puente 2 (10 muestreos) p.m aforo solido en Ciudad Bolívar (10 muestreos) noche en Posada Kaori (Pto Ordaz)	a.m.: salida de Bartolo a Caracas en el carro p. m: Llegada a Caracas 06h00

4.2 Sitios de Medición

En total se realizaron aforos de caudal líquido y sólido en 2 sitios diferentes del río Orinoco (Cd Bolívar y Puente II). Las imágenes de las figuras 3 y 4 muestran los sitios de ubicación de los aforos.

↳18 de Febrero

- Sección de aforo en Puente 2

Figura 3: Sección de aforo en el Puente II (18/02/2011)

Tabla 2: Aforo Sólido en el Puente 2 (Puerto Ordaz) VE13 - 18/02/11

rio	código muestreo	Prof (m)	prof. Max (m)	cota (m)	Lat. N.	Long. W.	t (°C)	CE (uS/cm)	pH	MES (mg/l)	Q (ADP)BT (m3/s)
Orinoco	VE13-4.IS	0			08° 16' 52.1"	62° 54' 30,1"	27,8	43	7,71	8,92	7722
O.I.	VE13-4.IM	1					27,8	42,8	7,62	6,88	
	VE13-4.IF	2	3				27,7	42,8	7,60	6,56	
	VE13-4.CS	0			08° 16' 37.7"	62° 54' 32,4"	28,0	43,1	7,67	6,02	
	VE13-4.CM	5					27,7	43,1	7,53	12.90	
	VE13-4.CF	10	12				27,5	44,7	7,48	14,46	
	VE13-4.DS	0			08° 16' 27.2"	62° 54' 35,7"	42,6	28,1	7,74	14,18	
	VE13-4.DM	10					43,0	27,8	7,59	10,80	
O.D.	VE13-4.DF	20	26				43,0	27,7	7,69	11,12	

- Sección de aforo en Ciudad Bolívar

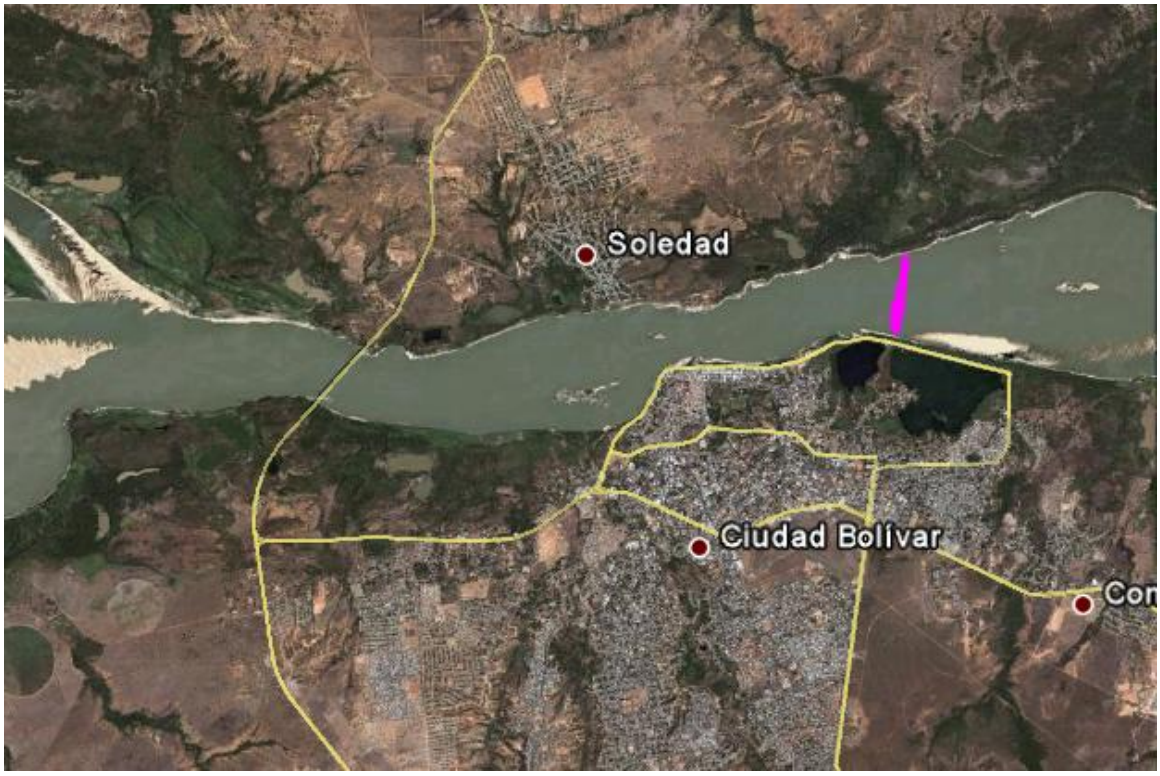


Figura 4: Sección de aforo en Ciudad Bolívar (18/02/2011)

Tabla 3: Aforo Sólido en Ciudad Bolívar VE13 - 18/02/2011

Rio	código muestreo	Prof. (m)	prof. Max (m)	cota (m)	Lat. N.	Long. W.	t (°C)	CE (uS/cm)	pH	MES (mg/l)	Q (ADP)GPS (m3/s)
Orinoco	VE13-1.IS	0		3,78	8° 09' 31.3"	63° 31' 18.8"	27,8	44,4	7,57	59.6	6964
O.I.	VE13-1.IM	6					27,8	44,2	7,28	94.4	
	VE13-1.IF	25	32				27,9	44,2	7,66	119.6	
	VE13-1.CS	0			8° 09' 21.1"	63° 31' 22.1"	27,9	44,2	7,45	91.2.	
	VE13-1.CM	12					27,9	44,1	7,44	89.6.	
	VE13-1.CF	22	25				28,0	43,9	7,40	95.6.	
	VE13-1.DS	0			8° 09' 12.3"	63° 31' 22.8"	28,1	45,3	7,62	77.2	
	VE13-1.DM	6					28,0	45,9	7,40	93.6	
O.D.	VE13-1.DF	11	13				27,9	44,2	7,15	99.6	

↳ 19 de Febrero:

- Retorno a Caracas

5. RESULTADOS

5.1. Mediciones de caudales

La época de la campaña VE13 (Febrero) está caracterizada por aguas bajas, en la cuenca del río Orinoco (Fig. 2).
La localización (orillas izquierda y derecha) de las secciones de medición fueron determinadas con geoposicionamento por satélite (GPS).
Los resultados de las 2 mediciones de caudales en las 2 secciones con correntimetro Doppler (ADP) de frecuencia de 1000 kHz, son resumidos en el anexo 3.
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 $m.s^{-1}$. Durante esta campaña, todas de las mediciones de caudales presentan un desvío dQ < 5%.

Los resultados de las campañas del proyecto HYBAM permiten completar o realizar las curvas de gasto de las estaciones estudiadas.

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la campaña VE13, fueron muestreado 18 puntos (Tabla 2 y 3) nueve por seccion
Los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, condutividad eléctrica) fueron medidos *in situ*.

6. Financiamiento de la campaña

La campaña VE13 fue financiada por el IRD (Programa ORE/HYBAM), con el apoyo técnico del personal del CIEG y del material, (vehículos, aparatos) de las instituciones siguientes : IRD/CIEG/UNEG IMF/UCV.

7. CONCLUSIONES

Se realizaron en 3 días de campaña, 2 aforos en dos secciones diferentes (Ciudad Bolívar y Puente 2) con muestreos sedimentarios y geoquímicos (18 muestreo de MES = 9 muestreos/sección) más 2 muestreos de MES decadiario en cada sección. Por falta de tiempo no se realizo el aforo en Caño Mamo. Pero en esta época por lo general este se encuentra casi seco.
En total, son 20 filtraciones de MES y 20 datos de pH, CE, T°, puntos GPS.

Abreviaturas usadas en el documento:

ADP	: Acoustic Doppler Profiler
CIEG	: Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayana
Cv	: Coeficiente de Variación
GET	: Géosciences Environnement Toulouse
HYBAM	: Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica
IMF	: Instituto de Mecánica de los Fluidos
IRD	: Instituto de Investigación para el Desarrollo
MES	: Material En Suspensión
MINAMB	: Ministerio de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales
ORE	: Observatorio Investigación – Medio ambiente
UCV	: Universidad Central de Venezuela
UNEG	: Universidad Nacional Experimental de Guayana

Anexo 1

Fotografías
de la campaña VE13

Margen izquierda de la sección de aforo en Ciudad Bolívar en febrero del 2011

Margen izquierda de la sección de aforo de Puente 2 febrero 2011

Muestras de agua de Ciudad Bolívar para filtración (febrero de 2011)

Anexo 2

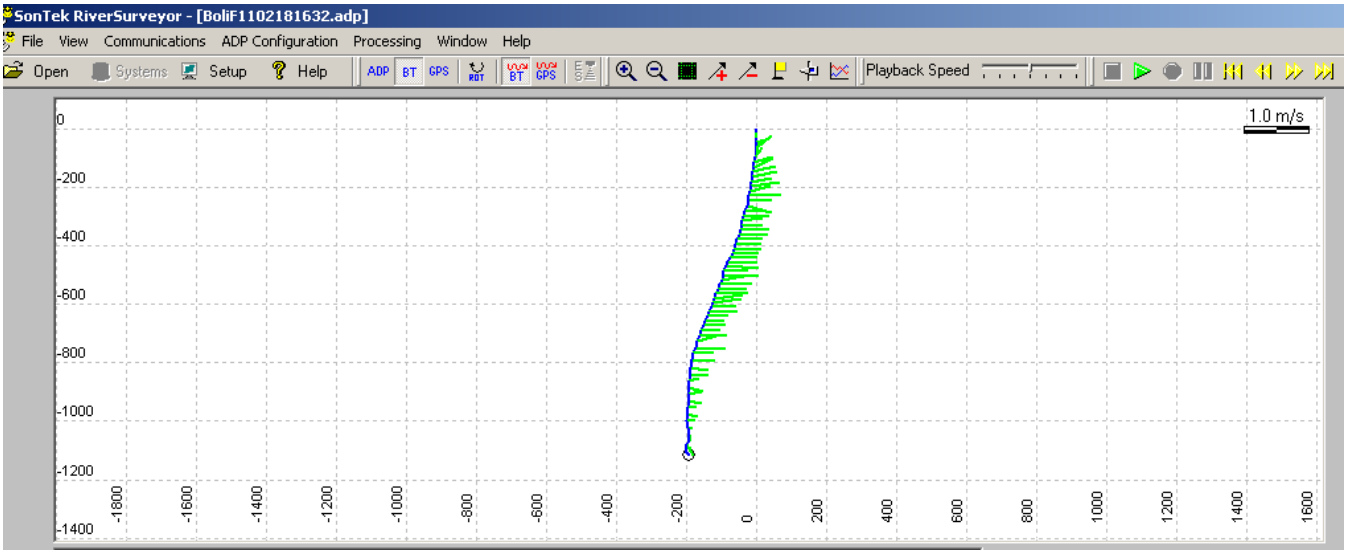
Gráficos de los aforos ADP de la campaña VE13

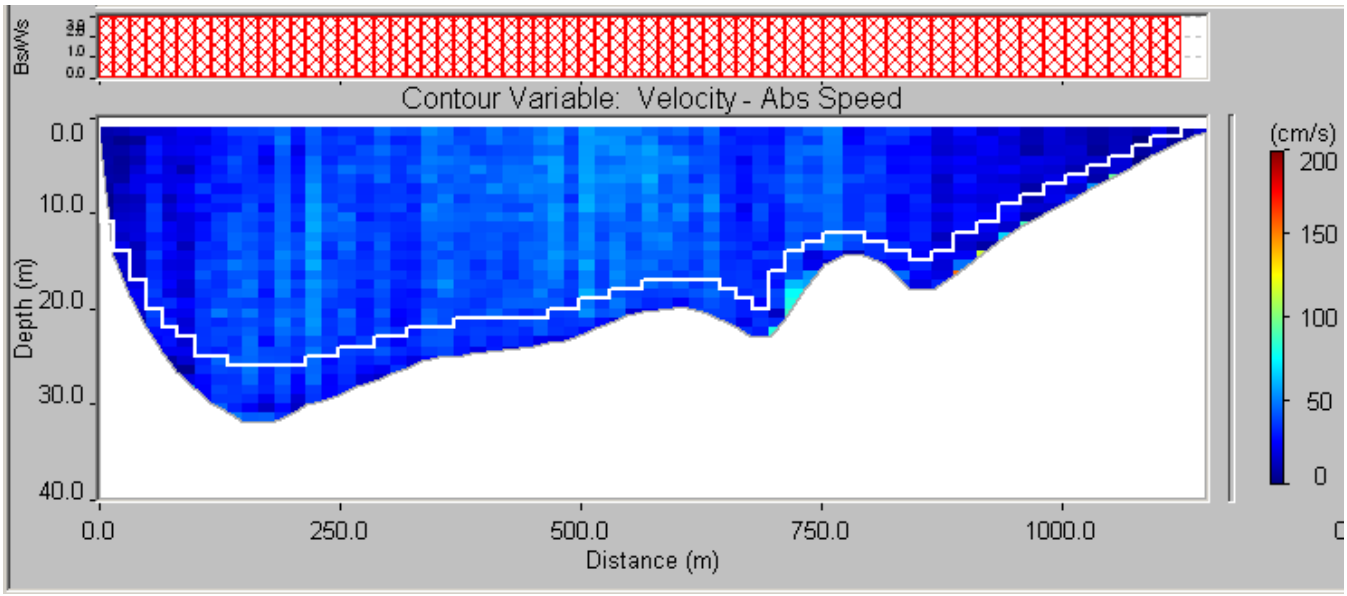
Leyenda:
Todos los gráficos de secciones de aforos se miran en el sentido de la corriente, o sea las orillas izquierda y derecha están respectivamente en la izquierda y derecha de los gráficos.

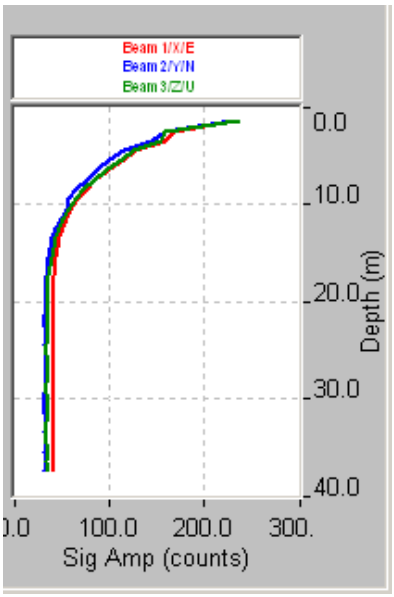
Figuras:

Campo de velocidades superficiales
Repartición de las velocidades en la sección (m/s)
Intensity del backscatter (dB)

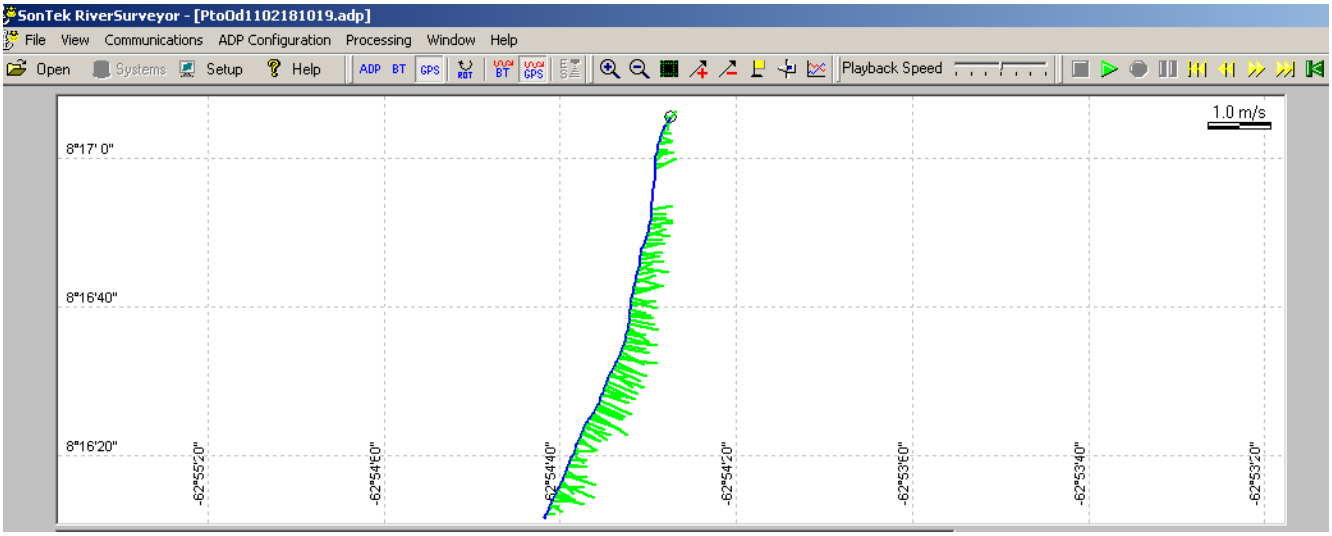
Viernes	Sección	Estación	Rio	Transepta
18/02/11	VE13 01	Cd. Bolívar	Orinoco	Boliv1102181632

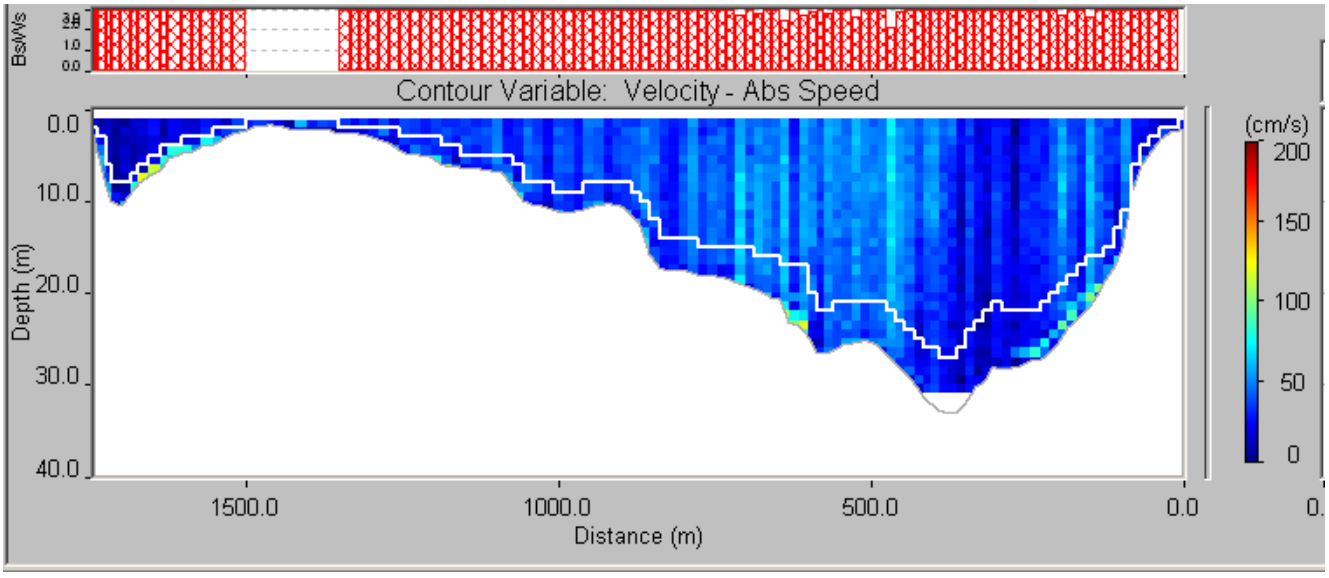


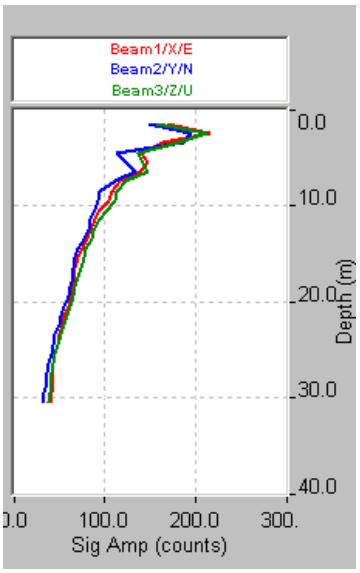




Viernes	Sección	Estación	Rio	Transepta
18/02/11	VE13 04	Puente 2	Orinoco	Ptood1102181019







Anexo 3

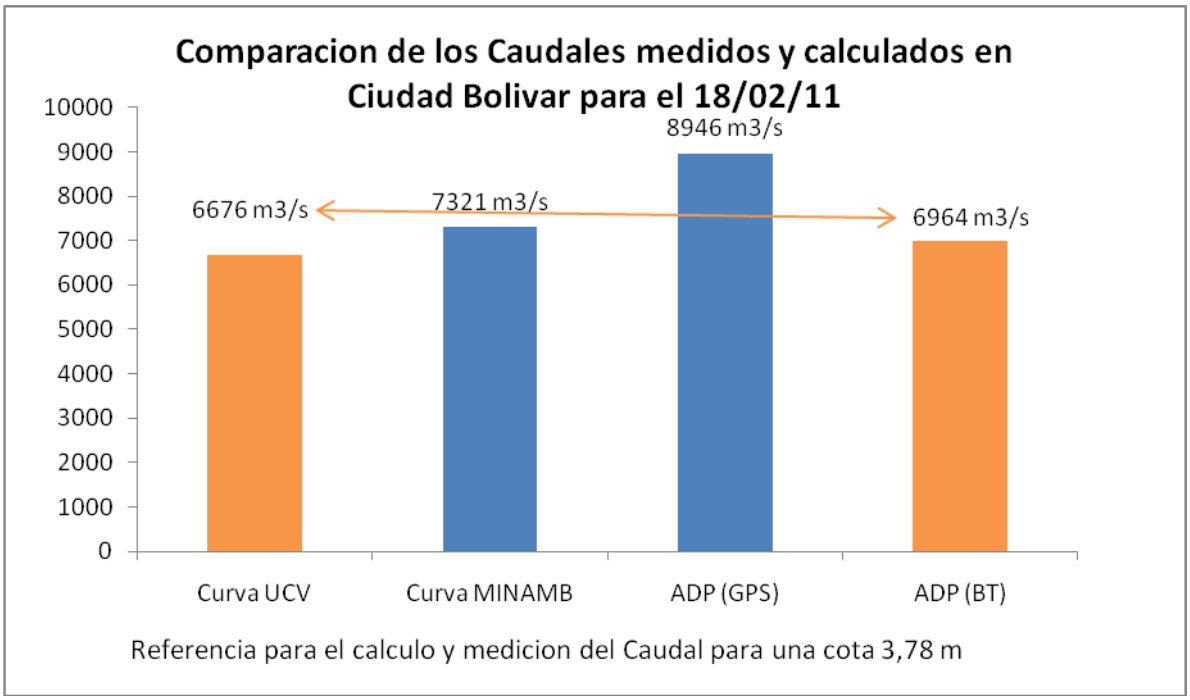
Tabla de datos de los aforos ADP de la campaña VE13

fecha		n° seccion	lugar	rio	aforo	Cota (m)	n° transeptos	Q BT (m3/s)	CV.%	Q GPS (m3/s)	CV.%	Q (GPS-BT) (m3/s)
viernes	**18/02/11**	**VE13 01**	**Cd Bolívar**	**Orinoco**	**solido**	**3,78**	4	**6964**	3	**8946**	6	1982
viernes	**18/02/11**	**VE13 04**	**Puente 2**	**Orinoco**	**solido**		4	**7722**	1	**7754**	7	-32
		2	**TOTAL**		2 QS		8					

Leyenda :

QGPS = aforo Doppler usando el GPS como referencia espacial
QBT = aforo Doppler usando el lecho del río (Bottom Track) como referencia espacial

Observaciones y comentarios



Durante esta campaña no se pudo realizar el aforo sólido en el Caño Mamo por problemas de tiempo, pero para esta época el canal esta por lo general seco o detenido.

En esta ocasión como en los casos anteriores, el aforo que mejor coincide con las curvas es el que tiene como referencia el Bottom Track, la diferencia en esta ocasión es que el mejor ajuste ocurre con la curva de la U.C.V., pero también el ajuste con la curva del MINAMB es bueno.