



*Hidrogeodinámica de la Cuenca
Amazónica
Hydrogéodynamique du Bassin
Amazonien

IRD - INAMHI

**49^{va} Comisión de aforos muestreo de agua y sedimentos
Cuencas de los Ríos Santiago y Pastaza**

Quito ↻ Macas ↻ Santiago ↻ Macas
↻ Puyo ↻ Quito

Código E49 : (28 de junio – 04 de julio 2004)



Foto 1: Aforo con ADCP (Río Pastaza en la Unión).

Rodrigo Pombosa, Elisa Armijos



Gustavo García

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 154 – Lima (Peru)

Philippe Magat

Coordinador IRD del Proyecto HYBAM/Ecuador

Edición del informe

Philippe Magat

IRD- Quito

Publicación HYBAM Quito
Julio de 2004

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: Aforo con ADCP (Río Pastaza en la Unión).

Lista de figuras :

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

Figuras 2: Limnigramas diarios y curvas de gasto.

Lista de tabla :

Tabla 1: Cronograma de la comisión E49.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E49.

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 a parte.

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.

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

Se realizaron en 7 días de comisión, 6 aforos en el Río Santiago, con muestreos sedimentarios y geoquímicas.

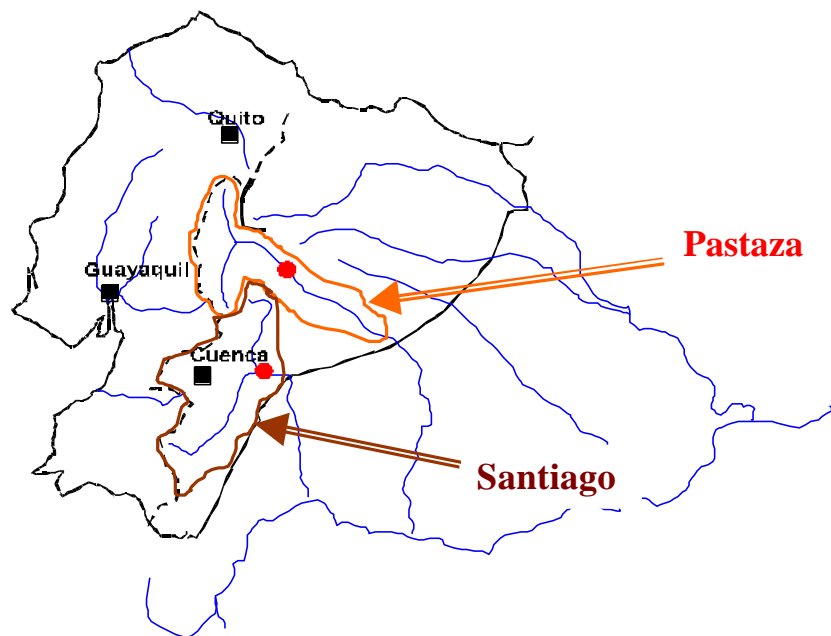


Figura 1: Estaciones de Referencia del Proyecto HYBAM-Ecuador (Cuencas de los Ríos Pastaza y Santiago).

2. PARTICIPANTES :

✍ INAMHI - (Quito)	Rodrigo Pombosa
✍ INAMHI - (Quito)	Elisa Armijos
✍ IRD - (Quito)	Philippe Magat
I	

3. ACTIVIDADES DE CAMPO

3.1. Medición de caudales

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

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)- Conductivímetro 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 ($A_p = \pm 3\text{-}10 \text{ m}$) con el Sistema WGS 84..

En ciertos casos en ausencia de reglas limnimétricas (ejemplo del puente sobre el río Pastaza), 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

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 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 7 días entre las Cuencas del Pastaza y Santiago.

Tabla 1: Cronograma de la comisión E49

	Ciudades	Quito- Macas	Macas – La Unión	La Unión	Macas Santiago	Santiago	Santiago - Puyo	Puyo - Quito	
Personal	Sigla	28 junio	29 junio	30 junio	1 julio	2 julio	3 julio	4 julio	Días
Elisa Armijos	EA	+	+	+	+	+	+	+	7
Rodrigo Pombosa	RP	+	+	+	+	+	+	+	7
Philippe Magat	PM	+	+	+	+	+	+	+	7
Número de personas	3	3	3	3	3	3	3	3	
Número de días		1	2	3	4	5	6	7	

Leyenda**Trechos**

Etapa terrestre (carro/bus) +

Preparación en tierra o trabajo de campo +

☞ 28 de julio

- Viaje Quito – Puente La Unión; buscamos un lugar conveniente para instalar un Orphymèdes. Era imposible de colocarlo cerca del nuevo puente en construcción, así que se decidió su instalación cerca del puente colgante en la orilla derecha.
- Viaje Puente la Unión - Macas.

☞ 29 de junio:

- Instalación del Orphymèdes en el puente colgante de la Unión con 22 metros de cable. Por falta de “peso”, el aparato funciona con la manguera libre. Se observa que las “olas” cerca del tubo oscilan de mas o menos 5 cm. Después de varias medidas y ajustamientos, el Orphymèdes funciona de una manera correcta.
- Punto GPS del Orphymedes: -01,91450: -77,82617.

☞ 30 de junio

- Prueba para hacer los aforos con el Zodiac; el nivel del agua y las velocidades de la corriente son de aguas medias/bajas: Se denota que es imposible ejecutar aforos con aguas más altas. Lo único posible es de utilizar el molinete para las aguas en crecidas.

- El orphymèdes funciona correctamente.
- Regreso à Macas.

✍ 1 de julio

- Viaje de Macas hasta Santiago.
- Contratamos un albañil para ayudar a colocar un Orphymèdes.
- La crecida en mayo fue muy fuerte ; las aguas sobrepasaron el muelle militar, es decir sobre la última regla (>8,00m.).
- Visitamos las orillas próximas al pueblo, también al puente colgante para encontrar el mejor lugar para colocar el nuevo medidor limnimétrico. El lugar más apropiado está ubicado en el galpón de los militares cerca del muelle.

✍ 2 de julio

- Aforos líquido y sólido en Santiago
- Instalación del Orphymèdes con 23 metros de manguera; el tubo final está inclinado con dos codos de 45°. El “peso” no funcionaba inicialmente, pero afortunadamente al final, todo está correcto.

✍ 3 de julio

- Viaje de Santiago a Puyo.
- Verificación del buen funcionamiento de los dos Orphymèdes.
- Muestreo del río Upano en el puente cerca de Macas.

✍ 4 de julio

- regreso a Quito.

Tabla 2: Resultados de las mediciones de caudales E49

Río	Estación	Código HYBAM	Código INAMHI*	Fecha	Hora	Cota media	Ancho (m)	Caudal (m³/s)	Nº Medi.	dQ %
Santiago	Santiago	10 062 800	HB28	02/07/04	09h45	1,83	199	2123	4	3,74

* nuevos códigos INAMHI desde abril 2002

Total 1 sección; 4 perfiles; media dQ = 3,74

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

Código	Río	Estación	Fecha	Hora	Coordenadas		Altitud <i>msnm</i>	COTA <i>(m)</i>	Q <i>(m³/s)</i>	Temp. <i>(°C)</i>	CE <i>(µS/cm)</i>	pH	Turb. <i>(NTU)</i>	C'MES <i>(mg/l)</i>
					Latitud Muestreo	Longitud Muestreo								
	Verde	Puente	28/06/04	11:00	-1,40237	-78,29848	1.517			13,0	17,8	7,54	76,0	352
10062800	Santiago**	Santiago	02/07/04	09:45	-3,05344	-78,01720	283	1,83	2123	21,1	58,0	7,72	104,0	194
10066700	Pastaza	La Unión	03/07/04	17:30	-1,91337	-77,82462	663			20,8	87,6	7,59	40,0	91
	Upano	Puente	03/07/04	14:20	-2,30445	-78,10766				19,0	53,9	7,58	181,0	33

(*) = 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 norma = altitud GPS

en negrita itálica= altitud DGPS

5. RESULTADOS

5.1. Medición de caudales

La época de la comisión E49 está caracterizada por aguas medias a altas en las cuencas de los ríos Pastaza y Santiago. Según indica el observador hubo una gran crecida en el río Santiago nivel registrado >8,00 m.

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 (fascículo "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 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 < 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 (fig. 3).

5.1.1. Río Santiago en Santiago:

02 de julio –09h45: cota = 1,83 m; Q = 2123 m³.s⁻¹

Buena sección de medición.

5.2. Muestreo de agua y de sedimentos

Durante la comisión E49, 4 puntos fueron muestreados (Tabla 3). Los parámetros físico-químicos del agua en Santiago (temperatura, conductividad eléctrica) fueron medidos *in situ*, en la canoa.

6, FINANCIAMIENTO DE LA COMISIÓN

La campaña E49 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 7 días de comisión, 4 aforos en 1 sección 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)

Se instalaron dos aparatos registradores del nivel de agua (orphymèdes) en La Unión y Santiago.

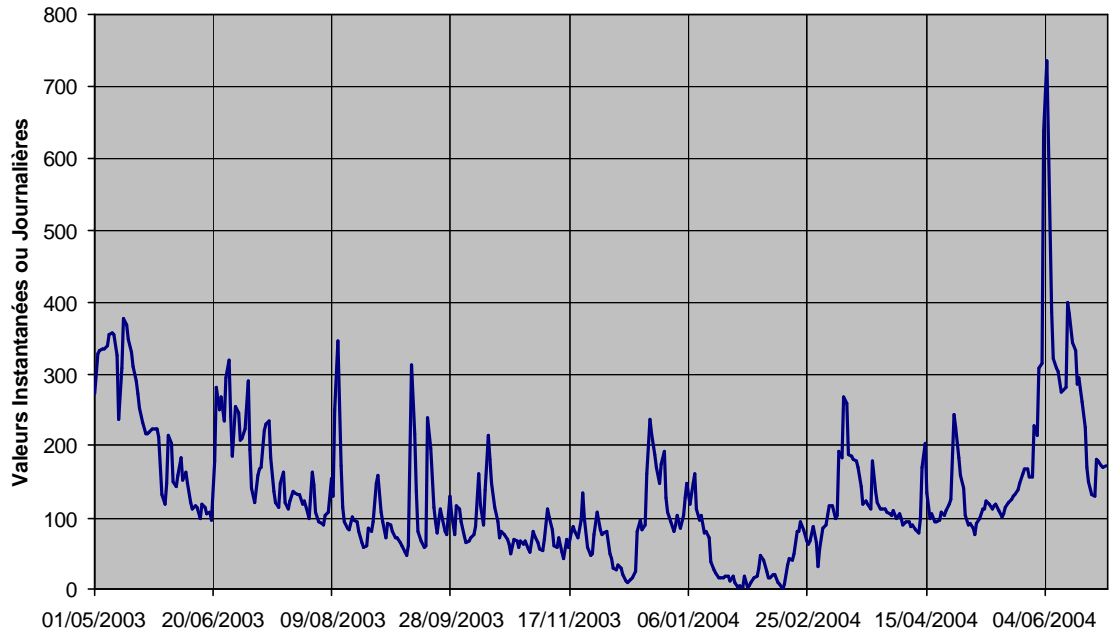
Léxico :

INAMHI : Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

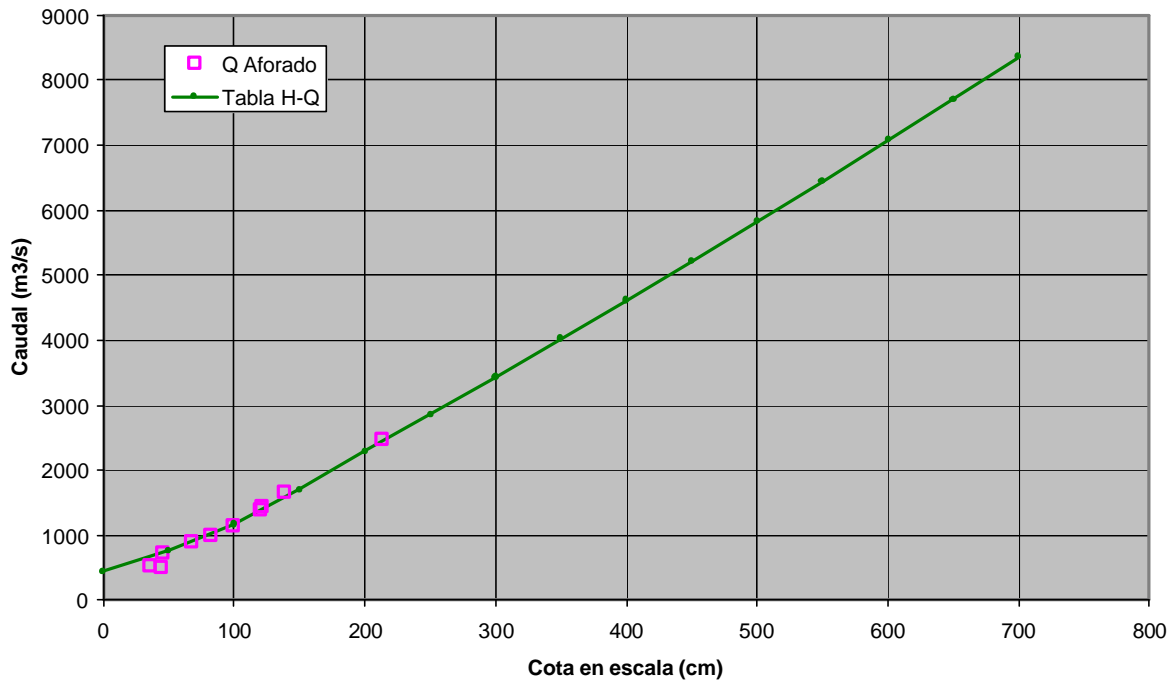
IRD : Instituto de Investigación para el Desarrollo.

Figura 2: Limnigramas y curvas de gasto

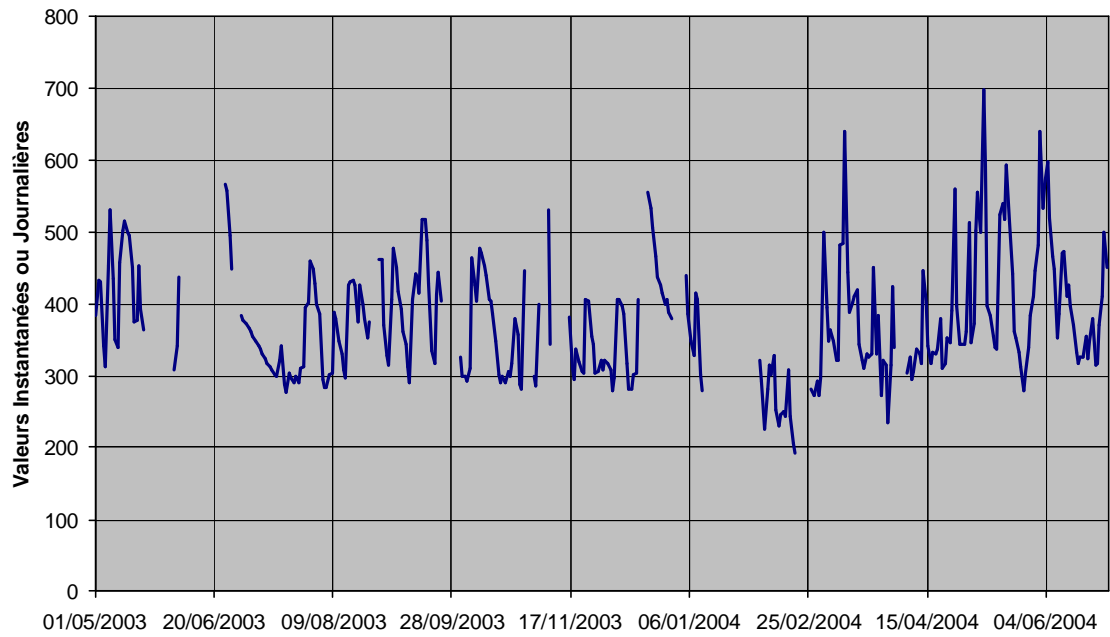
SANTIAGO Valeurs Instantanées ou Journalières



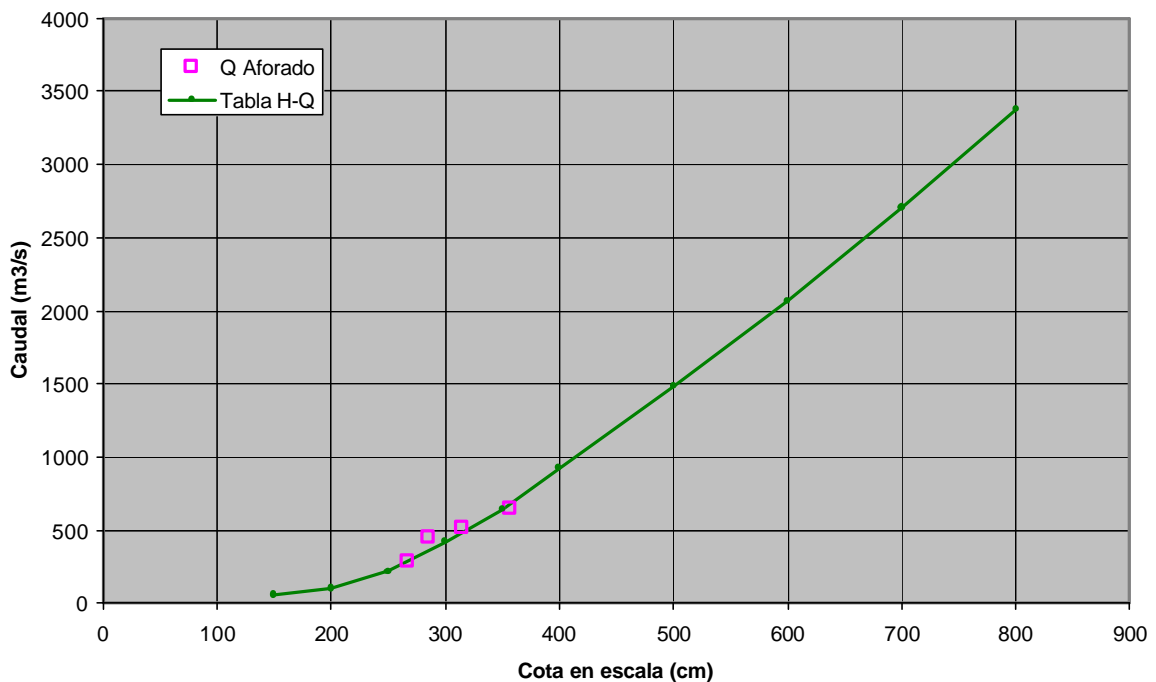
Calibración de la Estación - Captor: SANTIAGO - 11
 Período de Validez: 03/02/01 hasta nuestros días



Puente La Union Valores Instantáneas ou Journalières



Calibración de la Estación - Captor: Puente La Unión - ICota
 Periodo de Validez: 01/01/03 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)

E49. – Río Santiago en Santiago
[02 de julio 2004 – 09h45: cota: 1,83; Q = 2123 m³.s⁻¹ - E49caty003r

