



2019

**INFORME DE CAMPAÑAS DE
AFOROS “MARZO – MAYO”
EN LA CUENCA AMAZONICA
BOLIVIANA
HYBAM/IRD - SENAMHI**



JUNIO 2019

1 Contenido

2	OBJETIVOS DE LA MISION.....	2
3	DURACION DE LA MISION.....	2
4	PARTICIPANTES	2
5	ACTIVIDADES EN CAMPO.....	2
5.1	Medición de Caudales.....	2
5.2	Muestras de Agua.....	2
5.3	Nivelación.....	3
6	DESARROLLO DE LA CAMPAÑA.....	3
6.1	Rurrenabaque – Río Beni	3
6.2	El Sena – Río Madre de Dios	3
6.3	Riberalta – Río Beni	3
6.4	Cachuela Esperanza - Río Beni	4
6.5	Guayaramerin – Río Mamoré.....	4
6.6	Puerto Siles – Río Mamoré.....	4
6.7	Camiaco - Río Mamoré	4
6.8	Paraíso – Río Grande	4
6.9	Puerto Villarroel – Río Ichilo	4
7	Resultados	5
7.1	Aforos Líquidos con ADCP.....	5
7.2	Muestreos de Sedimentos en Suspensión	6
7.3	Nivelaciones	9

2 OBJETIVOS DE LA MISION

Realizar la primera campaña de mediciones hidrológicas (aforos líquidos y sólidos) correspondiente a la gestión 2019 dentro la red hidrométrica de la cuenca amazónica en Bolivia; para el periodo aguas altas.

3 DURACION DE LA MISION

La campaña tuvo dos etapas o fechas en las que se realizó; la primera etapa del 30 de marzo al 1 de abril, teniendo una duración de 3 días.

La segunda etapa tuvo una duración de 20 días, del 12 al 31 de mayo, considerando el inicio y fin de la misión desde la Ciudad de La Paz.

4 PARTICIPANTES

En la campaña del mes de marzo, participaron:

- ✓ William Santini - Investigador (HYBAM/IRD – Francia)
- ✓ Oscar Nain Puita Rodriguez - Jefe Hidrometría Operativa (SENAMHI –Bolivia)
- ✓ Carlos Demetrio Chambi - Técnico (SENAMHI – Bolivia)

En la campaña del mes de mayo, participaron:

- ✓ Oscar Nain Puita Rodriguez - Jefe Hidrometría Operativa (SENAMHI –Bolivia)
- ✓ Franklin Rudy Mujica Quispe - Técnico Hidromensor (SENAMHI – Bolivia)
- ✓ Abdul Castillo Siñani - Técnico/Chofer (IRD – Bolivia)

5 ACTIVIDADES EN CAMPO

5.1 *Medición de Caudales*

Se utilizó un ADCP RDI Río Grande, adecuado a un soporte con brazo móvil diseñado especialmente para el montaje en un deslizador pequeño.

De acuerdo al protocolo empleado por el SENAMHI y el IRD para Bolivia, se realizaron cuatro transectos (dos pasos de ida y vuelta) en las mediciones de aforos líquidos. En algún caso de tener mucha diferencia se realizan más transectos, con la finalidad de obtener mediciones coherentes.

5.2 *Muestras de Agua*

Para las tomas de muestras se utilizaron frascos de 500ml, con 2 muestreadores por puntos. Antes de tomar las muestras se hizo una limpieza de los frascos con la misma agua del río para cada estación.

Las muestras se tomaron en tres verticales divididas equidistantes (Derecha = D, Medio=M e Izquierda =I). En cada vertical se tomara 5 puntos de muestreo, identificados con la siguiente nomenclatura:

	<i>DERECHA</i>	<i>MEDIO</i>	<i>IZQUIERDA</i>
<i>Superficial</i>	Ds	Ms	Is
<i>Entre Superficial y Medio</i>	Ds1	Ms1	Is1
<i>Medio</i>	Dm	Mm	Im
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	Dm1	Mm1	Im1
<i>Fondo</i>	Df	Mf	If

Tabla 1. Nomenclatura de toma de muestras.

También se realizan tres muestreos en los lugares que realizan los observadores su toma de muestra; con la identificación o denominación OBS1, OBS2 y OBS3.

5.3 Nivelación

En algunas de las estaciones hidrométricas, se realizó una nivelación simple de las escalas para verificación de la cota del río.

Utilizando un nivel topográfico y una mira deslizante tipo antena.

6 DESARROLLO DE LA CAMPAÑA

La misión se realizó de acuerdo a la vista de las siguientes estaciones:

6.1 Rurrenabaque – Río Beni

Se hicieron mediciones en la sección aguas arriba del puente nuevo que une Rurrenabaque con San Buenaventura.

En esta estación en fecha 30 de marzo se realizó una medición junto al coordinador del Hybam/IRD William SANTINI, en la misma se realizaron aforos líquidos y muestreo de material en suspensión, también se hizo una nivelación para determinar la cota para ese aforo líquido.

Del observador se colectaron muestras de agua desde el mes de octubre 2018 hasta marzo de 2019, y en la misión de mayo se colectaron 7 muestras de frascos correspondientes al mes de abril y parte de mayo 2019.

6.2 El Sena – Río Madre de Dios

Se hizo las mediciones de aforo líquido, durante las mediciones se identificó un problema con los resultados de la antena GPS GRAMIN 19x HVS, el mismo que hacía variar el caudal total. Para mejorar las mediciones utilizando el método GGA; se hizo el cambio de antena GPS por la de 18 hz.

Realizando nuevamente las mediciones pudimos ver mejoras en la toma de datos, y una coherencia de resultados de caudal entre el GGA y BT.

Se tomaron muestras de material en suspensión, se hizo una nivelación para la comprobación de la cota.

6.3 Riberalta – Río Beni

Para esta estación solo se realizó el aforo líquido, obteniendo el caudal. También se realizó una nivelación para determinar la cota del aforo.

6.4 Cachuela Esperanza - Río Beni

Se hizo las mediciones de caudal líquido, también se tomaron las muestras de material en suspensión.

Se hizo el recojo de las muestras de agua del observador.

6.5 Guayaramerin – Río Mamoré

Se hicieron las mediciones de aforos líquidos, y tomas de muestras de material en suspensión.

Se verificó el estado de las reglas, y se tomó la cota para el aforo.

También se recogió las muestras de agua del observador.

En este lugar hay que considerar que debe hacerse la solicitud de cabotaje para zarpar con el deslizador en la capitania de Guayaramerin, dado que nos encontramos en una población con limite internacional, se deben cumplir algunos requerimientos específicos, por lo que se compraron algunos accesorios.

6.6 Puerto Siles – Río Mamoré

Se hicieron las mediciones de aforos líquidos, y tomas de muestras de material en suspensión.

Se verificó el estado de las reglas, se hizo la limpieza de las mismas para una buena observación de los números y se tomó la cota para el aforo.

También se recogió las muestras de agua del observador.

6.7 Camiaco - Río Mamoré

Se hicieron las mediciones de aforos líquidos, y tomas de muestras de material en suspensión.

Se realizó la nivelación para la determinación de la cota para el aforo.

También se recogió las muestras de agua del observador.

6.8 Paraíso – Río Grande

Se hicieron las mediciones de aforos líquidos, y tomas de muestras de material en suspensión.

También se recogió las muestras de agua del observador, de la estación de Abapó, que se encuentra aguas debajo de la estación de Paraíso.

6.9 Puerto Villarroel – Río Ichilo

Se hicieron las mediciones de aforos líquidos, y tomas de muestras de material en suspensión.

También se recogió las muestras de agua del observador.

En esta estación al finalizar las mediciones, el motor fuera de borda se dañó, trabándose la caja de cambios dañándose.

7 Resultados

7.1 Aforos Líquidos con ADCP

Estación	Río	Fecha y Hora	H (cm)	Q (GGA) (m ³ /s)	Qmed (GGA) (m ³ /s)	Q (BT) (m ³ /s)	Qmed (BT) (m ³ /s)
Rurrenabaque	Beni	31/03/2019 09:40	221	3441.791	3877.088	3279.165	3305.582
		31/03/2019 09:43		4652.600		3313.346	
		31/03/2019 09:48		3667.419		3439.851	
		31/03/2019 09:58		3445.788		3239.517	
		31/03/2019 10:01		4463.466		3225.823	
		31/03/2019 10:06		3153.790		3281.992	
		31/03/2019 10:11		4314.759		3359.379	
El Sena	Madre de Dios	16/05/2019 09:05	548	7673.711	7145.876	5248.990	5376.908
		16/05/2019 09:11		8590.650		5380.554	
		16/05/2019 09:17		7204.363		5292.278	
		16/05/2019 09:22		8204.118		5361.278	
		16/05/2019 09:27		4484.563		5641.760	
		16/05/2019 09:38		6717.854	5336.587		
		16/05/2019 09:44		6488.113	6594.544	5521.712	5512.129
		16/05/2019 09:50		5946.074		4978.218	
		16/05/2019 09:54		6583.514		5857.736	
		16/05/2019 09:58		7360.472		5690.850	
Riberalta	Beni	17/05/2019 10:14	798	11778.664	11941.521	9860.441	9537.272
		17/05/2019 10:20		12138.459		9373.886	
		17/05/2019 10:26		11566.573		9726.000	
		17/05/2019 10:32		12308.303		9174.536	
		17/05/2019 10:38		11367.353		9627.159	
		17/05/2019 10:44		12489.773		9461.610	
Cachuela Esperanza	Beni	19/05/2019 10:08	760	11164.384	11522.104	10650.475	10630.100
		19/05/2019 10:16		11812.101		10563.129	
		19/05/2019 10:24		11231.307		10663.912	
		19/05/2019 10:31		11880.623		10642.883	
Guayaramerin	Mamoré	20/05/2019 12:00	779	16223.811	15948.059	15123.340	15202.860
		20/05/2019 12:10		15674.963		15328.952	
		20/05/2019 12:20		16303.673		15138.610	
		20/05/2019 12:30		15589.789		15220.539	
Puerto Siles	Mamoré	21/05/2019 14:40	1288	8498.415	8612.326	7116.670	7508.461
		21/05/2019 14:44		8529.367		7343.279	
		21/05/2019 14:50		8463.003		7453.616	
		21/05/2019 14:54		8807.148		7880.021	
		21/05/2019 15:00		8613.682		7640.325	
		21/05/2019 15:06		8762.341		7616.854	
Camiaco	Mamoré	24/05/2019 12:40	853	3473.199	3532.475	2696.131	2929.317
		24/05/2019 12:44		3634.331		2901.371	
		24/05/2019 12:48		3517.461		2885.582	
		24/05/2019 12:55		3639.020		3108.356	
		24/05/2019 13:01		3459.347		3047.649	
		24/05/2019 13:06		3471.492		2936.816	

Paraíso	Grande	28/05/2019 09:27	191	136.777	142.378	134.388	168.541
		28/05/2019 09:34		138.942		126.550	
		28/05/2019 09:42		170.458		212.849	
		28/05/2019 09:48		123.333		200.378	
Puerto Villarroel	Ichilo	30/05/2019 09:28	281	475.752	439.801	423.806	421.898
		30/05/2019 09:33		444.909		444.976	
		30/05/2019 09:36		388.007		388.837	
		30/05/2019 09:39		429.324		399.006	
		30/05/2019 09:43		414.410		415.298	
		30/05/2019 09:46		421.402		426.175	
		30/05/2019 09:54		462.350		435.710	
		30/05/2019 09:58		482.252		441.379	

7.2 Muestras de Sedimentos en Suspensión

En el caso de la estación de Rurrenabaque no se tiene disponible los datos registrados.

Y para la estación Riberalta no se toman muestras de Sedimentos en Suspensión.

A continuación, se detalla las estaciones en las que se realizaron el muestreo:

Estación: El Sena – Río: Madre de Dios, 16 de mayo de 2019.

	DERECHA		MEDIO		IZQUIERDA	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	4.50	MS1	2.75	IS1	2.25
<i>Medio</i>	DM	9.00	MM	5.50	IM	4.50
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	13.50	MM1	8.25	IM1	6.75
<i>Fondo</i>	DF	17.90	MF	10.90	IF	8.90
Profundidad Total (m)		18.00		11.00		9.00

Estación: Cachuela Esperanza – Río: Beni, 19 de mayo de 2019.

	DERECHA		MEDIO		IZQUIERDA	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	1.50	MS1	1.50	IS1	5.00
<i>Medio</i>	DM	3.00	MM	3.00	IM	10.00
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	4.50	MM1	4.50	IM1	15.00
<i>Fondo</i>	DF	5.90	MF	5.90	IF	19.90
Profundidad Total (m)		6.00		6.00		20.00

Estación: Guayaramerin – Río: Mamoré, 20 de mayo de 2019.

	<i>DERECHA</i>		<i>MEDIO</i>		<i>IZQUIERDA</i>	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	3.00	MS1	3.50	IS1	2.5
<i>Medio</i>	DM	6.00	MM	7.00	IM	5.00
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	9.00	MM1	10.5	IM1	7.50
<i>Fondo</i>	DF	11.90	MF	13.90	IF	9.90
Profundidad Total (m)		12.00		14.00		10.00

Estación: Puerto Siles – Río: Mamoré, 21 de mayo de 2019.

	<i>DERECHA</i>		<i>MEDIO</i>		<i>IZQUIERDA</i>	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	6.50	MS1	6.25	IS1	5.00
<i>Medio</i>	DM	13.00	MM	12.50	IM	10.00
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	19.50	MM1	18.75	IM1	15.00
<i>Fondo</i>	DF	25.90	MF	24.90	IF	19.90
Profundidad Total (m)		26.00		25.00		20.00

Estación: Camiaco – Río: Mamoré, 24 de mayo de 2019.

	<i>DERECHA</i>		<i>MEDIO</i>		<i>IZQUIERDA</i>	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	1.50	MS1	2.50	IS1	2.00
<i>Medio</i>	DM	3.00	MM	5.00	IM	4.00
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	4.50	MM1	7.50	IM1	6.00
<i>Fondo</i>	DF	5.90	MF	9.90	IF	7.90
Profundidad Total (m)		6.00		10.00		8.00

Estación: Paraíso – Río: Grande, 28 de mayo de 2019.

	<i>DERECHA</i>		<i>MEDIO</i>		<i>IZQUIERDA</i>	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	0.35	MS1	0.50	IS1	0.75
<i>Medio</i>	DM	0.75	MM	1.00	IM	1.50
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	1.10	MM1	1.50	IM1	2.25
<i>Fondo</i>	DF	1.40	MF	1.90	IF	2.90
<i>Profundidad Total (m)</i>		1.50		2.00		3.00

Estación: Puerto Villarroel – Río: Ichilo, 30 de mayo de 2019.

	<i>DERECHA</i>		<i>MEDIO</i>		<i>IZQUIERDA</i>	
	Muestra	Profundidad (m)	Muestra	Profundidad (cm)	Muestra	Profundidad (cm)
<i>Superficial</i>	DS	0.10	MS	0.10	IS	0.10
<i>Entre Superficial y Medio</i>	DS1	0.63	MS1	1.15	IS1	2.50
<i>Medio</i>	DM	1.25	MM	2.30	IM	5.00
<i>Entre el Medio y Fondo</i>	DM1	1.88	MM1	3.45	IM1	7.50
<i>Fondo</i>	DF	2.40	MF	4.50	IF	9.90
<i>Profundidad Total (m)</i>		2.50		4.60		10.00

Los resultados de laboratorio se encuentran en procesamiento a cargo de Lic. Héctor Calle (Técnico del SENAMHI). Una vez concluida todos los procesos, se utilizarán los resultados de concentración de sedimentos para el cálculo del caudal sólido.

7.3 Nivelaciones

En esta misión se realizaron cuatro nivelaciones en las siguientes estaciones:



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA**

Calle Reyes Ortiz No 41 – 3 – Fax 591 – 2 – 2392413

Teléfonos: 2355824 – 2129586

Web: senamhi.gov.bo / e-mail: dirmethi@senamhi.gov.bo

La Paz - Bolivia

PLANILLA DE NIVELACION							
ESTACION:		RURRENABAQUE (SAN BUEVENTURA)			RÍO: BENI		
DEPARTAMENTO:		LA PAZ					
CAMPAÑA:		MISION DE AFOROS CUENCA MAZONICA, SENAMHI - HYBAM/IRD					
H (LIMNIMETRO):	 metros			FECHA: 31/03/2019		
Estacion (Nivel)	Lecturas de Mira				Desnivel		Observaciones
	Atrás		Adelante		+	-	
	Pto.	Valor (mts.)	Pto.	Valor (mts.)			
I	a	0.582	b	2.953		2.371	Punto a lado regla 7
II	b	0.774	c	2.774		2.000	Punto c sobre Pelo de Agua
Total						4.371	Diferencia de altura de regla 7 al pelo de Agua
En esta estacion no se cuenta con limnimitros, debido a la afectacion ocasionada por la construccion del puente vehicular Rurrenabaque - San Buenaventura. Siendo la Regla nuemor 7 la de referencia para poder hacer la nivelacion.							



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Calle Reyes Ortiz No 41 – 3 – Fax 591 – 2 – 2392413
 Teléfonos: 2355824 – 2129586
 Web: senamhi.gov.bo / e-mail: dirmethi@senamhi.gov.bo
 La Paz - Bolivia

PLANILLA DE NIVELACION

ESTACION: *EL SENA* **RÍO:** *MADRE DE DIOS*
DEPARTAMENTO: *PANDO*
CAMPAÑA: *MISION DE AFOROS CUENCA MAZONICA, SENAMHI - HYBAM/IRD*
H (LIMNIMETRO): *5.58 metros* **FECHA:** *16/05/2019*

Estacion (Nivel)	Lecturas de Mira				Desnivel		Observaciones
	Atrás		Adelante		+	-	
	Pto.	Valor (mts.)	Pto.	Valor (mts.)			
I	<i>a</i>	0.485	<i>b</i>	3.490		3.005	Punto <i>a</i> lado regla 9 y 10
							Punto <i>b</i> sobre Pelo de Agua
Total						3.005	Diferencia de altura de regla 9 al pelo de Agua

De acuerdo a la nivelacion el valor de la cota es de 5.48 metros y la cota del Observador es de 5.58 metros, por lo que se debe corregir a los datos restando 0.11 metros.



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA**

Calle Reyes Ortiz No 41 – 3 – Fax 591 – 2 – 2392413

Teléfonos: 2355824 – 2129586

Web: senamhi.gov.bo / e-mail: dirmethi@senamhi.gov.bo

La Paz - Bolivia

PLANILLA DE NIVELACION

ESTACION: *Riberalta* RÍO: *Beni*

DEPARTAMENTO: *Beni*

CAMPAÑA: *MISION DE AFOROS CUENCA MAZONICA, SENAMHI - HYBAM/IRD*

H (LIMNIMETRO): *..... metros*

FECHA: *16/05/2019*

Estacion (Nivel)	Lecturas de Mira				Desnivel		Observaciones
	Atrás		Adelante		+	-	
	Pto.	Valor (mts.)	Pto.	Valor (mts.)			
I	<i>a</i>	0.898	<i>b</i>	3.184		2.286	Punto <i>a</i> lado regla 14
II	<i>b</i>	0.460	<i>c</i>	3.137		2.677	
III	<i>c</i>	0.941	<i>d</i>	1.888		0.947	Punto <i>d</i> sobre Pelo de Agua
Total						5.910	Diferencia de altura de regla 14 al pelo de Agua

La niveleacion se realiza desde el limnimetro numero 14 y 15 que se tiene como referencia para las nivelaciones.



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA**

Calle Reyes Ortiz No 41 – 3 – Fax 591 – 2 – 2392413

Teléfonos: 2355824 – 2129586

Web: senamhi.gov.bo / e-mail: dirmethi@senamhi.gov.bo

La Paz - Bolivia

PLANILLA DE NIVELACION

ESTACION:	<i>Camiaco</i>	RÍO:	<i>Mamoré</i>
DEPARTAMENTO:	<i>Beni</i>		
CAMPAÑA:	<i>MISION DE AFOROS CUENCA MAZONICA, SENAMHI - HYBAM/IRD</i>		
H (LIMNIMETRO):	<i>8.41 metros</i>	FECHA:	<i>24/05/2019</i>

Estacion (Nivel)	Lecturas de Mira				Desnivel		Observaciones
	Atrás		Adelante		+	-	
	Pto.	Valor (mts.)	Pto.	Valor (mts.)			
I	<i>a</i>	0.713	<i>b</i>	1.478		0.765	Punto <i>a</i> lado regla 11
II	<i>b</i>	0.806	<i>c</i>	2.812		2.006	
III	<i>c</i>	1.224	<i>d</i>	2.035		0.811	Punto <i>d</i> sobre Pelo de Agua
Total						3.582	Diferencia de altura de regla 15 al pelo de Agua

De acuerdo a la nivelacion el valor de la cota es de 8.53 metros y la cota del Observador es de 8.41 metros, por lo que se debe corregir a los datos aumentando 0.12 metros a la serie