

INDICEINFORME TÉCNICO DE LA SEGUNDA CAMPAÑA EXTENSIVA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS (AGUAS BAJAS)	2
ORGANIZACIÓN DE LA CAMPAÑA	2
TOMA DE DATOS IN SITU	5
SUBCUENCA DEL RÍO TARAPAYA	5
NACIENTES DEL RÍO DE LA RIBERA – POTOSÍ, BOLIVIA:	5
RÍO ALJAMAYU – POTOSÍ, BOLIVIA:	6
RÍO TARAPAYA – TARAPAYA, BOLIVIA:	7
SUBCUENCA DEL RÍO TUMUSLA	8
RÍO COTAGAITA – COTAGAITA, BOLIVIA CUENCA DEL RÍO TUMUSLA:.....	8
RÍO TUMUSLA – TUMUSLA, BOLIVIA:.....	9
RÍO TUMUSLA – PALCA GRANDE, BOLIVIA:	10
SUBCUENCA DEL RÍO SAN JUAN DEL ORO	11
RÍO OROSMAYO – LIVIARA, ARGENTINA:	11
RÍO LA QUIACA – LA QUIACA, LÍMITE ARGENTINA/BOLIVIA:.....	12
RÍO TUPIZA – TUPIZA, BOLIVIA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN DEL ORO:	12
RÍO SAN JUAN DEL ORO – CHUQUIAGO, BOLIVIA:	13
RÍO SAN JUAN DEL ORO – EL PUENTE, BOLIVIA:	14
SUBCUENCA DEL RÍO CAMBLAYA-PILAYA	15
RÍO PILAYA – SAN JOSECITO, BOLIVIA:	15
CUENCA ALTA RÍO PILCOMAYO	16
RÍO PILCOMAYO – PUENTE MENDEZ, BOLIVIA:	16
RÍO PILCOMAYO – PUENTE ARUMA, BOLIVIA:	17
RÍO PILCOMAYO – VILLAMONTES, BOLIVIA:	18
RÍO PILCOMAYO – MISIÓN LA PAZ/POZO HONDO, LÍMITE ARGENTINA/PARAGUAY:	19
RÍO PILCOMAYO – MARÍA CRISTINA, ARGENTINA:.....	20
CUENCA BAJA ARGENTINA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DESCARGAS DEL RÍO PILCOMAYO – EL POTRILLO, ARGENTINA:	21
BAÑADO LA ESTRELLA – RUTA 28, ARGENTINA:	22
LAGUNA SALADA – FORMOSA, ARGENTINA:	23



RIACHO MONTELINDO – RUTA 95, ARGENTINA:.....	24
RIACHO MONTELINDO – RUTA 11, ARGENTINA:.....	24
RIACHO PORTEÑO – CLORINDA, ARGENTINA:	25
CUENCA BAJA PARAGUAY.....	26
PILCOMAYO– GENERAL DÍAZ, BOQUERÓN – PARAGUAY:.....	26
ESTERO LAS GARZAS - PARAGUAY:	27
RÍO VERDE – RUTA 9, PARAGUAY:	27
RÍO MONTELINDO – RUTA 9, PARAGUAY:.....	28
RÍO NEGRO – RUTA 9, PARAGUAY:	28
RÍO CONFUSO – CADETE PANDO, PARAGUAY:	29
RÍO PILCOMAYO – GENERAL BRUGUEZ, PARAGUAY:	29
FOTO 17 Y FOTO 18. RÍO PILCOMAYO, AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO.....	30
RÍO PILCOMAYO – PUENTE INTERNACIONAL LOYOLA, LÍMITE ARGENTINA/PARAGUAY:	30
RÍO CONFUSO – VILLA HAYES, PARAGUAY:	31
SÍNTESIS.....	32



INFORME TÉCNICO DE LA SEGUNDA CAMPAÑA EXTENSIVA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS (AGUAS BAJAS)

El plan de monitoreo de la Comisión Trinacional del Pilcomayo sigue los lineamientos aprobados por los talleres de especialistas de los tres países (2006 – 2007), en cuanto a los parámetros a monitorear incluidos (metales disueltos y totales), lugares y frecuencias.

Se establecieron dos tipos de monitoreo:

1. Dos veces por año, toma de muestras en 32 puntos: monitoreo extensivo (frecuencia semestral).
2. Mayor frecuencia al año, toma de muestras en 5 puntos: monitoreo intensivo.

Los puntos monitoreados dos veces por año están distribuidos de la siguiente manera en la Cuenca:

- Argentina: 10 puntos.
- Bolivia: 13 puntos.
- Paraguay: 9 puntos.

Cuando las condiciones de flujo lo permiten se realiza la medición de caudal líquido y la toma de muestras para determinación de material sólido en suspensión. Las mismas son realizadas en la alta cuenca por personal del SENAMHI bajo Acuerdo Interinstitucional suscrito por el SENAMHI con la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo.

ORGANIZACIÓN DE LA CAMPAÑA

Debido a la extensión de la cuenca y por aspectos organizativos de la DE, la campaña se desarrolló en varios tramos.

Para la medición de parámetros in situ se utilizó el equipo multiparamétrico marca WTW, modelo Multi 340i, que consta de electrodos de pH/Eh, conductividad/salinidad, oxígeno disuelto/saturación, cada uno de ellos con un sensor de temperatura. Se midió en campo la turbiedad con turbidímetro portátil marca WTW, modelo Turbo 430 IR.

Las muestras tomadas para los parámetros físico – químicos e iones mayoritarios, son enviadas a los laboratorios de la cuenca (SPECTROLAB y CEANID de Bolivia, Laboratorio Ambiental de Salta en Argentina, y al Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Paraguay). Todas las submuestras tomadas para el análisis de metales pesados son enviadas al laboratorio de Medios Activos de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Ezeiza, Buenos Aires.

Se inició la campaña con los puntos monitoreados sobre la Ruta 11 en Argentina (río Montelindo, Clorinda, Puente Internacional Loyola), Ruta 9 en Paraguay (Villa Hayes, río Negro, río Montelindo, río Verde) y el Chaco Paraguayo (General Díaz, Bañado Las Garzas, General Bruguez, Cadete Pando) (Imagen 1. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Paraguay.). De acuerdo al siguiente recorrido:

- Partiendo de Pozo Colorado por la ruta 9 (Py): Bañado Las Garzas y Gral. Díaz.
- Partiendo de Formosa a Asunción por la ruta 11 (Arg), se toman 3 muestras: Riacho Montelindo, riacho Porteño y río Pilcomayo.

- Partiendo de Asunción por la ruta 12 (Py) y retornando: Río Pilcomayo (Gral. Bruguez) y río Confuso (Cadete Pando).
- Partiendo de Asunción por la ruta 9 (Py) y retornando: Río Confuso (Villa Hayes), río Negro, río Montelindo y río Verde.

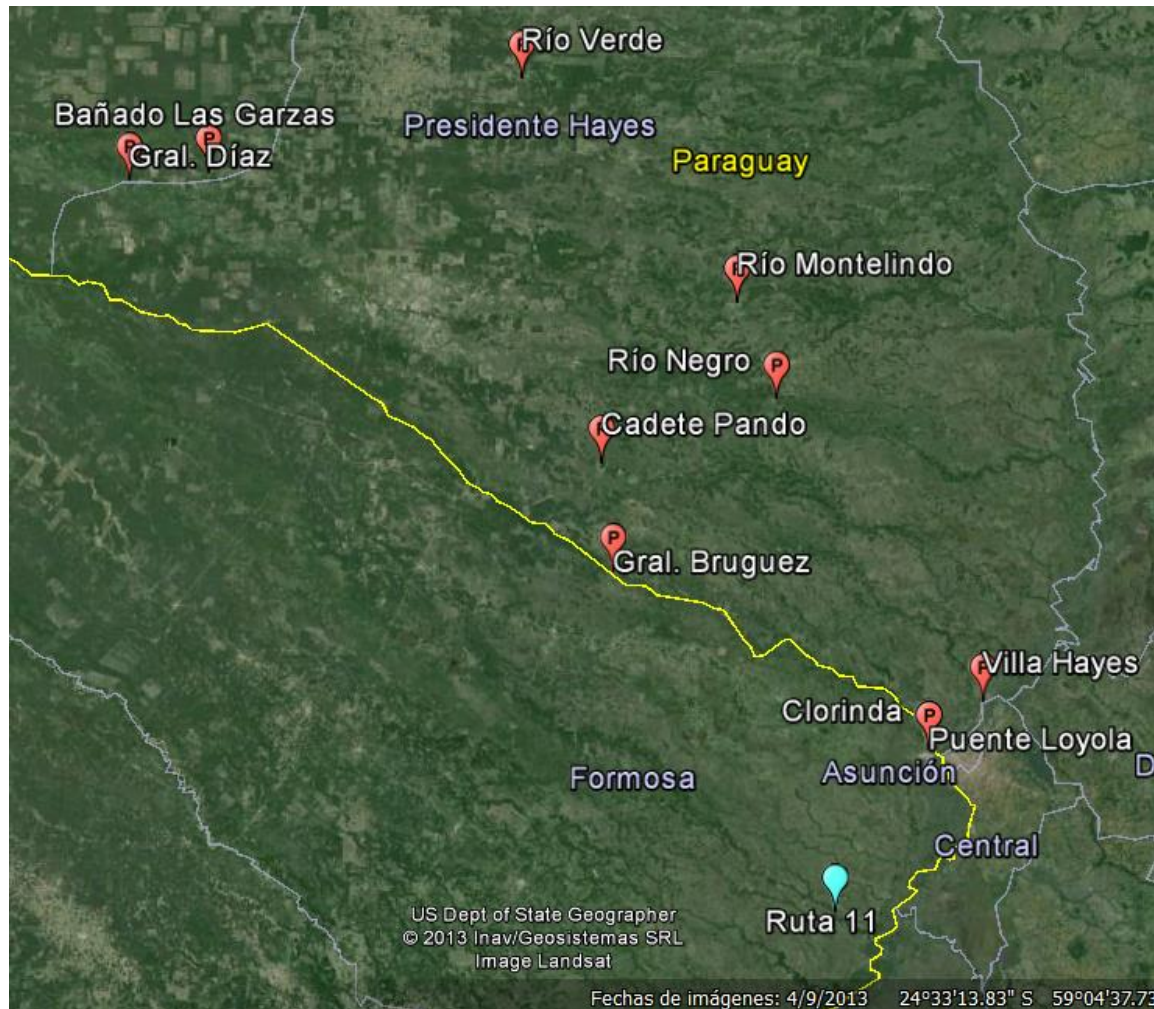


Imagen 1. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Paraguay.

En una segunda etapa, en la que se utilizan los servicios de los laboratorios de SPECTROLAB (Oruro – Bolivia) y CEANID (Tarija – Bolivia), de manera que el tiempo que transcurra entre la toma de muestra y la llegada al laboratorio sea menor a 24 horas, el recorrido realizado fue:

- Partiendo de Jujuy a La Quiaca por la ruta 9: Liviara y La Quiaca.
- Entrando a Bolivia por Villazón, tomando la ruta 14 hasta Potosí: Chuquiago, Tupiza, Cotagaita, Tumusla.
- En Potosí: Naciente del río La Ribera, San Antonio, Tarapaya.
- Partiendo de Sucre por ruta 5: Puente Mendez.
- Partiendo de Potosí por ruta 1 a Tarija: Palca Grande, El Puente.
- Partiendo de Tarija por ruta 11: San Josecito, Puente Aruma, Villamontes, Misión La Paz/Pozo Hondo.

Acompañó el recorrido personal del SENAMHI de Bolivia para las mediciones hidrométricas.

Los puntos de la cuenca alta de Argentina y Bolivia incluidos son: Liviara (río Orosmayo), La Quiaca (río La Quiaca), Chuquiago (río San Juan del Oro), Tupiza (río Tupiza), Tumusla (río Tumusla), Cotagaita (río Cotagaita), Naciente del río de la Ribera, San Antonio (río Jayajmayu), Tarapaya (río Tarapaya), Puente Mendez (río Pilcomayo), Palca Grande (río Tumusla), El Puente (río San Juan del Oro), San Josecito (río Pilaya), Puente Aruma (río Pilcomayo), Villamontes (río Pilcomayo), Misión La Paz/Pozo Hondo. (Imagen 2. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Bolivia.)



Imagen 2. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Bolivia.

En una tercera etapa, en la que se utilizaron los servicios del laboratorio Ambiental de la Provincia de Salta, al cual llegan las muestras dentro de las 24 hs siguientes, el recorrido realizado fue:

- Partiendo de Formosa por la Ruta 95: Riacho Montelindo, salida Laguna Salada.
- Partiendo de Las Lomitas por la Ruta 28: Bañado La Estrella.
- Partiendo de Ing. Juárez por la Ruta 39: El Potrillo, María Cristina (Embocadura).

Los puntos de la cuenca Argentina incluidos son: María Cristina (embocadura), El Potrillo, Bañado La Estrella (ruta 28), Salida de la Laguna Salada, ruta 95 (río Montelindo). (Imagen 3. Ubicación de puntos de campaña Argentina.).



Imagen 3. Ubicación de puntos de campaña Argentina.

TOMA DE DATOS IN SITU

A continuación los datos medidos durante la campaña:

SUBCUENCA DEL RÍO TARAPAYA

Nacientes del río de La Ribera – Potosí, Bolivia:

- a. Identificación: "BNR-11"
- b. Lugar: Nacientes del río La Ribera, afloramientos de la laguna San Sebastián - Potosí
- c. Coordenadas: S 19°36'7.3" W 65°44'4.5"
- d. Fecha: 27/10/13
- e. Hora: 15:15
- f. Presión = 612.5 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.628 Temp = 18.4°C E= -50.2 mV
 - ii. Conductividad = 222 μ S/cm Temp = 18.4°C Salinidad = 0.0

iii. Turbiedad = 0.48/0.4/0.51 NTU



Foto 1. Naciente de la Ribera – Afloraciones de las lagunas de kari kari.

El resultado del aforo volumétrico es de 0.034 l/s.

Los valores de pH, conductividad y turbiedad, no varían mucho entre épocas por tratarse de filtraciones de la laguna.

Río Aljamayu en San Antonio – Potosí, Bolivia:

- a. Identificación: “BSA-11”
- b. Lugar: San Antonio - Potosí
- c. Coordenadas: S 19°34'42.0” W 65°48'11.4”
- d. Fecha: 23/10/13
- e. Hora: 13:20
- f. Presión = 661.0 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.869 Temp = 19.8°C E= -65.2 mV
 - ii. Conductividad = 1376 μ S/cm Temp = 19.4°C Salinidad = 0.6
 - iii. Turbiedad = 576/576/573 NTU

Aforo líquido a vadeo:

- a. Velocidad media = 0.62 m/s
- b. Caudal = 0.40 m³/s
- c. Ancho = 6.3 m



Foto 2. Río Aljamayu (Potosí) –Aguas arriba



Foto 3. Río Aljamayu (Potosí)-Aguas abajo.

Observaciones:

En este punto de monitoreo el río Aljamayu ha recibido los aportes del río Jayajmayu y transporta las aguas residuales domésticas de la ciudad de Potosí, razón por la cual los valores de conductividad se mantienen sobre los 1200, característico para aguas residuales.

El pH y la turbiedad son característicos de la época.

Río Tarapaya en Tarapaya, Bolivia:

- a. Identificación: "BTA-32"
- b. Lugar: Tarapaya (Potosí)
- c. Coordenadas: S 19°28'18.9" W 65°47'36.8"
- d. Fecha: 23/10/13
- e. Hora: 14:30
- f. Presión = 680.8 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.546 Temp = 19.5°C E= -45.6 mV
 - ii. Conductividad = 1111 μ S/cm Temp = 19.4°C Salinidad = 0.5
 - iii. Turbiedad = 79.2/80.0/79.1 NTU

Aforo líquido a vadeo:

- a. Ancho = 7.5 m
- b. Escala = 0.43 m
- c. Velocidad media = 0.34 m/s
- d. Caudal = 0.45 m³/s



Foto 4. Río Tarapaya (Potosí) –Aguas arriba



Foto 5. Río Tarapaya (Potosí) – Aguas abajo

Observaciones:

Los valores obtenidos son característicos de aguas bajas.

SUBCUENCA DEL RÍO TUMUSLA

Río Cotagaita en Cotagaita, Bolivia cuenca del río Tumusla:

- a. Identificación: "BCO-11"
- b. Lugar: Cotagaita – Potosí
- c. Coordenadas: S 20° 49'18.6" W 65°39'49.7"

- d. Fecha: 23/10/13
- e. Hora: 6:30
- f. Presión = 739.8 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.838 Temp = 12.6°C E= -61.9 mV
 - ii. Conductividad = 1735 μ S/cm Temp = 12.5°C Salinidad = 0.8
 - iii. Turbiedad = 84.5/86.2/83.2 NTU

Aforo a vadeo:

- a. Velocidad media = 0.80 m/s
- b. Caudal = 1.4 m³/s
- c. Ancho = 8.5 m



Foto 6 y 7. Río Cotagaita (Cotagaita) – Aguas arriba y aguas abajo.

Los valores medidos son característicos de la época seca.

Río Tumusla en Tumusla, Bolivia:

- a. Identificación: "BTU-11"
- b. Lugar: Tumusla – Potosí
- c. Coordenadas: S 20° 29'12.8" W 65°37'4.2"
- d. Fecha: 23/10/13
- e. Hora: 8:35
- f. Presión = 744.3 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.224 Temp = 15.9°C E= -84.5 mV
 - ii. Conductividad = 853 μ S/cm Temp = 15.8°C Salinidad = 0.4
 - iii. Turbiedad = 98.5/89.7/95.8 NTU

Aforo a vadeo:

- a. Escala = 0.8 m
- b. Velocidad media = 0.43 m/s
- c. Caudal = 2.5 m³/s
- d. Ancho = 19 m



Foto 8. Río Tumusla (Tumusla) – Aguas arriba



Foto 9. Río Tumusla (Tumusla)- Aguas abajo.

Los valores de pH y conductividad son característicos de aguas bajas.

Río Tumusla en Palca Grande, Bolivia:

- a. Identificación: "BPG-32"
- b. Lugar: Palca Grande – Tarija
- c. Coordenadas: S 20°44'31.8" W 65°14'28.4"
- d. Fecha: 28/10/13
- e. Hora: 7:40
- f. Presión = 771.2 mbar
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.198 Temp = 17.2°C E= - 83.3 mV
 - ii. Conductividad = 1338 μ S/cm Temp = 17.1 °C Salinidad = 0.6
 - iii. Turbiedad = >1100 NTU

Aforo líquido a vadeo:

- a. Ancho = 33 m
- b. Escala = 1.23 m
- c. Velocidad media = 0.48 m/s
- d. Caudal = 5.1 m³/s



Foto 10. Río Tumusla – Aguas arriba



Foto 11. Río Tumusla – Aguas abajo.

Los valores de pH y conductividad son todavía característicos de aguas bajas, aunque por información del lector de escala del lugar, el día anterior había pasado una crecida que trajo alto contenido en sedimentos, lo cual puede explicar el valor de la turbiedad obtenido.

SUBCUENCA DEL RÍO SAN JUAN DEL ORO

Río Orosmayo en Liviara, Argentina:

- a. Identificación: "ALI - 11"
- b. Lugar: Liviara – Jujuy
- c. Coordenadas: S 22°31'33.06" W 66°20'52.2"
- d. Fecha: 21/10/13
- e. Hora: 13:45
- f. Presión = 637.6 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.142 Temp = 21.8°C E= -81.6 mV
 - ii. Conductividad = 951 μ S/cm Temp = 21.8°C Salinidad = 0.4
 - iii. Turbiedad = 8.99/8.54/9.00 NTU



Foto 12 y Foto 13. Río Orosmayo (Liviara)- Aguas arriba y abajo del punto de muestreo

Aforo líquido a vadeo:

- a. Caudal = 0.17 m³/s
- b. Ancho = 5.5 m

- c. Velocidad media = 0.3 m/s

Los valores obtenidos en esta oportunidad son característicos de la época seca, con baja turbiedad, pH alcalino y conductividad alta.

Río La Quiaca en La Quiaca, Límite Argentina/Bolivia:

- a. Identificación: "ALQ-11"
b. Lugar: La Quiaca– Jujuy
c. Coordenadas: S 22°05'51.6" W 65°35'13.4"
d. Fecha: 22/10/13
e. Hora: 6:35
f. Parámetros medidos:
- i. pH = 7.963 Temp = 12.0°C E= -66.7 mV
 - ii. Conductividad = 965 μ S/cm Temp = 12.0°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.5 mg/L Temp = 12.0°C % saturación = 35.5%
 - iv. Turbiedad = 20.1/19.6/19.9 NTU



Foto 14 y Foto 15. Río La Quiaca (La Quiaca) Aguas arriba y abajo del punto de muestreo

Aforo líquido a vadeo:

- a. Velocidad media = 0.38 m/s
b. Caudal = 0.08 m³/s
c. Ancho = 3.50 m

Los valores obtenidos son típicos de la época seca, se debe hacer notar que este río es receptor de las aguas residuales domésticas de Villazón, lo que explica su bajo contenido en oxígeno disuelto.

Río Tupiza en Tupiza, Bolivia cuenca del río San Juan del Oro:

- a. Identificación: "BTP-11"
b. Lugar: Tupiza zona La Angostura – Potosí
c. Coordenadas: S 21° 30'16.36" W 65°42'24.75"
d. Fecha: 22/10/13
e. Hora: 13:30
f. Parámetros medidos:

- i. pH = 8.340 Temp = 23.1°C E= -93.5 mV
- ii. Conductividad = 1505 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 23.0°C Salinidad = 0.7
- iii. Turbiedad = <0.02 NTU

Los resultados del aforo líquido a vadeo, proporcionados por SENAMHI, son:

- a. Escala = 0.78 m
- b. Velocidad media = 0.84 m/s
- c. Caudal = 0.9 m^3/s
- d. Ancho = 5.0 m



Foto 16 y Foto 17. Río Tupiza, aguas arriba (izq) y abajo (der) del punto de muestreo.

Los valores de pH y conductividad son similares a los obtenidos en otras ocasiones en época seca.

Río San Juan del Oro en Chuquiago, Bolivia:

- a. Identificación: "BCH-11"
- b. Lugar: Chuquiago – Potosí
- c. Coordenadas: S 21° 33'36.7" W 65°38'51.6"
- d. Fecha: 22/10/13
- e. Hora: 11:45
- f. Presión = 721 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.345 Temp = 21.1°C E= -93.1 mV
 - ii. Conductividad = 1225 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 21.1°C Salinidad = 0.6
 - iii. Turbiedad = 14.1/17.5/16.3 NTU

Aforo líquido a vadeo:

- a. Escala = 0.39 m
- b. Velocidad media = 0.51 m/s
- c. Caudal = 2.4 m^3/s
- d. Ancho = 13 m



Foto 18 y Foto 19. Río San Juan del Oro, aguas arriba (izq) y abajo (der) del punto de muestreo.

Los valores de pH y conductividad son típicos de la época seca, se observa en las fotos la formación de algas en las orillas del río.

Río San Juan del Oro en El Puente, Bolivia:

- a. Identificación: "BEP-32"
- b. Lugar: El Puente – Tarija
- c. Coordenadas: S 21°14'21.7" W 65°12'31.2"
- d. Fecha: 28/10/13
- e. Hora: 9:40
- f. Presión = 769.6 mbar
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.206 Temp = 19.4°C E= - 84.9 mV
 - ii. Conductividad = 1476 μ S/cm Temp = 19.3 °C Salinidad = 0.7
 - iii. Turbiedad = >1100 NTU

Aforo líquido a vadeo:

- a. Ancho = 22 m
- b. Escala = 0.85 m
- c. Velocidad media = 0.42 m/s
- d. Caudal = 4.3 m³/s



Foto 20. Río San Juan del Oro (Tarija) – Aguas arriba



Foto 21. Río San Juan del Oro (Tarija) – Aguas abajo

Los valores obtenidos de pH y conductividad son característicos de la época seca, aunque el valor de la turbiedad indicaría que ya se dieron precipitaciones en esta subcuenca.

SUBCUENCA DEL RÍO CAMBLAYA-PILAYA

Río Pilaya en San Josecito, Bolivia:

- a. Identificación: "BSJ-10"
- b. Lugar: San Josecito – Tarija
- c. Coordenadas: S 21°8'58.5" W 64°14'12.3"
- d. Fecha: 31/10/13
- e. Hora: 17:30
- f. Presión = 905.5 mbar
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.437 Temp = 27.9°C E= - 100.7 mV
 - ii. Conductividad = 1384 μ S/cm Temp = 27.8 °C Salinidad = 0.7
 - iii. Turbiedad = 923/1037/989 NTU

Aforo líquido a vadeo:

- a. Ancho = 48 m
- b. Velocidad media = 0.29 m/s
- c. Caudal = 10 m³/s
- d. Escala = 2.46 m



Foto 22. Aguas arriba del punto de muestreo - río Pilaya.



Foto 23. Aguas abajo del punto de muestreo - río Pilaya.

Al igual que en Palca Grande y El Puente, los valores de pH y conductividad son característicos de aguas bajas, sin embargo el valor de turbiedad refleja que se dieron lluvias en la región.

CUENCA ALTA RÍO PILCOMAYO

Río Pilcomayo en Puente Méndez, Bolivia:

- a. Identificación: "BPM-11"
- b. Lugar: Puente Méndez – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- c. Coordenadas: S 19°21'18.3" W 65°10'41.2"
- d. Fecha: 27/10/13
- e. Hora: 11:35
- f. Presión: 779.3 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.752 Temp = 21.2°C E= -58.8mV
 - ii. Conductividad = 1565 µS/cm Temp = 21.1°C Salinidad = 0.5

iii. Turbiedad = >1100 NTU



Foto 24. Río Pilcomayo – Puente Méndez (aguas arriba).



Foto 25. Río Pilcomayo – Puente Méndez (aguas abajo).

Aforo a vadeo:

- a. Velocidad media = 0.84 m/s
- b. Caudal = 7.4 m³/s
- c. Ancho = 25.5 m

Si bien el valor del pH era ligeramente básico y la conductividad elevada (característico de aguas bajas), la turbiedad elevada y la humedad de la llanura de inundación, indicaría que se dieron precipitaciones en la región.

Río Pilcomayo en Puente Aruma, Bolivia:

- a. Identificación: "BPA - 10"
- b. Lugar: Puente Aruma – Límite entre Tarija y Chuquisaca
- c. Coordenadas: S 20°54'48.7" W 64°6'35.5"
- d. Fecha: 31/10/13
- e. Hora: 10:30
- f. Presión = 928.0 mbar
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.078 Temp = 27.3°C E= - 79.8 mV
 - ii. Conductividad = 1356 µS/cm Temp = 27.1 °C Salinidad = 0.6
 - iii. Turbiedad = >1100 NTU

Aforo líquido con tomo desde el puente:

- a. Ancho = 72 m
- b. Escala = 3.10 m
- c. Velocidad media = 0.38 m/s
- d. Caudal = 37.7 m³/s



Foto 26. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente Aruma. .



Foto 27. Río Pilcomayo – Aguas abajo del puente Aruma. .

Los valores indican que había pasado una leve crecida, puesto que los valores de pH y conductividad son típicos de aguas bajas, mientras que la turbiedad es alta.

Río Pilcomayo en Villamontes, Bolivia:

- a. Identificación: “BVI-32”
- b. Lugar: Villamontes – Tarija
- c. Coordenadas: S 21°15'32.6” W 63°30'40.7”
- d. Fecha: 30/10/13
- e. Hora: 17:45
- f. Presión = 954.6 mbar
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.243 Temp = 27.7°C E= - 89.3 mV
 - ii. Conductividad = 1341 μS/cm Temp = 27.6 °C Salinidad = 0.6
 - iii. Turbiedad = 739/676/710 NTU

Aforo líquido desde carro:

- a. Ancho = 82.5 m
- b. Escala = 1.04 m
- c. Velocidad media = 0.28 m/s
- d. Caudal = 51 m³/s



Foto 28. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas arriba



Foto 29. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo

Por las lecturas obtenidas de pH básico, conductividad y turbiedad altas, se podría decir que el río ha recibido ya algunos aportes de lluvia, por lo que aumentó el contenido de sedimentos en suspensión.

Río Pilcomayo en Misión La Paz/Pozo Hondo, Límite Argentina/Paraguay:

- a. Identificación: “AML-30”
- b. Lugar: Misión La Paz (Salta)
- c. Coordenadas: S 22°22'42.2” W 62°31'7.2”
- d. Fecha: 30/10/13
- e. Hora: 11:10
- f. Presión = 976.4 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.259 Temp = 28.7°C E= -90.4 mV
 - ii. Conductividad = 1359 μ S/cm Temp = 28.5°C Salinidad = 0.6
 - iii. Turbiedad = 550/573/538 NTU

La altura de escala durante la toma de muestra fue de 2.65m. Un aforo líquido desde carro realizado el 27 de octubre entre las 0940 y 1050 horas, con una altura hidrométrica de 2,75m, arrojó un caudal de 25 m³/s (Fuente: www.Pilcomayo.net). De acuerdo a la curva hQ de dicha sección para esa fecha y para una altura de escala de 2,65m el valor del caudal estimado es de 16 m³/s.



Foto 30. Aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 31. Aguas arriba del punto de muestreo.

Los valores obtenidos corresponden a aguas bajas, con pH básico, conductividad alta y turbiedad media.

Río Pilcomayo en Embocadura- María Cristina, Argentina:

- a. Identificación: "AMC-13"
- b. Lugar: María Cristina (La embocadura) – Formosa
- c. Coordenadas: S 22°39'55.1" W 62°12'39.2"
- d. Fecha: 13/11/13
- e. Hora: 15:20
- f. Parámetros medidos:
 - v. pH = 8.005 Temp = 29.0°C E= -75.5 mV
 - vi. Conductividad = 948 μ S/cm Temp = 28.9°C Salinidad = 0.4
 - vii. Turbiedad = 856/790/985 NTU



Foto 32. Aguas arriba del punto de muestreo - Antes de la embocadura.



Foto 33. Aguas abajo del punto de muestreo – Antes de la embocadura.

La toma de muestra fue realizada aguas arriba de la Embocadura (punto de división de las aguas entre Argentina y Paraguay).

Los valores obtenidos similares a El Potrillo, parecen indicar la misma característica de transición entre la época seca a la época de lluvia, por otro lado el valor menor de turbiedad obtenido en este punto respecto de El Potrillo podría indicar la existencia de un proceso de resuspensión de sedimentos entre éste punto y El Potrillo.

DERRAMES DEL RÍO PILCOMAYO POR MARGEN DERECHA (República Argentina)

Correderas del río Pilcomayo en El Potrillo, Argentina:

- a. Identificación: “AEP - 10”
- b. Lugar: El Potrillo – Formosa
- c. Coordenadas: S 23°8'17.2” W 61°57'48.5”
- d. Fecha: 13/11/13
- e. Hora: 12:00
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.052 Temp = 26.5°C E= -77.6 mV
 - ii. Conductividad = 831 μ S/cm Temp = 26.4°C Salinidad = 0.3
 - iii. Turbiedad = >1100 NTU



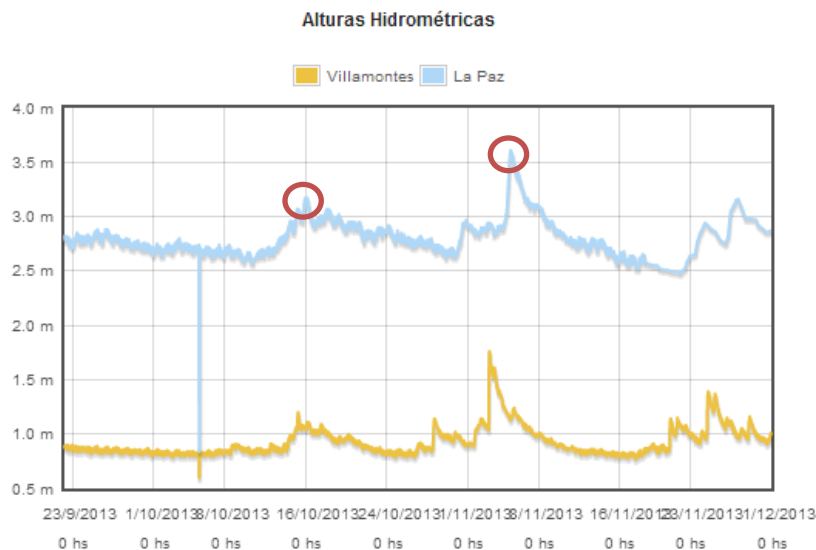
Foto 34. Aguas arriba del punto de muestreo - El Potrillo.



Foto 35. Aguas abajo del punto de muestreo – El Potrillo.

Los valores leídos indican un pH alcalino, conductividad relativamente baja (para la época seca) y turbiedad alta, lo que indicaría aguas correspondientes al inicio del periodo de lluvias .

De acuerdo a la lectura de escalas en Misión La Paz, el primer pico habría pasado el 15 de octubre con una altura de 3.18 m en la escala y un segundo pico el 5 de noviembre con una altura de 3.61m .Se puede interpretar que, al existir un flujo constante de agua al lado Argentino desde la Embocadura, las condiciones de flujo habrían permitido un transporte de buena cantidad de sólidos en suspensión; por lo que se obtuvo una alta turbiedad.



Gráfica 1. Altura hidrométrica estación Misión La Paz y Villamontes. (Fuente: www.pilcomayo.net)

Bañado La Estrella en Ruta 28, Argentina:

- a. Identificación: "AR28-9"
- b. Lugar: Ruta 28 (Bañado La Estrella, aguas arriba del vertedero) – Formosa
- c. Coordenadas: S 24°24'31.5" W 60°20'3.3"
- d. Fecha: 12/11/13
- e. Hora: 16:15
- f. Presión = 993.9 mb
- g. Parámetros medidos:

- i. pH = 7.372 Temp = 25.4°C E= -37.2 mV
- ii. Conductividad = 1750 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 25.3°C Salinidad = 0.9
- iii. Turbiedad = 24.4/26.4/25.7 NTU



Foto 36. El Bañado La Estrella aguas arriba del vertedero

Los valores obtenidos indican pH ligeramente básico, conductividad alta y baja turbiedad, que si bien es característico de la época seca, llama la atención el valor de conductividad, puesto que fue el máximo obtenido hasta la fecha. Esto podría deberse a la escasez de agua que ha secado muchas zonas del bañado y ha aumentado la concentración de iones.

Laguna Salada – Formosa, Argentina:

- a. Identificación: “ASL-8”
- b. Lugar: Laguna Salada (aguas arriba vertedero) – Formosa
- c. Coordenadas: S 24°41'47.1” W 59°49'3.2”
- d. Fecha: 12/11/13
- e. Hora: 13:15
- f. Presión = 939.0 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.519 Temp = 36.1°C E= -108.4 mV
 - ii. Conductividad = 3910 $\mu\text{S/cm}$ Temp = 36.2°C Salinidad = 2.1
 - iii. Turbiedad = 108/104/108 NTU



Foto 37 y Foto 38. Vista del punto de muestreo y desde el vertedero, cauce aguas abajo.

Los valores son característicos de la época seca.

Riacho Montelindo en Ruta 95, Argentina:

- a. Identificación: "AR95-10"
- b. Lugar: Ruta 95 - Formosa
- c. Coordenadas: S 25°08'55.3" W 59°40'45.3"
- d. Fecha: 12/11/13
- e. Hora: 9:50
- f. Presión = 1002 mb
- g. Parámetros medidos:
 - i. pH = 10.107 Temp = 30.3°C E= -202 mV
 - ii. Conductividad = 2660 μ S/cm Temp = 30.3°C Salinidad = 1.4
 - iii. Turbiedad = < 0.02 NTU



Foto 39 y Foto 40. Riacho Montelindo aguas arriba y abajo

Los valores obtenidos son similares a los obtenidos en esta época en otras oportunidades, con conductividad alta y pH fuertemente alcalino que se da por la característica de salinidad de los suelos de la región.

Riacho Montelindo en Ruta 11, Argentina:

El punto de muestreo se ubica en la **ruta 11**, sobre el **riacho Montelindo**. La muestra fue tomada desde el puente aguas arriba.

- a. Identificación: "AR11-11"
- b. Lugar: Riacho Montelindo, sobre ruta 11 – Formosa
- c. Coordenadas: S 25°47'18.12" W 58°1'18"
- d. Fecha: 7/10/13
- e. Hora 10:00
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.235 Temp = 21.8°C E= -82.8 mV
 - ii. Conductividad = 4570 μ S/cm Temp = 21.6°C Salinidad = 2.4

Turbiedad = 53.5/54.3/55.2 NTU



Foto 41 y Foto 42. Riacho Montelindo aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Los valores del pH, conductividad y turbiedad son característicos de aguas bajas.

Riacho Porteño en Clorinda, Argentina:

En esta oportunidad el riacho Porteño a la altura de la ruta 11, próximo a la Aduana Argentina, estaba cubierto, en su mayor parte, por plantas acuáticas y no se observaba flujo superficial, evidenciado por la presencia de hojas, aceites y grasas en su superficie que no se movían.

Al presentarse estas condiciones, las características físico químicas del agua corresponderían más a condiciones anaeróbicas, por lo que no se consideró la realización de determinaciones de campo ni de toma de muestras.

- a. Identificación: "ACL-11"
- b. Lugar: Clorinda – Formosa
- c. Coordenadas: S 25°15'55.92" W 57°43'45"
- d. Fecha: 7/10/13
- e. Hora 12:30



Foto 43 y Foto 44. Riacho Porteño aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

DERRAMES DEL RÍO PILCOMAYO POR MARGEN ZQUIERDA (República del Paraguay)

Descargas del Pilcomayo en General Díaz, Boquerón – Paraguay:

La muestra fue tomada desde los puentes de madera de la ruta de Pozo Colorado a General Díaz.

- a. Identificación: "PGD-10"
- b. Lugar: Gral. Díaz – Presidente Hayes
- c. Coordenadas: S 23°34'8.94" W 60°31'19.68"
- d. Fecha: 3/10/13
- e. Hora 11:00
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.969 Temp = 26.4°C E= -67.9 mV
 - ii. Conductividad = 1899 μ S/cm Temp = 25.6°C Salinidad = 0.9
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.75 mg/L Temp = 23.4°C % saturación = 80.6%
 - iv. Turbiedad = 186/205/195 NTU



Foto 45. Gral. Díaz, aguas arriba del puente.



Foto 46. Gral. Díaz, aguas abajo del puente.

Los valores de pH, conductividad y oxígeno disuelto están dentro de los valores normales obtenidos en éste punto.

Estero Las Garzas - Paraguay:

En el lugar todavía quedaban pequeñas lagunas en estado de eutrofización tanto aguas arriba como abajo del camino. No se realizaron determinaciones de campo ni se tomaron muestras de agua

- a. Identificación: "PLG-11"
- b. Lugar: Estero Las Garzas – Presidente Hayes
- c. Coordenadas: S 23°32'19.8" W 60°15'13.32"
- d. Fecha: 3/10/13



Foto 47. Vista laguna formada en la zona del estero Las Garzas, aguas arriba del camino.

En las lagunas formadas se pudo apreciar la presencia de diversas aves típicas de la zona de bañados.

Río Verde en Ruta 9, Paraguay:

En esta oportunidad se observaron lagunas, aguas arriba del puente, mientras que aguas abajo el río estaba seco, por esta razón no se tomó muestra.

- a. Identificación: "PR9V-11"
- b. Lugar: Río Verde – Presidente Hayes
- c. Coordenadas: S 23°12'54.52" W 59°12'9.40"
- d. Fecha: 8/10/13



Foto 48 y Foto 49. Río Verde, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Río Montelindo en- Ruta 9, Paraguay:

- a. Identificación: "PR9M-11"
- b. Lugar: Río Montelindo – Presidente Hayes
- c. Coordenadas: S 23°53'34.98" W 58°26'46.08"
- d. Fecha: 8/10/13
- e. Hora 14:10
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.332 Temp = 28.0°C E = -90.1 mV
 - ii. Conductividad = 9.11 mS /cm Temp = 28.0°C Salinidad = 5.1
 - iii. Turbiedad = 39.8/38.2/37.3 NTU



Foto 50 y Foto 51. Río Montelindo, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Los valores obtenidos muestran condiciones características de aguas bajas, con pH ligeramente básico, altas conductividades y baja turbiedad.

Río Negro en Ruta 9, Paraguay:

- a. Identificación: "PR9N-9"
- b. Lugar: Río Negro – Presidente Hayes
- c. Coordenadas: S 24°11'23.51" W 58°17'59.47"
- d. Fecha: 8/10/13
- e. Hora 15:55
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.353 Temp = 28.3°C E = -91.7 mV
 - ii. Conductividad = 1392 μ S/cm Temp = 28.2°C Salinidad = 0.7
 - iii. Turbiedad = 47.6/51.0/51.3 NTU



Foto 52 y Foto 53. Río Negro, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Los valores leídos corresponderían a la transición de aguas bajas a altas, con conductividad media, pH ligeramente básico y turbiedad baja.

Río Confuso en Cadete Pando, Paraguay:

El río Confuso en la población de Cadete Pando estaba seco, se observa el crecimiento de plantas de la región en su lecho.

- Identificación: "PCP-11"
- Lugar: Cadete Pando – Paraguay
- Coordenadas: S 24°24'34.74" W 58°53'9.9"
- Fecha: 09/10/13



Foto 54. Río Confuso, aguas arriba del puente.

Río Pilcomayo en General Bruguez, Paraguay:

En esta oportunidad, las algas habían crecido en su superficie y en la columna de agua, por lo que no se consideró la toma de muestra.

- Identificación: "PGB-11"
- Lugar: Gral. Bruguez – Presidente Hayes
- Coordenadas: S 24°44'52.98" W 58°49'58.32"
- Fecha: 9/10/13
- Hora 13:00



Foto 55 y Foto 56. Río Pilcomayo, aguas arriba y aguas abajo. Río Pilcomayo – Puente Internacional Loyola, Límite Argentina/Paraguay:

- a. Identificación: "APL-12"
- b. Lugar: Puente internacional Loyola – Argentina/Paraguay
- c. Coordenadas: S 25°15'51.28" W 57°43'27.78"
- d. Fecha: 7/10/13
- e. Hora 12:50
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.023 Temp = 23.9°C E= -11.3 mV
 - ii. Conductividad = 570 μ S/cm Temp = 23.8°C Salinidad = 0.2
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.14 mg/L Temp = 24.1°C % saturación = 72.9
 - iv. Turbiedad = 25.4/25.0/25.8 NTU

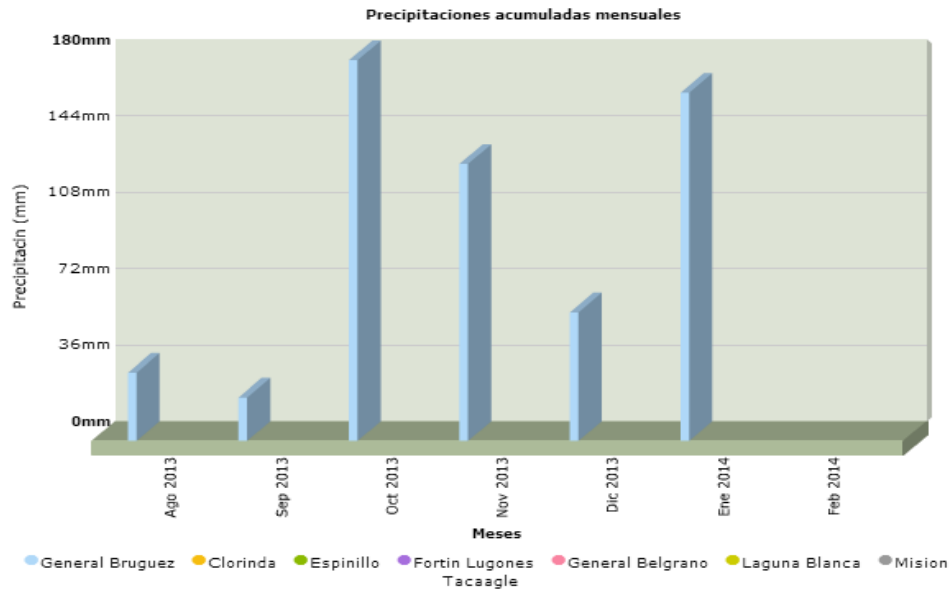


Foto 57. Vista del puente internacional Loyola.

Generalmente la conductividad en época seca es alta, sin embargo el valor obtenido nos indica que ya se dieron las primeras lluvias.

En esta región la alta vegetación existente minimiza la erosión de suelos, por lo que al tratarse de las primeras lluvias no se observa un incremento de la turbiedad.

Revisando los datos de precipitación acumulada mensual, tenemos el siguiente gráfico:



Gráfica 2. Precipitaciones acumuladas mensuales cuenca baja. (Fuente: www.pilcomayo.net)

Aunque solo se tiene datos de la estación General Bruguez, se puede observar que se dieron las primeras lluvias en octubre de 2013.

Río Confuso en Villa Hayes, Paraguay:

- a. Identificación: "PVH-11"
- b. Lugar: Río Confuso – Presidente Hayes
- c. Coordenadas: S 25°6'26.46" W 57°32'48.6"
- d. Fecha: 9/10/13
- e. Hora 17:35
- f. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.799 Temp = 26.2°C E= 1.2 mV
 - ii. Conductividad = 824 µS/cm Temp = 26.1°C Salinidad = 0.3
 - iii. Oxígeno Disuelto = 4 mg/L Temp = 26.1°C % saturación = 49.9
 - iv. Turbiedad = 9.32/8.04/8.91 NTU



Foto 58 y Foto 59. Río Confuso, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Los valores obtenidos de los parámetros in situ parecen corresponder a la transición entre la época seca y lluviosa.

SÍNTESIS

Algunos puntos de monitoreo muestran valores típicos de aguas bajas, sin embargo, en la cuenca alta y media (hasta El Potrillo), la campaña se llevó a cabo luego de las primeras lluvias, por lo que se han obtenido valores de turbiedad altos. Debe de recordarse que en la época seca las aguas hasta Villamontes, muestran valores de turbiedad menores a 5 NTU.

Sin embargo, parece ser que las lluvias, al ser cortas, si bien fueron suficientes para arrastrar una buena cantidad de sedimentos, no bastaron para disminuir la conductividad.

El escurrimiento de las aguas por el canal que deriva hacia la Argentina aumenta la velocidad de transporte y esto influye en las características físico químicas del agua, como por ejemplo, aumento de la turbiedad . Ello podría producir, asimismo, un aumento en la concentración de metales totales (a verificar posteriormente con los datos del laboratorio).