



## INFORME TÉCNICO DE LA CAMPAÑA SEMESTRAL 1/18 DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS (febrero – marzo)

En el marco del plan de monitoreo de la Comisión Trinacional del Pilcomayo, que sigue los lineamientos aprobados por los talleres de especialistas de los tres países (2006 – 2007) en referencia a los parámetros a monitorear, lugares y frecuencias.

En este informe se describe el monitoreo extensivo, realizado en época de aguas altas del año 2018, en 32 puntos distribuidos de la siguiente manera:

- Argentina: 8 puntos.
- Bolivia: 13 puntos.
- Paraguay: 7 puntos.
- Puntos limítrofes: 4 puntos

Cuando las condiciones de flujo lo permiten se realiza la medición de caudal líquido, las mismas son realizadas en la cuenca alta por personal del SENAMHI bajo Acuerdo Interinstitucional suscrito por dicho Instituto con la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del río Pilcomayo.

### ORGANIZACIÓN DE LA CAMPAÑA

La medición de parámetros in situ se realizó con el equipo multiparamétrico marca WTW, modelo Multi 3430, que consta de electrodos de pH/Eh, conductividad/salinidad y oxígeno disuelto/saturación, cada uno de ellos con un sensor de temperatura. La medición de la turbiedad fue realizada utilizando un turbidímetro portátil marca WTW, modelo Turbo 430 IR.

Las muestras tomadas para los parámetros físico – químicos e iones mayoritarios fueron enviadas a los laboratorios de la cuenca habituales (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 fueron enviadas al laboratorio de Medios Activos de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Ezeiza, Buenos Aires.

Los puntos que involucran la campaña se muestran en la página web, [www.pilcomayo.net](http://www.pilcomayo.net) y en el mapa adjunto. ANEXO 1

### TOMA DE DATOS IN SITU

A continuación los datos medidos durante la campaña:

#### SUBCUENCA DEL RÍO TARAPAYA

BNR. Naciente del río de La Ribera – Potosí, Bolivia:

- a. Lugar: Naciente del río La Ribera (afloraciones de la laguna San Ildefonso) - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°35.860' W 65°43.880'
- c. Fecha: 6/02/2018
- d. Hora: 12:35
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.974 Temp = 17.1°C E= -124.8 mV
  - ii. Conductividad = 299 µS/cm Temp = 16.7°C Salinidad = 0.1
  - i. Oxígeno Disuelto = 5.67 mg/L Temp = 16.8°C % saturación = 98.3%
  - iii. Turbiedad = 17.5 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 0.2 m
- b. Velocidad media = 0.1 m/s
- c. Caudal = 0.9 l/s

Los valores obtenidos son similares a los obtenidos en otras oportunidades.



Foto 1. Naciente de la Ribera – formado por las filtraciones de la Laguna San Ildefonso.

BSA. Río Aljamayu – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: San Antonio - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°34.684' W 65°48.204'
- c. Fecha: 6/02/2018
- d. Hora: 8: 50
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 5.173 Temp = 13.4°C E= 89.9 mV
  - ii. Conductividad = 1424  $\mu$ S/cm Temp = 13.4°C Salinidad = 0.7
  - i. Oxígeno Disuelto = 6.73 mg/L Temp = 13.4°C % saturación = 99.1%
  - iii. Turbiedad = 964 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 6.5 m
- b. Velocidad media = 0.74 m/s
- c. Caudal = 0.96 m<sup>3</sup>/s

El pH ácido y la turbiedad alta se explican por la presencia de lluvias que aumentan la generación de aguas ácidas de mina, y a su vez el arrastre de los suelos circundantes en la zona. La conductividad obtenida,

aunque es alta para la época de lluvia, se explica por las descargas de aguas residuales urbanas. La presencia de oxígeno disuelto elevado debido principalmente a las pendientes de la zona, indica que existen las condiciones para que la materia orgánica presente pueda ser tratada por medios aerobios.



Foto 2. Río Aljamayu (Potosí) –Aguas arriba



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

#### BTA. Río Tarapaya – Potosí, Bolivia

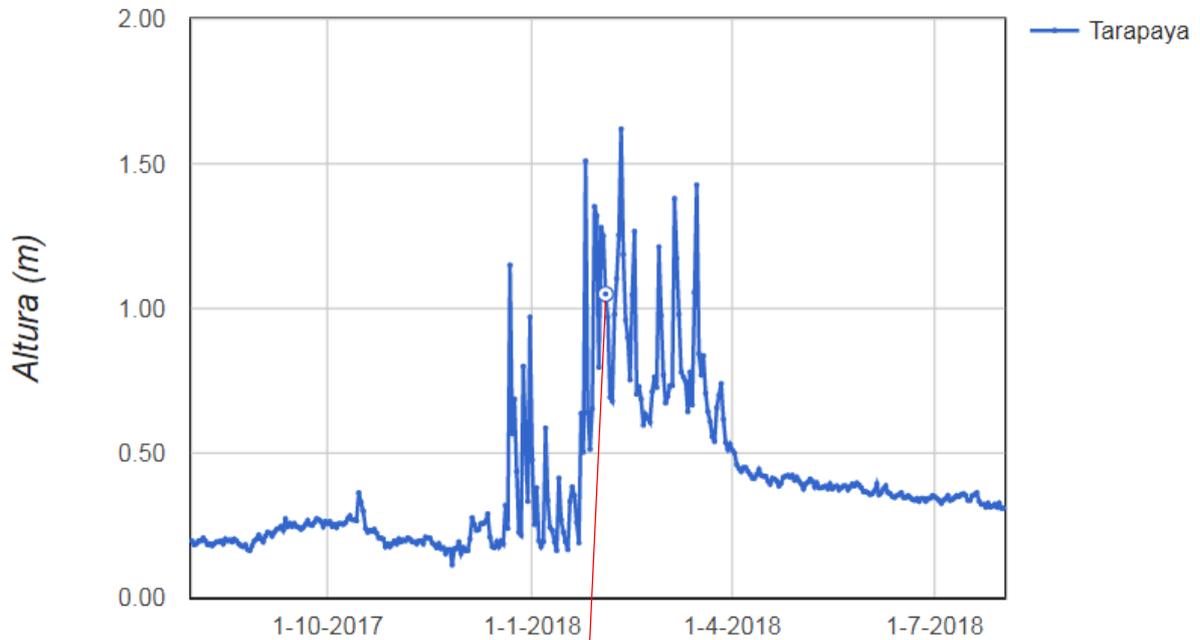
- a. Lugar: Tarapaya (Potosí)
- b. Coordenadas: S 19°28.312' W 65°47.610'
- c. Fecha: 6/02/2018
- d. Hora: 10:10
- e. Parámetros medidos:
  - pH = 7.604 Temp = 15.4°C E= -46.4 mV
  - Conductividad = 535  $\mu$ S/cm Temp = 15.3°C Salinidad = 0.2
  - Oxígeno Disuelto = 6.57 mg/L Temp = 15.3°C % saturación = 98.1%
  - Turbiedad = 931 NTU

Los datos del aforo realizado son:

- a. Ancho = 11.9 m
- b. Escala = 0.61 m
- c. Velocidad media = 1.6 m/s
- d. Caudal = 6.8 m<sup>3</sup>/s

El pH es ligeramente básico, con valores de conductividad bajo característicos de época de lluvias, con concentración de oxígeno disuelto elevado y turbiedad alta.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



06FEB18



Foto 4. Río Tarapaya (Potosí) –Aguas arriba



Foto 5. Río Tarapaya (Potosí) – Aguas abajo

SUBCUENCA DEL RÍO TACOBAMBA

Río Colavi – Colavi, Potosí, Bolivia:

- a. Lugar: Río Colavi – Colavi, Potosí
- b. Coordenadas: S 19°19.296' W 65°33.128'
- c. Fecha: 4/02/2018
- d. Hora: 16:00
- e. Parámetros medidos:
  - iv. pH = 3.479 Temp = 14.2°C E= 212 mV
  - v. Conductividad = 471  $\mu$ S/cm Temp = 14.2°C Salinidad = 0.0
  - ii. Oxígeno Disuelto = 6.61 mg/L Temp = 14.2°C % saturación = 100.0%
  - vi. Turbiedad = 387 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 3.6 m
- b. Velocidad media = 0.47 m/s
- c. Caudal = 0.28 m<sup>3</sup>/s

El valor de pH ácido obtenido se explica porque este río recibe las aguas ácidas de mina de la zona, sin embargo la baja conductividad indica que a pesar de las condiciones ácidas que se presentan, no existe disponibilidad de iones o metales que se puedan disolver en éste tramo.



Foto 6. Río Colavi – Aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 7. Río Colavi – Aguas abajo del punto de muestreo



Foto 8. Río Colavi – Margen derecha, punto de muestreo de sedimentos.

Río Tacobamba – Potosí, Bolivia:

- a. Lugar: Río Tacobamba aguas arriba de confluencia con el río Pilcomayo – Colavi, Potosí
- b. Coordenadas: S 19°7.932' W 65°34.202'
- c. Fecha: 5/02/2018
- d. Hora: 13:10
- e. Parámetros medidos:
  - vii. pH = 8.529 Temp = 24.4°C E= -101.4 mV
  - viii. Conductividad = 469  $\mu$ S/cm Temp = 24.3°C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 5.94 mg/L Temp = 24.3°C % saturación = 99.7%
  - ix. Turbiedad = >1100 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

Vado 1:

- a. Ancho = 5.5 m
- b. Velocidad media = 0.7 m/s

c. Caudal = 0.93 m<sup>3</sup>/s

Vado2:

- a. Ancho = 5.0 m
- b. Velocidad media = 0.51 m/s
- c. Caudal = 0.43 m<sup>3</sup>/s

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.



Foto 9. Río Tacobamba – Aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 10. Río Tacobamba – Aguas abajo del punto de muestreo, se observa la unión con el río Pilcomayo.



Foto 11. Río Tacobamba – Margen izquierda - punto de muestreo de sedimento.

## SUB-CUENCA DEL RÍO TUMUSLA:

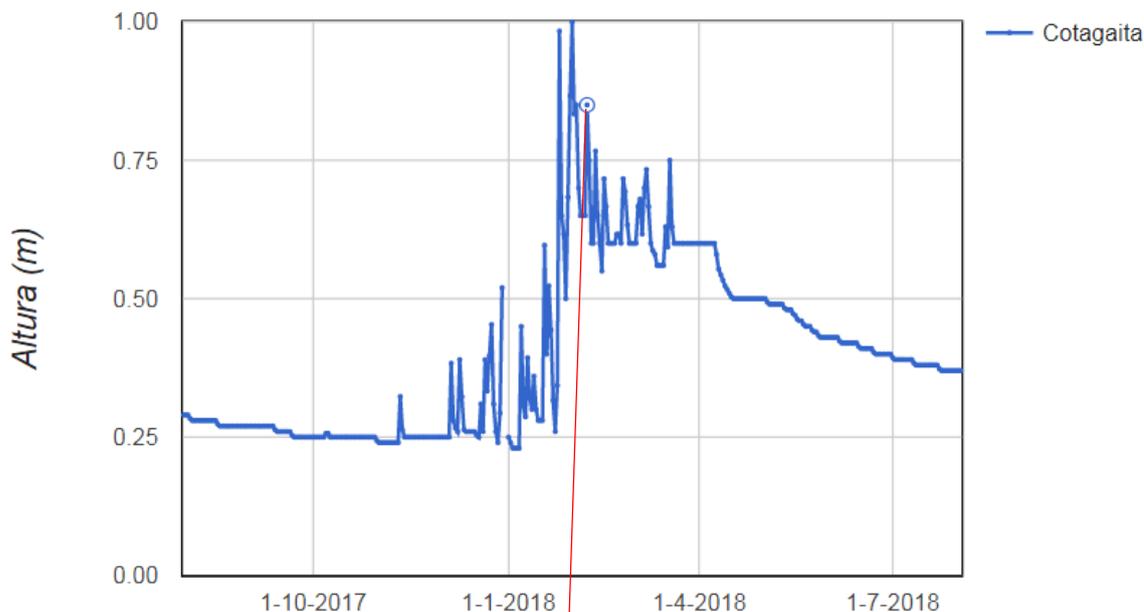
BCO. Río Cotagaita – Cotagaita, Bolivia

La muestra fue tomada donde se observaba una velocidad media de sus aguas. Los resultados obtenidos son:

- a. Lugar: Cotagaita – Potosí
- b. Coordenadas: S 20° 49.265' W 65°39.960'
- c. Fecha: 7/02/2018
- d. Hora: 13:30
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.085 Temp = 18.5°C E= -17.4 mV
  - ii. Conductividad = 802  $\mu$ S/cm Temp = 18.5°C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.50 mg/L Temp = 18.6°C % saturación = 95.9%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

El personal del SENAMHI no pudo realizar el aforo líquido porque el río estaba en crecida

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



07FEB18

Los valores obtenidos de pH y conductividad corresponderían a la época de lluvia con turbiedad alta y saturación de oxígeno.



Foto 12 y 13. Río Cotagaita (Cotagaita) – Aguas arriba y abajo.

BTU. Río Tumusla – Tumusla, Bolivia

La muestra fue tomada en el centro del río, obteniendo los siguientes datos:

- a. Lugar: Tumusla – Potosí
- b. Coordenadas: S 20° 29.254' W 65°37.091'
- c. Fecha: 7/02/2018
- d. Hora: 8:45
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.297 Temp = 17.0°C E = -86.6 mV
  - ii. Conductividad = 662  $\mu$ S/cm Temp = 16.9°C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.86 mg/L Temp = 16.9°C % saturación = 96.7%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Cuando se tomó la muestra de agua, el río estaba en crecida súbita, por lo que se realizó el aforo líquido después que pasó el pico de la crecida, durante el pico el río transportaba ramas y troncos que impedían el trabajo, lo resultados medidos por SENAMHI, son:

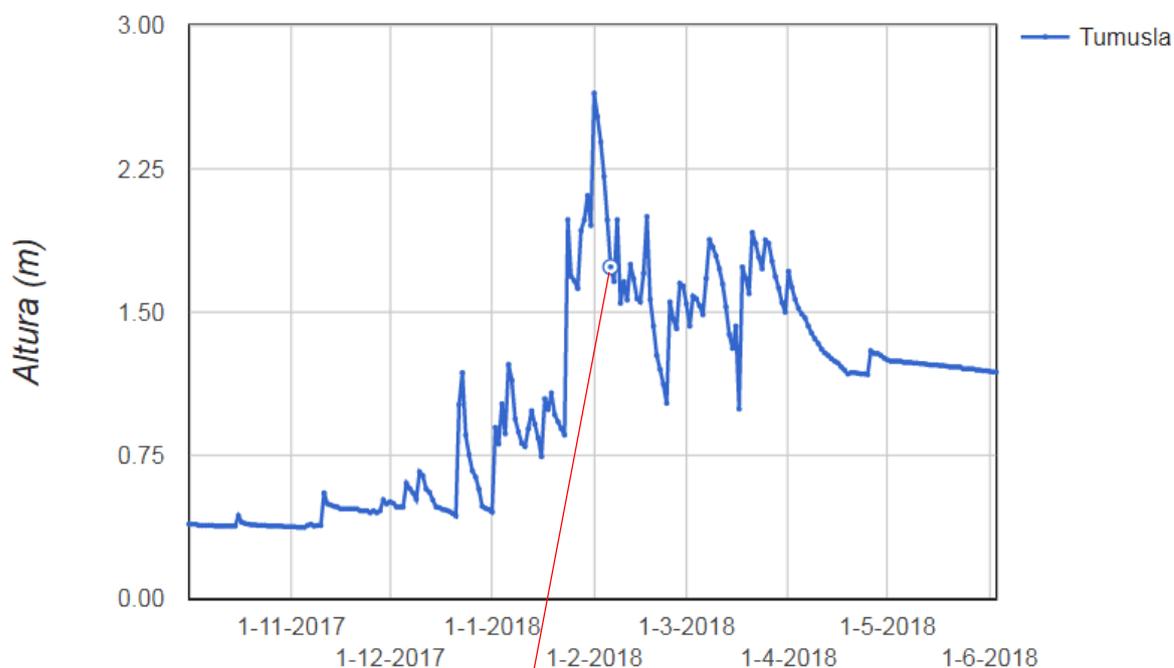
Vado 1:

- Ancho = 22.5 m
- Velocidad media = 1.5 m/s
- Caudal = 30.4 m<sup>3</sup>/s

Vado2:

- Ancho = 6.0 m
- Velocidad media = 0.71 m/s
- Caudal = 1.3 m<sup>3</sup>/s

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



07FEB18

Los valores de pH, conductividad y turbiedad corresponderían a la época de lluvias.



Foto 14. Río Tumusla (Tumusla) – Aguas arriba



Foto 15. Río Tumusla (Tumusla)- Aguas abajo.



Foto 16. Muestra de agua sedimentada en el Río Tumusla (Tumusla) – se observa el volumen del sedimento de casi la mitad del frasco de muestreo.

BPG. Río Tumusla – Palca Grande, Bolivia

La muestra fue tomada desde el puente aguas arriba, en el centro del río:

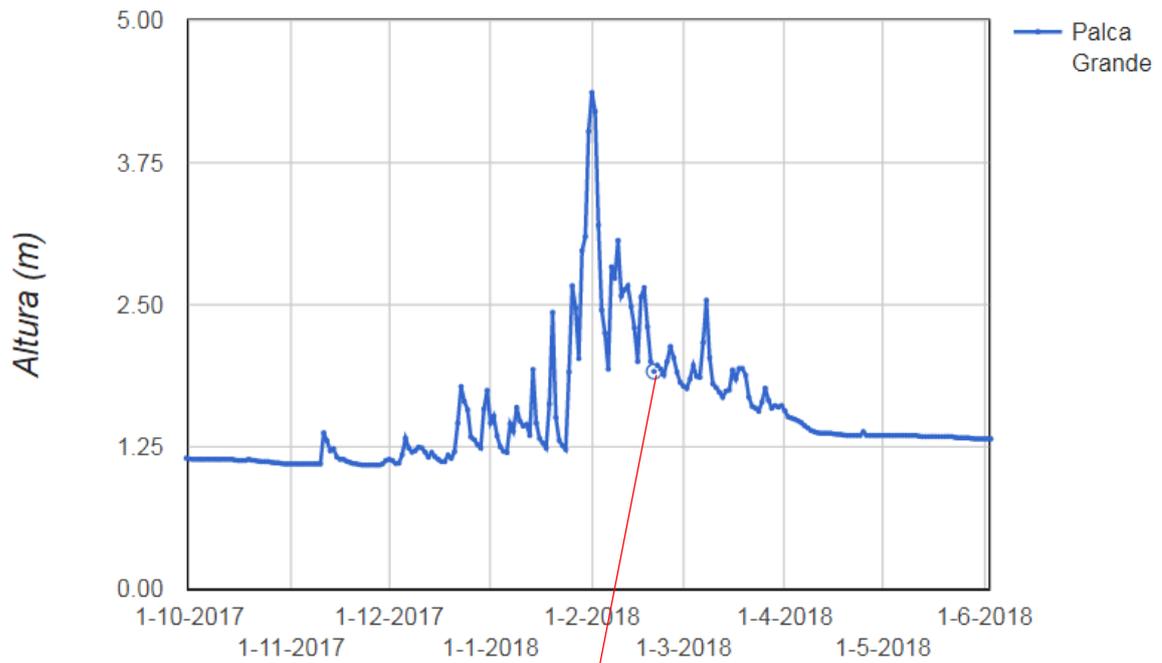
- a. Lugar: Palca Grande – Tarija
- b. Coordenadas: S 20°44.516' W 65°14.419'
- c. Fecha: 20/02/2018
- d. Hora: 9:30
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.04 Temp = 19.6°C E= -70.0 mV
  - ii. Conductividad = 837  $\mu$ S/cm Temp = 19.4 °C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.97 mg/L Temp = 19.5°C % saturación = 100.7%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 68 m
- b. Escala = 1.94 m (inicio), 1.90 (fin)
- c. Velocidad media = 1.4 m/s
- d. Caudal = 58 m<sup>3</sup>/s

Los valores obtenidos son característicos de la época de lluvia, con pH ligeramente básico, baja conductividad y alta turbiedad.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



20FEB18



Foto 17. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas arriba



Foto 18. Río Tumusla (Palca Grande)- Aguas abajo.



Foto 19. Margen izquierda, zona de toma de muestra de sedimento.

## SUBCUENCA SAN JUAN DEL ORO:

ALL. Río Orosmayo – Liviara, Argentina

En el lugar seleccionado, se tomó la muestra en el centro del río, los datos son:

- a. Lugar: Liviara – Jujuy
- b. Coordenadas: S 22°31.767' W 66°20.980'
- f. Fecha: 22/02/2018
- g. Hora: 12:10
- c. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.176 Temp = 12.4°C E= -72.4 mV
  - ii. Conductividad = 463  $\mu$ S/cm Temp = 12.4°C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.86 mg/L Temp = 12.3°C % saturación = 102.1 %
  - iv. Turbiedad = 140 NTU

Al mismo tiempo personal del SENAMHI, realizó el aforo líquido, con los siguientes resultados.

- a. Ancho = 30.5 m
- b. Velocidad media = 0.97 m/s
- c. Caudal = 9.5 m<sup>3</sup>/s

Los valores obtenidos corresponderían a la época de lluvia, aunque con baja turbiedad, lo que significaría un bajo arrastre de los suelos por erosión



Foto 20. Río Orosmayo (Liviara) – Aguas arriba



Foto 21. Río Orosmayo (Liviara)- Aguas abajo.

ALQ. Río La Quiaca – La Quiaca, Argentina

La muestra fue tomada aguas abajo de su unión con la quebrada Toro Ara, obteniendo los siguientes datos:

- a. Lugar: La Quiaca– Jujuy
- b. Coordenadas: S 22°05.865' W 65°35.164'
- c. Fecha: 21/02/2018
- d. Hora: 8:35
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.508 Temp = 14.0°C E= -105.2 mV
  - ii. Conductividad = 740  $\mu$ S/cm Temp = 13.9°C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 3.24 mg/L Temp = 13.9°C % saturación = 47.1%
  - iv. Turbiedad = 84.3 NTU

Al mismo tiempo se realizaba el aforo líquido a vadeo. Este río recibe las aguas residuales de la ciudad de Villazón. Los datos proporcionados por el aforador son:

- a. Ancho = 3.4 m

- b. Velocidad media = 0.66 m/s
- c. Caudal = 0.24 m<sup>3</sup>/s

Así también, los valores de pH, conductividad y turbiedad, concuerdan con lecturas anteriores obtenidas en las mismas condiciones hidrológicas de aguas altas y características de aguas residuales domésticas por su bajo oxígeno disuelto y turbiedad.



Foto 22. Río La Quiaca (La Quiaca/Villazón)- Aguas abajo



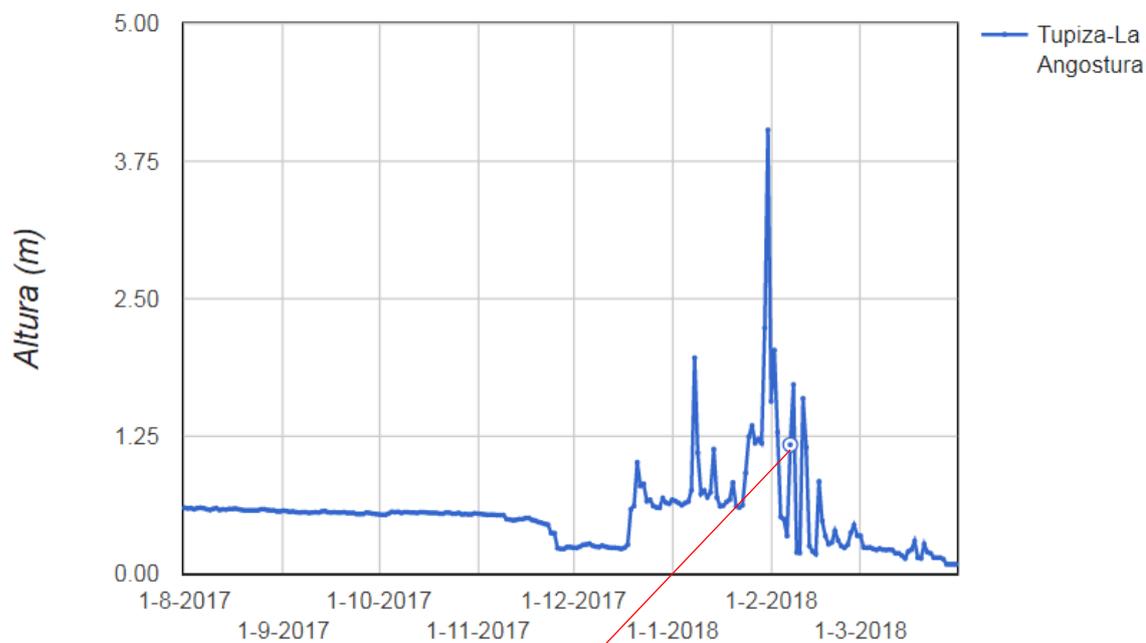
Foto 23. Río La Quiaca (La Quiaca/Villazón)- Aguas arriba del punto de muestreo

BTP. Río Tupiza – La Angostura (Tupiza), Bolivia

- a. Lugar: Tupiza zona La angostura – Potosí
- b. Coordenadas: S 21° 30.261' W 65°42.400'
- c. Fecha: 7/02/2018
- d. Hora: 17:00
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.966 Temp = 19.5°C E= -63.4 mV
  - ii. Conductividad = 702 μS/cm Temp = 19.4°C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.21 mg/L Temp = 19.4°C % saturación = 96.0%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

No se pudo realizar el aforo líquido porque el río se encontraba en crecida.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



07FEB18

Los valores corresponden a la época de lluvias con pH ligeramente básico, conductividad baja y turbiedad alta, con saturación de oxígeno.



Foto 24. Río Tupiza (La Angostura)- aguas arriba



Foto 25. Río Tupiza (La Angostura)- aguas abajo



Foto 26. Zona de muestreo de sedimentos en margen izquierdo.

BCH. Río San Juan del Oro – Chuquiago, Bolivia

La muestra se tomó en el centro del río, con los siguientes datos in situ:

- a. Lugar: Chuquiago – Potosí
- b. Coordenadas: S 21° 33.680' W 65°38.868'
- c. Fecha: 7/02/2018
- d. Hora: 15:25
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.49 Temp = 17.0°C E= -48.4 mV
  - ii. Conductividad = 510  $\mu$ S/cm Temp = 16.9 °C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.55 mg/L Temp = 16.9°C % saturación = 96.1%
  - iv. Turbiedad = > 1100 NTU

No se pudo realizar el aforo líquido porque el río se encontraba en crecida.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



07FEB18

El pH, la conductividad, oxígeno disuelto y turbiedad muestran valores típicos de aguas altas.



Foto 27 y 28. Río San Juan del Oro, aguas arriba y abajo el punto de muestreo.



Foto 29. Muestreo de sedimentos del margen izquierdo.

BEP. Río San Juan del Oro – El Puente (Tarija), Bolivia

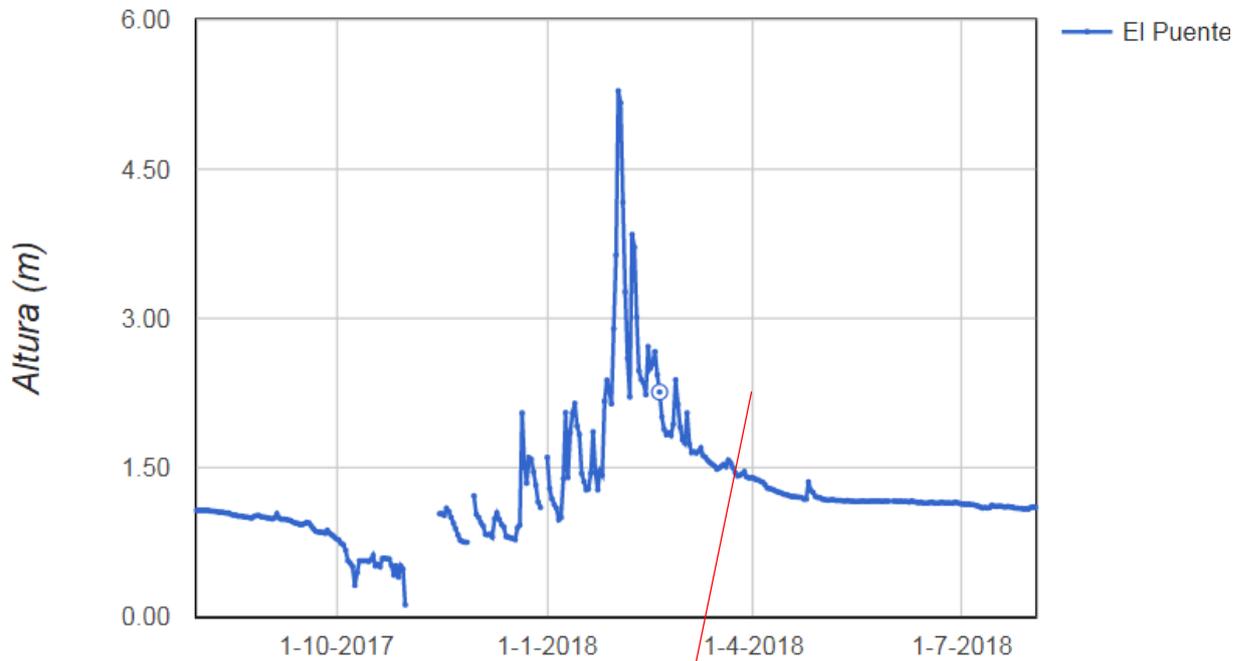
- a. Lugar: El Puente – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°14'21.90' W 65°12'32.61'
- c. Fecha: 19/02/2018
- d. Hora: 16:30
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.84 Temp = 22.4°C E= -68.7 mV
  - ii. Conductividad = 676  $\mu$ S/cm Temp = 22.4 °C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 6.29 mg/L Temp = 22.4°C % saturación = 97.3%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 45.0 m
- b. Escala = 2.15 m (inicio), 2.13 (fin)

- c. Velocidad media = 1.52 m/s
- d. Caudal = 105 m<sup>3</sup>/s

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



19FEB18

Los valores obtenidos de pH, conductividad y turbiedad indicarían características de aguas altas.



Foto 30. Aguas arriba del punto de muestreo - río San Juan del Oro.



Foto 31. Aguas abajo del punto de muestreo - río San Juan del Oro.

## SUBCUENCA CAMBLAYA – PILAYA:

BSJ. Río Pilaya – San Josecito (Tarija), Bolivia

- a. Lugar: San Josecito – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°9'8.46" W 64°14'0.18'
- c. Fecha: 1/03/2018
- d. Hora: 15:30
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.45 Temp = 23.4°C E= -100 mV
  - ii. Conductividad = 538  $\mu$ S/cm Temp = 23.3 °C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.80 mg/L Temp = 23.2°C % saturación = 101.1%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

No se pudo realizar el aforo líquido porque el río se encontraba en crecida y no se tenía acceso al puente colgante.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



01MAR18

Los datos corresponden a aguas altas.



Foto 32. Aguas arriba del punto de muestreo - río Pilaya.



Foto 33. Aguas abajo del punto de muestreo - río Pilaya.

### PILCOMAYO:

Río Pilcomayo – Aguas arriba de su unión con el río Tacobamba, (Límite Chuquisaca – Potosí) Bolivia

- Lugar: Río Pilcomayo aguas arriba de confluencia con río Tacobamba – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- Coordenadas: S 19°7.957' W 65°34.307'
- Fecha: 5/02/2018
- Hora: 12:15
- Parámetros medidos:

- i. pH = 8.211    Temp = 20.1°C    E= -81.7 mV
- ii. Conductividad = 445  $\mu$ S/cm    Temp = 20.1°C    Salinidad = 0.1
- iii. Oxígeno Disuelto = 6.54 mg/L    Temp = 20.1°C    % saturación = 100.9%
- iv. Turbiedad = >1100 NTU

Personal del SENAMHI realizó el aforo desde el puente:

Vado 1:

- a. Ancho = 34.0 m
- b. Velocidad media = 2.5 m/s
- c. Caudal = 79.3 m<sup>3</sup>/s

Vado2:

- a. Ancho = 12.0 m
- b. Velocidad media = 1.4 m/s
- c. Caudal = 4.6 m<sup>3</sup>/s

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.



Foto 34. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente.



Foto 35. Río Pilcomayo – Agua abajo del puente, se observa a la derecha el río Tacobamba.

BPM. Río Pilcomayo – Puente Mendez, (Límite Chuquisaca – Potosí) Bolivia

- a. Lugar: Puente Mendez – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- b. Coordenadas: S 19°21.496' W 65°10.358'
- c. Fecha: 4/02/2018
- d. Hora: 10:10
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.27 Temp = 18.2°C E= -85.2 mV
  - ii. Conductividad = 288  $\mu$ S/cm Temp = 18.2°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 7.19 mg/L Temp = 18.1°C % saturación = 99.5%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

No se pudo realizar el aforo líquido porque el río se encontraba en crecida.

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.



Foto 36. Río Pilcomayo – Puente Mendez (aguas arriba)



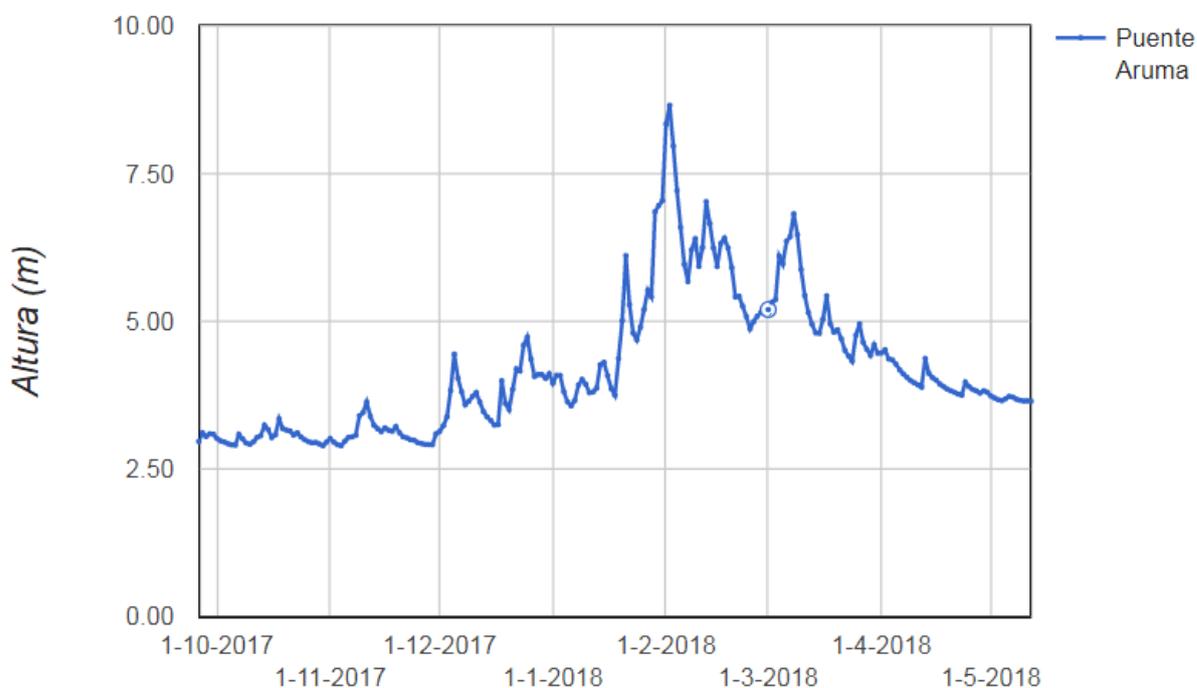
Foto 37. Río Pilcomayo – Puente Mendez (punto de muestreo).

BPA. Río Pilcomayo – Puente Aruma (Límite Chuquisaca – Tarija), Bolivia

- a. Lugar: Puente Aruma – Límite entre Tarija y Chuquisaca
- b. Coordenadas: S 20°54.827' W 64°6.627'
- c. Fecha: 1/03/2018
- d. Hora: 9:15
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 8.2 Temp = 22.2°C E= - 73 mV
  - ii. Conductividad = 418  $\mu$ S/cm Temp = 22.1 °C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 8.5 mg/L Temp = 22.1°C % saturación = 99.3%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

No se pudo realizar el aforo líquido porque el río se encontraba en crecida.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



Los valores de pH, turbiedad y conductividad corresponden a la época de lluvias.



Foto 38. Río Pilcomayo – Aguas abajo del puente Aruma. .



Foto 39. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente Aruma.



Foto 40. Margen derecha, zona de muestreo de sedimento.

#### BVI. Río Pilcomayo – Villa Montes (Bolivia)

- a. Lugar: Villa Montes – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°15.485' W 63°30.688'
- c. Fecha: 28/02/2018
- d. Hora: 6:45
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.5    Temp = 23.8°C    E= - 50 mV
  - ii. Conductividad = 545  $\mu$ S/cm    Temp = 23.7 °C    Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 8.37 mg/L    Temp = 23.7°C    % saturación = 104.2%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 2.70 m
- b. Ancho = 108.5 m
- c. Velocidad media = 1.63 m/s
- d. Caudal = 491 m<sup>3</sup>/s

## Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



28FEB18

Los valores obtenidos son característicos de la época de lluvia, con turbiedad alta y conductividad baja.



Foto 41. Río Pilcomayo (Villa Montes) – Aguas arriba



Foto 42. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo



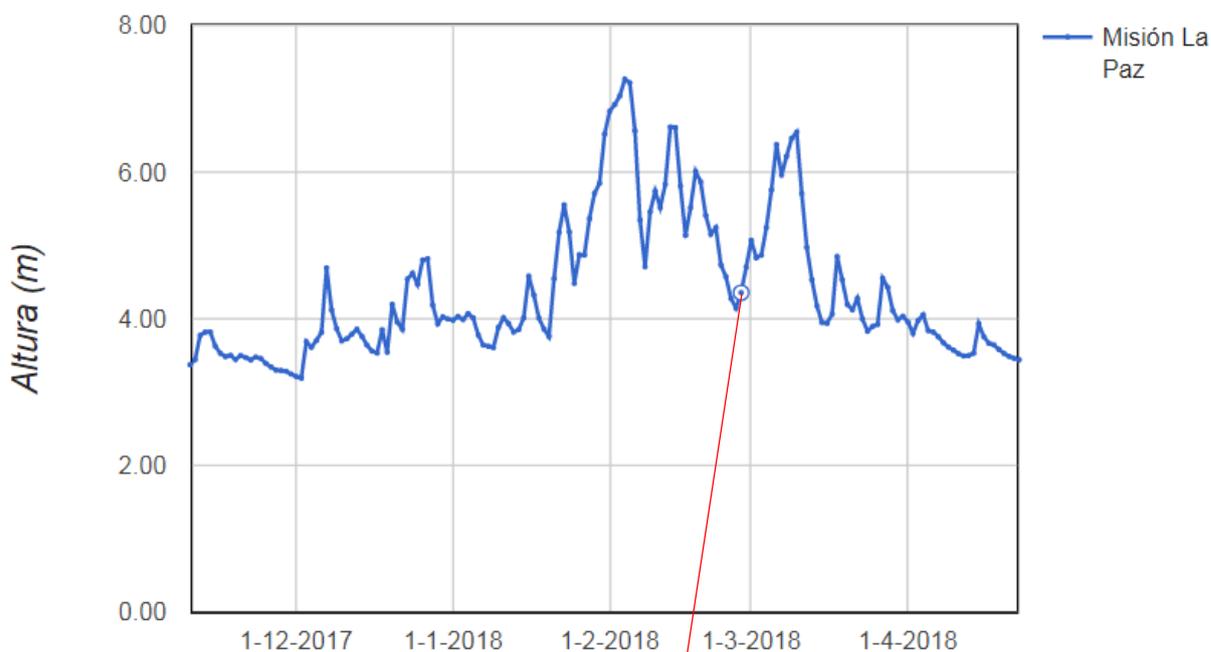
Foto 43. Margen izquierda, zona de muestreo de sedimento.

AML. Río Pilcomayo – Misión La Paz/Pozo Hondo (Límite Argentina Paraguay)

- a. Lugar: Misión La Paz/Pozo Hondo – Límite Argentina/Bolivia
- b. Coordenadas: S 22°22.707' W 62°31.123'
- c. Fecha: 27/02/2018
- d. Hora: 11:15
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.7 Temp = 26.7°C E= - 68 mV
  - ii. Conductividad = 557  $\mu$ S/cm Temp = 26.6 °C Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 5.55 mg/L Temp = 26.6°C % saturación = 71.2%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los valores obtenidos son característicos de la época de lluvia.

### Alturas Hidrométricas (H Medio Diario)



27FEB18



Foto 44. Aguas arriba – Misión La Paz



Foto 45. Aguas abajo – Misión La Paz

AMC. Río Pilcomayo – María Cristina (aguas arriba del canal Las Torres) Límite  
Argentina – Paraguay

No se pudo acceder al río porque el camino desde María Cristina a la embocadura estaba cortado.



Foto 46. Camino de acceso al río

## CUENCA BAJA ARGENTINA

AEP. Descargas del Río Pilcomayo – El Potrillo, Formosa

- a. Lugar: El Potrillo – Formosa
- b. Coordenadas: S 23°8.260' W 61°57.823'
- f. Fecha: 26/02/2018

- g. Hora: 10:45
- c. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.4      Temp = 28.0°C    E= -43 mV
  - ii. Conductividad = 596  $\mu$ S/cm      Temp = 27.9°C    Salinidad = 0.2
  - iii. Oxígeno Disuelto = 4.77 mg/L      Temp = 28.0°C    % saturación = 62.5%
  - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los valores corresponden a la época de lluvia.



Foto 47. Aguas arriba – El Potrillo



Foto 48. Aguas abajo – El Potrillo

#### AR28. Bañado La Estrella – Ruta 28, Formosa

- a. Lugar:            Ruta 28 (Bañado La Estrella) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°21.517'    W 60°18.384'
- c. Fecha: 25/02/2018
- d. Hora: 12:20
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.0      Temp = 27.4°C    E= - 4 mV
  - ii. Conductividad = 1033  $\mu$ S/cm      Temp = 27.4°C    Salinidad = 0.5
  - i. Oxígeno Disuelto = 0.02 mg/L      Temp = 27.3°C    % saturación = 0.2%

iii. Turbiedad = 43.6 NTU

El pH es neutro y la conductividad media, con baja turbiedad, con casi nula concentración de oxígeno disuelto. A pesar que se observa que el agua está pasando sobre el vertedero, es decir existe bastante agua, la conductividad alta indicaría que todavía no llegaron las aguas de lluvia de la cuenca alta que presentan bajas conductividades y que enriquecerían de oxígeno estas aguas. Se siente un fuerte olor a materia orgánica ya digerida.



Foto 49. Aguas arriba del vertedero – Bañado La Estrella



Foto 50. Aguas abajo del vertedero – Bañado La Estrella

ALS. Salida Laguna Salada - Formosa

- a. Lugar: Laguna Salada (vertedero) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°41.777' W 59°49.048'
- c. Fecha: 25/02/2018
- d. Hora: 9:50
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.964 Temp = 27.8°C E= -77.2 mV

- ii. Conductividad = 845  $\mu\text{S/cm}$       Temp = 27.7°C      Salinidad = 0.4
- ii. Oxígeno Disuelto = 4.26 mg/L      Temp = 27.7°C      % saturación = 55.1%
- iii. Turbiedad = 316 NTU

Los valores son característicos de época de lluvias, por su baja conductividad. La turbiedad es baja debido a la baja pendiente que permite la sedimentación de los sólidos suspendidos, lo que también provoca una baja oxigenación del agua.



Foto 51. Aguas arriba – Vertedero



Foto 52. Aguas abajo – Vertedero

#### AR95. Riacho Montelindo – Ruta 95, Formosa

- a. Lugar:                    Ruta 95 - Formosa
- b. Coordenadas:    S 25°08.920'    W 59°40.771'
- c. Fecha: 25/02/2018
- d. Hora: 7:00
- e. Parámetros medidos:
  - i.    pH = 7.292    Temp = 27.2°C    E= -38.7 mV
  - ii.    Conductividad = 481  $\mu\text{S/cm}$     Temp = 27.2°C    Salinidad = 0.2

- iii. Oxígeno Disuelto = 5.63 mg/L      Temp = 27.2°C    % saturación = 71.7%  
iii. Turbiedad = 308 NTU

Los valores leídos corresponden a la época de lluvia, con pH neutro, conductividad baja y turbiedad baja que se debe a las bajas pendientes que permiten la sedimentación de los sólidos suspendidos.



Foto 53. Aguas arriba – Río Montelindo



Foto 54. Aguas abajo – río Montelindo

#### AR11. Riacho Montelindo – Ruta 11, Formosa

- a. Lugar: Riacho Montelindo, sobre ruta 11 – Formosa  
b. Coordenadas: S 25°47.272' W 58°1.283'  
c. Fecha: 14/03/2018  
d. Hora: 9:15  
e. Parámetros medidos:  
i. pH = 7.47    Temp = 27.4°C    E= -32.0 mV  
ii. Conductividad = 2620  $\mu$ S/cm    Temp = 27.6°C    Salinidad = 1.2  
iii. Oxígeno Disuelto = 4.48 mg/L    Temp = 27.5°C    % saturación = 57.3%

iv. Turbiedad = 115 NTU

Los valores obtenidos corresponderían a la época de lluvias. El aumento de la conductividad del riacho Montelindo, entre la Ruta 95 y éste punto, no puede compararse porque el intervalo de tiempo entre los dos muestreos fue de casi 3 semanas



Foto 55. Riacho Montelindo, vista aguas arriba del puente carretero.



Foto 56. Riacho Montelindo, vista aguas abajo del puente carretero.

ACL. Riacho Porteño – Clorinda, Formosa

- a. Lugar: Clorinda – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°15.927' W 57°43.737'
- c. Fecha: 14/03/2018
- d. Hora: 11:15
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.51 Temp = 28.7°C E= -34 mV
  - ii. Conductividad = 1020  $\mu$ S/cm Temp = 28.7°C Salinidad = 0.3
  - iii. Oxígeno Disuelto = 3.67 mg/L Temp = 28.6°C % saturación = 47.6%
  - iv. Turbiedad = 34.6 NTU

Los valores obtenidos corresponderían a la época de lluvias, con pH casi neutro y conductividad baja. La turbiedad es baja y el oxígeno disuelto es también bajo, se explica principalmente por las bajas pendientes (bajas velocidades, sedimentación, aguas más claras) en la cuenca baja.



Foto 57 y 58. Riacho Porteño aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

## CUENCA BAJA PARAGUAY

PGD. Río Pilcomayo – Fortín General Díaz (Boquerón) - Paraguay

- a. Lugar: General Díaz – Boquerón (Paraguay)
- b. Coordenadas: S 23°34.155' W 60°31.371'
- c. Fecha: 18/03/2018
- d. Hora: 11:10
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.46 Temp = 29.0°C E= -31 mV
  - ii. Oxígeno Disuelto = 2.06 mg/L Temp = 29.0°C % saturación = 27.6%
  - iii. Turbiedad = 25.2 NTU

Los valores obtenidos corresponderían a la época de lluvias, con pH casi neutro. La turbiedad es baja y el oxígeno disuelto es también bajo, se explica principalmente por las pendientes en la cuenca baja. El sensor de conductividad presentó problemas y no se pudo leer el parámetro.



Foto 59. Agua arriba del puente camino a Gral. Díaz.

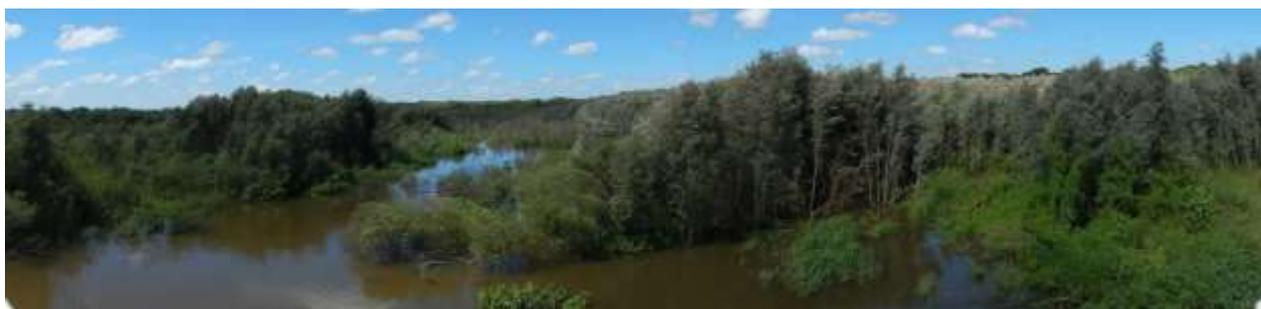


Foto 60. Agua abajo del puente camino a Gral. Díaz

## PLG. Río Pilcomayo – Bañado Las Garzas - Paraguay

- a. Lugar: Estero Las Garzas – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°32.331' W 60°15.226'
- c. Fecha: 18/03/2018
- d. Hora: 10:25
- e. Observaciones: Curso de agua estancado.

El crecimiento de las plantas limita la circulación libre del agua y provoca que se den condiciones de descomposición de la materia orgánica.



Foto 61. Agua arriba del puente camino a Gral. Díaz.



Foto. Crecimiento de plantas en el Estero Las Garzas

## PR9VRío Verde – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Verde – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°12.905' W 59°12.158'
- c. Fecha: 15/03/2018
- d. Hora: 14:45
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.54 Temp = 31.8°C E= -37.0 mV
  - ii. Conductividad = 58  $\mu$ S/cm Temp = 31.6°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 2.69 mg/L Temp = 31.7°C % saturación = 37.5%
  - iv. Turbiedad = 17.8 NTU

Los datos obtenidos corresponden a la época de aguas altas.



Foto 62. Río Verde, aguas arriba



Foto 63. Río Verde, aguas abajo.

### PR9M. Río Montelindo – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Montelindo – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°53.579' W 58°26.786'
- c. Fecha: 15/03/2018
- d. Hora: 12:00
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.19 Temp = 30.7°C E = -16.0 mV
  - ii. Conductividad = 56.5  $\mu$ S/cm Temp = 30.5°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 2.51 mg/L Temp = 30.7°C % saturación = 34.1
  - iv. Turbiedad = 116 NTU

Los valores obtenidos están en los rangos obtenidos en época de lluvias.



Foto 64. Río Montelindo, aguas arriba del puente carretero.



Foto 65. Río Montelindo, aguas abajo del puente carretero.

#### PR9N. Río Negro – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Negro – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°11.380' W 58°18.016'
- c. Fecha: 15/03/2018
- d. Hora: 10:30
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 7.01 Temp = 29.5°C E= -5.0 mV
  - ii. Conductividad = 511  $\mu$ S/cm Temp = 29.5°C Salinidad = 0.1
  - iii. Oxígeno Disuelto = 5.87 mg/L Temp = 29.5°C % saturación = 70.3
  - iv. Turbiedad = 56.6 NTU

Los valores obtenidos corresponderían a la época lluviosa.



Foto 66. Río Negro, aguas arriba de punto de muestreo.

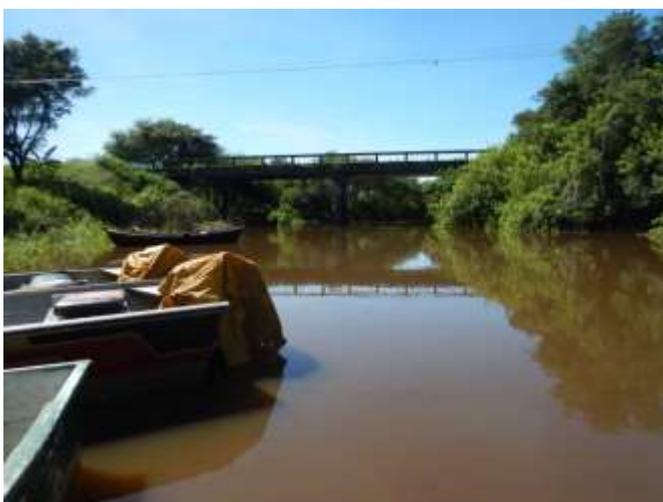


Foto 67. Río Negro, aguas abajo.

PCP. Río Confuso – Cadete Pando, Presidente Hayes

- a. Lugar: Cadete Pando – Paraguay
- b. Coordenadas: S 24°24.578' W 58°53.170'
- c. Fecha: 19/03/2018
- d. Hora: 13:30
- e. Parámetros medidos:
  - a. pH = 6.49 Temp = 27.9°C E= 26 mV
  - b. Oxígeno Disuelto = 0.25 mg/L Temp = 27.9°C % saturación = 3.1
  - c. Turbiedad = 10.3 NTU

Los resultados muestran un pH ácido y bajo contenido de oxígeno, que se explica por el casi nulo flujo y la vegetación existente en el lecho del río, que consumo el oxígeno en su proceso de degradación.



Foto 68. Río Confuso – aguas arriba del puente de madera.



Foto 69. Río Confuso – aguas abajo del puente de madera.

PCB. Río Pilcomayo – General Bruguez, Presidente Hayes

- a. Lugar: Gral. Bruguez – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°44.900' W 58°49.985'
- c. Fecha: 19/03/2018
- d. Hora: 15:45

- e. Parámetros medidos:
- pH = 7.38    Temp = 28.2°C    E= -27 mV
  - Oxígeno Disuelto = 2.62 mg/L    Temp = 28.1°C    % saturación = 34.1
  - Turbiedad = 123 NTU

Los valores obtenidos de pH y oxígeno disuelto indican un proceso de descomposición de la materia orgánica.



Foto 70 y 71. Río Pilcomayo, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

#### PVH. Río Confuso – Villa Hayes, Presidente Hayes

- Lugar: Río Confuso – Presidente Hayes
- Coordenadas: S 25°6.443'    W 57°32.804'
- Fecha: 16/03/2018
- Hora: 10:30
- Parámetros medidos:
  - pH = 6.63    Temp = 28.0°C    E= 19 mV
  - Conductividad = 94  $\mu$ S/cm    Temp = 28.0°C    Salinidad = 0.0
  - Oxígeno Disuelto = 1.80 mg/L    Temp = 28.0°C    % saturación = 23.87
  - Turbiedad = 20.4 NTU

Los valores son característicos de aguas altas con baja conductividad, y por las condiciones de flujo bajo, alta temperatura y zonas de inundación con plantas, es decir alto contenido de materia orgánica, disminuye el contenido de oxígeno disuelto.



Foto 72. Río Confuso, aguas arriba del punto de muestreo.



Foto 73. Río Confuso, aguas abajo del punto de muestreo.

#### APL. Río Pilcomayo – Puente Internacional Loyola, Límite Argentina/Paraguay

- a. Lugar: Puente internacional Loyola – Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 25°15.868' W 57°43.484'
- c. Fecha: 14/03/2018
- d. Hora: 12:15
- e. Parámetros medidos:
  - i. pH = 6.75 Temp = 28.0°C E= 14 mV
  - ii. Conductividad = 615  $\mu$ S/cm Temp = 28.0°C Salinidad = 0.0
  - iii. Oxígeno Disuelto = 1.88 mg/L Temp = 28.1°C % saturación = 24.4
  - iv. Turbiedad = 37.0 NTU

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.



Foto 74. Río Pilcomayo - Puente Loyola (Punto de muestreo)



Foto 75. Río Pilcomayo - Puente Loyola (Aguas abajo)

## SÍNTESIS

Los valores obtenidos en toda la cuenca muestran condiciones de aguas altas con bajas conductividades y altas turbiedades.

Se han obtenido pH ácidos en los ríos Colavi y Aljamayu - ambos receptores de aguas ácidas de mina - pasando a valores neutros en los puntos de monitoreo siguientes en sus respectivas subcuencas (Tacobamba y Tarapaya, respectivamente), lo que es una muestra de la autodepuración natural del río Pilcomayo.

En los otros puntos de la cuenca alta, los valores de pH se mantienen ligeramente básicos y van disminuyendo hacia la cuenca baja, principalmente por los efectos de degradación de alta carga orgánica que presentan.

Así también se dan condiciones de saturación en toda la cuenca alta hasta Villa Montes, con excepción del río La Quiaca (receptor de aguas residuales domésticas). Desde Villa Montes hacia aguas abajo la concentración de oxígeno disuelto en los distintos cuerpos de agua va disminuyendo por el aumento de materia orgánica, la baja pendiente y temperaturas altas. Niveles por debajo del 50% se dan en los ríos que atraviesan la ruta 9.

Los valores de turbiedad en la cuenca alta fueron en su mayoría mayores que 1100 NTU (límite de medición del equipo), por las condiciones de crecida en la que se encontraban: es decir altas cantidades de sedimentos en suspensión. En la cuenca baja la turbiedad, aunque no es alta, es debida principalmente a la degradación de la materia orgánica que proporciona al agua cierta coloración y principalmente sedimentos finos (formación de flóculos).

Con excepción de los riachos Montelindo (en la Argentina a la altura de la ruta 11), Porteño (en Clorinda), y San Antonio (en Potosí), las aguas de la cuenca presentan conductividades menores a 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Las conductividades medidas en los puntos antes mencionados, estuvieron entre 1100 y 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Se debe esperar los resultados del laboratorio del contenido de iones mayoritarios y metales pesados para emitir una evaluación más completa sobre la calidad del agua en este monitoreo.



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO

DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

ANEXO 1

