



INFORME TÉCNICO DE LA CAMPAÑA SEMESTRAL 1/15 DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS (Octubre-Diciembre)

La presente campaña se ha realizado 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.

Dicho Plan indica dos tipos de monitoreo, uno intensivo (en 5 puntos de la Cuenca) y extensivo, dos veces por año, en 32 puntos distribuidos de la siguiente manera:

- 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

Para la medición de parámetros in situ se utilizó 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 se realizó 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 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.

Por la extensión de la cuenca y aspectos organizativos de la DE la campaña se desarrolló en dos tramos. En el tramo 1, acompañó el recorrido personal del SENAMHI de Bolivia para realizar las mediciones hidrométricas (en Bolivia). Para el análisis físico químico se utilizaron los servicios de los laboratorios de SPECTROLAB (Oruro – Bolivia), del laboratorio Ambiental de la Provincia de Salta (Argentina), de manera que el tiempo entre la toma de muestra y la llegada al laboratorio fue menor a 24 horas.

El recorrido fue:

- Partiendo de Sucre por ruta 5: Puente Méndez.
- En Potosí: Naciente del río La Ribera, San Antonio, Tarapaya.
- Tomando la ruta 14 Potosí-Tupiza: Tumusla, Cotagaita, Tupiza.
- Continuando por la ruta 14 hasta Villazón: Chuquiago y La Quiaca.
- Partiendo de La Quiaca hacia Abrapampa por la ruta 9: Liviara.
- Partiendo de Ibarreta por la Ruta 95: Riacho Montelindo, salida Laguna Salada.
- Partiendo de Las Lomitas por la Ruta 28: Bañado La Estrella.
- Partiendo de Los Blancos: El Potrillo, María Cristina (Embocadura).
- Partiendo de Salvador Mazza por ruta 54: Misión La Paz/Pozo Hondo.
- Partiendo de Villamontes por ruta 11: Villamontes, Puente Aruma, San Josecito.

Los puntos de la campaña incluidos en el primer tramo fueron: 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 (cuenca alta de Argentina y Bolivia), María Cristina (embocadura), El Potrillo, Bañado La Estrella (ruta 28), Salida de la Laguna Salada, ruta 95 (río Montelindo). (Imagen 1. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Bolivia.)



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

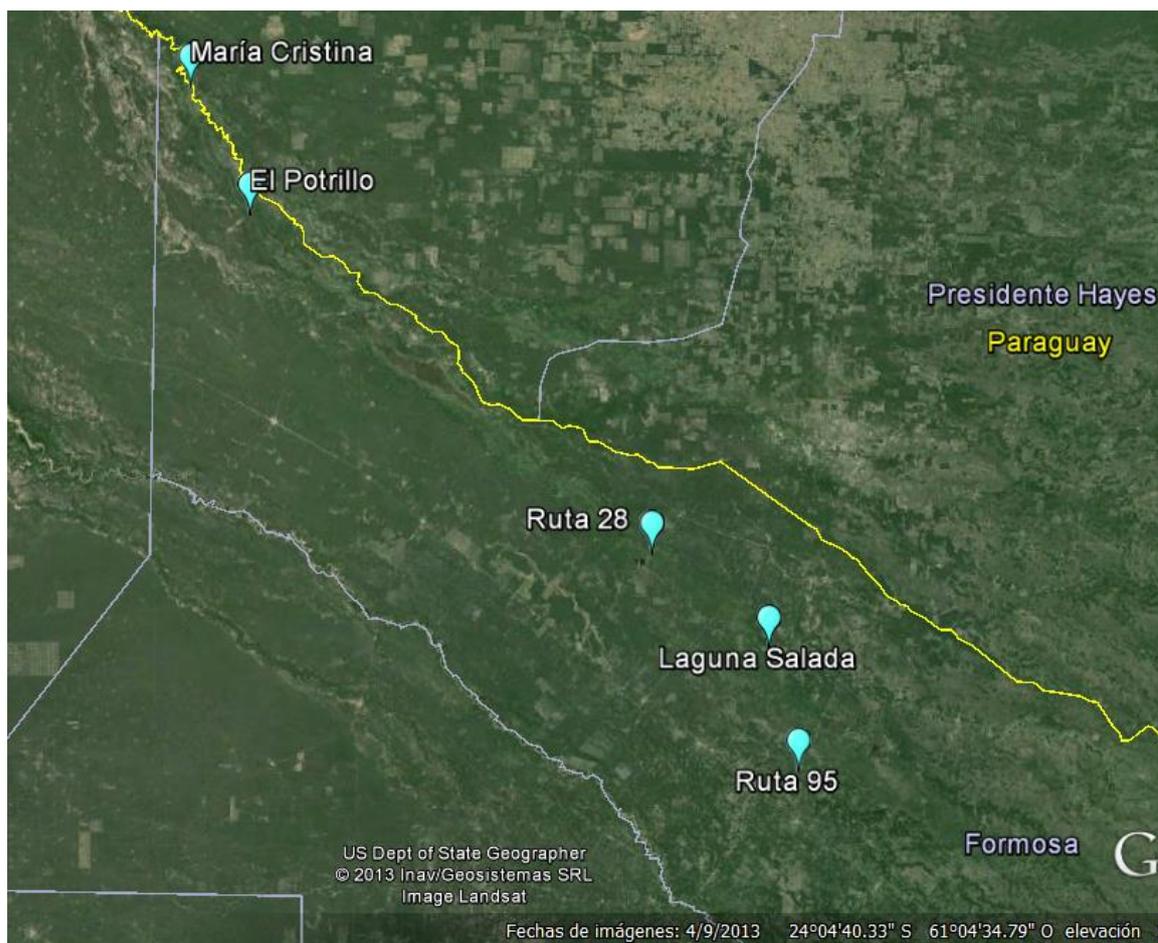


Imagen 2. Ubicación de puntos de campaña Argentina.

En el segundo tramo se inició la campaña con los puntos que quedaban pendientes sobre la ruta 1, Palca Grande y El Puente en Bolivia, para luego continuar, en Argentina con los puntos monitoreados sobre la Ruta 11 (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 3. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Paraguay.). De acuerdo al siguiente recorrido:

- Partiendo de Sucre a Tarija: Palca Grande, El Puente.
- 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.
- Partiendo de Pozo Colorado por la ruta 9 (Py): Bañado Las Garzas y Gral. Díaz.

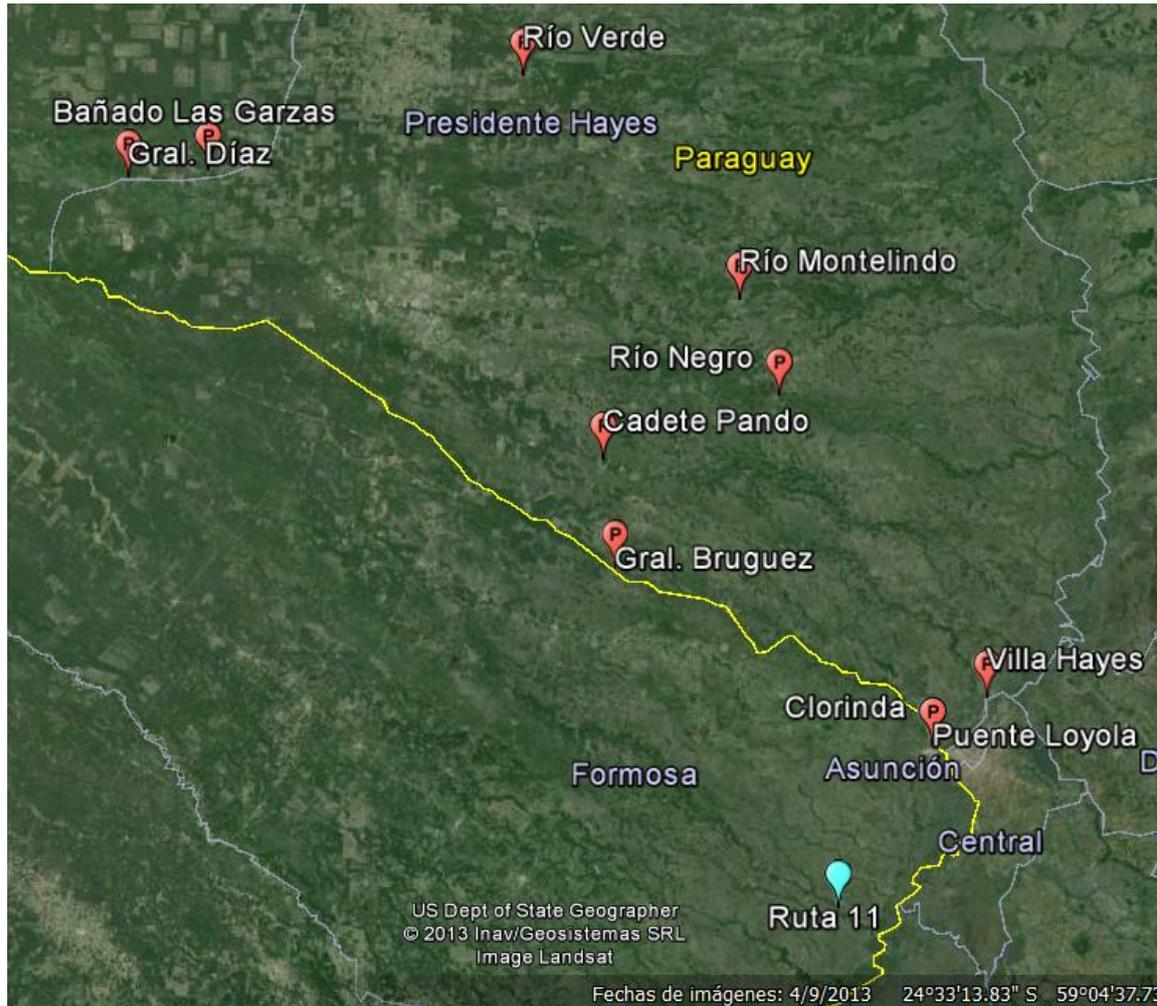


Imagen 3. Ubicación de puntos de campaña Argentina - Paraguay.

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. Lugar: Nacientes del río La Ribera (afloraciones de la laguna San Ildefonso) - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°35'51.72" W 65°43'53.76"
- c. Fecha: 27/10/2015
- d. Hora: 8:40
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.969 Temp = 8.3°C E= -59.5 mV
 - ii. Conductividad = 251 μ S/cm Temp = 8.3°C Salinidad = 0.0
 - i. Oxígeno Disuelto = 6.91 mg/L Temp = 8.3°C % saturación = 97.6%
 - iii. Turbiedad = 2.72/3.38/2.79 NTU

Los resultados del aforo a vadeo realizado por SENAMHI, son:

- a. Velocidad media = 0.074 m/s
- b. Caudal = 0.3 l/s
- c. Ancho = 0.20 m

Los valores obtenidos no difieren de los valores obtenidos en otras oportunidades



Foto 1. Naciente de la Ribera – Afloraciones de las lagunas de San Ildefonso

Río Aljamayu – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: San Antonio - Potosí
- b. Coordenadas: S 19°34'41.84" W 65°48'11.52"
- c. Fecha: 27/10/2015
- d. Hora: 10:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.543 Temp = 16.4°C E= 18.4 mV
 - ii. Conductividad = 1258 μ S/cm Temp = 16.3°C Salinidad = 0.6
 - i. Oxígeno Disuelto = 6.04 mg/L Temp = 16.3C % saturación = 94.9%
 - iii. Turbiedad = 990/972/985 NTU

Los resultados del aforo realizado por SENAMHI, son:

- a. Velocidad media = 0.60 m/s
- b. Ancho = 8.30 m
- c. Caudal = 0.49 m³/s

El valor de pH ácido podría haberse debido a que los efluentes del dique de colas San Antonio hayan tenido un pH menos básico que el habitual y por lo tanto no se hubiera dado una neutralización completa de las aguas del río Jayajmayu antes de su unión al río de La Ribera. El alto valor de la turbiedad indicaría la ocurrencia de una crecida, que proporciono una mayor disponibilidad de compuestos, los cuales, por el pH ligeramente ácido, pudieron ser disueltos aumentando de esta forma la conductividad.

Revisando la información hidrológica se apreció que hubo un incremento en la lectura de la escala en la estación de Tarapaya de 0.27m a 0.76m del 23 al 24 de octubre. Al momento del muestreo el nivel estaba en 0.35m.



Foto 2. Río Aljamayu (Potosí) –Aguas arriba



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

Río Tarapaya – Potosí, Bolivia

- a. Lugar: Tarapaya (Potosí)
- b. Coordenadas: S 19°28'18.83" W 65°47'38.71"
- c. Fecha: 26/10/2015
- d. Hora: 17:10
- e. Parámetros medidos:
 - pH = 6.627 Temp = 16.2°C E= 14.1 mV
 - Conductividad = 1300 μ S/cm Temp = 16.2°C Salinidad = 0.6
 - Oxígeno Disuelto = 6.07 mg/L Temp = 16.2°C % saturación = 92.2%
 - Turbiedad = >1100 NTU

Los datos del aforo realizado son:

- a. Ancho = 8.40 m
- b. Escala = 0.35 m
- c. Velocidad media = 0.74 m/s
- d. Caudal = 1.41 m³/s

Se ha obtenido el mismo comportamiento de las mediciones que en el río Aljamayu, que es afluente del río Tarapaya, es decir: un valor alto de la turbiedad, y a pesar de eso un valor de la conductividad que sería característico de la época seca.

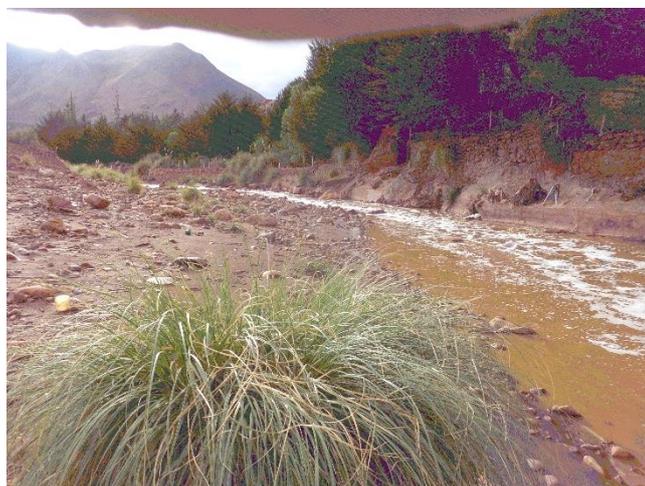


Foto 4. Río Tarapaya (Potosí) –Aguas arriba



Foto 5. Río Tarapaya (Potosí) – Aguas abajo

SUB-CUENCA DEL RÍO TUMUSLA:

Río Cotagaita – Cotagaita, Bolivia

La muestra fue tomada en el centro del río. Los resultados obtenidos son:

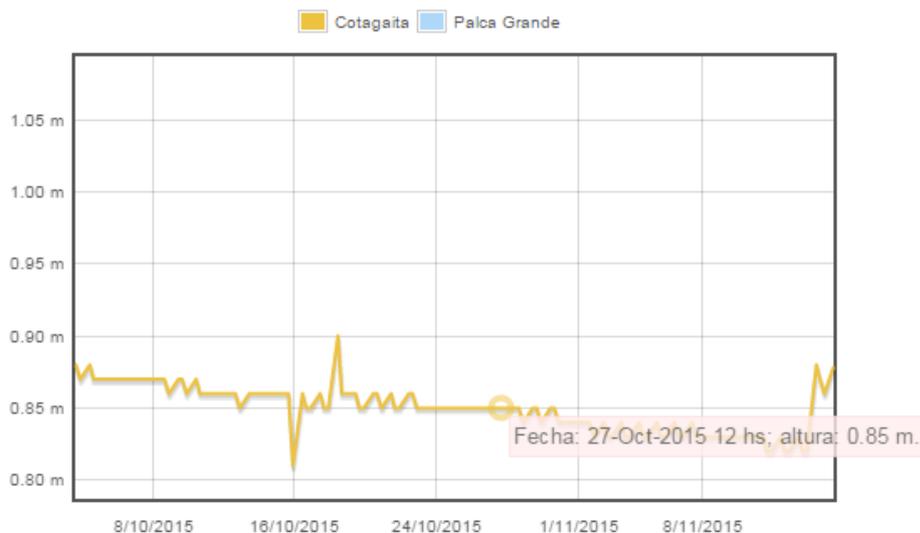
- a. Lugar: Cotagaita – Potosí
- b. Coordenadas: S 20° 49'19.74" W 65°39'25.15"
- c. Fecha: 27/10/2015
- d. Hora: 16:20
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.347 Temp = 24.8°C E= -84.8 mV
 - ii. Conductividad = 1776 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Temp = 24.6°C Salinidad = 0.9
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.15 mg/L Temp = 24.6°C % saturación = 103.3%
 - iv. Turbiedad = 135/148/127/138 NTU

Los resultados del aforo a vadeo realizado por SENAMHI, son:

- a. Velocidad media = 0.63 m/s
- b. Caudal = 1.0 m³/s
- c. Ancho = 8.5 m

Los valores obtenidos de pH y conductividad corresponderían a la época de estiaje con turbiedad baja. Se hace notar que el río presenta habitualmente valores de conductividad entre 1500 a 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con excepción de crecidas (donde es menor que 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). A la fecha del muestreo no se había producido alguna crecida los días previos, como se puede observar en la siguiente gráfica:

Alturas Hidrométricas



Estacion:Cotagaita; Fecha: 27-Oct-2015 18 hs ; altura: 0.85 m.



Foto 6. Río Cotagaita (Cotagaita) – Aguas arriba

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° 29'13.38" W 65°37'4.02"
- c. Fecha: 27/10/2015
- d. Hora: 14:30
- e. Parámetros medidos:
 - ii. pH = 8.435 Temp = 27.2°C E= -90.6 mV
 - iii. Conductividad = 800 μ S/cm Temp = 27.1°C Salinidad = 0.3
 - iv. Oxígeno Disuelto = 5.79 mg/L Temp = 27.2°C % saturación = 100.8%
 - v. Turbiedad = 227/230/231 NTU

Los resultados del aforo a vadeo realizado por SENAMHI, son:

- a. Ancho = 17.0 m
- b. Velocidad media = 0.61 m/s
- c. Caudal = 3.1 m³/s

Los valores de pH, conductividad y turbiedad corresponderían a la época de estiaje, en éste punto tampoco se produjeron crecidas los días anteriores al muestreo.

Alturas Hidrométricas

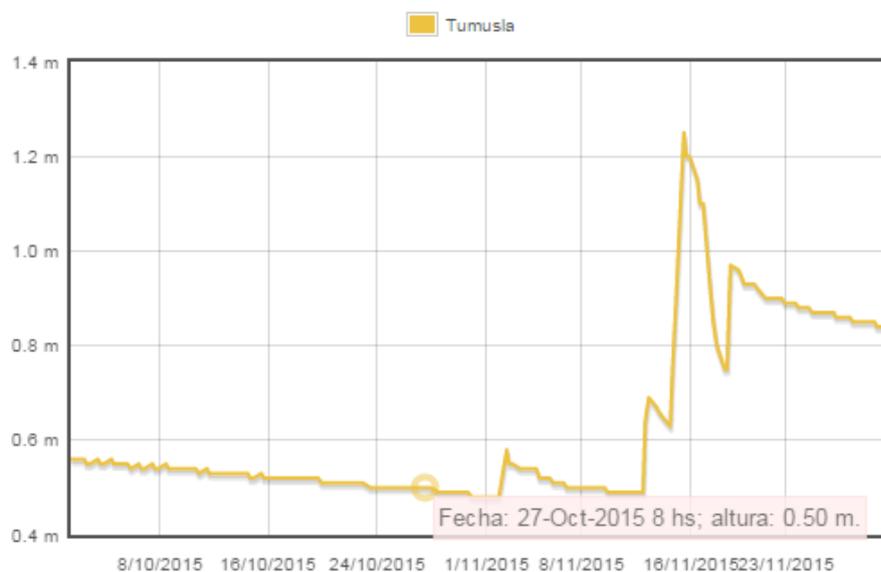


Foto 7. Río Tumusla (Tumusla) – Aguas arriba



Foto 8. Río Tumusla (Tumusla)- Aguas abajo.

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°44'32.23" W 65°14'29.40"
- c. Fecha: 7/12/2015

- d. Hora: 14:15
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.707 Temp = 27.2°C E= - 108.7 mV
 - ii. Conductividad = 1447 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Temp = 27.0 °C Salinidad = 0.7
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.73 mg/L Temp = 27.0°C % saturación = 114.2%
 - iv. Turbiedad = 28.0/23.7/28.0 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 22 m
- b. Escala = 1.13 m
- c. Velocidad media = 0.44 m/s
- d. Caudal = 2.3 m³/s

Los valores obtenidos son típicos de la época de estiaje.

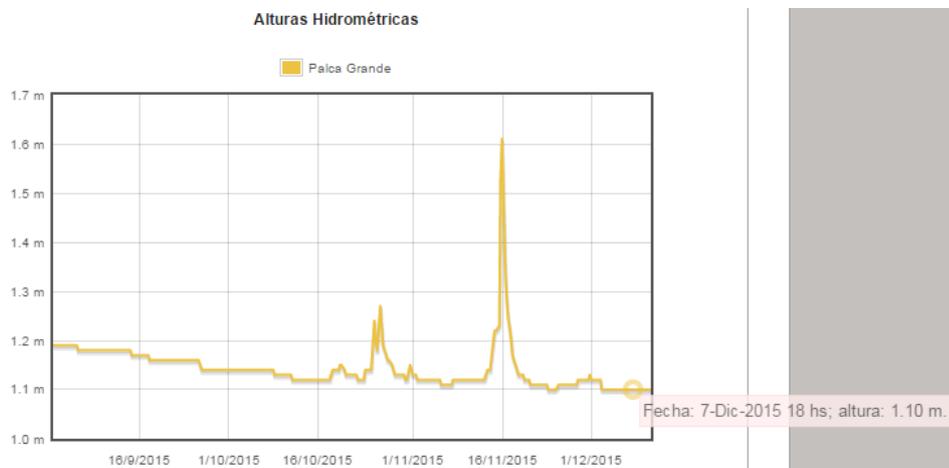


Foto 9. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas arriba



Foto 10. Río Tumusla (Palca Grande)- Aguas abajo.

SUBCUENCA SAN JUAN DEL ORO:

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°31'40.32" W 66°21'0.12"
- f. Fecha: 29/10/2015
- g. Hora: 10:30

- c. Parámetros medidos:
- pH = 8.285 Temp = 13.4°C E= -78.3 mV
 - Conductividad = 1015 μ S/cm Temp = 13.4°C Salinidad = 0.4
 - Oxígeno Disuelto = 7.06 mg/L Temp = 13.4°C % saturación = 108.0 %
 - Turbiedad = 1.70/1.25/1.63 NTU

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

- Ancho = 5.5 m
- Velocidad media = 0.18 m/s
- Caudal = 0.13 m³/s

Los valores obtenidos corresponderían a la época seca.

Río La Quiaca – La Quiaca, Argentina

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

- Lugar: La Quiaca– Jujuy
- Coordenadas: S 22°05'51.72" W 65°35'9.67"
- Fecha: 28/10/2015
- Hora: 13.25
- Parámetros medidos:
 - pH = 8.339 Temp = 24.5°C E= -84.5 mV
 - Conductividad = 1121 μ S/cm Temp = 24.4°C Salinidad = 0.5
 - Oxígeno Disuelto = 1.73 mg/L Temp = 24.4°C % saturación = 31.4%
 - Turbiedad = 125/126/124 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 fueron:

- Ancho = 3.65 m
- Velocidad media = 0.31 m/s
- Caudal = 98 l/s

Así también, los valores de pH, conductividad y turbiedad, concuerdan con lecturas anteriores obtenidas en las mismas condiciones hidrológicas (aguas bajas).



Foto 11. Vista de la unión de los ríos Toro Ara y La Quiaca



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

Río Tupiza – La Angostura (Tupiza), Bolivia

- a. Lugar: Tupiza zona La angostura – Potosí
- b. Coordenadas: S 21° 30'16.46" W 65°42'26.10"
- c. Fecha: 28/10/2015
- d. Hora: 9:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.673 Temp = 19.4°C E= -102.5 mV
 - ii. Conductividad = 1565 μ S/cm Temp = 19.2°C Salinidad = 0.7
 - iii. Oxígeno Disuelto = 10.09 mg/L Temp = 19.3°C % saturación = 155.5%
 - iv. Turbiedad = 20.4/20.5/23.4 NTU

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

- a. Escala = 0.60 m
- b. Ancho = 9.0 m
- c. Velocidad media = 0.53 m/s
- d. Caudal = 1.1 m³/s

Los valores obtenidos son similares a anteriores muestreos realizados en la época de estiaje.



Foto 13. Río Tupiza, aguas arriba.

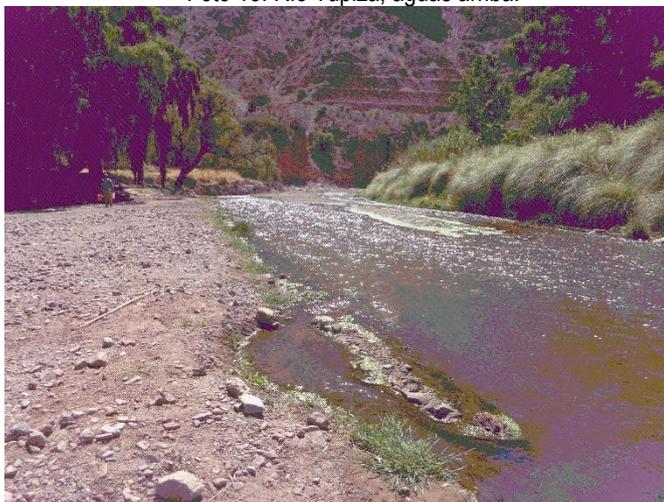


Foto 14. Río Tupiza, en la zona de la escala hidrométrica, aguas abajo.

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° 33'41.92" W 65°38'52.02"
- c. Fecha: 28/10/2015
- d. Hora: 10:35
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.802 Temp = 20.3°C E= -109.5mV
 - ii. Conductividad = 1280 μ S/cm Temp = 20.2°C Salinidad = 0.6
 - iii. Oxígeno Disuelto = 9.44 mg/L Temp = 20.4°C % saturación = 148.5%
 - iv. Turbiedad = 16.9/12.4/12.9/13.0 NTU

Los resultados del aforo líquido proporcionados por el SENAMHI son:

- a. Escala = 1.24 m
- b. Ancho = 7.50 m
- c. Velocidad media = 0.69 m/s
- d. Caudal = 1.4 m³/s

El pH, la conductividad y turbiedad muestran valores típicos de aguas bajas.



Foto 15. Río San Juan del Oro, vista del punto de muestreo.

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

- a. Lugar: El Puente – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°14'22.40" W 65°12'31.18"
- c. Fecha: 7/12/2015
- d. Hora: 15:55
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.392 Temp = 29.0°C E= - 91.5 mV
 - ii. Conductividad = 1836 μ S/cm Temp = 29.0 °C Salinidad = 0.9
 - iii. Oxígeno Disuelto = 5.82 mg/L Temp = 29.0°C % saturación = 101.9%
 - iv. Turbiedad = 98.3/107/101 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 9.30 m
- b. Escala = 0.67 m
- c. Velocidad media = 0.25 m/s
- d. Caudal = 0.44 m³/s

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



Foto 16. Aguas arriba del punto de muestreo - río San Juan del Oro.



Foto 17. Aguas arriba del punto de muestreo - río San Juan del Oro.

SUBCUENCA CAMBLAYA – PILAYA:

Río Pilaya – San Josecito (Tarija), Bolivia

- a. Lugar: San Josecito – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°9'7.68" W 64°13'57.22"
- c. Fecha: 5/11/2015
- d. Hora: 10:35
- e. Parámetros medidos:

- i. pH = 8.618 Temp = 21.3°C E= - 102.6 mV
- ii. Conductividad = 1236 μ S/cm Temp = 21.2 °C Salinidad = 0.6
- iii. Oxígeno Disuelto = 8.28 mg/L Temp = 21.2°C % saturación = 102.7%
- iv. Turbiedad = 215/234/211/246 NTU

Los datos obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 2.88 m
- b. Ancho = 47.0 m
- c. Velocidad media = 0.39 m/s
- d. Caudal = 8.1 m³/s

Los valores obtenidos son característicos del periodo seco. Se observó que unos metros aguas abajo de la escala hidrométrica, se estaba construyendo un puente carretero.



Foto 18. Aguas arriba del punto de muestreo - río Pilaya.



Foto 19. Aguas abajo del punto de muestreo - río Pilaya.

PILCOMAYO:

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

- a. Lugar: Puente Mendez – Limite entre Potosí y Chuquisaca.
- b. Coordenadas: S 19°21'18.6" W 65°10'41.1"
- c. Fecha: 25/10/2015
- d. Hora: 10:05
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.089 Temp = 17.4°C E= -68.0mV
 - ii. Conductividad = 386 μ S/cm Temp = 17.3°C Salinidad = 0.1
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.01 mg/L Temp = 17.3°C % saturación = 95.5%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

El río estaba en crecida por lo que no se pudo realizar el aforo a vadeo.

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.

Si bien en este punto no se cuenta con escala hidrométrica, la estación hidrométrica más cercana aguas abajo es Viña Quemada, donde se observó que en la fecha de muestreo estaba pasando el pico de una crecida.



Foto 20. Río Pilcomayo – Puente Mendez (aguas arriba)

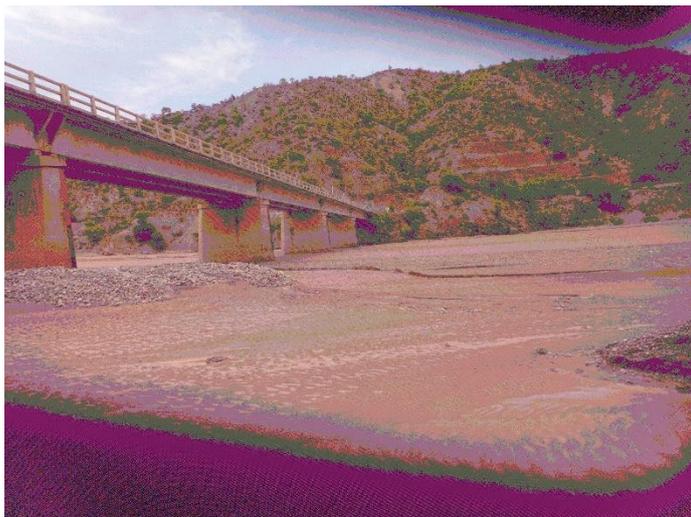


Foto 21. Río Pilcomayo – Puente Mendez (punto de muestreo).

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

- a. Lugar: Puente Aruma – Límite entre Tarija y Chuquisaca
- b. Coordenadas: S 20°54'49.82" W 64°6'38.58"
- c. Fecha: 4/11/2015
- d. Hora: 16:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.362 Temp = 22.8°C E = - 85.4mV
 - ii. Conductividad = 636 μ S/cm Temp = 22.7 °C Salinidad = 0.2
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.78 mg/L Temp = 22.8°C % saturación = 97.8%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los datos obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 75 m
- b. Escala = 3.40 m
- c. Velocidad media = 0.73 m/s
- d. Caudal = 59.8 m³/s

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



Foto 22. Río Pilcomayo – Aguas abajo del puente Aruma. .



Foto 23. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente Aruma. .



Foto 24. Margen Izq Río Pilcomayo – Muestreo sedimento. .

Río Pilcomayo – Villamontes (Bolivia)

- a. Lugar: Villamontes – Tarija
- b. Coordenadas: S 21°15'31.16" W 63°30'41.55"
- c. Fecha: 04/11/2015
- d. Hora: 7:50
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.350 Temp = 22.9°C E= - 84.6 mV
 - ii. Conductividad = 1113 μ S/cm Temp = 22.8 °C Salinidad = 0.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 8.20 mg/L Temp = 22.8°C % saturación = 99.8%
 - iv. Turbiedad = > 1100 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 1.04 m
- b. Ancho = 90.5 m
- c. Velocidad media = 0.44 m/s
- d. Caudal = 73.6 m³/s

Los valores obtenidos muestran el inicio de la época de lluvia, con turbiedad alta y conductividad media, considerando que en aguas altas sube alrededor de 1500 y en bajas llega a valores de 500 μ S/cm.

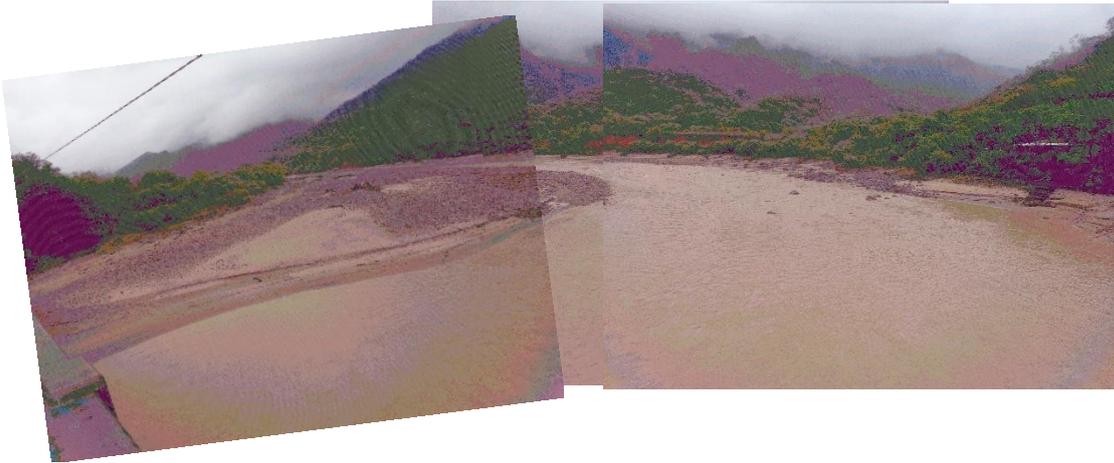


Foto 25. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas arriba



Foto 26. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo

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

- a. Lugar: Misión La Paz/Pozo Hondo – Límite Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 22°22'40.23" W 62°31'7.91"
- c. Fecha: 3/11/2015
- d. Hora: 10:35
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.090 Temp = 22.3°C E= - 69.5 mV
 - ii. Conductividad = 882 μ S/cm Temp = 22.2 °C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.43 mg/L Temp = 22.2°C % saturación = 88.2%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

De acuerdo a la página web (www.pilcomayo.net), la escala estaba en 3.0 m.y el caudal era de 54 m³/s

Los valores obtenidos muestran el inicio de la época de lluvia, con turbiedad alta y conductividad menor que en Villamontes, resultado de la existencia de lluvias entre ambas estaciones.



Foto 27. Aguas arriba – Misión La Paz



Foto 28. Aguas abajo – Misión La Paz

Río Pilcomayo – María Cristina (aguas arriba embocadura) Límite Argentina – Paraguay

- a. Lugar: María Cristina (Embocadura) – Formosa
- b. Coordenadas: S 22°39'57.9" W 62°12'34.56"
- c. Fecha: 2/11/2015
- d. Hora: 13:55
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.091 Temp = 24.1°C E= -69.8 mV
 - ii. Conductividad = 843 μ S/cm Temp = 24.0°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.20 mg/L Temp = 24.0°C % saturación = 88.5%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Al no existir aportes entre Misión La Paz/Pozo Hondo y la embocadura, los valores muestran una calidad de aguas similar, con valores de transición a la época de lluvia.



Foto 29. Aguas arriba – Embocadura



Foto 30. Aguas abajo punto de muestreo, al fondo la Embocadura del canal Paraguayo - activa

CUENCA BAJA ARGENTINA

Descargas del Río Pilcomayo – El Potrillo, Formosa

- a. Lugar: El Potrillo – Formosa
- b. Coordenadas: S 23°8'17.2" W 61°57'48.5"
- f. Fecha: 2/11/2015
- g. Hora: 12:00
- c. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.061 Temp = 23.4°C E= -68.3 mV
 - ii. Conductividad = 861 μ S/cm Temp = 23.3°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.14 mg/L Temp = 23.3°C % saturación = 86.5%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los valores corresponden a la época de lluvia, muy similares a los obtenidos aguas arriba.



Foto 31. Aguas arriba – El Potrillo



Foto 32. Aguas abajo – El Potrillo

Bañado La Estrella – Ruta 28, Formosa

- a. Lugar: Ruta 28 (Bañado La Estrella) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°24'31.02" W 60°20'3.6"
- c. Fecha: 1/11/2015
- d. Hora: 14:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.504 Temp = 25.7°C E= -36.6 mV
 - ii. Conductividad = 1093 μ S/cm Temp = 25.7°C Salinidad = 0.5
 - i. Oxígeno Disuelto = 4.12 mg/L Temp = 25.6°C % saturación = 51.7%
 - iii. Turbiedad = 4.94/4.63/4.29 NTU

Las características corresponden a aguas bajas porque la crecida monitoreada en El Potrillo no había llegado todavía a este punto



Foto 33. Aguas arriba de la compuerta Riacho Salado Km 40– Bañado La Estrella



Foto 34. Aguas abajo compuerta Riacho Salado Km 40– Bañado La Estrella

Salida Laguna Salada - Formosa

- a. Lugar: Laguna Salada (vertedero) – Formosa
- b. Coordenadas: S 24°41'46.74" W 59°49'2.82"
- c. Fecha: 1/11/2015
- d. Hora: 10:50
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.059 Temp = 24.9°C E= -68.2 mV
 - ii. Conductividad = 3900 μ S/cm Temp = 24.9°C Salinidad = 2.1
 - ii. Oxígeno Disuelto = 5.80 mg/L Temp = 24.9°C % saturación = 71.8%
 - iii. Turbiedad = 177/174/167 NTU

Los valores son característicos de la época seca.



Foto 35. Aguas arriba – Vertedero



Foto 36. Aguas abajo – Vertedero

Riacho Montelindo – Ruta 95, Formosa

- a. Lugar: Ruta 95 - Formosa
- b. Coordenadas: S 25°08'54.96" W 59°40'45.72"
- c. Fecha: 1/11/2015
- d. Hora: 8:15
- e. Parámetros medidos:
 - iii. pH = 7.480 Temp = 23.9°C E= -34.9
 - iv. Conductividad = 1221 μ S/cm Temp = 23.9°C Salinidad = 0.6
 - v. Oxígeno Disuelto = 5.04 mg/L Temp = 23.9°C % saturación = 60.3%
 - vi. Turbiedad = 288/280/282 NTU

En esta oportunidad, se presentaron lluvias durante la noche en la zona, por lo que los valores obtenidos, corresponden a esas condiciones particulares.



Foto 37. Aguas arriba – Río Montelindo



Foto 38. Aguas abajo – río Montelindo

Riacho Montelindo – Ruta 11, Formosa

- a. Lugar: Riacho Montelindo, sobre ruta 11 – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°47'18.24" W 58°1'18.18"
- c. Fecha: 9/12/2015
- d. Hora: 9:10
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.293 Temp = 27.4°C E= -29.1 mV
 - ii. Conductividad = 1026 μ S/cm Temp = 27.3°C Salinidad = 0.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 4.96 mg/L Temp = 27.4°C % saturación = 63.8%
 - iv. Turbiedad = 52.5/52.5/52.9 NTU

Los valores obtenidos corresponderían al inicio de la época de lluvia.



Foto 39 y 40. Riacho Montelindo aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Riacho Porteño – Clorinda, Formosa

- a. Lugar: Clorinda – Formosa
- b. Coordenadas: S 25°15'55.98" W 57°43'45.06"
- c. Fecha: 9/12/2015
- d. Hora: 11:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.999 Temp = 28.3°C E= 13.6 mV
 - ii. Conductividad = 1684 μ S/cm Temp = 28.3°C Salinidad = 0.8
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.66 mg/L Temp = 28.2°C % saturación = 34.8
 - iv. Turbiedad = 13.5/14.8/15.6 NTU

Los valores obtenidos corresponderían al inicio de la época de lluvia.



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

CUENCA BAJA PARAGUAY

Río Pilcomayo – Fortín General Díaz, Boqueron

- a. Lugar: Gral. Díaz – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°34'9.47" W 60°31'24.81"
- c. Fecha: 13/12/2015
- d. Hora: 11:00

No existía flujo, en lecho del río se observaron charcos de agua, producto de las lluvias producidas en días anteriores, que incluso provocaron el cierre del camino dos días antes



Foto 43 y 44. Gral. Díaz, aguas arriba (izq) y abajo (der) del puente.



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

Bañado Las Garzas - Paraguay

- Lugar: Estero Las Garzas – Presidente Hayes
- Coordenadas: S 23°32'19.8" W 60°15'13.4"
- Fecha: 13/12/2015
- Hora: 11:40

Se observó crecimiento de plantas y arbustos en donde solía ser el lecho de río.:



Foto 46. Vista del estero Las Garzas, aguas arriba del camino.

Río Verde – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Verde – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°12'54.52" W 59°12'9.47"
- c. Fecha: 10/12/2015
- d. Hora: 12:45
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.922 Temp = 28.3°C E = -64.7 mV
 - ii. Conductividad = 10.13 mS/cm Temp = 28.3°C Salinidad = 5.8
 - iii. Oxígeno Disuelto = 3.63 mg/L Temp = 28.2°C % saturación = 49.1
 - iv. Turbiedad = 16.1/16.1/16.6 NTU

Se observa el río con bastante agua, por las lluvias recientes.



Foto 47 y 48. Río Verde, aguas arriba (arriba), aguas abajo (debajo).

Río Montelindo – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Montelindo – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 23°53'34.62" W 58°26'46.98"
- c. Fecha: 10/12/2015
- d. Hora: 11:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.928 Temp = 27.4°C E = -8.5 mV
 - ii. Conductividad = 1018 μ S/cm Temp = 27.4°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.09 mg/L Temp = 27.5°C % saturación = 26.8
 - iv. Turbiedad = 15.1/15.4/15.4 NTU

Lo parámetros medidos están en los rangos obtenidos en aguas altas.



Foto 49 y 50. Río Montelindo, aguas arriba y abajo respectivamente.

Río Negro – Ruta 9, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Negro – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°11'23.46" W 58°17'59.22"
- c. Fecha: 10/12/2015
- d. Hora: 10:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.692 Temp = 26.8°C E= 4.8 mV
 - ii. Conductividad = 167 μ S/cm Temp = 26.8°C Salinidad = 0.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.00 mg/L Temp = 26.8°C % saturación = 25.2
 - iv. Turbiedad = 7.20/7.03/6.68 NTU

Los valores obtenidos son similares a obtenidos en anteriores oportunidades en la época de lluvia.



Foto 51. Río Negro, aguas arriba.



Foto 52. Río Negro, aguas abajo.

Río Confuso – Cadete Pando, Presidente Hayes

- a. Lugar: Cadete Pando – Paraguay
- b. Coordenadas: S 24°24'34.7" W 58°53'9.8"
- c. Fecha: 14/12/2015
- d. Hora: 12:10

No se pudo llegar al río por el mal estado del camino debido a las recientes lluvias.



Foto 53. Camino a Cadete Pando.

Río Pilcomayo – General Bruguez, Presidente Hayes

- a. Lugar: Gral. Bruguez – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 24°44'54.01" W 58°49'59.24"
- c. Fecha: 14/12/2015
- d. Hora: 12:35
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.883 Temp = 30.1°C E= -63.0 mV
 - ii. Conductividad = 2950 μ S/cm Temp = 29.9°C Salinidad = 1.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 7.24 mg/L Temp = 30.0°C % saturación = 98.9
 - iv. Turbiedad = 33.3/42.2/41.9/45.6 NTU

Los valores obtenidos de conductividad, pH y turbiedad, dan razón del inicio de la época de lluvias.



Foto 54 y 55. Río Pilcomayo, aguas arriba (izq), aguas abajo (der).

Río Confuso – Villa Hayes, Presidente Hayes

- a. Lugar: Río Confuso – Presidente Hayes
- b. Coordenadas: S 25°6'26.16" W 57°32'48.90"
- c. Fecha: 11/12/2015
- d. Hora: 9:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.269 Temp = 26.7°C E= 28.7 mV
 - ii. Conductividad = 79.9 μ S/cm Temp = 26.6°C Salinidad = 0.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 1.05 mg/L Temp = 26.6°C % saturación = 13.1
 - iv. Turbiedad = 16.0/15.5/15.9 NTU

Los valores son característicos de aguas altas, el río estaba desbordado como se observan en las siguientes fotos:



Foto 56. Río Confuso, aguas arriba.



Foto 57. Río Confuso, aguas abajo.

Río Pilcomayo – Puente Internacional Loyola, Límite Argentina/Paraguay

- a. Lugar: Puente internacional Loyola – Argentina/Paraguay
- b. Coordenadas: S 25°15'53.04" W 57°43'32.46"
- c. Fecha: 9/12/2015
- d. Hora: 12:00
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 6.546 Temp = 27.6°C E= 13.1 mV
 - ii. Conductividad = 109.8 μ S/cm Temp = 27.5°C Salinidad = 0.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 2.23 mg/L Temp = 27.5°C % saturación = 28.7
 - iv. Turbiedad = 52.7/51.8/51.8 NTU

Los valores obtenidos son característicos de aguas altas.



Foto 58. Río Pilcomayo - Puente Loyola (Aguas arriba)



Foto 59. Río Pilcomayo - Puente Loyola (Aguas abajo)

SÍNTESIS

Los valores obtenidos en las subcuencas de la cuenca alta (afluentes del río Tumusla y San Juan del Oro, incluso en la subcuenca Camblaya-Pilaya) muestran que las aguas todavía presentaban valores de turbiedad y conductividad del periodo de estiaje. Ello a pesar de que en la subcuenca Tarapaya y el curso principal del Pilcomayo se habían presentado lluvias que aumentaron la turbiedad de las aguas (mostrando valores característicos de la transición a la época de lluvia),



Mientras que en Villamontes se registraron datos que corresponderían a la transición a la época de lluvias, en Misión La Paz y aguas abajo hasta inclusive la ruta 9 del Paraguay, se obtuvieron valores que corresponderían más a la época de lluvia.

Como en anteriores oportunidades los valores de pH se mantienen ligeramente básicos en la toda la cuenca, con excepción de la subcuenca Tarapaya (con valores ligeramente ácidos).

Los valores de conductividad obtenidos muestran que las aguas de la subcuenca Tumusla, Tarapaya y el río Pilcomayo hasta El potrillo tienen alto contenido de salinidad (características de la época seca y en transición a la lluviosa). Las mismas podrían utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad. (Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego).

El mismo tipo de aguas se presenta el Bañado La Estrella, río Montelindo en la ruta 95 y ruta 11, riacho Porteño en Clorinda, y el río Montelindo en la Ruta 9.

En los lugares donde el río estaba en crecida, (río Pilcomayo en el Puente Loyola, río negro sobre la ruta 9 (Paraguay) y río Confuso en Villa Hayes, los valores de conductividad fueron bajos indicando un riesgo a la salinidad bajo, por lo que podrían considerarse aguas aptas para riego.

El río Pilcomayo en General Bruguez y la salida de la Laguna Salada presentan un muy alto riesgo a la salinidad con las consecuentes limitaciones para su utilización para el riego.

El río Verde es el que presentó los valores superiores de conductividad (aún con la presencia de lluvias en la temporada, fue de 10130 $\mu\text{S}/\text{cm}$) por lo que queda en la clasificación como de excesivo riesgo a la salinidad, no siendo apto para riego.

Finalmente, se aprecian condiciones de sobresaturación en toda la cuenca alta hasta Villamontes. Desde allí hacia aguas abajo la concentración de oxígeno disuelto va disminuyendo por el aumento de materia orgánica, la baja pendiente y temperaturas altas.