

INFORME DE MISIÓN

CAMPAÑA INTENSIVA DE CALIDAD DE AGUAS INCLUIDO RÍO CANUTILLOS – TACOBAMBA (Marzo 2017)

La ejecución de la campaña se coordinó con laboratorios de Bolivia y Argentina el envío y la recepción de las muestras. Asimismo, se contó con mediciones del caudal en los puntos ubicados en Bolivia en el momento de la toma de muestras efectuadas por personal de SENAMHI Tarija.

1. Canutillos, río Canutillos:

Se tomó una muestra aguas abajo de la descarga del dique Santiago Apóstol, con las siguientes características in situ:

- a. Lugar: Río Canutillos – Canutillos, Potosí
- b. Fecha: 28/03/2017
- c. Hora: 12:30
- d. Coordenadas: S 19°20' 47.5" W 65°32'42.9"
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 2.761 Temp = 12.4°C E= 216.6 mV
 - ii. Conductividad = 1982 μ S/cm Temp = 12.3°C Salinidad = 1.0
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.24 mg/L Temp = 12.3°C % saturación = 96.0%
 - iv. Turbiedad = 4.73 NTU

Los resultados obtenidos por técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 1.1 m³.
- b. Velocidad media = 0.19 m/s
- c. Caudal = 24 l/s

El valor de pH indica que se dan condiciones ácidas con conductividad moderada, características del drenaje de aguas ácidas de mina.



Foto 1. Río Canutillos, en Potosí (aguas arriba).

2. Efluentes del dique Santiago Apostol, Quebrada Canutillos:

La muestra fue tomada abajo del dique de colas del Ingenio Santiago Apóstol donde se observa la descarga del sobrenadante con bajo volumen, con las siguientes características in situ:

- a. Lugar: Efluentes del dique de colas del Ingenio Santiago Apóstol – Canutillos, Potosí
- b. Fecha: 28/03/2017
- c. Hora: 12:40
- d. Coordenadas: S 19°20' 48.8" W 65°32'42.8"
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.815 Temp = 16.4°C E= -67.9 mV
 - ii. Conductividad = 1240 μ S/cm Temp = 15.6°C Salinidad = 0.6
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.21 mg/L Temp = 15.6°C % saturación = 102.3%
 - iv. Turbiedad = 5.32 NTU

Los resultados obtenidos por técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 0.21 m
- b. Velocidad media = 0.13 m/s
- c. Caudal = 0.83 l/s

El valor de pH indica condiciones ligeramente básicas con conductividad moderada. Generalmente los efluentes de los diques de colas presentan condiciones básicas mayores de 10, sin embargo esto depende del proceso de separación que se utilice en el Ingenio.



Foto 2. Dique Santiago Apostol, en Potosí (Efluente).

3. Colavi, río Colavi:

Se tomó una muestra aguas arriba del pueblo, con las siguientes características in situ:

- a. Lugar: Río Colavi –Colavi Bajo, Potosí
- b. Fecha: 28/03/2017
- c. Hora: 14:30
- d. Coordenadas: S 19°19.274' W 65°33.110'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 4.332 Temp = 14.7°C E= 129.5 mV
 - ii. Conductividad = 358 μ S/cm Temp = 14.8°C Salinidad = 0.1
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.52 mg/L Temp = 14.7°C % saturación = 99.6%
 - iv. Turbiedad = 52.7/53.8 NTU

Los resultados obtenidos por técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 1.7 m
- b. Velocidad media = 0.5 m/s
- c. Caudal = 74 l/s

El valor de pH indica condiciones ácidas, con baja conductividad, comparado con el valor obtenido en Canutillos existe un aumento del pH, es decir se ha iniciado el proceso de neutralización al unirse las aguas de quebradas aledañas por lo que ha disminuido incluso la cantidad de iones presentes en las aguas (baja conductividad). Se tomó muestra de sedimentos del margen derecho.



Foto 3 y 4. Río Colavi aguas arriba y abajo del punto de muestreo

4. Tarapaya, río Tarapaya:

Los datos in situ obtenidos fueron los siguientes:

- a. Lugar: Río Tarapaya, Potosí
- b. Fecha: 28/03/2017
- c. Hora: 18:00
- d. Coordenadas: S 19°28.313' W 65°47.649'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.368 Temp = 17.0°C E= -43.0 mV
 - ii. Conductividad = 764 μ S/cm Temp = 17.1°C Salinidad = 0.3
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.12 mg/L Temp = 17.0°C % saturación = 95.3 %
 - iv. Turbiedad = 537/526/539 NTU

Los resultados obtenidos por técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 9.5 m
- b. Velocidad media = 0.71 m/s
- c. Caudal = 1.67 m³/s

El pH medido muestra condiciones ligeramente básicas, conductividad media y alto oxígeno disuelto, estos valores corresponden a la época de lluvias. Se tomó dos muestras de sedimentos de la llanura de inundación a 0.0 y 0.8 m del margen derecho.



Foto 5. Río Tarapaya, en Potosí (aguas arriba).



Foto 6. Río Tarapaya, en Potosí (aguas abajo).



Foto 7 y 8. Río Tarapaya, margen izquierda aguas arriba del puente y acercamiento del muestreo de sedimentos en margen derecha.

5. Río Pilcomayo aguas arriba de la confluencia del río Tacobamba:

La muestra en el río Pilcomayo, aguas arriba de su unión con el Tacobamba, mostró los siguientes valores in situ:

- a. Lugar: Río Pilcomayo –antes de la unión con el río Tacobamba, Potosí
- b. Fecha: 29/03/2017
- c. Hora: 12:25
- d. Coordenadas: S 19°7.930' W 65°34.336'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.316 Temp = 17.3°C E= -96.4 mV
 - ii. Conductividad = 681 μ S/cm Temp = 17.3°C Salinidad = 0.3
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.80 mg/L Temp = 17.4°C % saturación = 99.3%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Ancho = 26 m
- b. Velocidad media = 1.35 m/s
- c. Caudal = 14.2 m³/s

Los valores leídos corresponden a la época de lluvia con baja conductividad y alta turbiedad, el pH es alcalino como es característico del Pilcomayo. Se tomó muestra de sedimento de la margen derecha a 0, 0.6 aproximadamente.



Foto 9. Río Pilcomayo antes de la unión con el río Tacobamba (Aguas abajo del puente)



Foto 10. Margen derecho, antes del muestreo.

Foto 11. Margen derecho aprox. muestreo a 0 y 1 m

6. Río Tacobamba aguas arriba de su unión al río Pilcomayo:

El río Tacobamba se encontraba dividido en dos vados pero uno de ellos representaban más del 70%, donde se tomó la muestra de agua, los datos obtenidos son los siguientes:

- a. Lugar: Río Tacobamba –antes de la unión con el río Pilcomayo, Potosí
- b. Fecha: 29/03/2017
- c. Hora: 13:10
- d. Coordenadas: S 19°7.928" W 65°34.203"
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.316 Temp = 19.1°C E= -96.8 mV
 - ii. Conductividad = 421 μ S/cm Temp = 19.1°C Salinidad = 0.1
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.55 mg/L Temp = 19.0 °C % saturación = 98.9%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

El río Tacobamba mostró un pH alcalino y una conductividad menor que el río Pilcomayo en este punto. Comparando con los datos del río Colavi (aportante de éste río), el pH subió hasta condiciones alcalinas aumentando también su conductividad.

Se tomaron muestras de sedimentos en la orilla del margen derecho de un vado a 0 y 1 m.

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

Vado 1:

- a. Ancho = 3.5 m
- b. Velocidad media = 0.66 m/s
- c. Caudal = 270 l/s

Vado 2:

- a. Ancho = 11 m
- b. Velocidad media = 0.97 m/s
- c. Caudal = 1.48 m³/s

Vado 3:

- a. Ancho = 5 m
- b. Velocidad media = 1.03 m/s
- c. Caudal = 538 l/s



Foto 12. Aguas arriba - río Tacobamba.



Foto 13. Aguas abajo - río Tacobamba

7. Palca Grande, río Tumusla:

Las mediciones in situ fueron:

- a. Lugar: Palca Grande – Chuquisaca
- b. Fecha: 30/03/2017
- c. Hora: 14:55
- d. Coordenadas: S 20°44.538' W 65°14.474'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.479 Temp = 23.8°C E = -107.7 mV
 - ii. Conductividad = 1010 µS/cm Temp = 23.8°C Salinidad = 0.4
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.21 mg/L Temp = 23.7°C % saturación = 98.5 %
 - iv. Turbiedad = 764/794/799 NTU

El pH era alcalino, típico del punto de monitoreo y la conductividad todavía alta característica de la época de transición, con turbiedad media. El oxígeno disuelto indica condiciones de saturación también característicos del lugar.

En las orillas del margen izquierdo se tomó sedimentos a 0 y 1 m de distancia desde la orilla.

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- a. Escala = 1.26 m
- b. Ancho = 21.7 m
- c. Velocidad media = 0.58 m/s
- d. Caudal = 5.20 m³/s



Foto 14. Río Tumusla (Palca Grande) - Margen izquierdo



Foto 15. Río Tumusla (Palca Grande)-Muestreo de sedimentos aprox. a 1m

8. El Puente, río San Juan del Oro:

Se tomó la muestra de agua y se realizaron las siguientes mediciones:

- a. Lugar: El Puente – Tarija
- b. Fecha: 30/03/2017
- c. Horas: 11:50
- d. Coordenadas: S 21°14.341' W 65°12.616'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.493 Temp = 21.3°C E= -107.7 mV
 - ii. Conductividad = 1171 μ S/cm Temp = 21.2°C Salinidad = 0.5
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.71 mg/L Temp = 21.2°C % saturación = 100.8 %

En este punto se presentan similares características que el río Tumusla, las mediciones son típicas de la época de transición. Se tomaron muestras de sedimentos del margen derecho a 0 y 0.8 m de la orilla.



Foto 16. Río San Juan del Oro (El Puente)-Aguas arriba



Foto 17. Río San Juan del Oro – Aguas abajo



Foto 18. Río San Juan del Oro - Margen derecho antes de muestreo



Foto 19. Río San Juan del Oro - Muestreo de sedimentos margen derecha a 0m y 0.8 m

Los resultados obtenidos por los técnicos del SENAMHI son:

- Escala = 1.15 m
- Ancho = 12 m
- Velocidad media = 0.59 m/s
- Caudal = 4.47 m³/s

9. Villamontes, río Pilcomayo:

La muestra fue tomada desde el puente Ustarez, aguas arriba.

- a. Lugar: Villa Montes – Tarija
- b. Fecha: 21/03/2017
- c. Horas: 7:30
- d. Coordenadas: S 21°15.526' W 63°30.694'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 8.049 Temp = 23.4°C E= - 79.8 mV
 - ii. Conductividad = 469 μ S/cm Temp = 23.4 °C Salinidad = 0.1
 - iii. Oxígeno Disuelto = 8.33 mg/L Temp = 23.4°C % saturación = 102%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los datos obtenidos corresponden a la época de lluvias con baja conductividad y alta turbiedad, el pH alcalino en condiciones de saturación del agua.

Se tomaron 3 muestras de sedimentos de la orilla del margen izquierdo, a 0, 1.5 y 3 m de la orilla.

Los resultados obtenidos por el operador del SENAMHI son:

- a. Escala = 1.33 m
- b. Ancho = 100.5 m
- c. Velocidad media = 0.94 m/s
- d. Caudal = 150 m³/s



Foto 20. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas arriba



Foto 21. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo



Foto 22. Río Pilcomayo (Villamontes) – margen izquierdo donde se tomaron muestras de sedimentos

10. Misión La Paz/Pozo Hondo, río Pilcomayo:

Los datos in situ obtenidos son:

- a. Lugar: Misión La Paz, Pozo Hondo – Límite entre Argentina y Paraguay
- b. Fecha: 22/03/2017
- c. Hora: 15:30
- d. Coordenadas: S 22°22.686' W 62°31.115'
- e. Parámetros medidos:
 - i. pH = 7.676 Temp = 26.1°C E= - 58.4 mV
 - ii. Conductividad = 458 μ S/cm Temp = 26.1°C Salinidad = 0.1
 - iii. Oxígeno Disuelto = 6.44 mg/L Temp = 26.1°C % saturación = 81.9%
 - iv. Turbiedad = >1100 NTU

Los valores obtenidos corresponden a la época de lluvia con baja conductividad y una turbiedad alta, así como también alto porcentaje de saturación.



Foto 23. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente en Misión La Paz. .



Foto 24. Río Pilcomayo – Aguas debajo del puente en Misión La Paz. .

SÍNTESIS

A continuación se presenta el resumen de las muestras entregadas durante la campaña:

LABORATORIO	Nº MUESTRAS	OBSERVACIONES
SPECTROLAB	8	Agua
CEANID	2/15	Agua/Sedimentos
CNEA	8	Agua

De acuerdo a los datos in situ, podemos indicar:

1. El pH de las aguas de la quebrada Canutillos hasta Colavi presentó características fuertemente ácidas, pareciera ser que la fuente de la quebrada son drenajes ácidos de mina y roca. Mientras que los efluentes del dique de colas del Ingenio Santiago Apostol genera aguas con pH ligeramente básico. En el resto de la cuenca los pH son ligeramente básicos propios del Pilcomayo.
2. Mientras que el río Tumusla y San Juan del Oro presentaron conductividades ligeramente superiores a 1000, el río Tarapaya y Pilcomayo desde Tacobamba presento valores menores a 800 μ S/cm, esto se explicaría por una menor precipitación en las subcuencas del Tumusla y San Juan del Oro.
3. Destaca la variación de los valores de conductividad de la quebrada Canutillos hasta Colavi, donde de 1982 baja a 358 μ S/cm, ha debido existir una precipitación de los iones al haberse elevado el pH de 2.8 a 4.3.



Comparado con otras aguas ácidas de mina esta conductividad es baja. Ello podría deberse a la baja disponibilidad de minerales en el área .

4. La conductividad en el curso principal del Pilcomayo varía entre 500 y 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época seca y en época de lluvias respectivamente. En esta oportunidad se presentan en Villa Montes y Misión la Paz valores que corresponden a la época de lluvias con montos ligeramente menores a 500 en ambos puntos. La conductividad en las cabeceras presentaron en esta oportunidad condiciones correspondientes a una pluviometría de transición, mientras que en la parte baja las conductividades correspondieron más a las de época de lluvia.
5. La Saturación de oxígeno disuelto en Misión la Paz fue, como en muestreos anteriores, menor que en todos los puntos monitoreados aguas arriba. Ello se explica por las menores pendientes del río en ese tramo.
6. Se debe esperar los resultados del laboratorio del contenido de iones mayoritarios y metales pesados para emitir un criterio sobre la calidad del agua en éste monitoreo.