



# COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO

DIRECCIÓN EJECUTIVA

## PRIMERA CAMPAÑA INTENSIVA DE CALIDAD DE AGUAS ENERO 2023

INFORME TÉCNICO

MAYO 2023



## Contenido

Introducción .....	2
Puntos de Monitoreo .....	2
Metodología .....	3
Parámetros medidos in situ .....	3
Colavi, río Colavi (ID 063): .....	3
Tarapaya, río Tarapaya (ID 016): .....	5
Palca Grande, río Tumusla (ID 005): .....	7
El Puente, río San Juan del Oro (ID 009): .....	10
Pilcomayo/ Tacobamba - Río Pilcomayo antes de la confluencia del río Tacobamba (ID 296): ....	12
Tacobamba /Pilcomayo - Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo (ID 297): .....	14
Talula, río Pilcomayo (ID 078): .....	15
Viña Quemada, río Pilcomayo (ID 007): .....	16
Villa Montes, río Pilcomayo (ID 006): .....	19
Misión La Paz/Pozo Hondo, río Pilcomayo (ID 003): .....	22
Síntesis .....	24



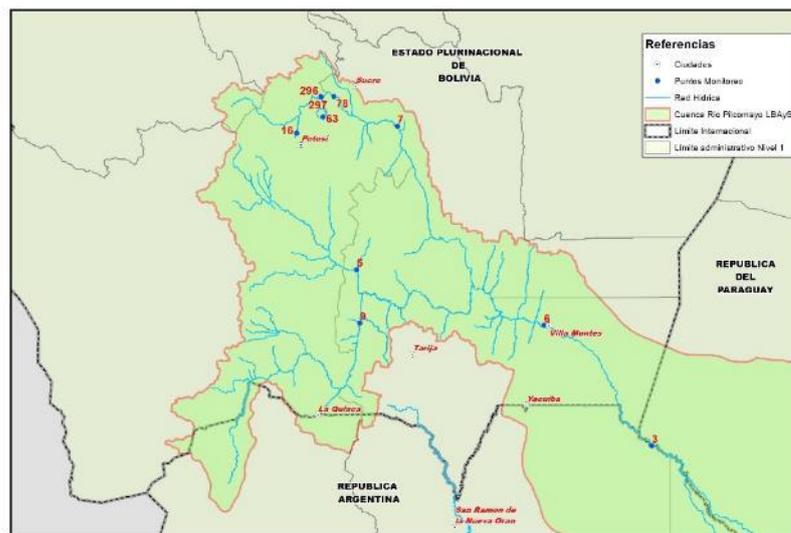
## Introducción

Desde el año 2008 la Dirección Ejecutiva de la Comisión Trinacional para el Desarrollo de la Cuenca del Río Pilcomayo viene realizando el monitoreo de calidad de aguas y sedimentos en diferentes puntos de la cuenca. Estos monitoreos son un insumo invaluable para la gestión sostenible de los recursos hídricos permitiendo evaluar entre otros aspectos la calidad del agua para el consumo humano, ayudar a identificar fuentes de contaminación, controlar el cumplimiento de regulaciones y estándares establecidos por autoridades ambientales competentes y permitir tomar medidas para la prevención y mitigación de eventuales contaminaciones.

Este documento tiene por objeto informar sobre los parámetros in situ registrados en la Primer Campaña Intensiva de Monitoreo de Calidad de Aguas y Sedimentos del año 2023. El mismo se encuentra organizado por punto de monitoreo o estación, identificándose para sitio la fecha y hora de muestreo y los parámetros in-situ registrados.

## Puntos de Monitoreo

En la figura a continuación se presentan los puntos de monitoreo incluidos en la presente campaña intensiva de calidad de aguas y sedimentos.



### Puntos Monitoreo Campaña Intensiva

En la tabla a continuación se describen los ID de las estaciones, río y nombre del punto de monitoreo.

ID	Descripción
003	Río Pilcomayo - Misión La Paz
005	Río Tumusla - Palca Grande
006	Río Pilcomayo - Villa Montes
007	Río Pilcomayo - Viña Quemada
009	Río San Juan del Oro - El Puente
016	Río Tarapaya - Tarapaya
063	Río Colavi - Canutillos
296	Río Pilcomayo - Agua arriba confluencia Pilcomayo-Tacobamba
297	Río Tacobamba - Agua arriba confluencia Pilcomayo-Tacobamba
078	Río Pilcomayo - Talula



## Metodología

El desarrollo de las campañas contempla la entrega de las muestras dentro de las 24 hs posteriores al muestreo, para garantizar la representatividad de las condiciones de acuerdo con las normas de conservación internacionales. En este marco previo al inicio de la campaña se coordinó con los laboratorios para que la recepción de las muestras se realice dentro del tiempo preestablecido.

En lo referente a las mediciones de caudales líquidos se realizaron en el momento de la toma de muestras en los puntos por personal del SENAMHI en Bolivia y coordinados con la Subsecretaría de Planificación y Gestión Operativa de Proyectos Hídricos para la estación misión la Paz / Pozo Hondo.

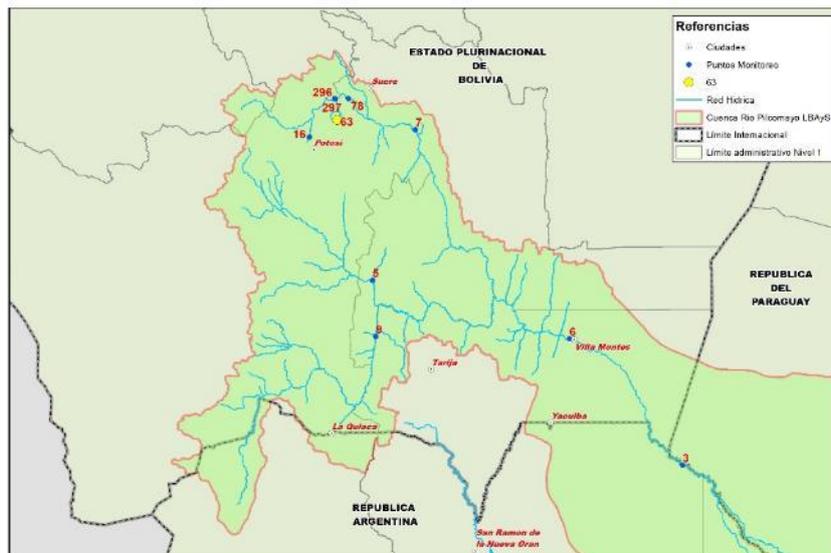
## Parámetros medidos in situ

A continuación, se presentan, por cada uno de los puntos de monitoreo, los parámetros medidos in situ:

- Potencial Hidrógeno (pH), que se mide en unidades de pH y en mV.
- Temperatura del agua (°C).
- Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
- Salinidad (unidades de salinidad)
- Oxígeno disuelto (mg/L)
- Saturación de oxígeno (%)

### Colavi, río Colavi (ID 063):

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto Monitoreo 063 – Río Colavi – Colavi bajo](#)



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

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

Estación		Colavi
Curso de agua		Canutillos
ID Estacion		063
Coordenadas		
Latitud (s)		19 19 16.83
Longitud (w)		65 33 6.534
Altura (msnm)		3639
Presión	mm Hg	513.2
Fecha		23/01/2023
Hora		12:45
Altura escala	m	Sin escala
Velocidad media	m/s	0.41
Caudal	m3/s	0.07
pH		3.38
pH	Mv	193.85
Temperatura	°C	14.99
Conductividad	Us/cm	695.5
Salinidad	Sal	0.3
Temperatura	°C	15.6
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.34
Saturación	%	98.85
Temperatura	°C	15.6
Turbiedad	NTU	155.3

El pH ácido característico de este punto de monitoreo con conductividad alta y turbiedad baja indicarían condiciones de transición de la época de lluvia a seca en este afluente. Se tomó muestra de sedimentos de margen izquierda.



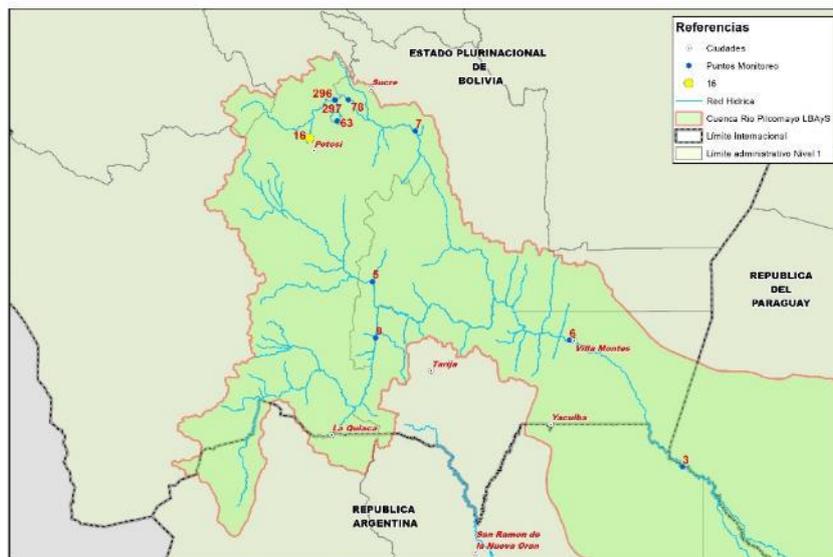
Foto 1 y 2. Río Colavi aguas arriba y abajo del punto de muestreo



Foto 3. Lugar de muestreo de sedimentos – Río Colavi

**Tarapaya, río Tarapaya (ID 016):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 016 – Río Tarapaya en Potosí](#)

Los datos in situ obtenidos fueron los siguientes:

Estación		Tarapaya
Curso de agua		Tarapaya
ID Estacion		016
Coordenadas		
Latitud (s)		19 28 18.798
Longitud (w)		65 47 39.45
Altura (msnm)		3333
Fecha		23/01/2023
Hora		09:10
Velocidad media	m/s	0.43



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

Estación		Tarapaya
Curso de agua		Tarapaya
ID Estacion		016
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.48
Altura escala	m	0.34
pH	U pH	7.84
pH	mV	-52.75
Temperatura	°C	12.10
Conductividad	uS/cm	1562
Salinidad	Sal	0.8
Temperatura	°C	12.4
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.91
Saturación	%	82.7
Temperatura	°C	12.4
Turbiedad	NTU	339.5

El pH medido indica condiciones ligeramente básicas con conductividad alta, y oxígeno disuelto bajo, en este punto las aguas residuales domésticas de la ciudad de Potosí han sido diluidas por los ríos de la región mostrando una turbiedad media. Se tomó muestra de sedimento de orilla margen derecha (Foto 6), se observa la presencia de arenas gruesas y grava que quedaron después de las últimas crecidas.



Foto 4. Río Tarapaya, en Potosí (aguas arriba del lugar de muestreo).



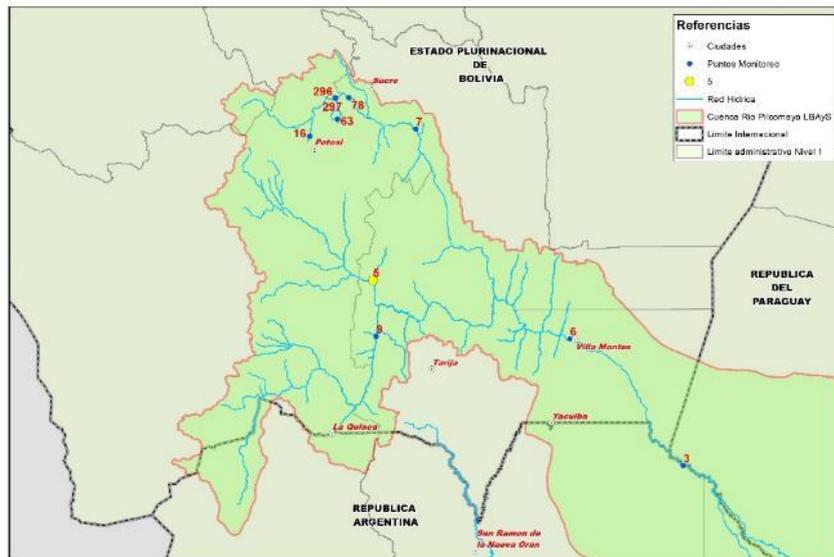
Foto 5. Río Tarapaya, en Potosí (aguas abajo del lugar de muestreo).



Foto 6. Río Tarapaya, sedimentos de margen derecha en Tarapaya.

**Palca Grande, río Tumusla (ID 005):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 005 – Palca Grande - Chuguisaca](#)

Las mediciones in situ fueron:

Estación		Palca Grande
Curso de agua		Tumusla
ID estación		005
Coordenadas		
Latitud (s)		20 44 31.8
Longitud (w)		65 14 25.944
Altura (msnm)		2325
Fecha		24/1/2023



Estación		Palca Grande
Curso de agua		Tumusla
ID estación		005
Hora		12:15
Velocidad media	m/s	0.95
Caudal	m <sup>3</sup> /s	16.3
Altura escala	m	1.63
pH		7.82
pH	mV	-53.04
Temperatura	°C	21.62
Conductividad	uS/cm	1297
Salinidad	Sal	0.6
Temperatura	°C	22.0
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.09
Saturación	%	92.45
Temperatura	°C	21.8
Turbiedad	NTU	>1100

El pH ligeramente alcalino y la conductividad media, con turbiedad alta indicarían condiciones de aguas altas, como se observa en el hidrograma (Figura 1). El oxígeno disuelto muestra condiciones de saturación también característicos de la cuenca alta. Se tomó muestra de sedimento en la orilla de la margen izquierda.

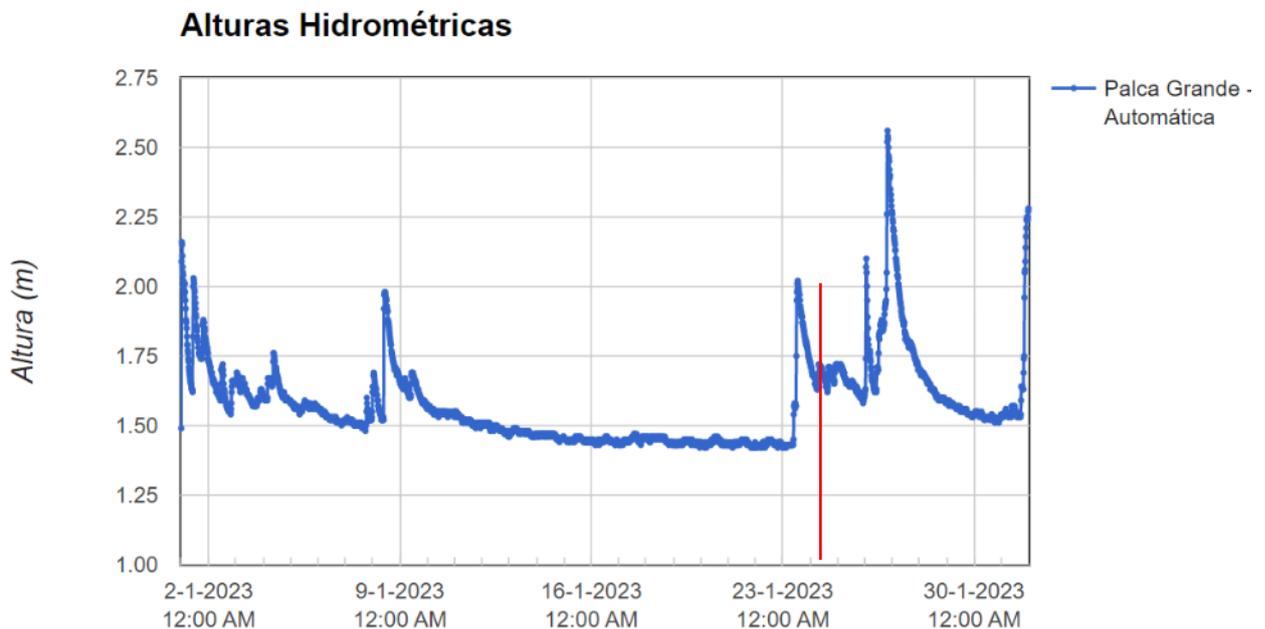


Figura 1. Variación de la altura hidrométrica en el mes de enero 2023



Foto 7. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas arriba



Foto 8. Río Tumusla (Palca Grande) – Aguas abajo

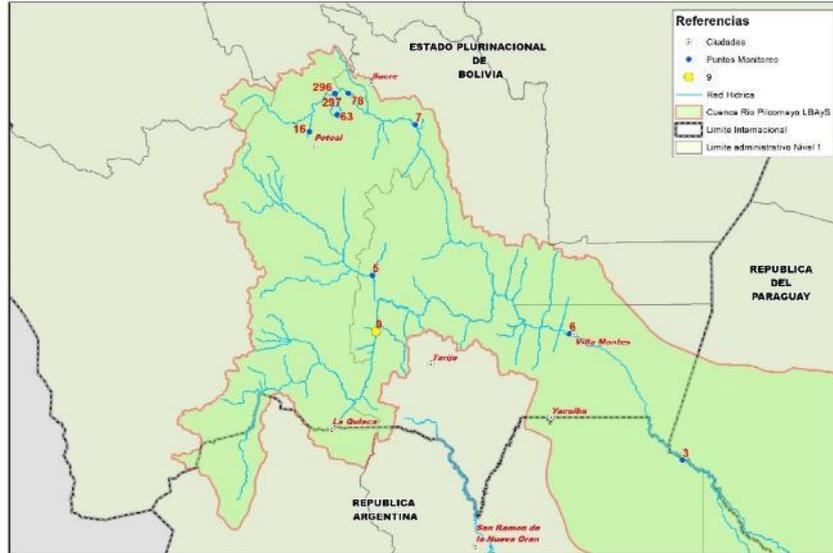


Foto 9. Río Tumusla (Palca Grande) – toma de sedimentos en el margen izquierdo



**El Puente, río San Juan del Oro (ID 009):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 009 – El Puente - Tarija](#)

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

<b>Estación</b>		El Puente
<b>Curso de agua</b>		San Juan del Oro
<b>ID estación</b>		009
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud (s)</b>		21 14 20.37
<b>Longitud (w)</b>		65 12 33.792
<b>Altura (msnm)</b>		2333
<b>Fecha</b>		24/1/2023
<b>Hora</b>		15:20
<b>Velocidad media</b>	m/s	0.70
<b>Caudal</b>	m <sup>3</sup> /s	7.25
<b>Altura escala</b>	m	1.12
<b>pH</b>		8.22
<b>pH</b>	mV	-76.55
<b>Temperatura</b>	°C	24.85
<b>Conductividad</b>	uS/cm	1426
<b>Salinidad</b>	Sal	0.7
<b>Temperatura</b>	°C	24.9
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/l	5.84
<b>Saturación</b>	%	94.3
<b>Temperatura</b>	°C	24.8
<b>Turbiedad</b>	NTU	>1100

El pH básico, característico de esta subcuenca, con turbiedad alta, indica condiciones de aguas altas (Figura 2), aunque la conductividad es alta indicando una concentración de iones más propio de



la época seca, pudiera ser que las precipitaciones que aumentaron la turbiedad hayan sido de baja intensidad y no fueron suficientes para disminuir la conductividad. Se tomaron muestras de sedimentos de la orilla margen derecha.

### Alturas Hidrométricas

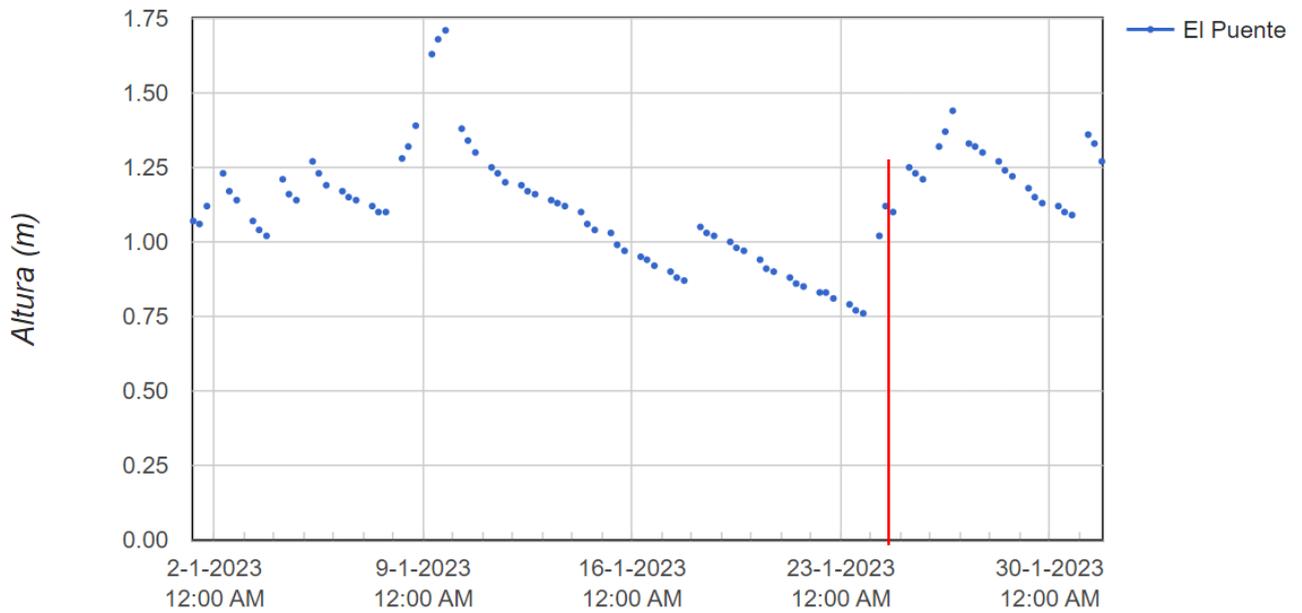


Figura 2. Variación de la altura hidrométrica en el mes de enero 2023

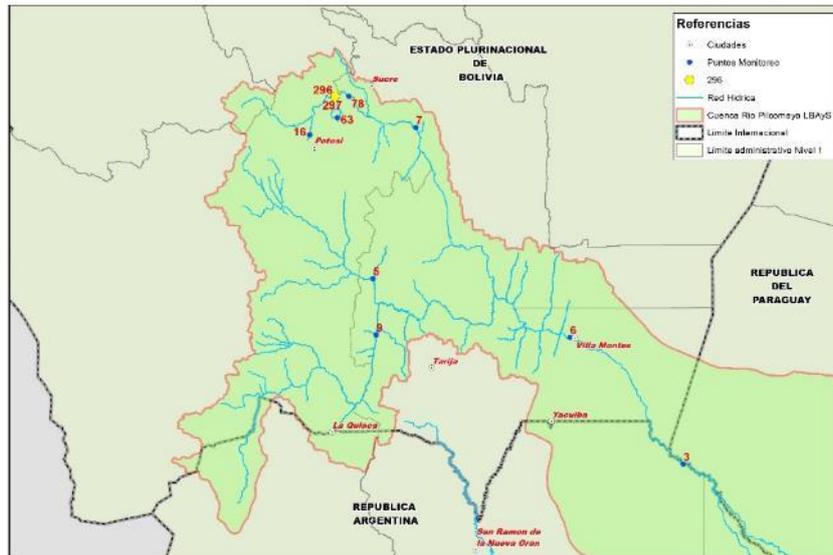


Foto 10 y 11. Río San Juan del Oro (El Puente) - Aguas arriba y aguas abajo



**Pilcomayo/ Tacobamba - Río Pilcomayo antes de la confluencia del río Tacobamba (ID 296):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 296 – Río Pilcomayo unión con río Tacobamba Potosí](#)

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

<b>Estación</b>		Pilcomayo/Tacobamba
<b>Curso de agua</b>		Pilcomayo
<b>ID Estacion</b>		296
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud (s)</b>		19 7 56.1
<b>Longitud (w)</b>		65 34 19.94
<b>Altura (msnm)</b>		2784
<b>Presión</b>	mm Hg	552.4
<b>Fecha</b>		22/1/2023
<b>Hora</b>		13:45
<b>Velocidad media</b>	m/s	0.72
<b>Caudal</b>	m <sup>3</sup> /s	4.57
<b>Altura escala</b>	m	Sin escala
<b>pH</b>		8.74
<b>pH</b>	mV	-105.56
<b>Temperatura</b>	°C	24.05
<b>Conductividad</b>	uS/cm	1096
<b>Salinidad</b>	Sal	0.5
<b>Temperatura</b>	°C	24.0
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/l	7.18
<b>Saturación</b>	%	119.8
<b>Temperatura</b>	°C	23.9
<b>Turbiedad</b>	NTU	67.0



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

En este punto se observa una conductividad propia de los meses de transición entre aguas altas a bajas con turbiedad baja. El pH básico y, oxígeno disuelto saturado son característicos de las aguas en la región. Se tomó muestra de sedimento de la orilla margen derecha.



Foto 11. Río Pilcomayo antes de la unión con el río Tacobamba (Aguas arriba del puente carretero)



Foto 12. Río Pilcomayo antes de la unión con el río Tacobamba (Aguas abajo del puente carretero)

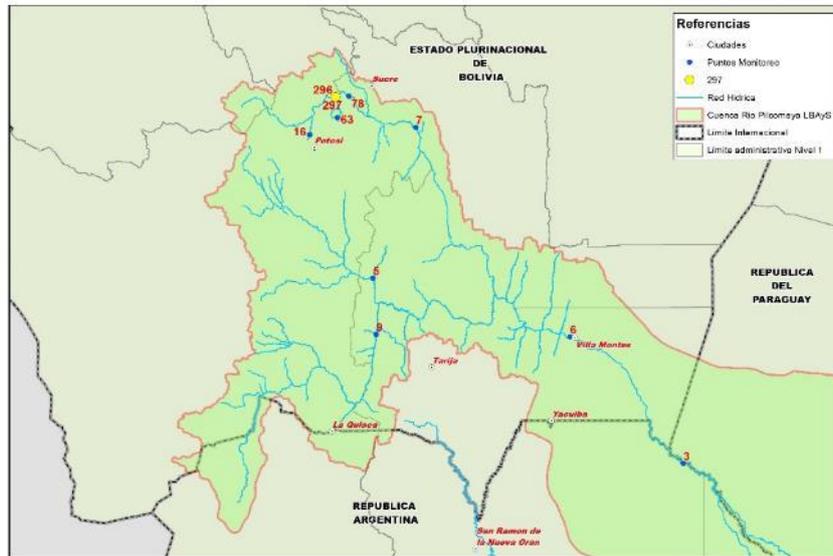


Foto 13. Margen derecha, orilla de muestreo



**Tacobamba /Pilcomayo - Río Tacobamba antes de su unión al río Pilcomayo (ID 297):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 297 – Río Tacobamba unión con río Pilcomayo Potosí](#)

El río Tacobamba antes de su unión con el río Pilcomayo, mostro los siguientes resultados:

Estación		Tacobamba
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		297
Coordenadas		
Latitud (s)		19 8 13.65
Longitud (w)		65 34 6.102
Altura (msnm)		2794
Presión	mm Hg	556.5
Fecha		22/1/2023
Hora		17:26
Velocidad media	m/s	0.51
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.085
Altura escala	m	Sin escala
pH		8.52
pH	mV	-92.89
Temperatura	°C	22.84
Conductividad	uS/cm	485
Salinidad	Sal	0.3
Temperatura	°C	22.5
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.02
Saturación	%	99.45
Temperatura	°C	21.5
Turbiedad	NTU	17.17

El río Tacobamba mostró un pH alcalino, y una conductividad menor en comparación con el Pilcomayo. Si consideramos los datos del río Colavi (aportante de este río), el pH aumentó hasta



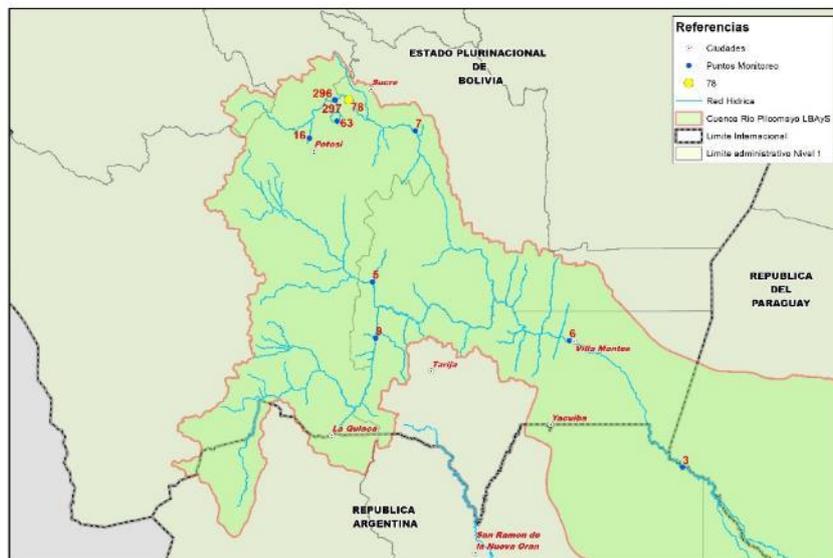
condiciones alcalinas disminuyendo la conductividad. La turbiedad característica de la época seca. El pH básico y, oxígeno disuelto alto son propios de las aguas en la región. Las márgenes estaban constituidas de grava por lo que no se tomaron muestras de sedimentos.



Foto 14. Unión de los ríos Tacobamba y Pilcomayo. Foto 15. Río Tacobamba, punto de muestreo.

**Talula, río Pilcomayo (ID 078):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 078 – Talula - Chuquisaca](#)

Las mediciones in situ fueron:

Estación		Talula
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		078
Coordenadas		
Latitud (s)		19 7 51.43
Longitud (w)		65 27 2.898



Estación		Talula
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		078
Altura (msnm)		2595
Presión	mm Hg	565.3
Fecha		20/1/2023
Hora		11:50
Velocidad media	m/s	0.95
Caudal	m <sup>3</sup> /s	6.5
Altura escala	m	1.08
pH		8.76
pH	mV	-110.0
Temperatura	°C	24.2
Conductividad	uS/cm	1328
Salinidad		0.3
Temperatura	°C	24.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.17
Saturación	%	116.9
Temperatura		24.1
Turbiedad	NTU	118

El pH alcalino y la conductividad mayor al medido en el Pilcomayo antes de la unión del río Tacobamba (1096 uS/cm) indican un aumento en la concentración de iones, indicarían ya características de la época seca (Figura 3). Se tomó muestra de sedimento en la orilla de la margen derecha.

### Alturas Hidrométricas

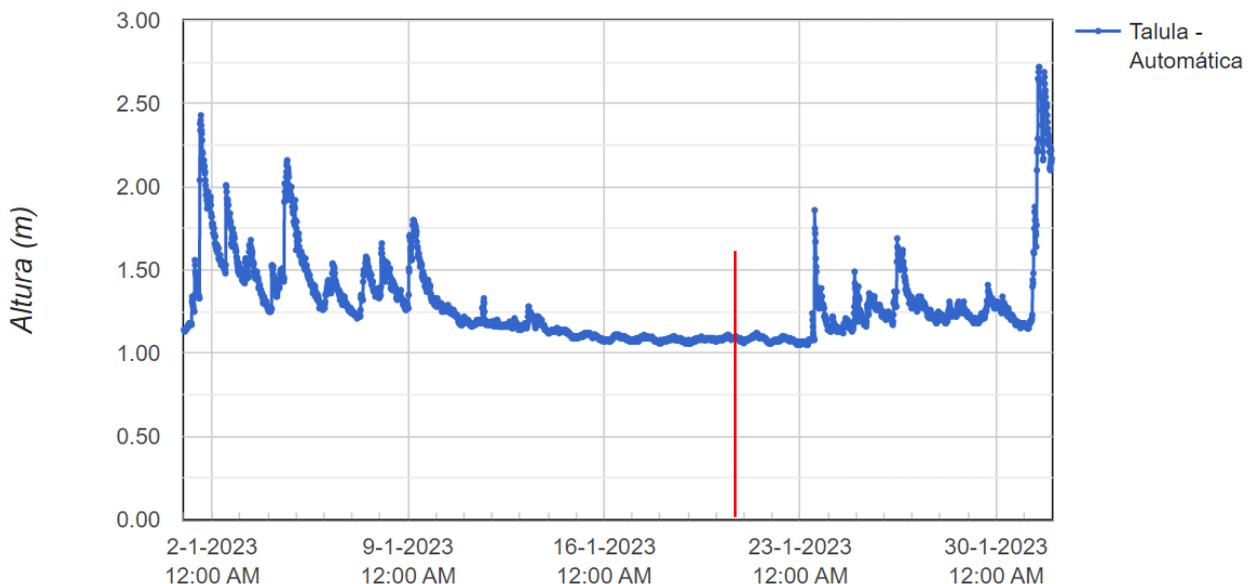


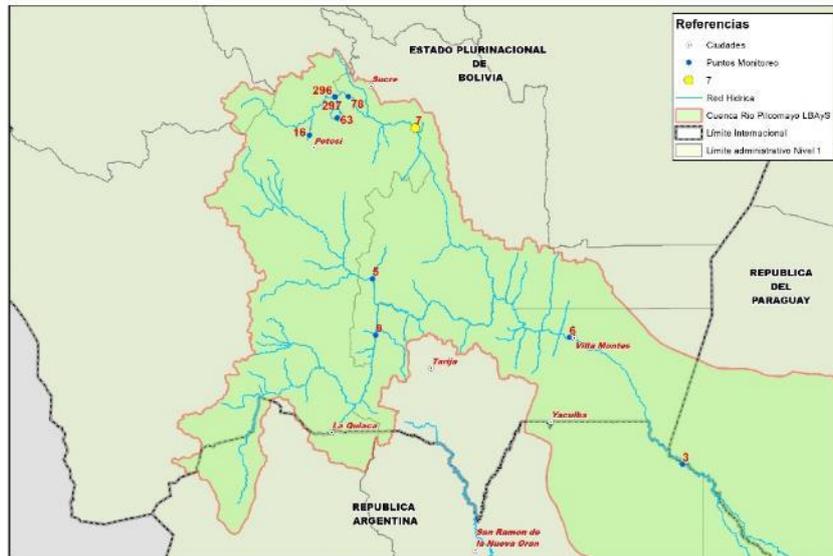
Figura 3. Variación de la altura hidrométrica en el mes de enero 2023

### ***Viña Quemada, río Pilcomayo (ID 007):***



COMISIÓN TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO  
DE LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO  
DIRECCIÓN EJECUTIVA

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 007 – Viña Quemada - Chuquisaca](#)

Las mediciones in situ fueron:

<b>Estación</b>		Viña Quemada
<b>Curso de agua</b>		Pilcomayo
<b>ID estación</b>		007
<b>Coordenadas</b>		
<b>Latitud (s)</b>		19 24.44 26.7
<b>Longitud (w)</b>		64 51 41.572
<b>Altura (msnm)</b>		2029
<b>Presión</b>	mm Hg	636.7
<b>Fecha</b>		21/1/2023
<b>Hora</b>		11:55
<b>Velocidad media</b>	m/s	0.37
<b>Caudal</b>	m <sup>3</sup> /s	6.3
<b>Altura escala</b>	m	3.15
<b>pH</b>		8.84
<b>pH</b>	mV	-114.0
<b>Temperatura</b>	°C	23.9
<b>Conductividad</b>	uS/cm	745.5
<b>Salinidad</b>		0.6
<b>Temperatura</b>	°C	23.8
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/l	7.82
<b>Saturación</b>	%	118.7
<b>Temperatura</b>		23.7
<b>Turbiedad</b>	NTU	50.7

En comparación con el Pilcomayo en Talula, presenta una conductividad menor probablemente por la ocurrencia de precipitaciones en la región o el aporte de cursos de agua con baja conductividad entre estos dos puntos monitoreados, mostrando una turbiedad baja, en la Figura



4 se observa que el nivel de agua se mantuvo desde el 15 de enero. Se tomó muestra de sedimento en la orilla de la margen derecha.

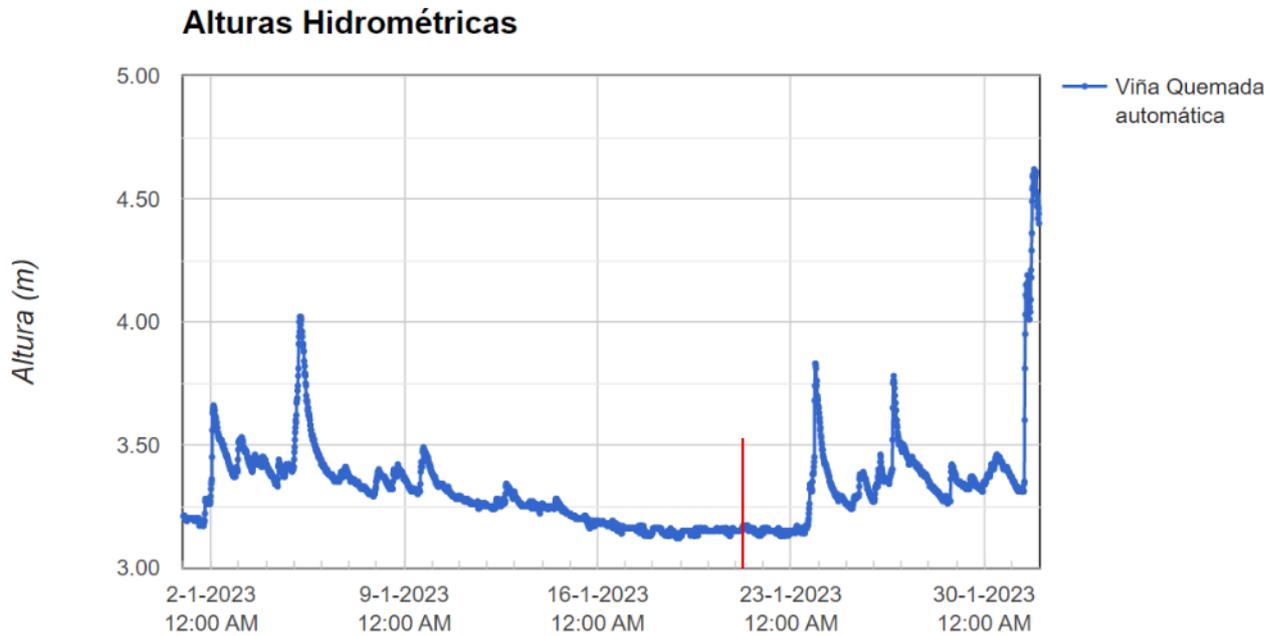


Figura 4. Variación de la altura hidrométrica en el mes de enero 2023



Foto 16. Río Pilcomayo (Viña Quemada) – Aguas arriba del lugar de muestreo.



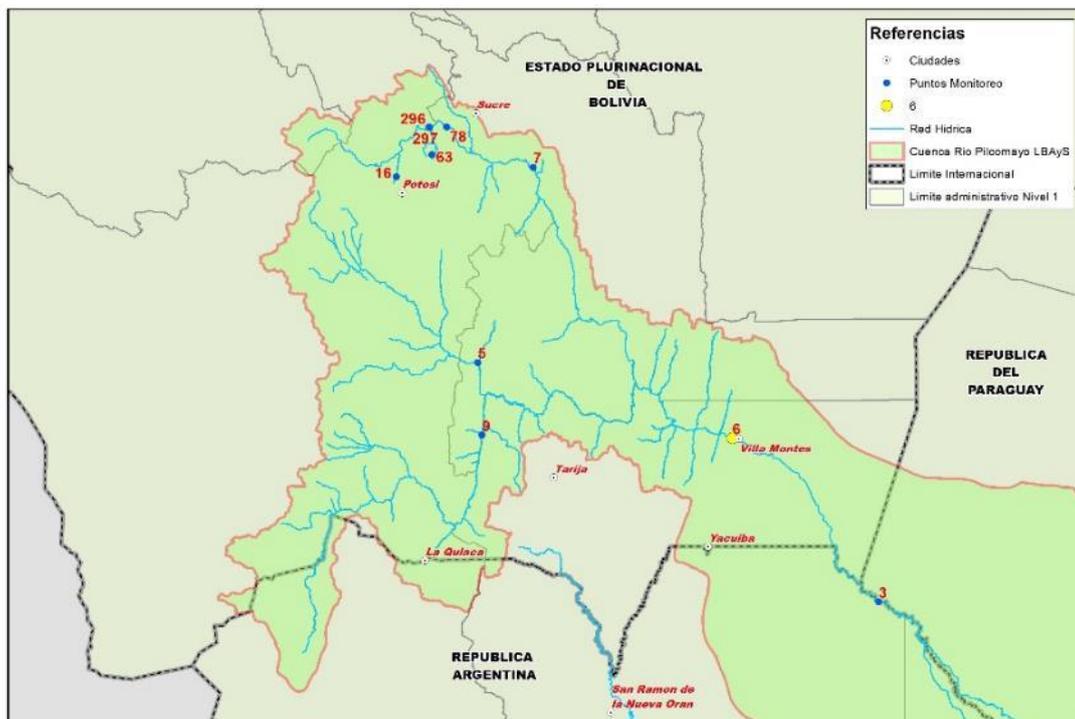
Foto 17. Río Pilcomayo (Viña Quemada) – Aguas abajo



Foto 18. Río Pilcomayo (Viña Quemada) – Sección de muestreo de sedimentos (margen derecha)

### ***Villa Montes, río Pilcomayo (ID 006):***

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 006 – Villamontes - Tarija](#)



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

Estación		Villa Montes
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		006
Coordenadas		
Latitud (s)		21 15 31.938
Longitud (w)		63 30 41.664
Altura (msnm)		390
Presión	mm Hg	766.2
Fecha		25/1/2023
Hora		14:45
Velocidad media	m/s	0.46
Caudal	m <sup>3</sup> /s	61.2
Altura escala	m	0.96
pH		7.99
pH	mV	-64.49
Temperatura	°C	29.94
Conductividad	uS/cm	985
Salinidad	Sal	0.4
Temperatura	°C	30.1
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.98
Saturación	%	98.1
Presión barométrica		187.8
Temperatura	°C	30.0
Turbiedad	NTU	>1100

Por la turbiedad alta, pero conductividad media indicaría que hubo precipitaciones en la región que aumentaron el nivel del río el día previo al muestreo (Figura 5). Se tomó muestra de sedimento en la orilla del margen derecho.

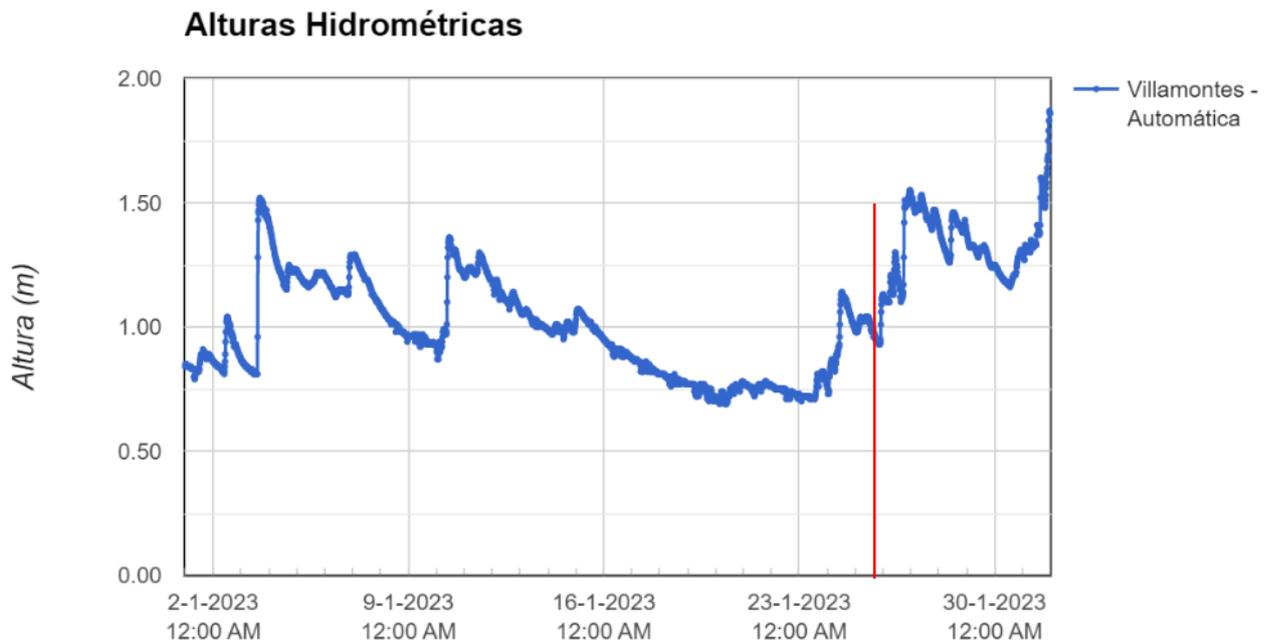




Foto 19. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas arriba de Puente Ustarez

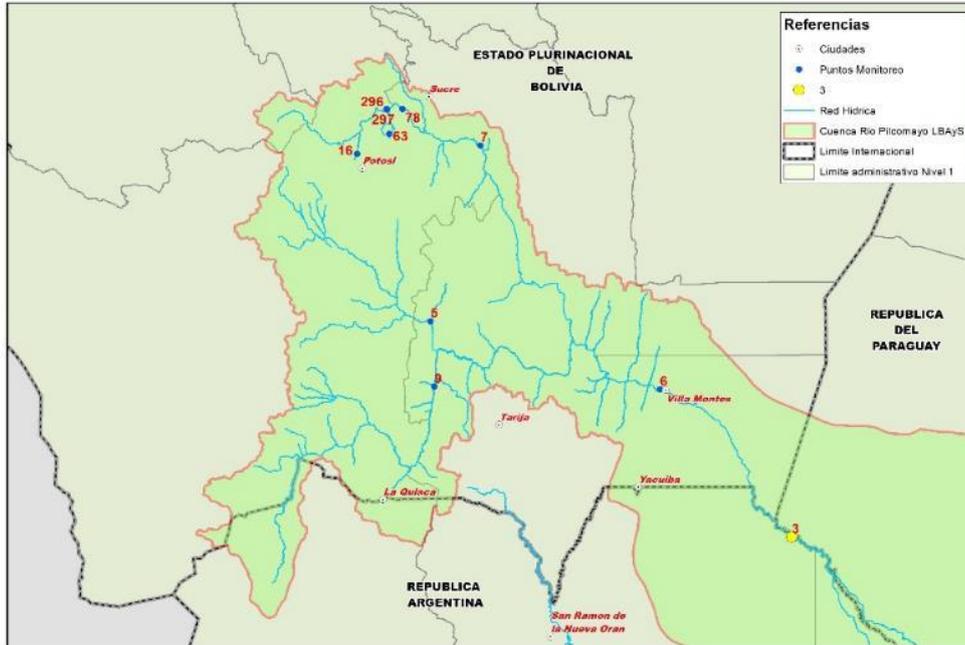


Foto 20. Río Pilcomayo (Villamontes) – Aguas abajo



**Misión La Paz/Pozo Hondo, río Pilcomayo (ID 003):**

En la imagen a continuación se puede apreciar la ubicación del punto de monitoreo dentro de la cuenca y su posición en referencia a los otros puntos de monitoreo de la campaña intensiva.



[Punto de Monitoreo 003 – Misión la Paz, Pozo Hondo \(Ar-Py\)](#)

Los datos in situ obtenidos son:

Estación		Misión La Paz
Curso de agua		Pilcomayo
ID estación		003
Coordenadas		
Latitud (s)		22 22 41.058
Longitud (w)		62 31 7.972
Altura (msnm)		251
Presión	mm Hg	729
Fecha		26/1/2023
Hora		12:15
Caudal	m <sup>3</sup> /s	29.16
Altura escala	m	3.13
pH		7.88
Eh	V	-58.28
Temperatura	°C	30.02
Conductividad	uS/cm	1426
Salinidad	Sal	0.7
Temperatura	°C	30.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.21
Saturación	%	86.0
Presión barométrica		167.6
Temperatura	°C	30.3
Turbiedad	NTU	>1100



La turbiedad y conductividad alta indicaría la ocurrencia de lluvias (Figura 6), al igual que en Villa Montes, con una mayor conductividad que en ese punto, probablemente por una mayor disolución de iones porque entre estos puntos no hay afluentes que puedan modificar la conductividad. El oxígeno disuelto presenta condiciones de saturación característico de este punto.

Se tomó muestra de sedimento de la orilla margen derecha.

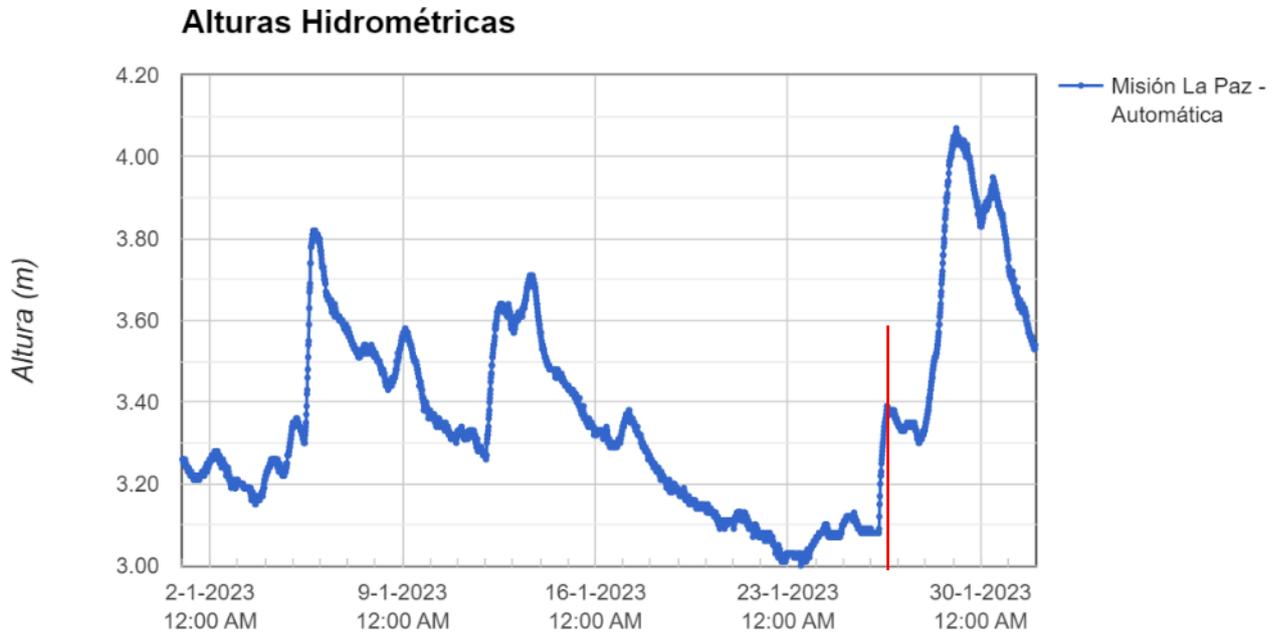


Figura 6. Variación de la altura hidrométrica en el mes de enero 2023



Foto 21. Río Pilcomayo – Aguas arriba del puente en Misión La Paz.



Foto 22. Río Pilcomayo – Aguas debajo del puente en Misión La Paz.



Foto 23. Río Pilcomayo – Margen derecha – lugar de toma de sedimentos en Misión La Paz.

## Síntesis

De acuerdo con los datos in situ, se podría indicar que:

1. El pH de las aguas de la quebrada aguas arriba del pueblo de Colavi así como en otras oportunidades, presentó características ácidas por drenajes ácidos de mina y roca de la quebrada Canutillos. Sin embargo, el receptor de sus aguas, río Tacobamba, antes de unirse al Pilcomayo presentó pH básico, al igual que los otros puntos monitoreados en la Cuenca como muestra de la capacidad de autodepuración que tiene la subcuenca del río Tacobamba, en referencia a las condiciones de pH.
2. La conductividad en algunos puntos monitoreados ya alcanza el rango característico de la época seca por la ausencia de precipitaciones, mientras que, en otros, a pesar de tener un aumento de nivel por precipitaciones recientes no disminuyó el contenido de iones (como en Misión La Paz/Pozo Hondo).
3. Los valores de la turbiedad en algunos de los lugares muestreados fueron  $>1100$  NTU, indicando la ocurrencia de precipitaciones días antes.
4. Como en anteriores oportunidades, en todos los puntos monitoreados se presentaron condiciones de saturación de oxígeno, causadas por las fuertes pendientes del río en dichos puntos que provocan turbulencia, aumentando la disolución del oxígeno en el agua.
5. Se debe esperar los resultados del laboratorio del contenido de iones mayoritarios y metales pesados para una evaluación más ajustada de la calidad del agua en este monitoreo.