



COMISION TRINACIONAL PARA EL
DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO
PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Unidad de Monitoreo y Centro de
Datos

“Evolución de las crecidas pro- ducidas en la cuenca alta del río Pilcomayo entre el 19 de enero y 6 de fe- brero de 2018”

Ing. Claudio Laboranti

Ing. María Alejandra Cristanchi

Marzo 2018





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Crecida enero – febrero 2018

El presente trabajo trata sobre la evolución de las crecidas del río Pilcomayo producidas a partir del 19 de enero de 2018 como consecuencia de las precipitaciones ocurridas en la alta cuenca.

Como se observa en la Tabla N° 1, a partir del 19 de enero se registraron lluvias importantes en las estaciones Sucre Ciudad, Viña Quemada, Cotagaita - Mosojllajta, Chuquiago, El Puente, Palca Grande (estas cuatro últimas situadas en la cuenca del río Pilaya).

Éstas determinaron picos de crecidas que fueron registradas en las estaciones de alerta que se muestran en la Figura 1.1. del ANEXO 1

Tabla N° 1: precipitaciones 18 de enero al 5 febrero

INFORMACION PLUVIOMETRICA																				
ESTACIONES	ENERO											FEBRERO					Totales (mm)			
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2		3	4	5
Tarapaya	4,6	2,2	6,2	0,0	0,0	2,1	16,2	29,4	7,6	8,3	15,4	13,6	10,1	6,3	19,2	14,5	4,8	5,3	0,2	166,0
Yocalla	0,0	0,0	2,3	5,2	0,0	0,0	6,1	25,0	3,4	4,2	5,2	13,3	5,6	4,2	9,3	2,1	2,0	1,0	0,0	88,9
Potosi (Aerop)	0,8	6,7	2,3	0,0	0,0	0,0	23,3	6,5	2,0	5,3	3,4	14,1	20,1	2,9	9,5	2,7	1,4	2,5	0,0	103,5
Alcantarí Aeropuerto	0,0	1,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	8,4	15,3	5,6	14,8	0,0	19,6	3,3	0,0	0,8	0,0	71,8
Sucre Ciudad	0,0	21,7	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	6,4	8,2	13,5	13,0	8,8	6,5	8,0	9,4	4,0	0,0	108,1
Viña Quemada	3,0	8,5	2,0	0,0	0,0	2,5	0,0	8,2	4,5	12,5	5,0	11,0	2,5	0,0	12,5	12,4	0,0	2,7	0,0	87,3
Cotagaita - Mosojllajta	6,0	0,0	7,0	0,0	8,0	0,0	0,0	12,0	6,0	5,0	6,0	0,0	8,0	12,0	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0	84,0
Chuquiago	2,0	0,0	6,5	0,0	0,0	5,0	0,0	34,0	4,5	2,0	2,0	2,0	1,0	30,0	14,5	3,5	0,0	0,0	0,0	107,0
El Puente	0,0	0,2	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	8,7	6,0	4,0	5,0	1,5	1,0	5,5	0,2	0,0	0,0	0,0	52,9
Palca Grande	0,0	14,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	28,0	6,0	0,0	18,0	5,0	2,0	28,0	7,0	0,0	0,0	0,0	138,0
Villamontes (Aerop)	0,0	0,3	*	*	1,7	0,2	0,0	38,9	58,1	6,7	*	177,1	1,9	11,5	12,6	2,4	2,0	*	0,1	313,5
Villa Montes (bombeo)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,5	23,5	5,5	61,5	127,5	0,5	25,5	10,5	4,0	3,0	0,0	0,0	326,0
Yacuiba (Aerop)	0,6	2,2	0,8	7,4	0,0	0,0	0,0	3,8	98,2	13,8	18,2	192,4	1,8	48,2	38,3	0,6	0,0	0,0	0,0	426,3
Misión La Paz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0

La precipitación media en la alta cuenca del río Pilcomayo con cierre en Misión la Paz fue de **140.43 mm**, calculada mediante el Polígono de Thiessen que se presenta como Figura 1.2. ANEXO 2.

Como se aprecia en la Tabla N° 1, se produjeron tres precipitaciones (indicadas con diferentes colores) que produjeron tres picos de crecidas.



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Niveles generados por las lluvias del 19 y 20 de enero

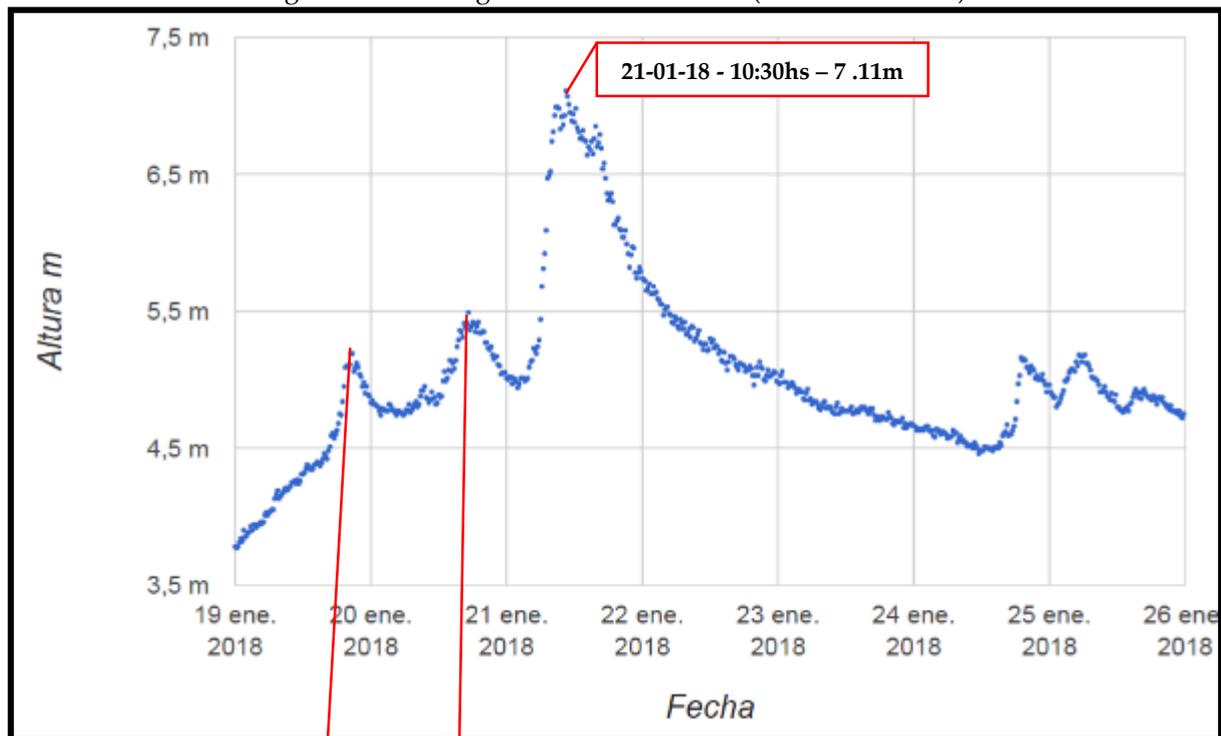
Estación Puente Aruma (río Pilcomayo):

A partir del día **19 de enero a las 00:00hs** los niveles comenzaron a incrementarse, hasta el mismo día a las **20:45hs**, donde se registra un nivel máximo de **5.19m**.

Pasado este primer pico los niveles descendieron hasta el día **20 de enero a las 7:45hs**, donde nuevamente el nivel comenzó a incrementarse llegando a un máximo de **5.49m** a las **17:15hs**.

Con posterioridad a este segundo pico los niveles se mantuvieron cercanos a los **5m**, y a partir del día **21 de enero a las 3:30hs** nuevamente se produjo un notable incremento de nivel llegando a un máximo para el período analizado de **7.11m** a las **10:30hs**. Los niveles se mantuvieron relativamente altos hasta las **21:00hs**, con un nivel promedio de **6.57m**. A partir de las **21:00hs** los niveles comenzaron a descender, durante todo el día **22 de enero** los niveles se mantuvieron por encima de los **5m**. Entre los días **23 y 25 de enero** los niveles se mantuvieron entre **4.48m** y **5.17m**, nivel promedio **4.80m**.

Figura N° 1: hidrograma Puente Aruma (19 al 25 de enero)



19-01-18 - 20:45hs - 5.19m

20-01-18 - 17:15hs - 5.49m



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Villa Montes (río Pilcomayo):

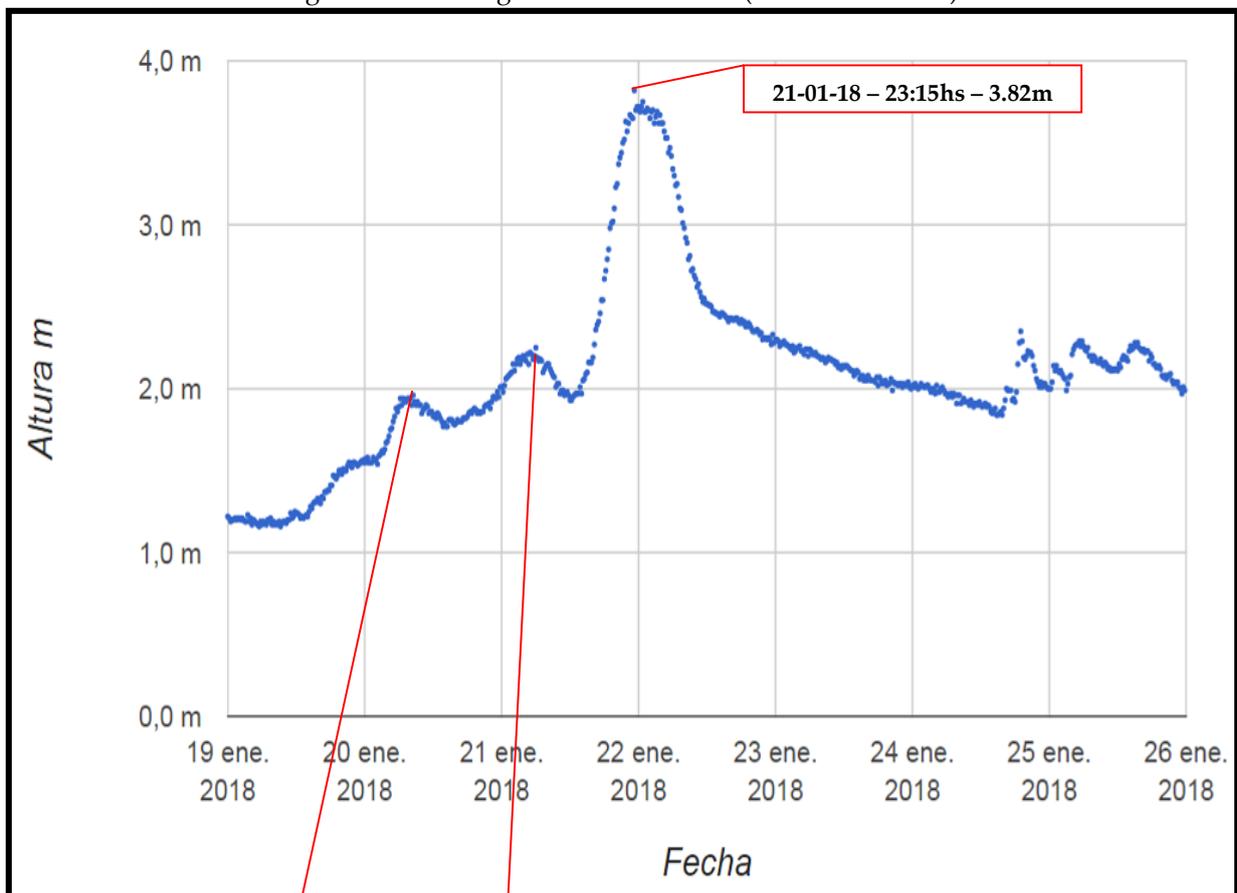
A partir del día **19 de enero a las 12:00hs** los niveles comenzaron a tener un incremento constante hasta el día **20 de enero a las 8:30hs**, registrándose en este período un máximo de **1.96m (20-01-18, 8:30hs)**.

Con posterioridad a este primer pico los niveles descendieron hasta aproximadamente las **17:15hs** del día **20 de enero**, donde nuevamente los niveles comenzaron a incrementarse, este incremento se mantuvo hasta el día **21 de enero a las 6:00hs**, registrándose en ese período el máximo de **2.25m (21-01-18, 6:00hs)**.

Los niveles desde las **6:00hs** del día **21 de enero** hasta las **13:45hs** del mismo día se mantuvieron cercanos a los **2m**, ya a partir de las **15:15hs** los niveles comenzaron a superar los **2m**, registrándose el día **21 de enero a las 23:15hs** un nivel de **3.82m**. Este nivel hasta el momento es el máximo registrado en el período analizado.

Los niveles se mantuvieron por encima de los **3m** hasta el día **22 de enero a las 7:45hs**. Entre los días **23 y 25 de enero** los niveles se mantuvieron entre **1.84m y 2.35m**, nivel promedio **2.09m**.

Figura N° 2: hidrograma Villa Montes (19 al 25 de enero)



20-01-18 - 8:30hs - 1.96m

21-01-18 - 6:00hs - 2.25m



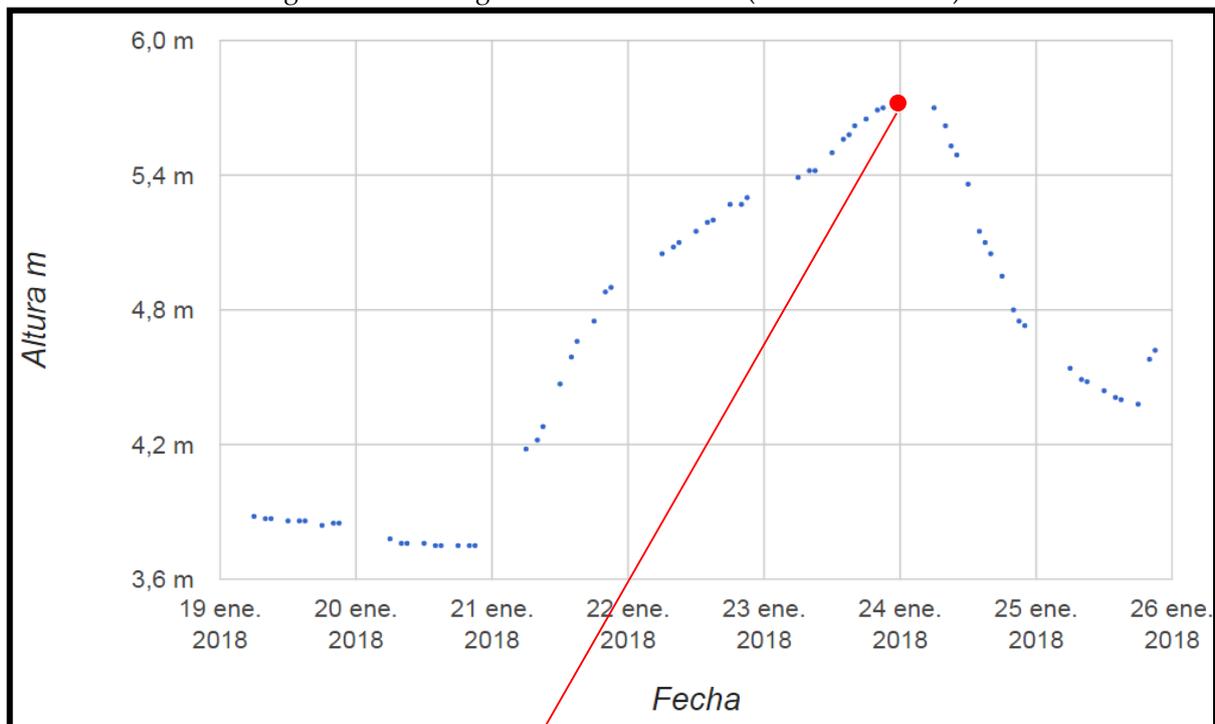
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Misión La Paz (río Pilcomayo):

A diferencia de las estaciones analizadas anteriormente, en el caso de Misión La Paz, los niveles comenzaron a incrementarse a partir del día **21 de enero** a las **6:00hs**. Se mantuvieron en forma creciente pasando los **4 m** durante el día, y, a partir del **22**, superaron los **5m**.

El nivel máximo registrado fue de **5.75m** a las **00:00hs** del día **24 de enero** (información brindada por Sr. Julio Jaimes de la comunidad de Pozo Hondo, medido en la escala de la SSRH EVARSA), a partir de las **18hs** del mismo día hasta las **21:00hs** del día **25** los niveles se mantuvieron por debajo de los **5m**, variando entre **4.38m** y **4.95m**.

Figura N° 3: hidrograma Misión La Paz (19 al 25 de enero)



24-01-18 – 00:00hs – 5.75m (valor medido en escala SSRH EVASRA por Sr. J. Jaimes)



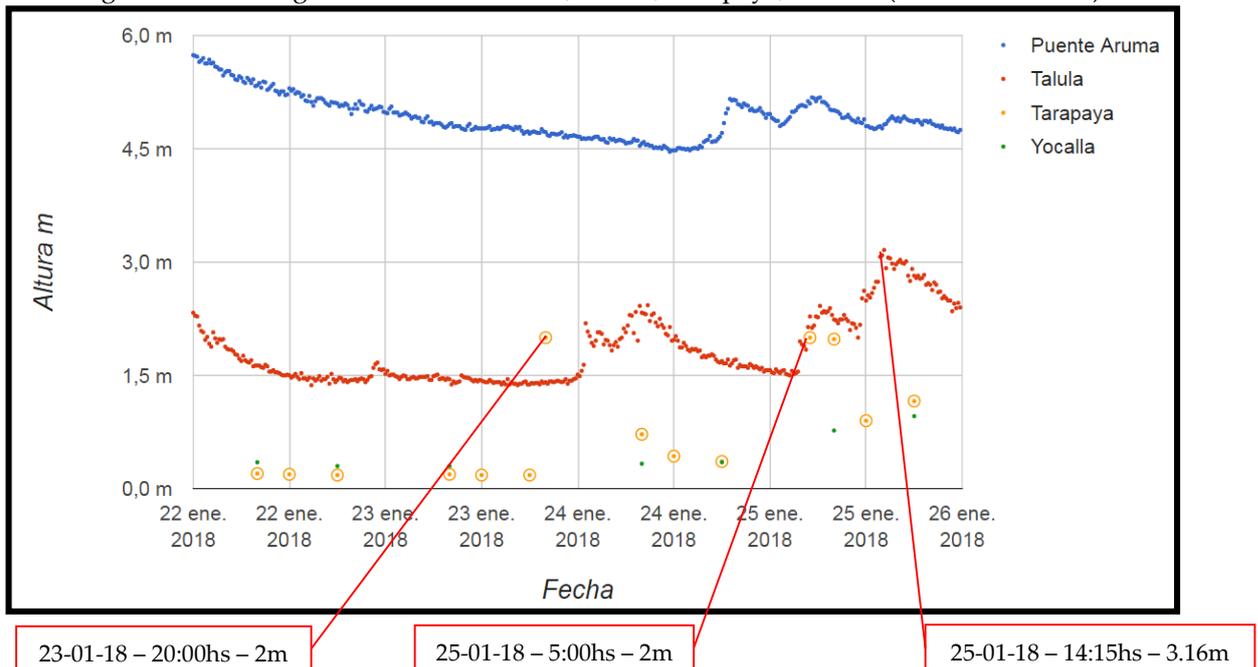
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Niveles generados por las Lluvias del 23 y 24 de enero

Como se aprecia en la Tabla N° 1, los días 23 y 24 se registraron precipitaciones de consideración en estaciones de la cuenca alta (Potosí y Tarapaya).

Estas lluvias produjeron los picos de crecida que se muestran en la Figura N° 4.

Figura N° 4: hidrogramas Puente Aruma, Talula, Tarapaya, Yocalla (22 al 25 de enero)



En la misma se observa que se produjo un primer pico de **2m** en la estación Tarapaya el día **23 de enero** a las **20:00hs**, y un segundo pico el **25 de enero** a las **05:00hs** de **2m**.

Ese mismo día en la estación Talula a las **14:15hs** se produjo un pico de **3.16m**.



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Niveles generados por las Lluvias del 25 de enero al 4 de febrero

Como consecuencia de las precipitaciones generalizadas caídas en toda la cuenca alta a partir del 25 de enero (ver Tabla N° 1), más precisamente entre los días 25 de enero y 4 de febrero se generaron nuevamente picos importantes, los cuales se describen a continuación:

Estación Talula (río Pilcomayo):

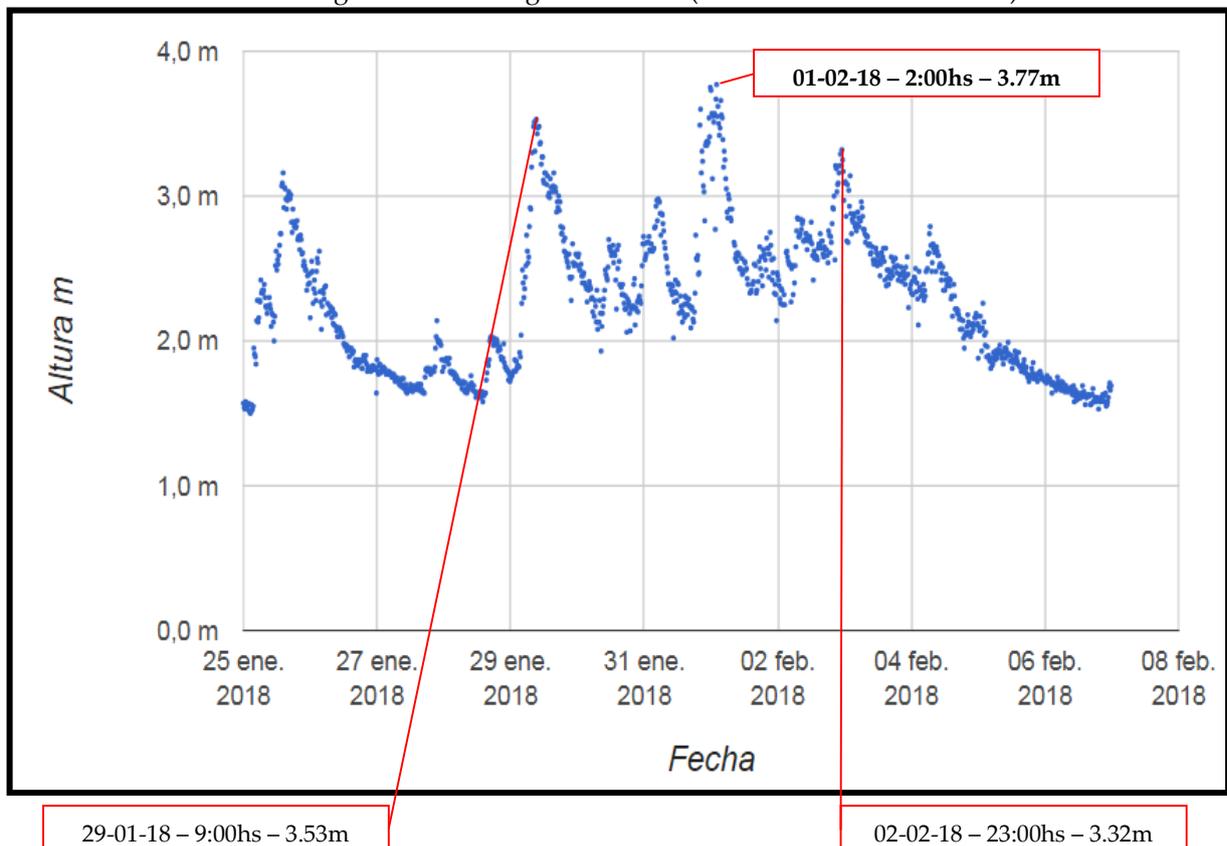
Con posterioridad al pico registrado el día **25 de enero** (Figura N° 4), los niveles descendieron y se mantuvieron entre **1.58m** y **3.06m** hasta el día **28 de enero** a las **23:00hs**, cuando nuevamente comenzaron a subir, llegando, el **29** a las **9:00hs**, a **3.53m**.

Pasado este pico los niveles se mantuvieron entre **1.93m** y **3.48m** produciéndose nuevamente a partir del día **31 de enero** a las **18:00hs** un aumento de nivel. El **1º de febrero** a las **2:00hs** alcanzó **3.77m** (**máximo nivel registrado desde el 1º de enero**).

Se registró un nuevo incremento de nivel el **2 de febrero** a partir del día a las **18:15hs**, llegándose a registrar un nivel de **3.32m** a las **23:00hs**.

Desde el día **2 de febrero** a las **23:15hs** hasta el día **6** a las **23:45hs** los niveles se mantuvieron entre **1.53m** y **3.25m**, nivel promedio **2.12m**.

Figura N° 5: hidrograma Talula (25 de enero al 6 de febrero)





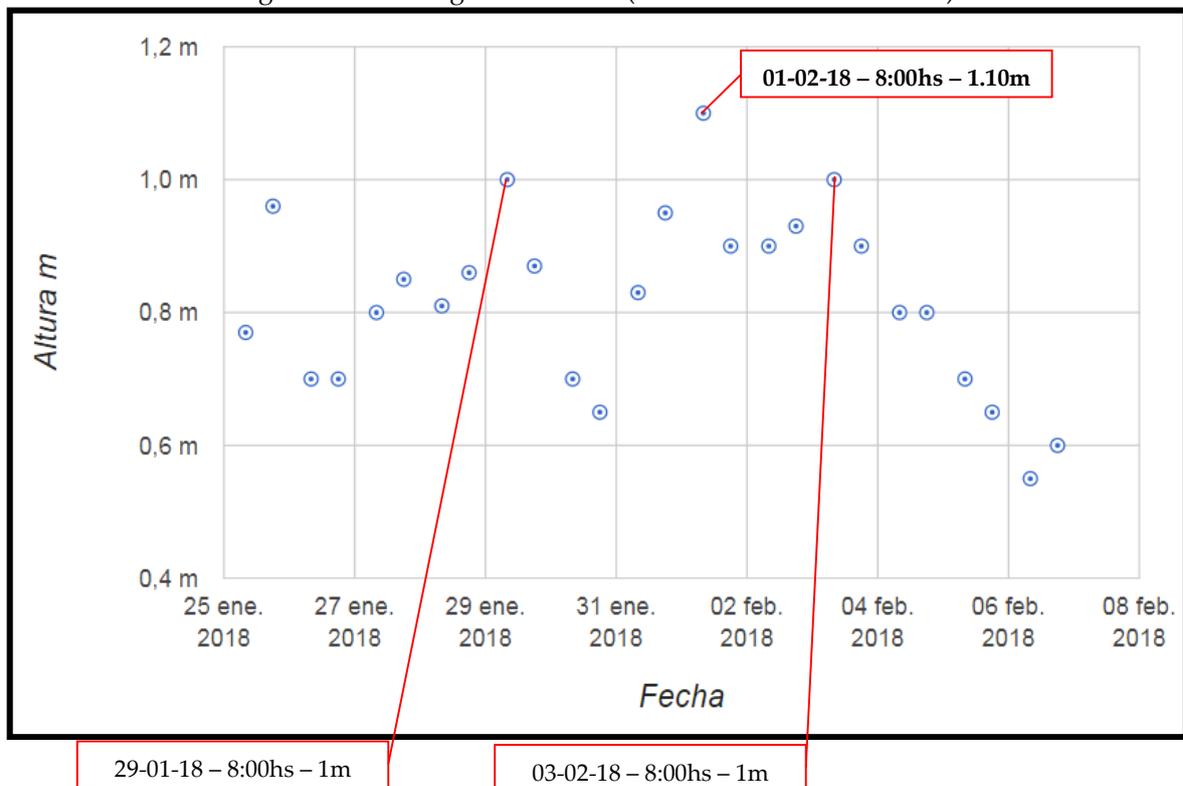
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Yocalla (río Yocalla):

Al igual que en la estación Talula, con posterioridad al pico registrado el día **25 de enero** los niveles descendieron, manteniéndose entre **0.70m** y **0.86m**. El **29** a las **8:00hs** se registra un pico de **1m**, descendiendo este nivel a partir de las **18:00hs** del mismo día.

A partir del día **31 de enero** a las **18:00hs**, los niveles comienzan a incrementarse llegando a las **8:00hs** del **1º de febrero** a un nivel de **1.10m** (**máximo nivel registrado desde el 1º de enero**). El **3 de febrero** se registra a las **8:00hs** nuevamente un nivel de **1m**. Pasado este pico los niveles descendieron hasta el día **6 de febrero**, manteniéndose los mismos entre **0.55m** y **0.90m**, nivel promedio **0.79m**.

Figura N° 6: hidrograma Yocalla (25 de enero al 6 de febrero)





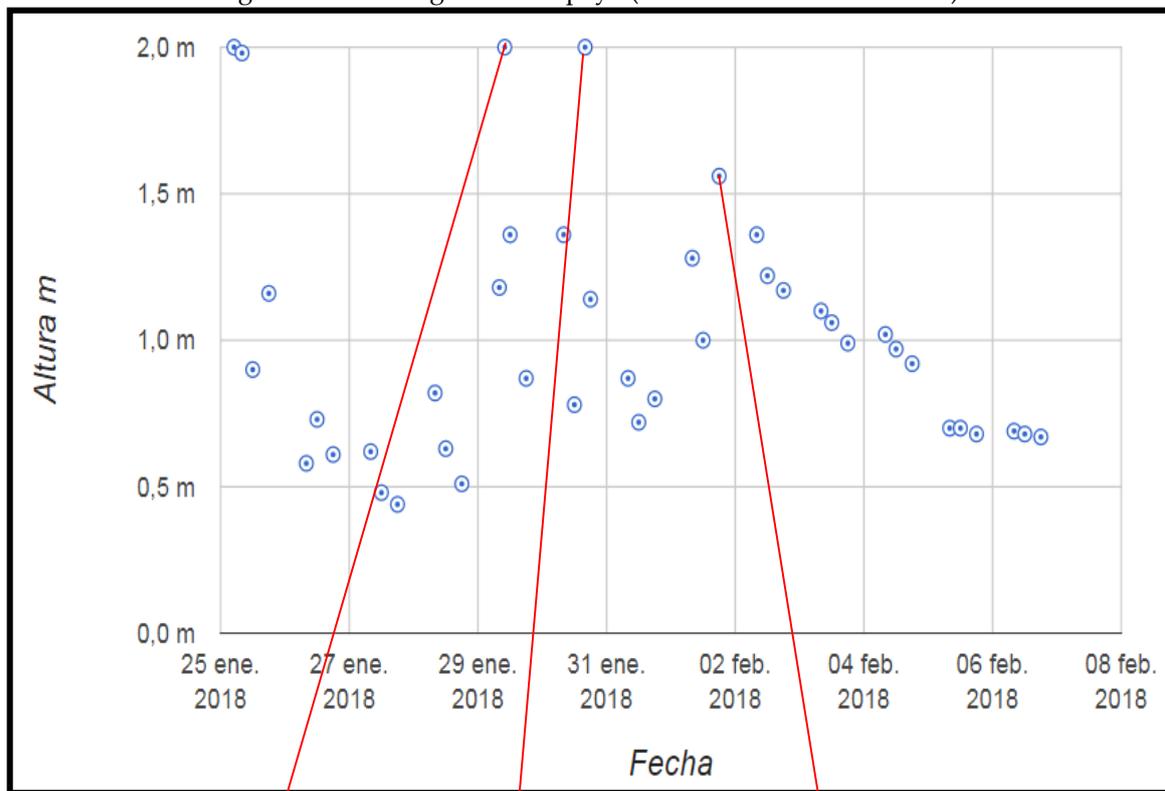
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Tarapaya (río Tarapaya):

Después de los picos de **2m** que se muestran en la Figura N° 4, los niveles a partir del día **26 de enero** se mantuvieron por debajo de **1m**, variando desde **0.44m** a **0.82m** entre los días **26 y 28 de enero**. A partir de las **8:00hs** del **29**, los niveles comenzaron a incrementarse llegando nuevamente a un nivel máximo ese día de **2m** a las **10:00hs**. El **30 de enero** a las **16:00hs** se volvió a registrar un pico de **2m**.

El día **1º de febrero** a las **18:00hs** se registró un nuevo aumento de nivel llegando a **1.56m**. Entre los días **2 y 6 de febrero** los niveles descendieron, variando los mismos entre **0.67m** y **1.36m**, nivel promedio **0.93m**.

Figura N° 7: hidrograma Tarapaya (25 de enero al 6 de febrero)



29-01-18 -10:00hs -2m

30-01-18 -16:00hs -2m

01-02-18 -18:00hs -1.56m



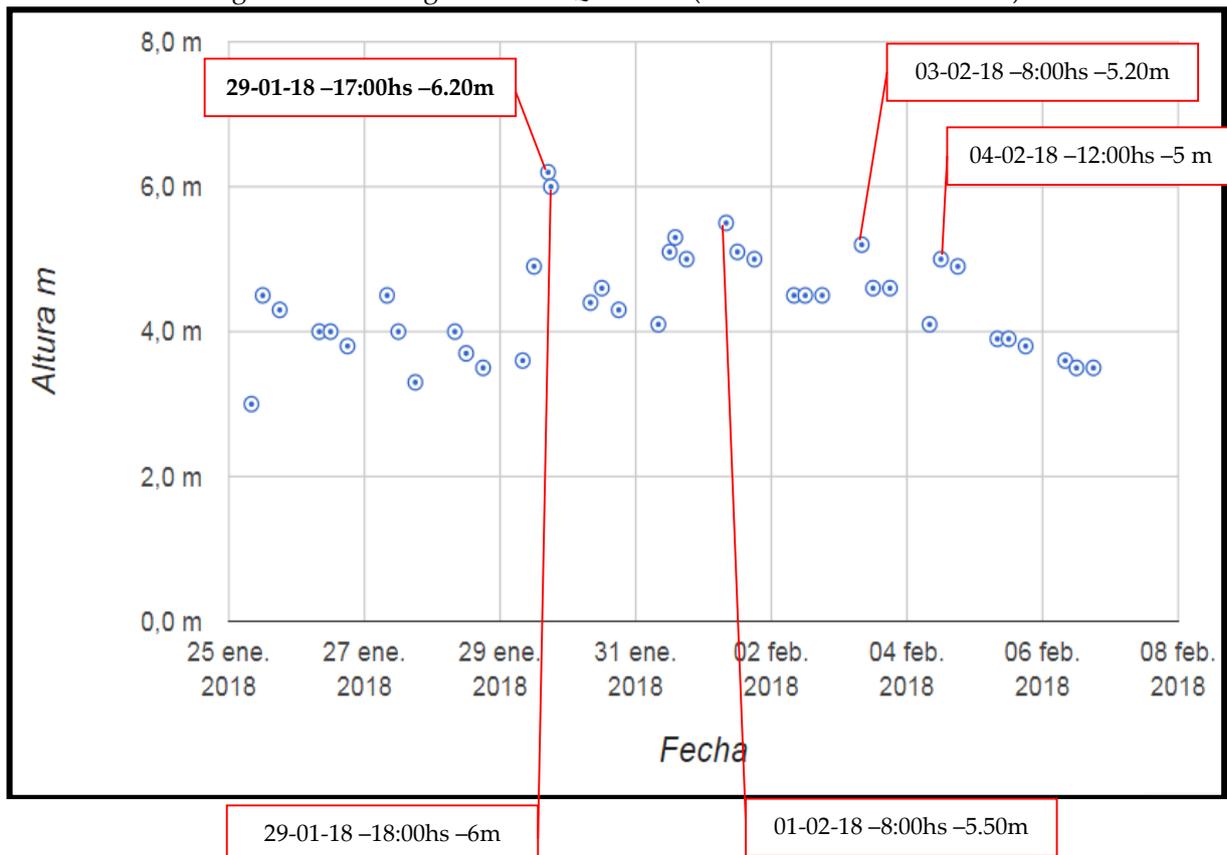
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Viña Quemada (río Pilcomayo):

En esa estación se registró el día **25 de enero** un pico de **4.50m** a las **12:00hs**. Los niveles a partir de ese día a las **18:00hs** comenzaron a descender hasta el **29** a las **8:00hs**, variando los mismos entre **3.30m** y **4.50m**. Ese mismo día, a partir de las **12:00hs** los niveles comenzaron a incrementarse llegando a registrarse a las **17:00hs** un nivel de **6.20m** (**nivel máximo registrado desde el 1º de enero**). A las **18:00hs** el nivel fue de **6.00m**.

Durante todo el día **30** hasta el **31 de enero** a las **8:00hs** los niveles se mantuvieron por debajo de **5m**. A partir de las **12:00hs** los niveles superaron los **5m** y se mantuvieron por encima de este nivel hasta el día **1º de febrero** a las **18:00hs**. El máximo registrado en ese período fue de **5.50m** el **1º de febrero** a las **8:00hs**. El día **3 de febrero** se registró un nivel máximo de **5.20m** a las **8:00hs**. El día **4 de febrero** a las **12:00hs** se registró un nivel máximo de **5m**. Desde ese día a las **18:00hs** hasta el **6** a las **18:00hs** los niveles descendieron, variando entre **3.50m** y **4.90m**, nivel promedio **3.87m**.

Figura N° 8: hidrograma Viña Quemada (25 de enero al 6 de febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

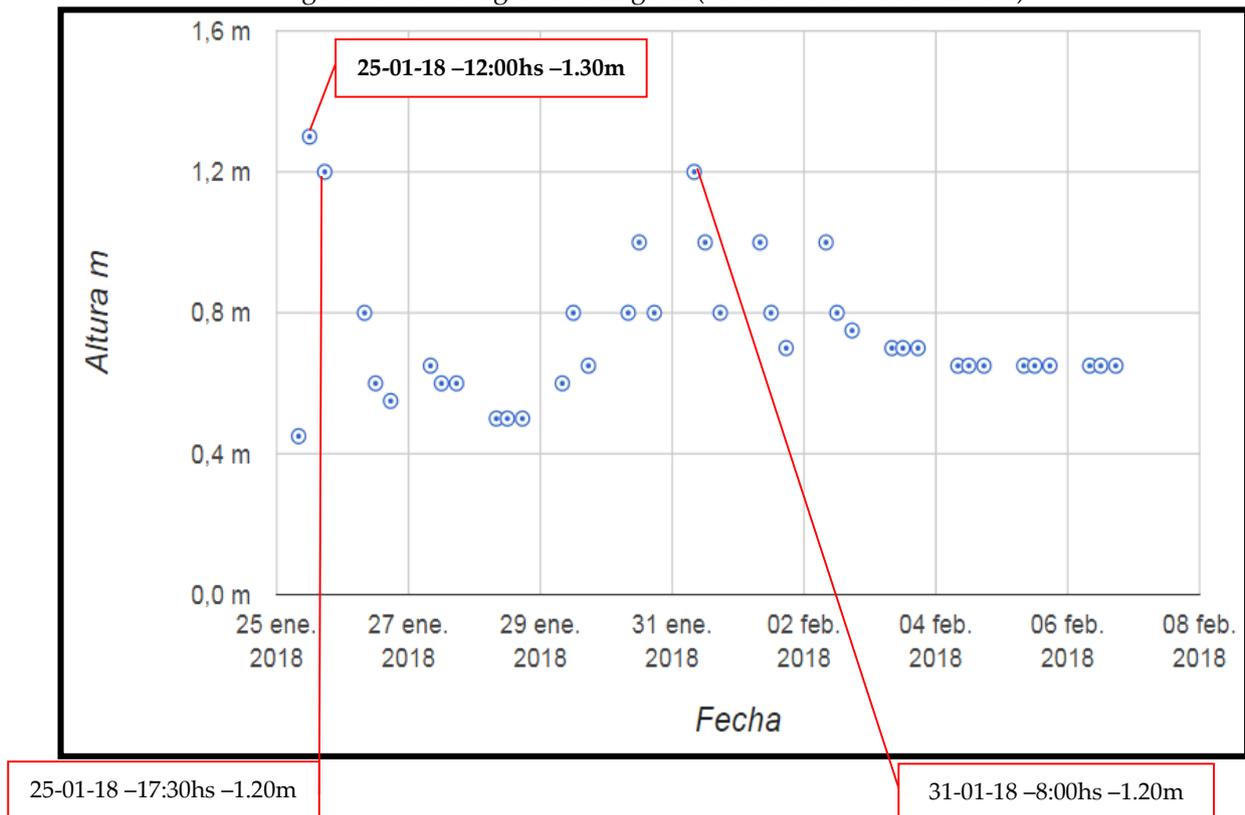
Estación Cotagaita (río Cotagaita):

El día **25 de enero** se registró a las **12:00hs** un nivel de **1.30m** (máximo nivel registrado desde el **1º de enero**). A las **17:30hs** el nivel descendió a **1.20m**.

A partir del día **26 de enero** hasta el **30** a las **12:00hs**, los niveles se mantuvieron por debajo de **1m**, variando entre **0.50m** y **0.80m**. A las **12:00hs** se registró un nuevo pico de **1m**. Los niveles comenzaron a incrementarse a partir del día **31 de enero**. A las **8:00hs** el nivel fue de **1.20m**, desde ese día a las **12:00hs** hasta el día **2 de febrero** a las **8:00hs** los niveles no tuvieron incrementos significativos, el máximo registrado para ese período fue de **1m** los días **1º y 2 de febrero** a las **8:00hs**.

Desde las **12:00hs** del día **2** hasta las **17:30hs** del **6 de febrero** los niveles se mantuvieron por debajo de **1m**, variando los mismos entre **0.65m** y **0.80m**, nivel promedio **0.68m**.

Figura N° 9: hidrograma Cotagaita (25 de enero al 6 de febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Palca Grande (río Tumusla):

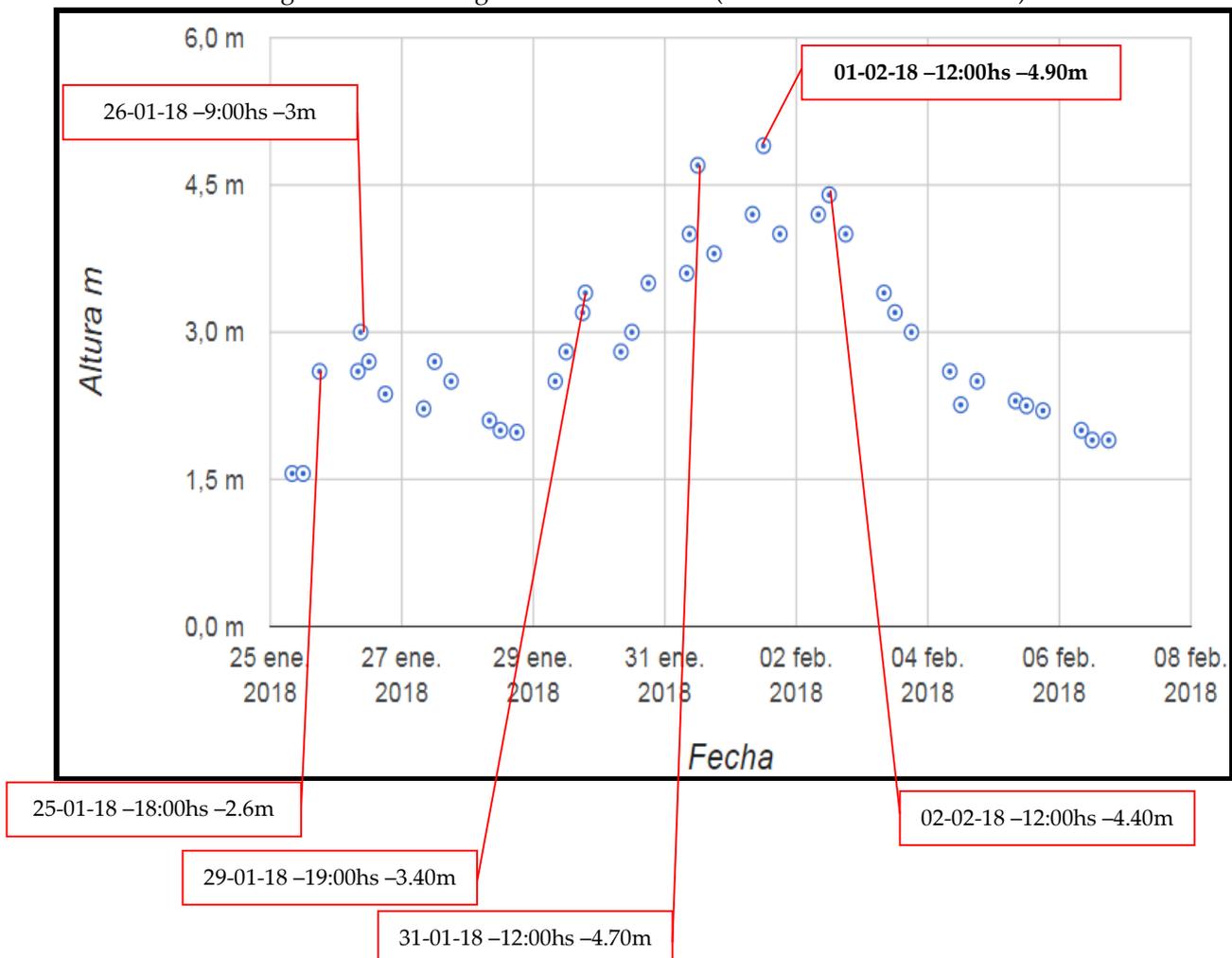
El día **25 de enero** a las **18:00hs** se registró un primer pico con un nivel de **2.60m**. El nivel se mantuvo estable hasta el **26** a las **9:00hs**, momento en que se registró un nivel de **3m**. A partir de las **12:00hs** de ese día los niveles descendieron hasta el día **29** a las **18:00hs** y **19:00hs**, cuando se registraron niveles de **3.20m** y **3.40m** respectivamente.

En las primeras horas del día **30 de enero** los niveles estuvieron por debajo de los **3m**, a las **12:00hs** de ese día se registró un nivel de **3m**, nivel que fue superado por el de las **18:00hs (3.50m)**. Los niveles continuaron ascendentes hasta el **31 de enero** a las **9:00hs**, cuando se registró un nivel de **4m**. A las **12:00hs** el nivel fue de **4.70m** y a las **18:00hs** del día el nivel registrado fue de **3.80m**.

Entre los días **1º y 2 de febrero** los niveles se mantuvieron por encima de los **4m**, registrándose el día **1º** un nivel de **4.90m** a las **12:00hs (nivel máximo registrado desde el 1º de enero)**.

Desde el día **3** hasta el día **6** los niveles se registraron por debajo de los **4m**, variando entre **1.90m** y **3.40m**, nivel promedio **2.46m**.

Figura N° 10: hidrograma Palca Grande (25 de enero al 6 de febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

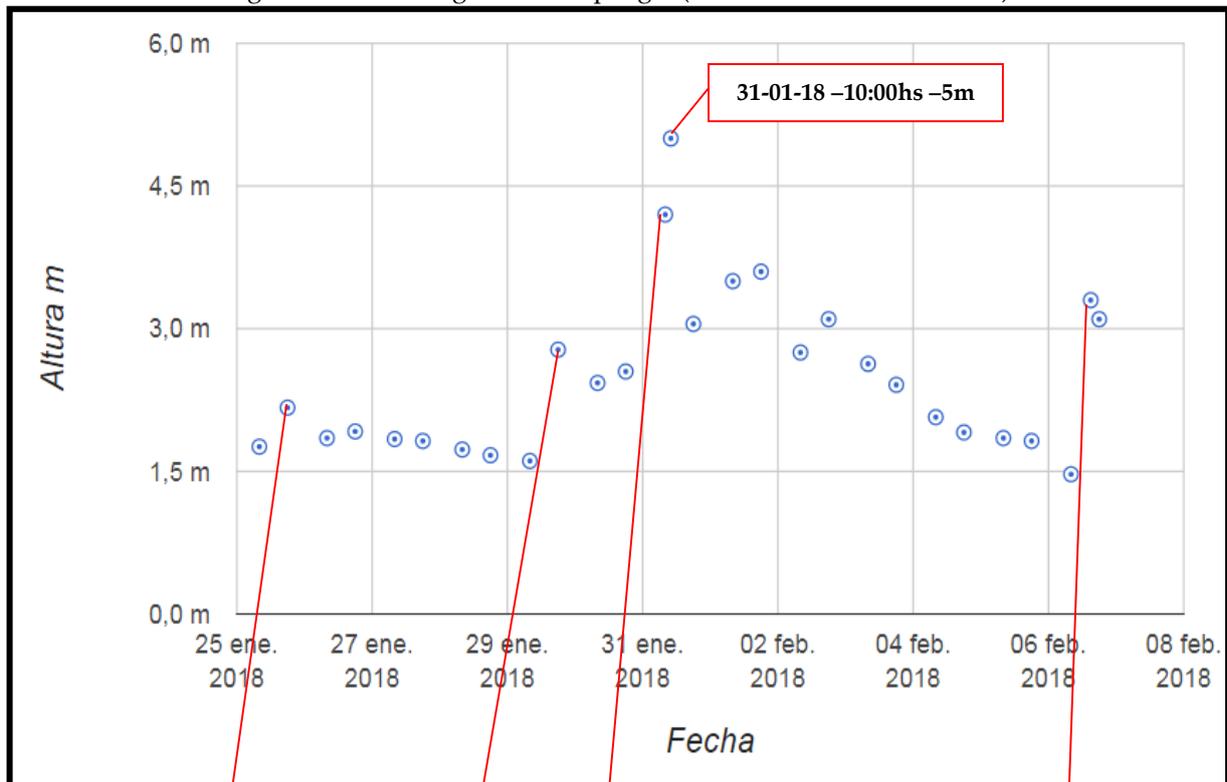
Estación Chuquiago (río San Juan del Oro):

Al igual que en la estación Palca Grande, el día **25 de enero** a las **18:00hs** se produjo un pico de **2.17m**. Desde el día **26 al 29 de enero** a las **8:00hs** los niveles se registraron por debajo de los **2m**, variando los mismos entre **1.61m** y **1.92m**. El día **29 de enero** a las **18:00hs** se registró un nivel de **2.78m**, a partir de este momento hasta el día **30 de enero** a las **18:00hs** los niveles se mantuvieron por encima de los **2m**.

Los registros del día **31 de enero** fueron: a las **8:00hs** de **4.20m** y a las **10:00hs** de **5m** (**nivel máximo registrado desde el 1º de enero**). A las **18:00hs** el nivel registrado fue de **3.05m**.

El día **1º de febrero** los registros fueron de **3.50m** y **3.60m** a las **8:00hs** y **18:00hs** respectivamente. El día **2** a las **18:00hs** se registró un nivel de **3.10m**. Pasado este día los niveles se mantuvieron por debajo de los **3m** variando entre **1.47m** y **2.63m**, nivel promedio **2.02m**. El **6 de febrero** a las **15:00hs** el nivel registrado fue de **3.30m** y a las **18:00hs** de **3.10m**.

Figura N° 11: hidrograma Chuquiago (25 de enero al 6 de febrero)



25-01-18 -18:00hs -2.17m

29-01-18 -18:00hs -2.78m

31-01-18 -8:00hs -4.20m

06-02-18 -15:00hs -3.30m



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación El Puente (río San Juan del Oro)

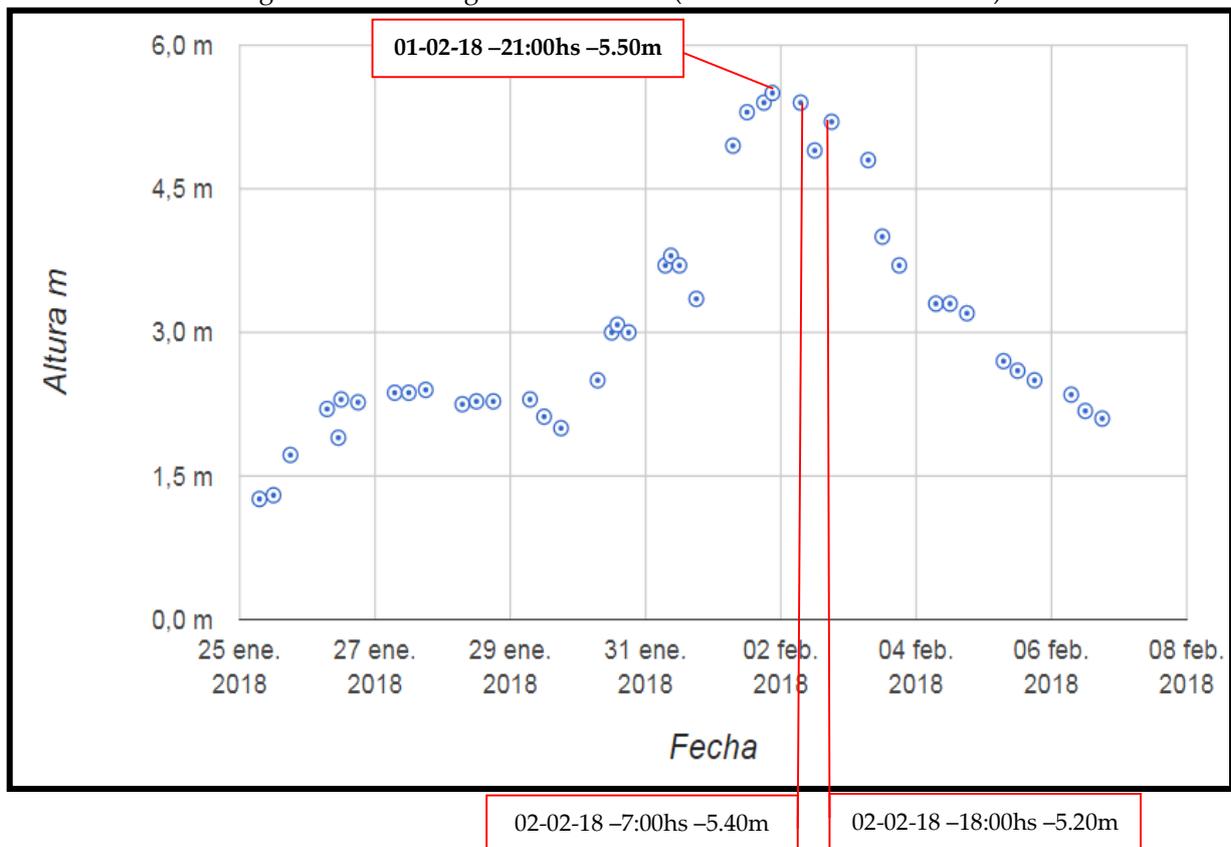
En esta estación, al igual que lo sucedido en las últimas dos estaciones descriptas, se registró un incremento de nivel el día **25 de enero** a las **18:00hs (1.72m)**. Los niveles continuaron en ascenso, llegando el **26** a un máximo de **2.30m** a las **12:00hs**. Los niveles hacia el final del día continuaron superando los **2m**.

El día **27 de enero** se registró un nivel máximo del día de **2.40m** a las **18:00hs**, pasado este registro los niveles descendieron durante el día **28**, en el que el máximo nivel fue de **2.28m** a las **12:00hs** y **18:00hs**.

Desde el **30 de enero** a las **12:00hs** hasta el **4 de febrero** a las **18:00hs** los niveles se mantuvieron por encima de los **3m**, registrándose el día **1º de febrero** a las **12:00hs** un nivel de **5.30m**, a las **18:00hs** un nivel de **5.40m** y a las **21:00hs** un nivel de **5.50m (máximo nivel registrado desde el 1º de enero)**. El día **2 de febrero** se registraron dos picos de **5.40m** a las **7:00hs** y de **5.20m** a las **18:00hs**.

A partir del **5 de febrero** a las **7:00hs** hasta el **6 de febrero** a las **18:00hs** los niveles variaron entre **2.10m** y **2.70m**, nivel promedio **2.41m**.

Figura N° 12: hidrograma El Puente (25 de enero al 6 de febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Puente Aruma (río Pilcomayo):

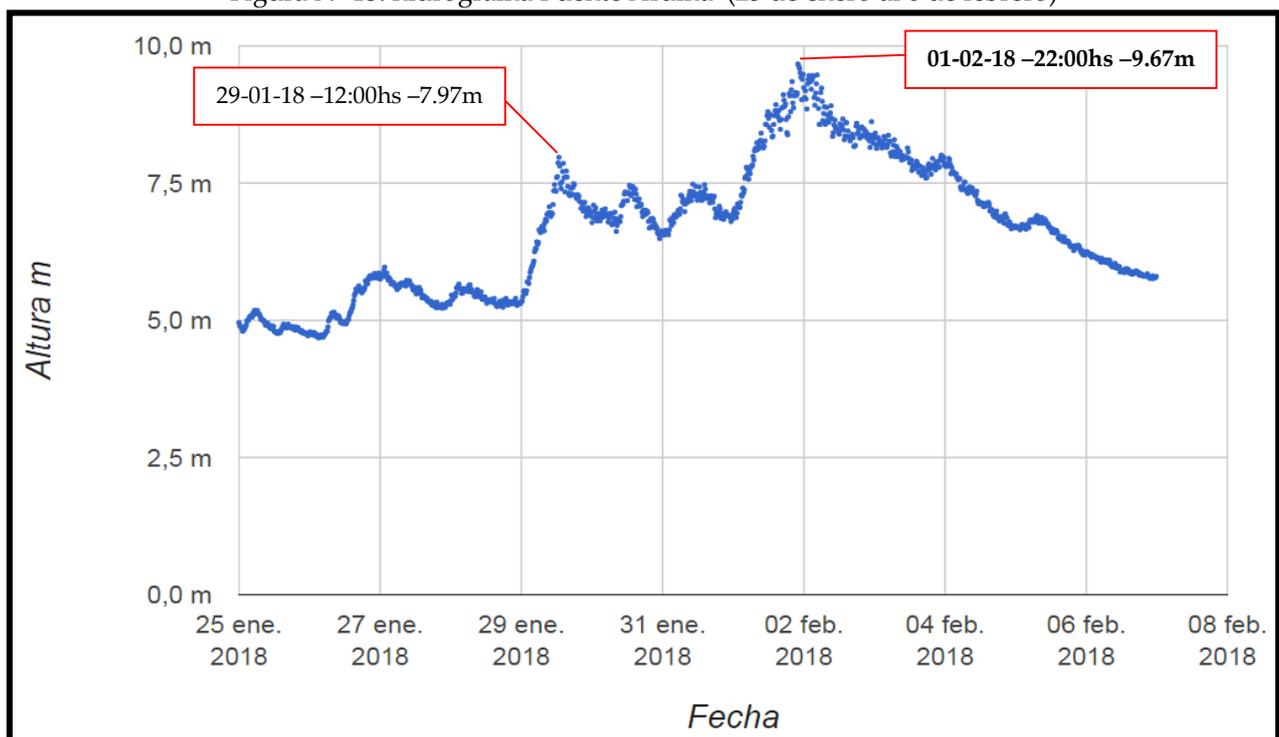
A partir del día **26 de enero** a las **6:45hs** los niveles superaron los **5m** y se mantuvieron por encima de ese valor hasta el **29** a las **3:35hs**. En el período mencionado los niveles variaron entre **5.02m** y **5.99m**, nivel promedio **5.46m**.

Desde las **4:00hs** hasta las **10:30hs** del día **29 de enero** los niveles registrados fueron superiores a **6m**, variando entre **6.03m** y **6.96m**, nivel promedio **6.63m**. A partir de las **10:45hs** del mismo día los niveles superaron los **7m**, se mantuvieron por encima de este nivel hasta las **23:00hs** del mismo día, oscilando entre **7 m** y **7.97m**, nivel promedio **7.38m**. A partir de las **23:15hs** del día **29** hasta las **9:45hs** del **30** los niveles se mantuvieron entre los **6m** y **7m**, variando desde **6.62m** a **6.99m**, nivel promedio **6.87m**. Nuevamente a partir de las **10:00hs** del día **30 de enero** los niveles superaron los **7m**. Éstos se mantuvieron sobre dicho nivel hasta las **16:45hs** del mismo día, variando entre **7.07m** y **7.46m**, nivel promedio **7.25m**. Desde las **17:00hs** del día **30** hasta las **5:00hs** del día **31** los niveles variaron entre **6.49m** y **6.99m**, nivel promedio **6.75m**. A partir de las **5:15hs** hasta las **17:45hs** del día **31** los niveles se mantuvieron entre **7m** y **7.48m**, nivel promedio **7.24m**. Desde las **18:00hs** del día **31** de enero hasta la **1:15hs** del día **1º de febrero** los niveles variaron entre **6.80m** y **6.98m**, nivel promedio **6.90m**. A partir de la **1:30hs** hasta las **7:00hs** del día **1 de febrero** los niveles se mantuvieron entre **7.05m** y **7.99m**, nivel promedio **7.51m**.

A partir de las **7:15hs** del **1º de febrero** hasta las **8:15hs** del **3** los niveles se mantuvieron altos, superando los **9m**. En dicho período se registró un nivel mínimo de **8.02m** y un nivel máximo el **1º de febrero** a las **22:00hs** de **9.67m** (nivel máximo registrado desde el **1º de enero**), nivel promedio **8.61m**.

Desde las **8:30hs** del **3 de febrero** los niveles comenzaron a descender nuevamente, pero se registró ese día un pico de **8.14m** a las **11:15hs**, pasado el cual los niveles descendieron notablemente hasta las **23:45hs** del día **6**, variando los mismos entre **5.76m** y **7.98m**, nivel promedio **6.79m**.

Figura N° 13: hidrograma Puente Aruma (25 de enero al 6 de febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Villa Montes (río Pilcomayo):

En esa estación los niveles se mantuvieron por debajo de los **3m** desde las **00:00hs** del día **26 de enero** hasta las **3:30hs** del **29**, variando entre **1.97m** y **2.90m**, nivel promedio **2.47m**.

A partir de las **3:45hs** del **29** los niveles superaron los **3m**, llegando a registrarse ese mismo día a las **23:45hs** un primer pico de **5.38m**. Los niveles se mantuvieron por encima de los **5m** hasta las **3:00hs** del día **30 de enero**. Desde las **3:15hs** del **30** hasta las **14:30hs** del **1º de febrero** los niveles se encontraron por debajo de los **5m**, con niveles variando entre **4m** y **4.97m**, nivel promedio **4.46m**.

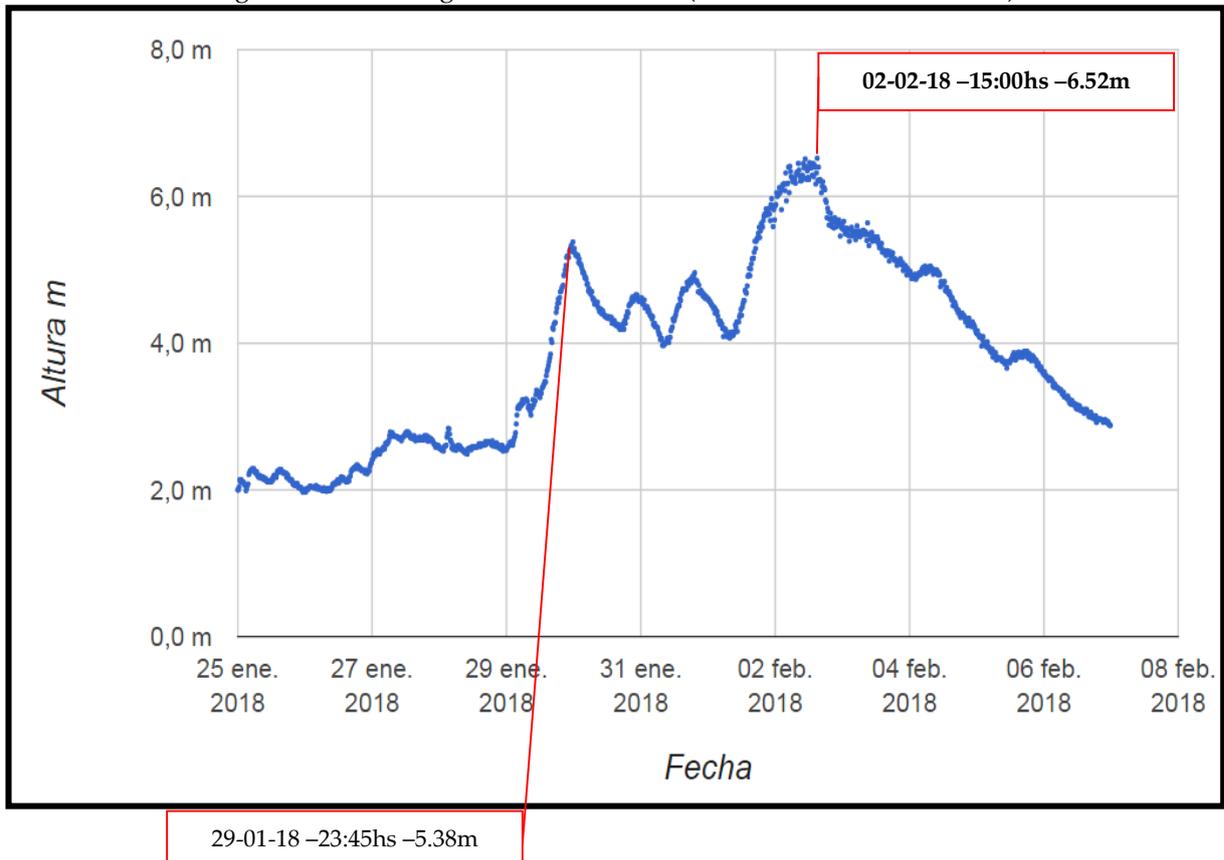
A partir de las **14:45hs** del día **1º de febrero** hasta las **00:15hs** del siguiente los niveles se encontraron por encima de los **5m**, variando entre **5.01m** y **5.97m**, nivel promedio **5.57m**.

A las **00:45hs** del **2 de febrero** los niveles comienzan a aumentar, superando los **6m**. Se registró un pico el **2 de febrero** a las **15:00hs** de **6.52m** (**nivel máximo registrado desde el 1º de enero**), pasado el cual los niveles descendieron.

Desde las **18:00hs** del día **2** hasta las **1:30hs** del **5 de febrero** los niveles se mantuvieron entre **4.08m** y **5.95m**, nivel promedio **5.06m**.

Desde el día **5** a las **2:45hs** hasta las **23:45hs** del día **6**, los niveles se mantuvieron en descenso, variando entre **2.88m** y **3.99m**, nivel promedio **3.47m**.

Figura N° 14: hidrograma Villa Montes (25 de enero al 6 de febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Considerando los registros desde el 2 de agosto de 1973 al 6 de febrero de 2018, la crecida registrada en la estación (**6.52m**) se encuentra en la posición N° 8.

En la Tabla N° 2 se detallan los 10 niveles máximos registrados para el período de información descripto, año hidrológico y fecha de registro.

Tabla N° 2: máximos niveles (m), Villa Montes (02-08-1973 a 06-02-2018)

Año hidrológico	Fecha	Nivel máximo (m)
2006-2007	17/01/2007	9.70
1983-1984	22/03/1984	7.82
1998-1999	22/03/1999	7.64
2004-2005	14/02/2005	7.00
1978-1979	30/01/1979	6.84
2012-2013	21/01/2013	6.70
2005-2006	23/01/2006	6.60
2017-2018	02/02/2018	6.52
2003-2004	01/01/2004	6.50
2007-2008	26/01/2008	5.90

Estación Misión La Paz (río Pilcomayo):

En esa estación los niveles comenzaron a superar los **5m** el **27 de enero** a las **23:00hs**. El **28** los niveles continuaron en ascenso registrándose un primer pico de **5.54m** a las **21:00hs**.

Continuando la tendencia creciente, el día **29 de enero** se registró un máximo diario de **5.75m** a las **9:00hs**. Otros niveles registrados en el día variaron entre **5.60m** y **5.73m**, nivel promedio **5.70m**.

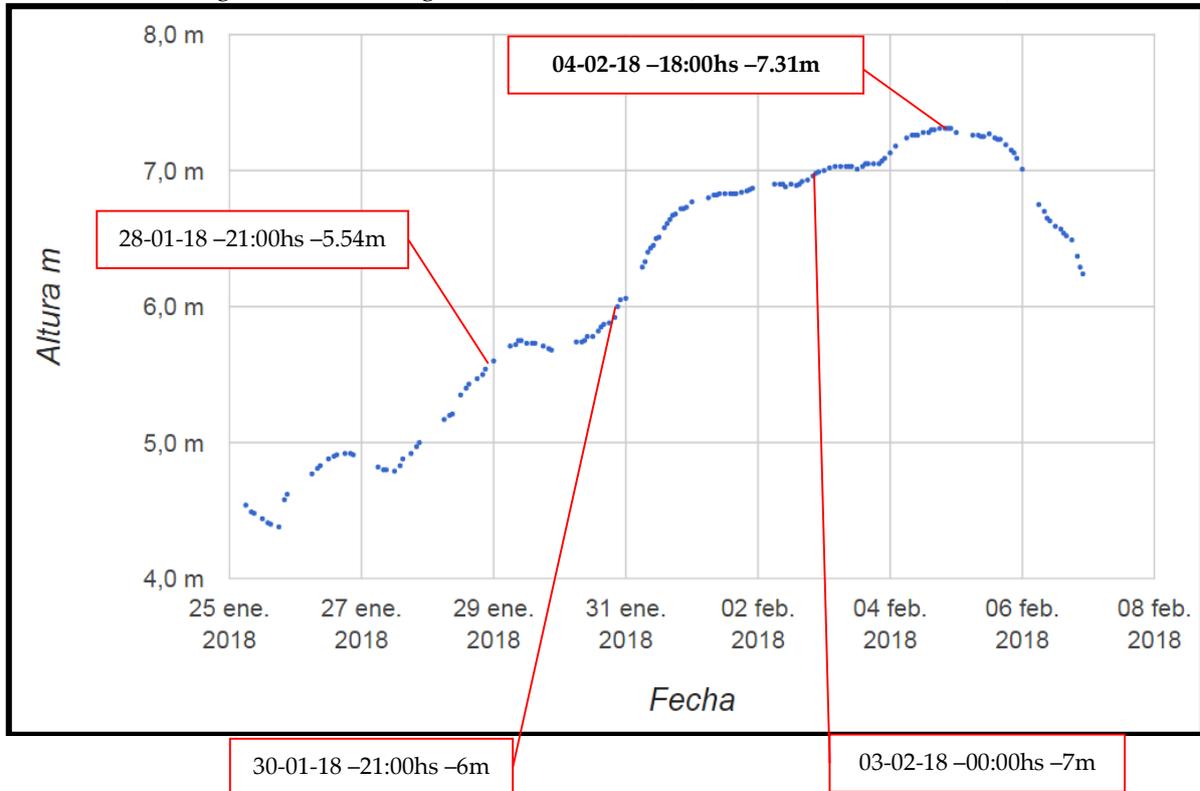
A partir de las **21:00hs** del **30 de enero** los niveles superaron la barrera de los **6m**, se mantuvieron por encima de este nivel hasta las **22:00hs** del día **2 de febrero**, registrándose en dicho períodos niveles entre **6m** y **6.99m**, nivel promedio **6.70m**

Desde el día **3 de febrero** a las **00:00hs** hasta el **6** a las **00:00hs** los niveles se mantuvieron por encima de los **7m**. El máximo nivel registrado fue de **7.31m** (**máximo nivel desde el 1° de enero**) el día **4 de febrero** a las **18:00hs**, que se mantuvo hasta las **22:00hs** del mismo día. El mínimo nivel registrado en el período fue de **7.00m**, nivel promedio **7.17m**. Desde las **06:00hs** hasta las **22:00hs** del **6 de febrero** los niveles estuvieron por encima de los **6m**, variando entre **6.24m** y **6.75m**, nivel promedio **6.53m**.



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
 DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Figura N° 15: hidrograma Misión La Paz (25 de enero al 6 de febrero)



Considerando los registros desde el 2 de septiembre de 1964 al 6 de febrero de 2018, la crecida registrada en la estación se encuentra en la posición N° 1.

En la Tabla N° 3 se detallan los 10 niveles máximos registrados para el período de información descripto, año hidrológico y fecha de registro.

Tabla N° 3: máximos niveles (m), Misión La Paz (02-09-1964 a 06-02-2018)

Año hidrológico	Fecha	Nivel máximo (m)
2017-2018	04/02/2018	7.31
1983-1984	22/03/1984	7.16
1987-1988	18/03/1988	6.95
1978-1979	02/02/1979	6.90
2006-2007	19/01/2007	6.74
2004-2005	16/02/2005	6.70
2011-2012	13/02/2012	6.67
2007-2008	27/01/2008	6.65
2012-2013	22/01/2013	6.60
2009-2010	27/02/2010	6.54



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Sin embargo, este valor más alto de la serie de alturas no se corresponde con un nivel máximo en materia de caudales. El ascenso medio del fondo del cauce producido, fundamentalmente, desde el verano de 2015¹ determina la necesidad del río de incrementar su nivel para erogar caudales que, sin dicha disminución de su sección de pasaje, hubieran requerido menor altura hidrométrica.

En la siguiente Tabla N° 3.1 se puede apreciar un conjunto de caudales de crecidas, calculados para años hidrológicos en los que la existía una cantidad y calidad de aforos suficiente como para construir razonables curvas H-Q, ordenados en forma decreciente.

En la misma se puede apreciar, que aunque el 4 de febrero de 2018 se dio el mayor valor de altura hidrométrica, ese valor del caudal fue superado en todos los eventos presentados con registros de alturas menores.

Tabla N° 3.1: máximos caudales (m/s), Misión La Paz

Año Hidrológico	fecha	nivel máximo (m)	caudal (m3/s)
2012-2013	22/01/2013	6,6	6712
1983-1984	22/03/1984	7,16	4585
1978-1979	01/02/1979	6,38	3780
1987-1988	18/03/1988	6,95	2464
2017-2018	04/02/2018	7,31	1727

¹ Evaluación de los datos hidrológicos obtenidos en la cuenca del río Pilcomayo correspondiente al año hidrológico 2016-2017. DE CTN UMyCD. diciembre de 2017



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

2 - Tiempo de traslado del pico:

Con los registros de las estaciones automáticas en Talula, Puente Aruma y Villa Montes, y los datos de escalas en Misión La Paz, se calcularon los tiempos de traslado del pico de crecida entre las estaciones mencionadas. (Figura N° 16 y Tablas N° 4 y N° 5).

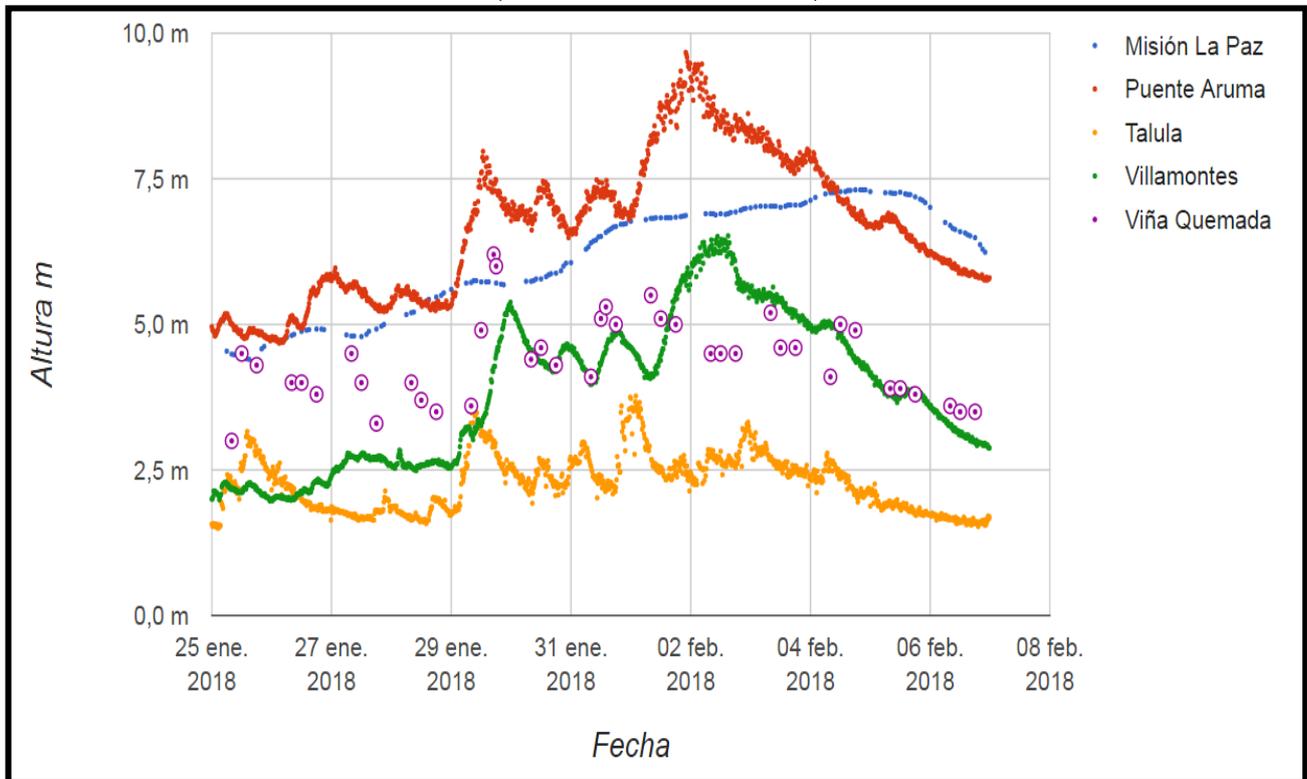
Tabla N° 4: tiempo de traslado pico de crecida

Estación	Fecha y Hora	Nivel máximo (m)	Tiempo de traslado pico de crecida en horas
Talula	1-2-18 2:00	3.77	20.00
Puente Aruma	1-2-18 22:00	9.67	
Puente Aruma	21-1-18 10:30	7.11	12.75
Villa Montes	21-1-18 23:15	3.82	
Puente Aruma	29-1-18 12:00	7.97	11.00
Villa Montes	29-1-18 23:00	5.38	
Puente Aruma	1-2-18 22:00	9.67	17.00
Villa Montes	2-2-18 15:00	6.52	
Villa Montes	21-1-18 23:15	3.82	48.75
Misión La Paz	24-1-18 0:00	5.75	
Villa Montes	2-2-18 15:00	6.52	51.00
Misión La Paz	4-2-18 18:00	7.31	



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Figura N° 16: hidrogramas Talula, Viña Quemada, Puente Aruma, Villa Montes, Misión La Paz
 (25 de enero al 6 de febrero)



Cabe recordar los tiempos de traslado de los picos de crecidas anteriores.

Tabla N° 5: comparación tiempo de traslado entre Villa Montes – Misión La Paz

Fecha de crecida	Tiempo de traslado entre Villa Montes –Misión La Paz
21-22 de enero 2013	33hs
1-3 de febrero 2014	37hs
15-16 de febrero 2015	30hs
1-3 de marzo 2015	27hs
28-29 de febrero 2016	34hs
27-29 de marzo 2017	44hs
1-2 de abril 2017	34hs
21-24 de enero 2018	48.75hs
2-4 de febrero 2018	51hs

Se aprecia que el registrado en la crecida enero – febrero 2018 fue el mayor de todos los registros analizados en la Tabla N° 5. Ello puede haberse debido a una mayor ocupación de planicies de inundación laterales, ensanchamiento del cauce y disminución de velocidades de escurrimiento.



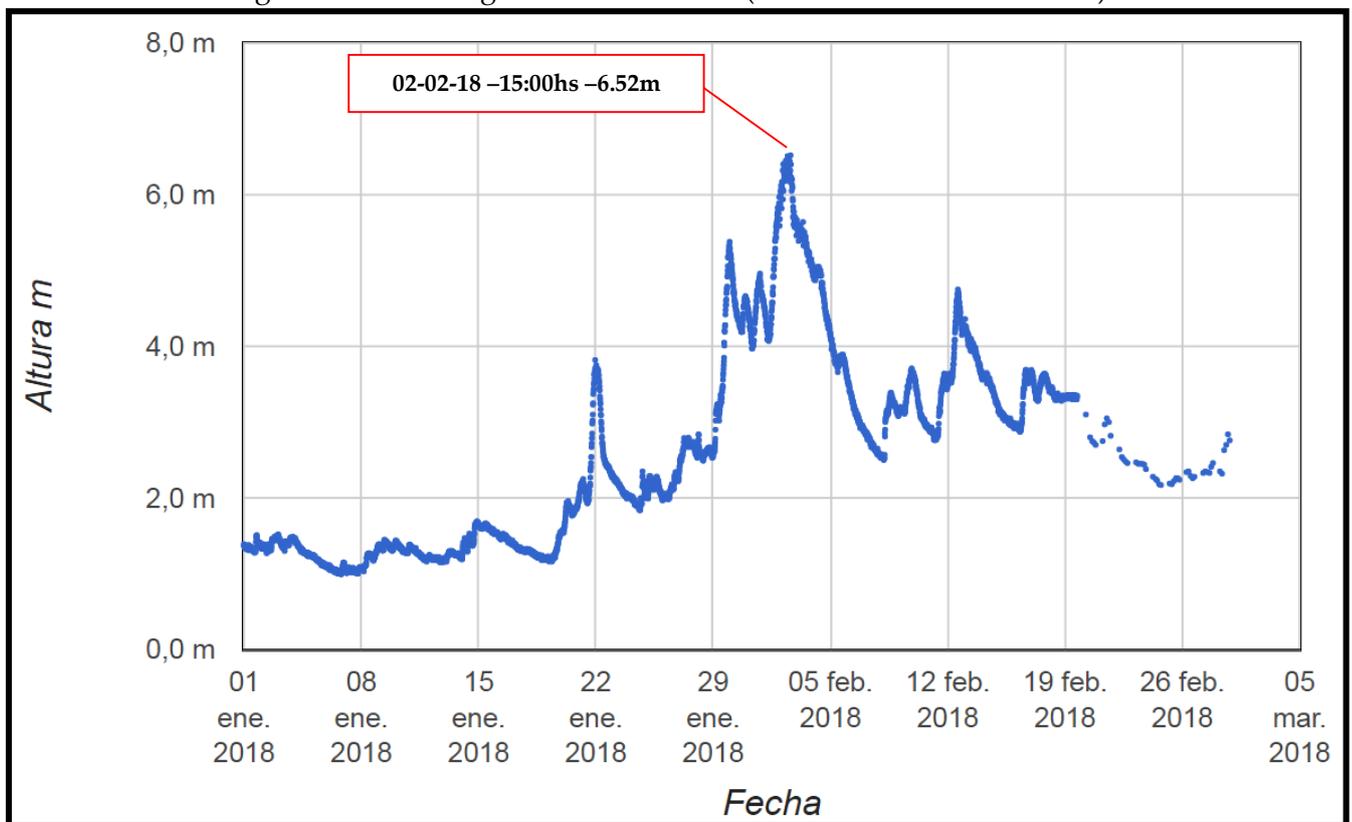
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

3 - Caudales:

Con los niveles máximos registrados en las estaciones de Villa Montes y Misión La Paz y sus respectivas curvas H-Q se calcularon los caudales máximos.

Para Villa Montes se obtuvo el hidrograma que se presenta en la Figura N° 17, en el que se aprecia que la misma tuvo su pico máximo el día **2 de febrero con 6.52m**

Figura N° 17: hidrograma Villa Montes (1 de enero al 28 de febrero)

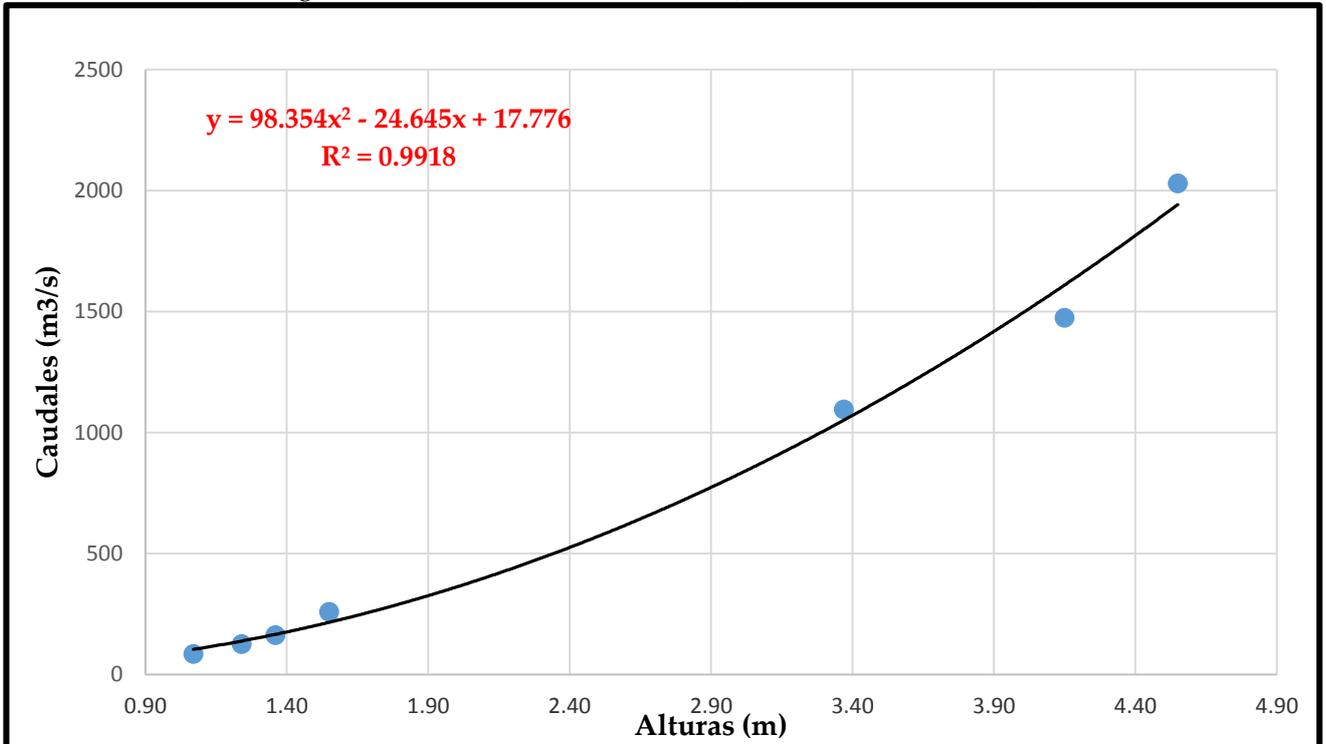


La sección Villa Montes es considerada relativamente estable. Para el cálculo de la curva H-Q correspondiente a esta crecida se tomaron los aforos efectuados entre el 2 de enero y el 1º de febrero de 2018. La misma se exhibe en la figura N° 18.



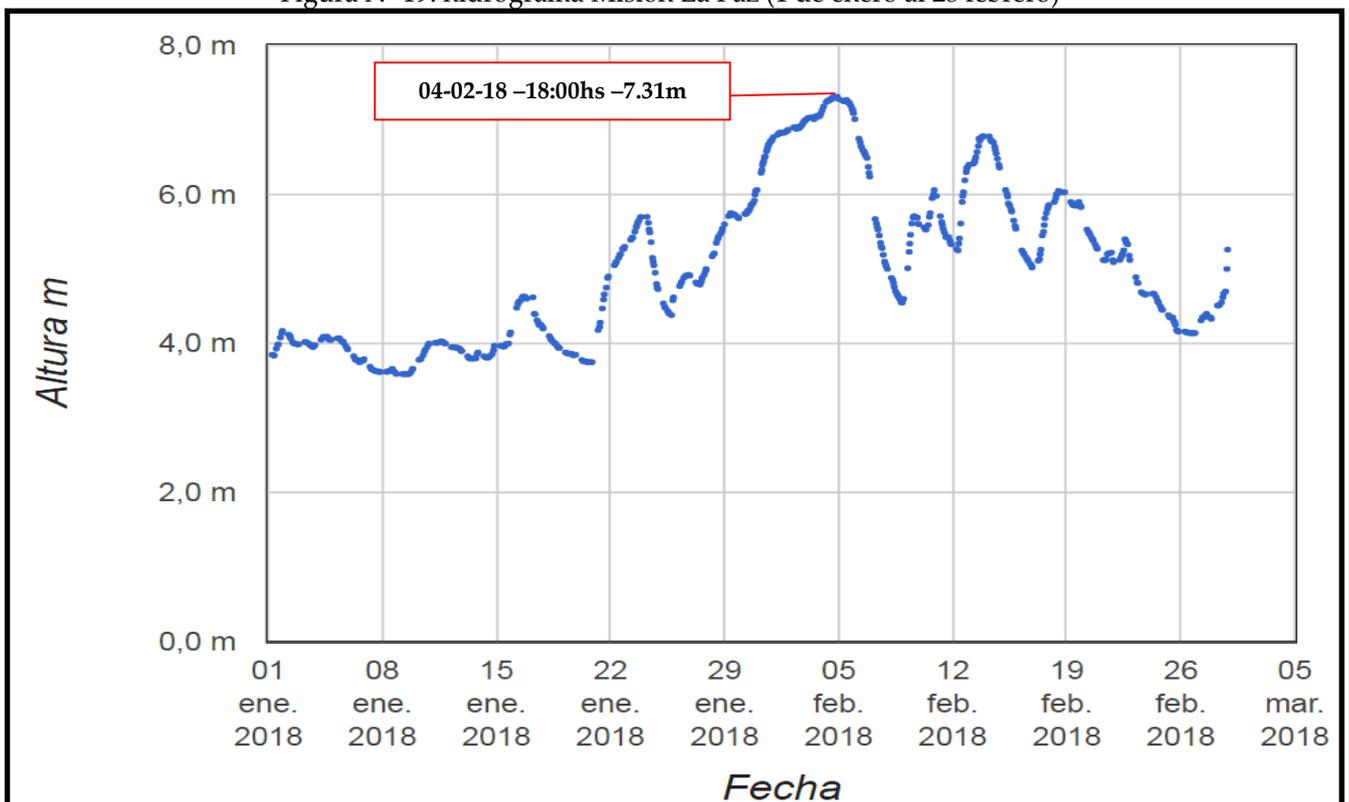
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Figura N° 18: curva H-Q Villa Montes (2 de enero al 1 de febrero)



Para Misión la Paz se obtuvo el hidrograma de la Figura N° 19.

Figura N° 19: hidrograma Misión La Paz (1 de enero al 28 febrero)





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Se puede apreciar allí que los caudales empezaron a aumentar desde los primeros días de enero y tuvieron su pico el 4 de febrero. En dicho lapso se pudo haber producido una erosión del cauce. A partir de allí se tiene la rama descendente del hidrograma, produciéndose, consecuentemente, el inicio de un proceso de deposición de los sedimentos.

Por ello, se han seleccionado, de los aforos disponibles de dichos meses, los comprendidos entre el 6 de enero y el 7 de febrero.

La curva H-Q que se obtuvo de dicho análisis se presenta en la Figura N° 20.

Figura N° 20: curva H-Q Misión La Paz (6 de enero al 7 de febrero)

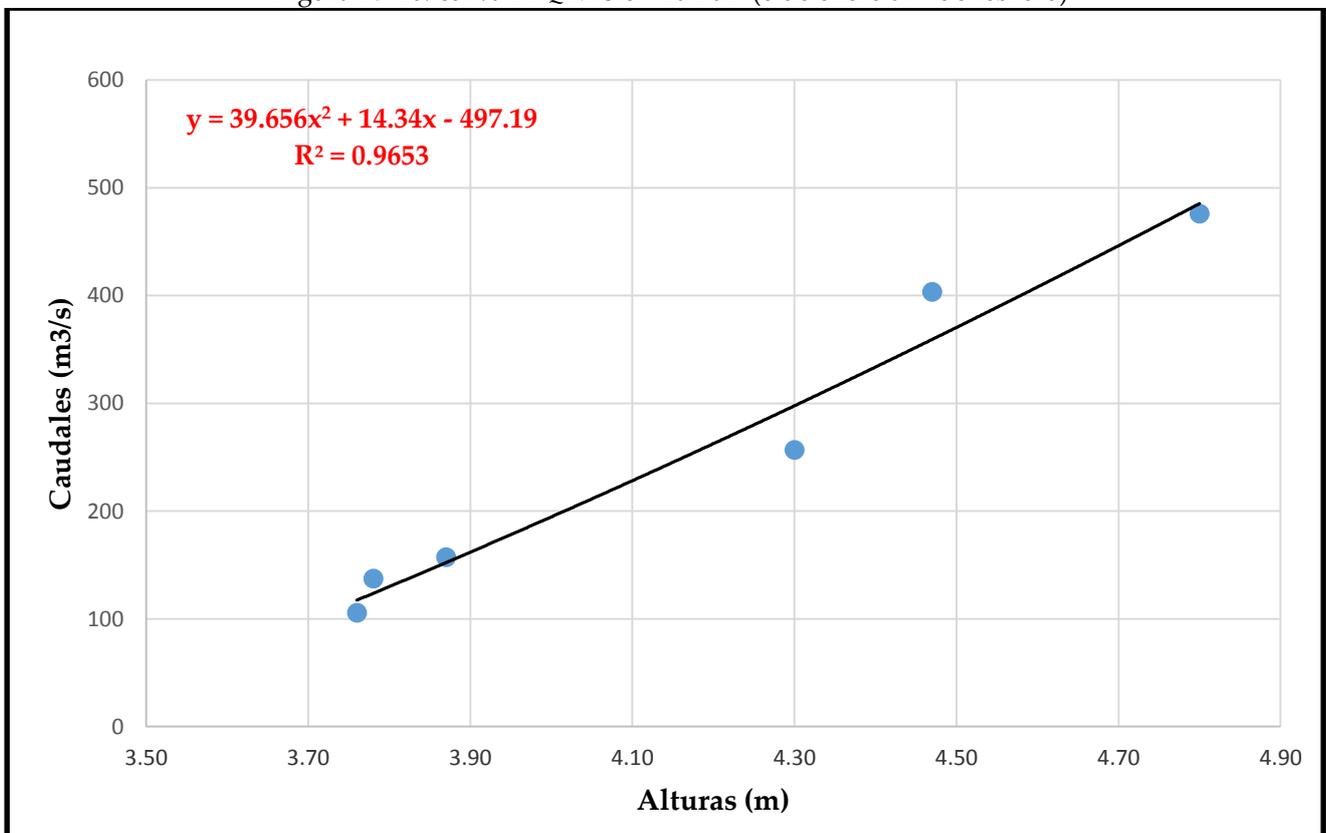


Tabla N° 6: caudales máximos, Villa Montes, Misión La Paz

Estación	Nivel máximo (m)	Caudal máximo (m³/s)
Villa Montes	6.52	4038
Misión La Paz	7.31	1727

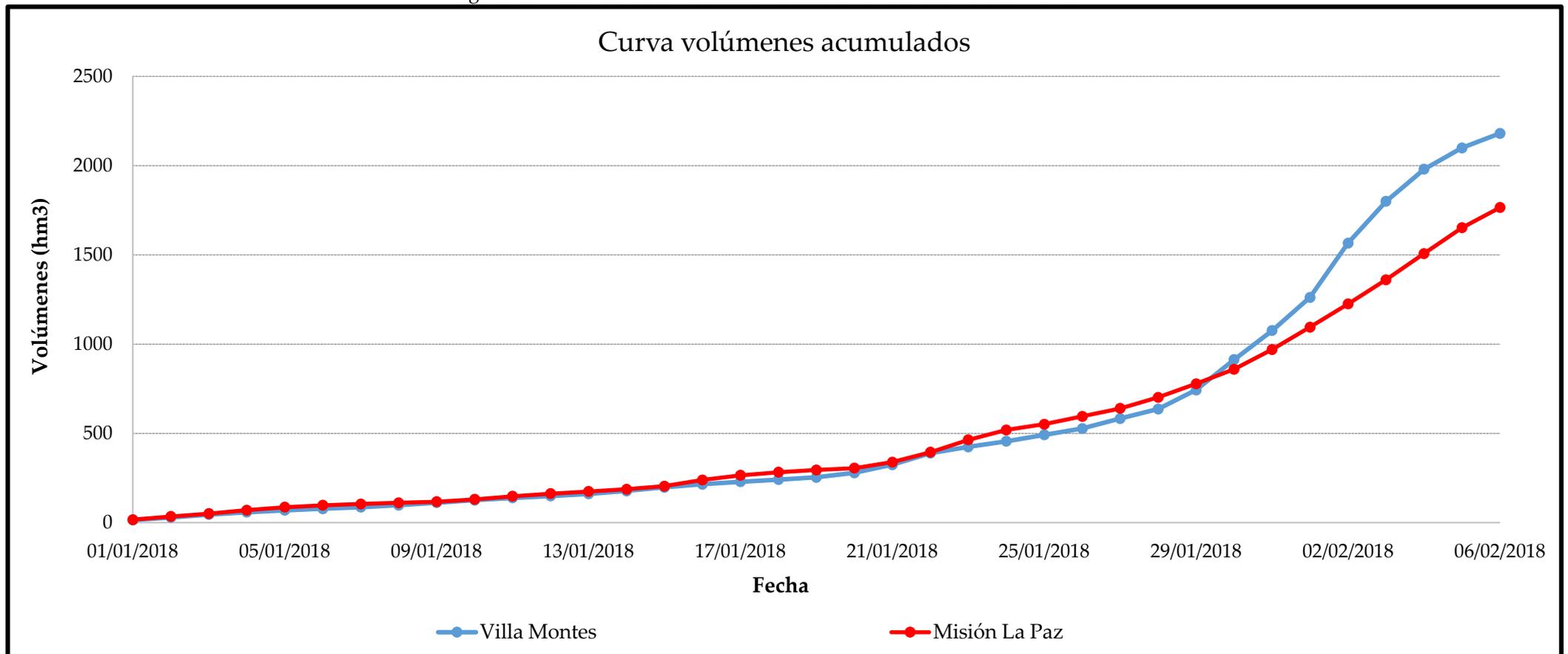


COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

4 - Derrames:

Con las alturas medias diarias registradas desde el 1 de enero al 6 de febrero se calcularon los derrames acumulados en las estaciones de Villa Montes y Misión La Paz.

Figura N° 21: Curva volúmenes acumulado Villa Montes – Misión La Paz





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Como se observa en la Figura N° 21, el derrame total para el período considerado fue en la estación Villa Montes de **2180 hm³** y en la estación Misión La Paz de **1764 hm³**. Las causas de esta disminución pueden atribuirse a las ocupaciones de cauce mayor y desbordes producidos aguas arriba de Misión la Paz (desde Monte Carmelo, La Estrella, en margen derecha). (Figuras 1.2 y 1.3 del Anexo 2)

5 – Conclusiones:

- Se observa que a causa de las precipitaciones para el período analizado la crecida producida por las mismas tuvo lugar en todas las estaciones hidrométricas del río Pilcomayo y sus tributarios.
- **El fondo del cauce del Pilcomayo en la sección de aforo de la SSRH RA (Misión La Paz) se ha levantado.** Consecuentemente, caudales semejantes han necesitado levantar su nivel para poder pasar por dicha sección. En la Tabla N° 7 se puede apreciar (área sombreada) que a partir de fines de 2015, para alturas del orden de los 3m (aguas bajas) los caudales erogados fueron sensiblemente menores que para fechas anteriores.

Tabla N° 7

COMPARACIÓN DE CAUDALES PASANTES POR MISIÓN LA PAZ CON AGUAS BAJAS		
Fecha	altura	caudal
04/03/2013	2,97	235
13/06/2014	2,77	58
10/05/2015	3,28	193
10/05/2016	3,50	53
03/08/2016	3,54	24
14/11/2016	3,50	35
29/08/2017	3,37	11

Análogamente, para aguas altas, se puede apreciar en la Tabla N° 8 que, en febrero de 2018, un caudal de 1209 m³/s necesitó elevar la cota del pelo de agua a 6,00m mientras que en el mismo mes de 2014, un caudal mayor (1647 m³/s) sólo requirió 5.42m.

Tabla N° 8

COMPARACIÓN DE CAUDALES PASANTES POR MISIÓN LA PAZ CON AGUAS ALTAS		
Fecha	altura	caudal
05/02/2014	5,42	1.647
17/02/2018	6,00	1.209



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Esta elevación del fondo de la sección determinó que para el paso de los caudales de la reciente crecida se superaran las márgenes y se produjeran desbordes como los que se muestran en la Figura 1.5 del Anexo 4.

En dicha imagen de Misión La Paz – Pozo Hondo se ve la ocupación de todo el cauce en la curva de La Estrella y los desbordes producidos por margen derecha, el desplazamiento del agua junto al costado del anillo de protección, el cote de la ruta 54, la circulación del agua por sus banquetas así como su derrame hacia el sur. Asimismo se aprecia que el agua también se recostó sobre el anillo de defensa de Pozo Hondo afectándolo en un tramo de escasa longitud.

- Los valores de caudales en las estaciones Villa Montes y Misión La Paz, son valores estimados a partir de curvas H-Q. Dichas curvas fueron construidas a partir de valores de caudales aforados en aguas bajas y medias. Las mismas podrán ajustarse en la medida que se disponga de caudales medidos con precisión para niveles superiores a los mostrados en las Figuras N° 18 y N° 20.

Se hace evidente, entonces, la necesidad de medir el perfil transversal de la sección y la velocidad del agua en los picos de las crecidas - muy especialmente en Misión la Paz, cuyo fondo es altamente dependiente de las velocidades del agua y su capacidad erosiva. Para ello no son válidos (ni seguros para los observadores) los métodos convencionales de aforo desde carro con molinetes o flotadores. Se recomienda la difusión y generalización de métodos no invasivos tales como corridas de equipos medidores de velocidades del agua, secciones mojadas y profundidades por efecto doppler (ADCP).

DE CTN UMyCD
01MAR18

ANEXO 1

Figura N° 1.1: mapa estaciones alerta hidrológico





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
 DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

ANEXO 2

Figura Nº 1.2: polígono de Thiessen

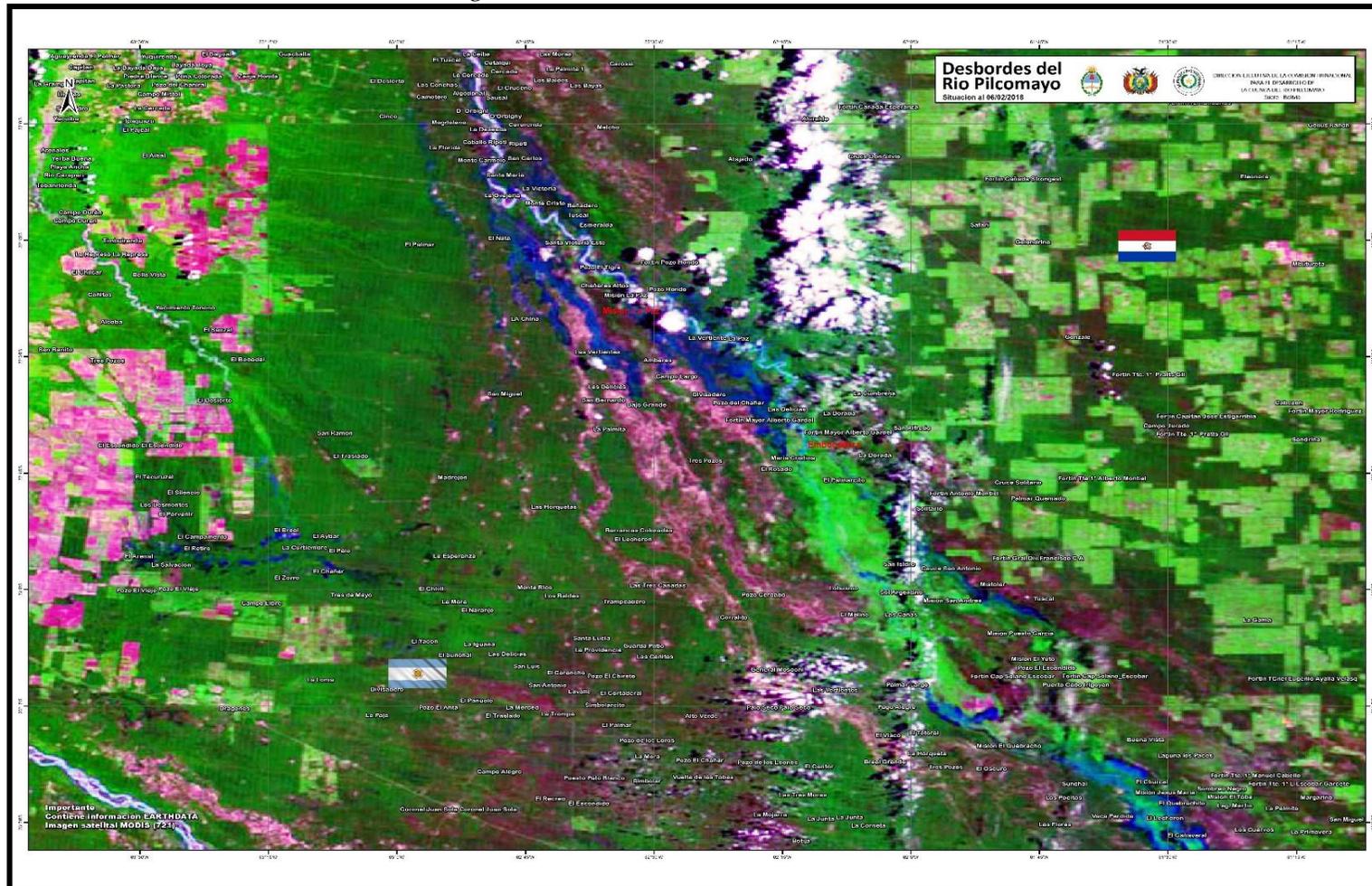




COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

ANEXO 3

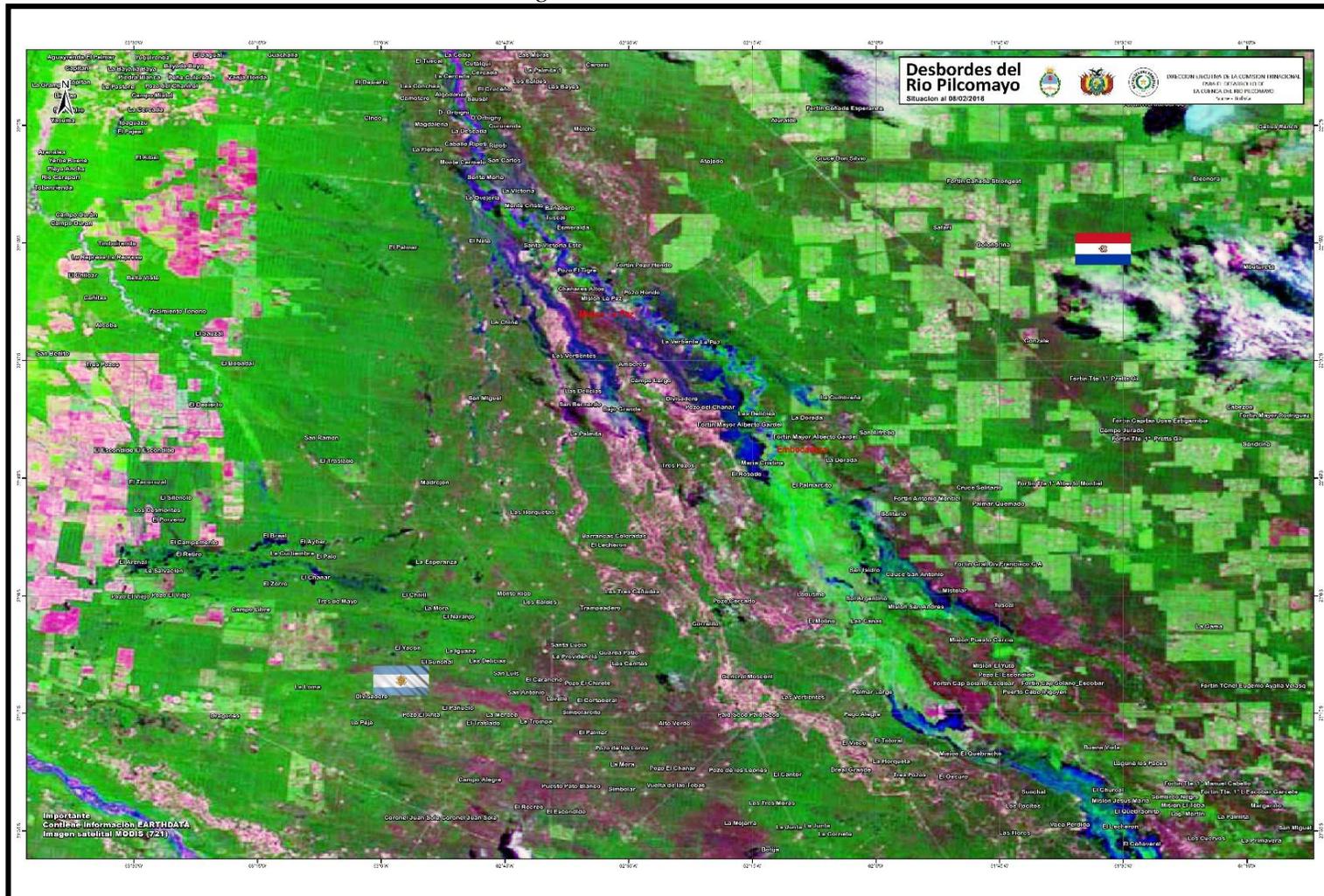
Figura Nº 1.3: Situación al 6 de febrero de 2018





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

Figura N° 1.4: Situación al 8 de febrero de 2018





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO
DIRECCION EJECUTIVA
<http://www.pilcomayo.net>

ANEXO 4

Figura N° 1.5: Imagen 114_1_05feb2018_341 provista por CNEA RA

