ANEXO 2-5

INFORME RECONOCIMIENTO QUEBRADA TAAPACA

INDICE

1. Introducción 1
2. Hidrografía 3
3. Visita a Terreno 5
4. Descripcion ambiental del sector 13
5. Conclusiones 15

FIGURAS

Figura 1 Mapa Ubicación Área de Estudio 2
Figura 2 Esquema Hídrico Quebrada Taapaca 3
Figura 3 Área Zona Hidrográfica 4
Figura 4 Quebrada Taapaca – Resumen Información Terreno 12

ANEXO AFOROS

Hoja de cálculo de Aforo Quebrada Taapaca en Ruinas

Hoja de cálculo de Aforo Quebrada Taapaca en Cruce Camino

Quebrada Allane antes Quebrada Chapacalla

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe un reconocimiento ambiental de la quebrada Taapaca basado en una visita a terreno y mediciones de caudal. Anexo a este informe se incluyen las hojas de aforo.

La quebrada Taapaca se ubica en la comuna de Putre en la Región de Arica y Parinacota. Tiene una orientación sur-norte y es tributaria norte de la quebrada Allane, la que es un afluente por el oriente del río Lluta. En la Figura 1 se muestra un mapa de la ubicación general de la zona de estudio.

El clima de la zona se caracteriza como estepa de altura húmeda, con precipitaciones y temperaturas muy influenciadas por la altura geográfica. En el área de estudio las precipitaciones anuales alcanzan en promedio los 300 mm aproximadamente, y éstas se concentran principalmente en los meses de verano, entre Diciembre a Marzo.

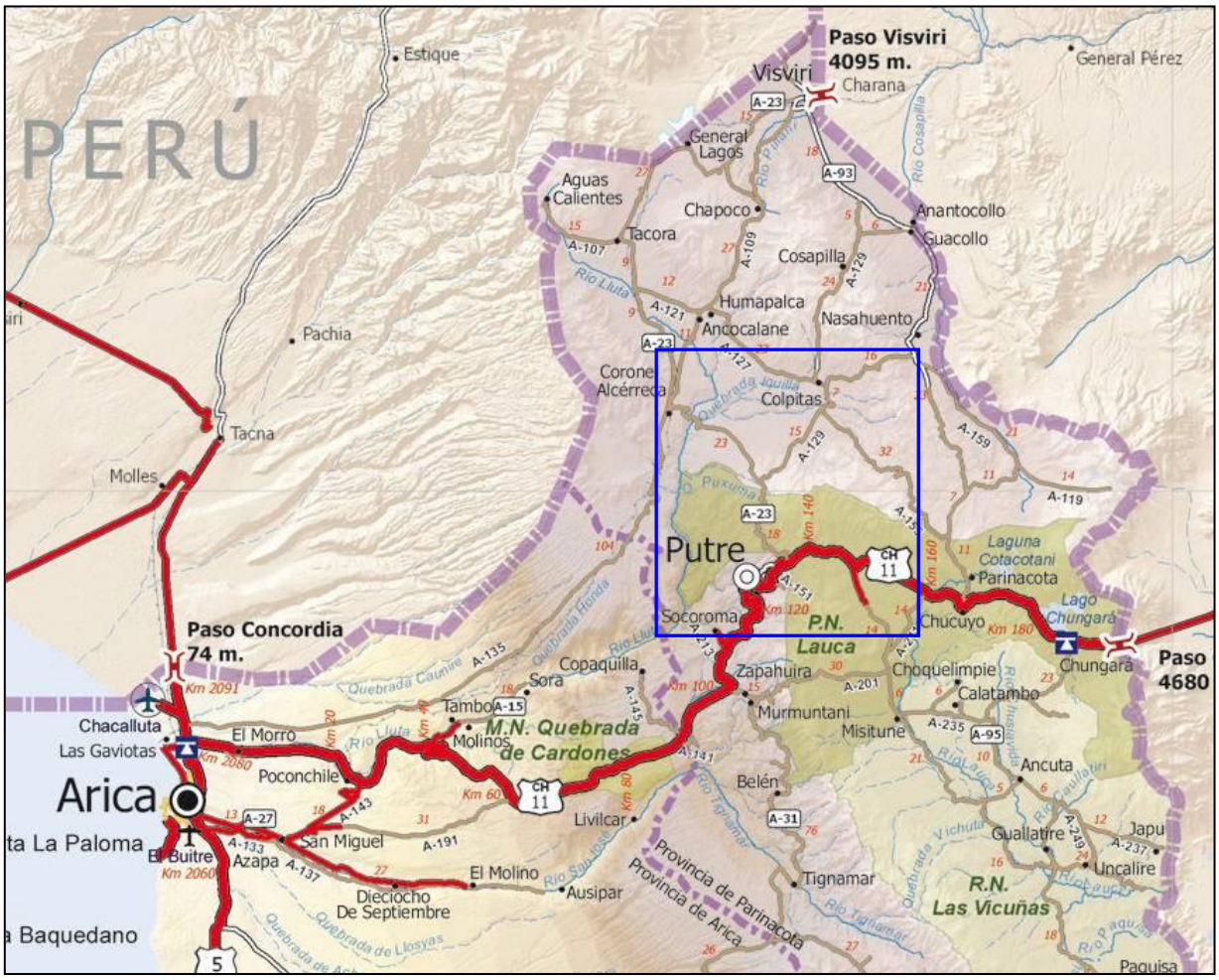


Figura 1 Mapa Ubicación Área de Estudio

2. HIDROGRAFÍA

La quebrada Taapaca se forma de la confluencia de dos quebradas en el lugar donde se ubican las ruinas de Taapaca, que son las quebrada Huichas y otra sin nombre, a la altura de la cota 4.700 msnm. Sus nacientes se forman en los Nevados de Putre, cerros cuyas alturas fluctúan entre los 5.300 y 5.800 msnm. A unos 3 km después de la señalada confluencia, recibe el aporte de la quebrada Titihumañas y 1 km más debajo de la quebrada Milluni, desde donde toma el nombre de quebrada Curaguara (según cartografía IGM) (Figura 2). Unos 4 km más abajo recibe el aporte de la quebrada Queumahuña, unos 3 km antes de llegar a la quebrada Allane. La longitud aproximada de la quebrada Taapaca desde sus nacientes hasta su confluencia con la quebrada Allane es de 15 km. El área de su cuenca hidrográfica es de 64 km^2. La quebrada Allane, aguas arriba de la quebrada Taapaca o Curaguara, tiene una cuenca aportante de aproximadamente 61 km2.

En la Figura 2 se muestra el esquema hídrico de la quebrada Taapaca como parte de la cuenca hidrográfica del río Lluta y en la Figura 3 una imagen aérea de la zona.

Figura 2 Esquema Hídrico Quebrada Taapaca

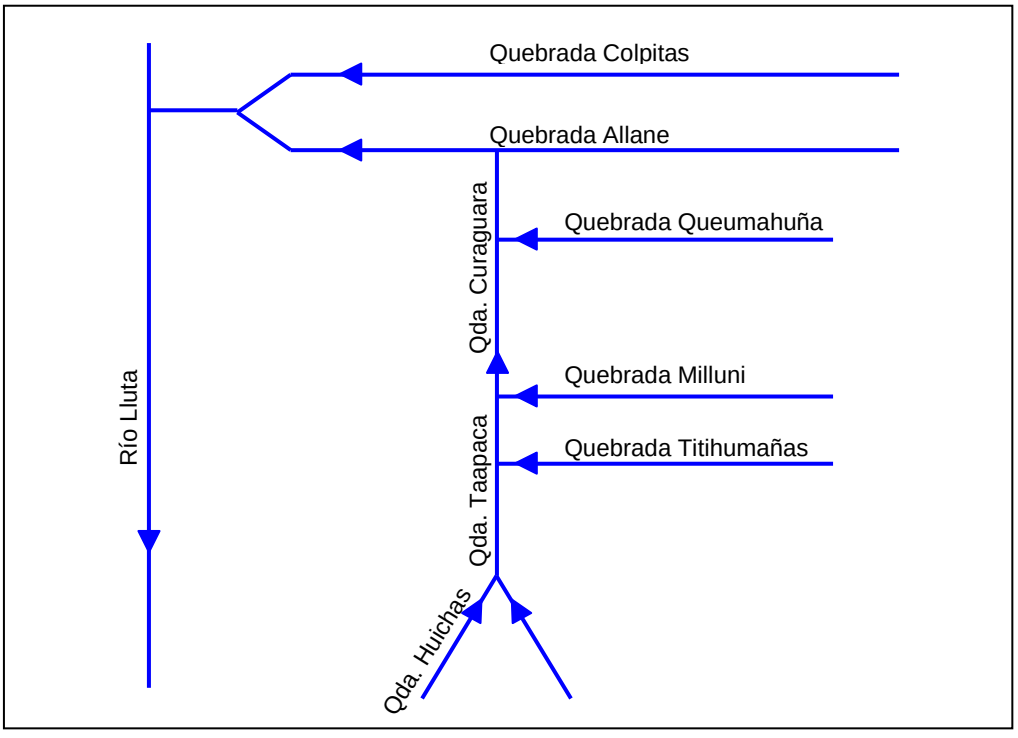
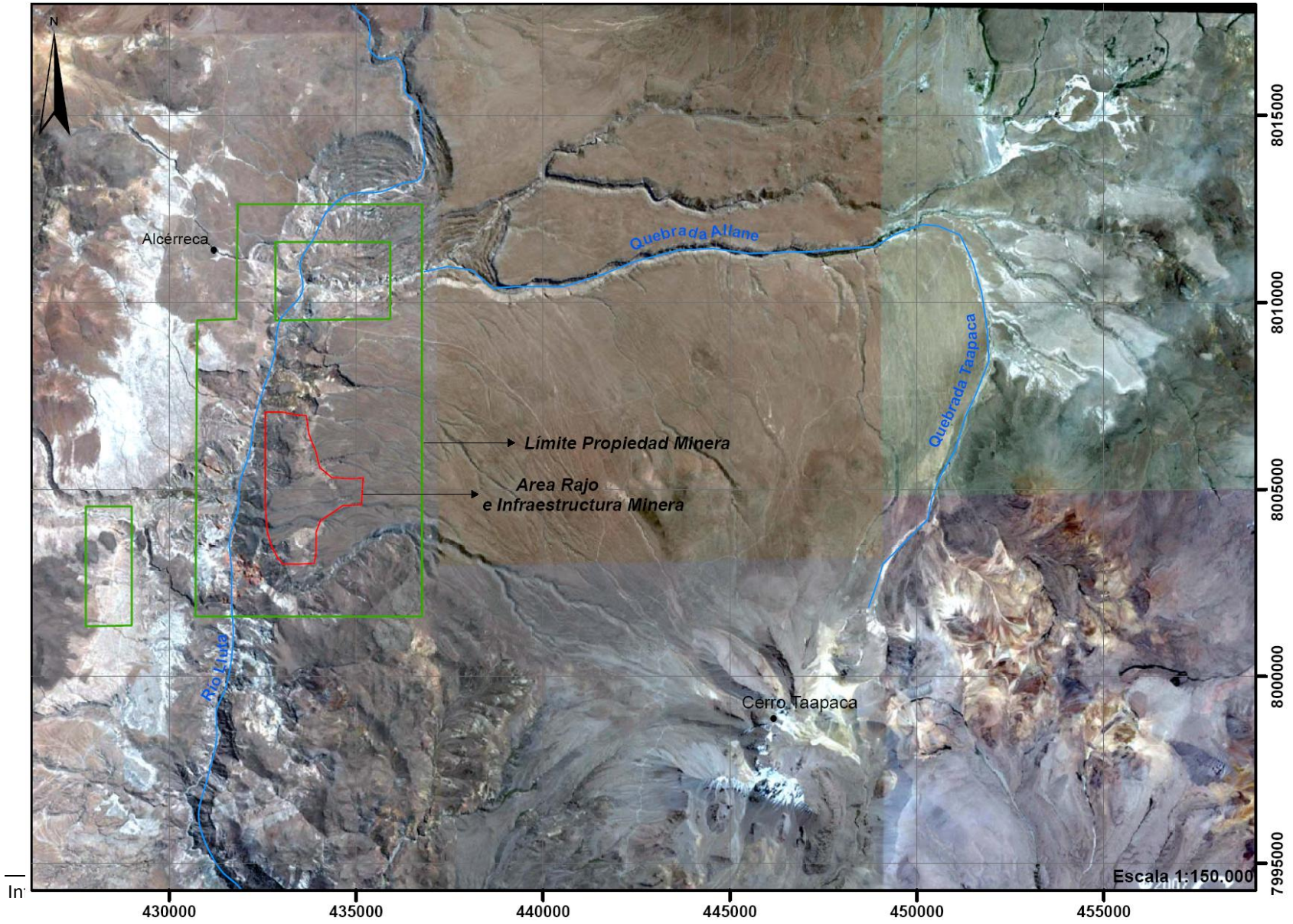


Figura 3 Área Zona Hidrográfica



3. VISITA A TERRENO

La visita a terreno se realizó el día 13 de Abril de 2011 y su objetivo fue realizar un reconocimiento ambiental de la quebrada Taapaca y mediciones de caudal de la quebrada, desde las zonas más altas hasta su confluencia con la quebrada Allane. También se midieron caudales, dos en la quebrada Taapaca y uno en la quebrada Allane. En la figura 4 se muestra la quebrada Taapaca indicando los puntos visitados y caudales aforados.

El acceso al área es por el camino que sale desde la Ruta 11 hacia el norte a unos 6 km al este de Putre. Este camino bordea la ladera poniente de los cerros que conforman los Nevados de Putre y pasando esta ladera se debe tomar un camino secundario hacia el oriente hasta llegar a la quebrada Taapaca.

El reconocimiento de la quebrada partió desde la parte alta. A continuación se describe lo realizado:

1. Se llega a la ruinas de Taapaca, sector de confluencia de las quebradas Huichas y sin nombre que forman la quebrada Taapaca. Se realiza un aforo a las 10:00 que da un caudal de 14 l/s (Foto 1). La quebrada presenta en algunas partes del cauce láminas semicongeladas que cubren el escurrimiento de agua.



Foto 1: Aforo Qda.Taapaca en Ruinas (naciente)



Foto 2: Qda. Taapaca en Ruinas (nacientes)



Foto 3: Qda.Taapaca en Ruinas



Foto 4: Qda. Taapaca en Ruinas (hacia abajo)

2. Se accede (11:00) a la quebrada en sector donde confluye la quebrada Milluni (corral). Se detecta presencia de escurrimiento en cantidad superior al aforo realizado aguas arriba (Fotos 5 y 6).



Foto 5: Qda.Taapaca en Corral (hacia abajo)



Foto 6: Qda. Taapaca en Corral (hacia arriba)

3. Se llega (11:30h) a la quebrada por camino que la cruza hacia Pampa Japocota (N-8.006.800 E-451.300). No hay escurrimiento en la quebrada. Se observa una delgada capa de hielo sobre el lecho del cauce.

4. Se remonta la quebrada hacia aguas arriba del cruce del camino señalado anteriormente, y a unos 700 m siendo las 11:45 se confirma la llegada del escurrimiento de agua en este punto (N-8.006.268 E-451.168). En la Foto 7 se muestra el avance del agua por la quebrada.



Foto 7: Qda.Taapaca 700m arriba cruce camino (vista hacia abajo)

5. Se regresa al cruce de camino señalado anteriormente y se espera la llegada del agua a este punto, lo que ocurre a las 12:50h. Se realiza un aforo a las 13:00h que da un caudal de 30 l/s. En la Foto 8 (4) se muestra una secuencia del avance del frente de agua por la quebrada. Considerando la hora del paso del agua en el punto anterior, se verifica la velocidad media de avance de aproximadamente 600 m/h. La Foto 9 corresponde al aforo realizado en este punto.

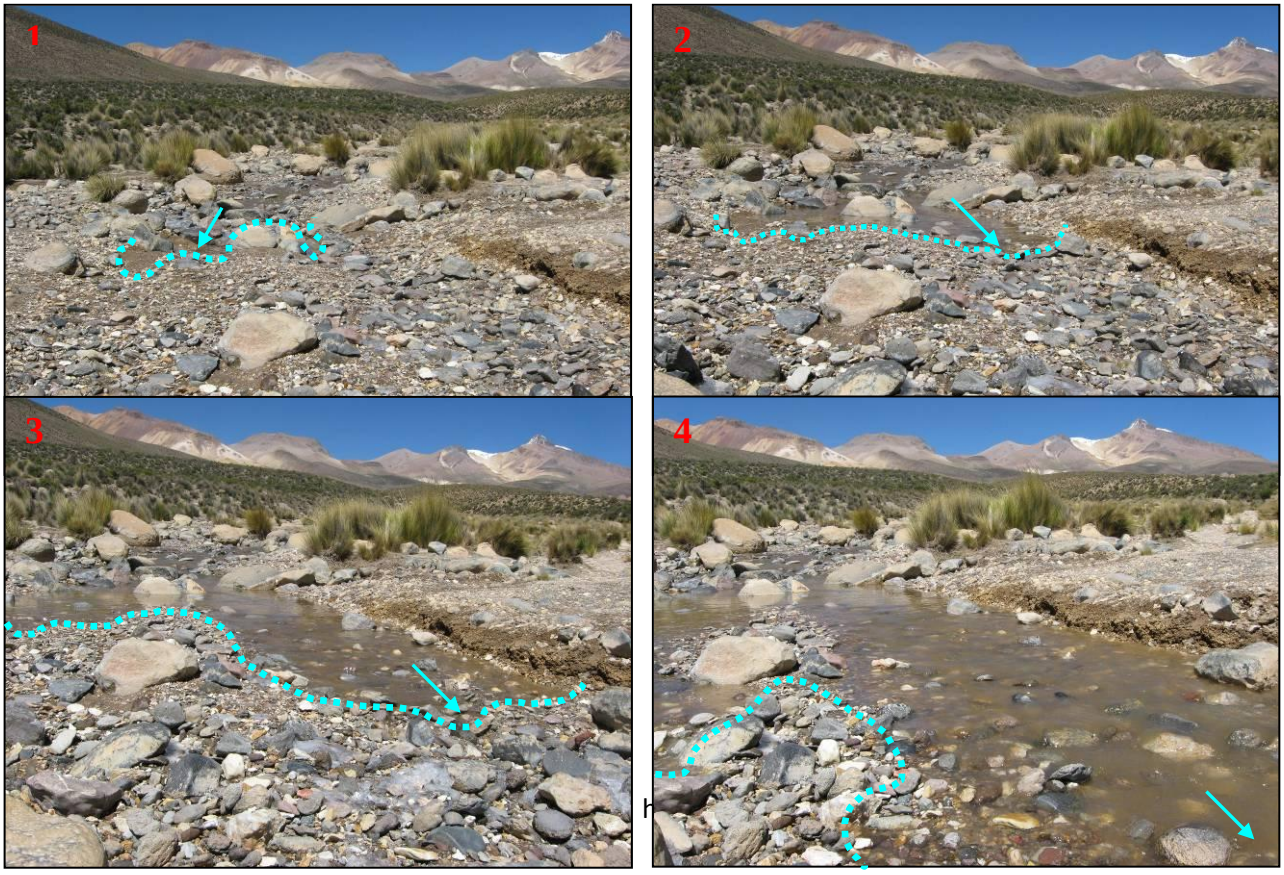




Foto 9: Aforo Qda. Taapaca en cruce camino

6. Se visita el cruce del camino por la quebrada a aproximadamente 1 km de su desembocadura a la quebrada Allane (14:00h). No escurre agua (Foto 10). Se observa por arrastre de material y socavación que la quebrada tiene eventualmente escurrimientos de caudales altos, los que se atribuyen a crecidas producto de las lluvias asociadas al denominado Invierno Boliviano. Foto 11.





Foto 10 y 11: Qda. Taapaca a 1 km antes de desembocadura (cruce camino)

7. Se accede a la quebrada Allane aguas arriba de la confluencia de la quebrada Taapaca, se busca sección para aforar la que se ubicó a unos 2 km aguas arriba de la quebrada Taapaca (N-8.011.812 E-452.250), fotos 12, 13 y 14) Se afora a las 14:10h y se obtiene un caudal de 29 l/s. Entre el punto de aforo y la confluencia de la quebrada Taapaca tributa la quebrada Chapacalla, pero su caudal es muy menor, estimándose en unos 3 l/s (Foto 15).





Foto 12 y 13: Aforo Qda. Allane a 2 km arriba confluencia Qda.Taapaca



Foto 14: Qda. Allane en aforo (vista aguas abajo)



Foto 15: Qda. Chapacalla en cruce camino

8. Se llega a la confluencia de la quebrada Taapaca con la quebrada Allane (14:50). Se observa el encajonamiento de ambas quebradas producto de la erosión y arrastre debido a escurrimientos caudalosos (Foto 16 y 17).





Foto 16 y 17: Confluencia Qda.Taapaca con Qda.Allane

9. Se remonta la quebrada Taapaca buscando acceder al punto donde encontraría el avance del frente de agua. A las 15:30h se encuentra el avance del agua por la quebrada a aproximadamente 1,3 km abajo del aforo realizado a las 13:00h. Entonces el avance en este tramo sería de 500 m/h, levemente inferior al medido más arriba. El caudal se visualiza similar al aforado aguas arriba (Foto 18 y 19).





Fotos 18 y 19: Qda. Taapaca, avance agua a las 15:30 horas

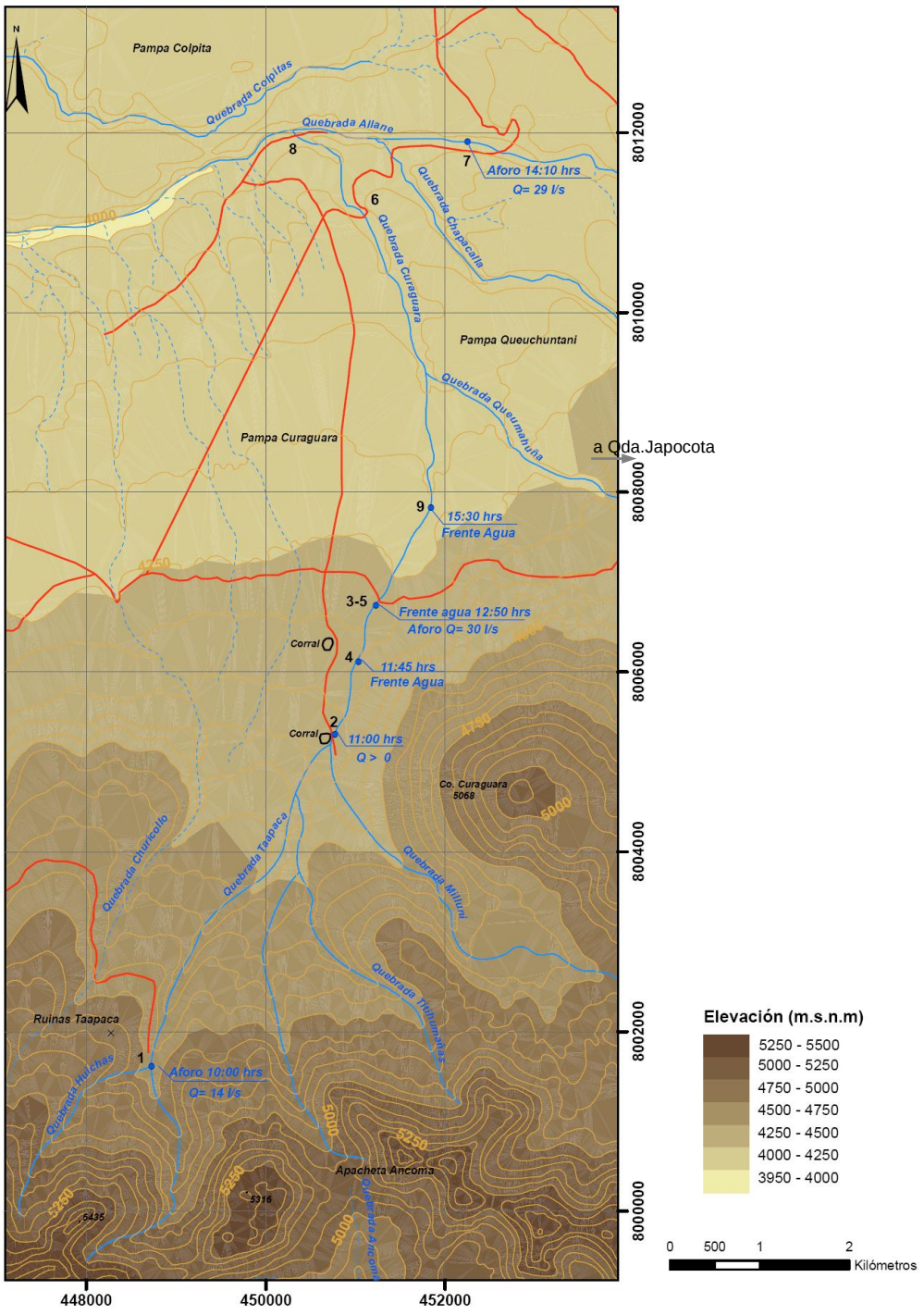


Figura 4 Quebrada Taapaca – Resumen Información Terreno

4. DESCRIPCION AMBIENTAL DEL SECTOR

La observación de la vegetación del sector, que se puede apreciar en las fotos anteriores, es similar a la del resto del área de influencia del Proyecto, y está asociada a formaciones de matorrales y pajonales que van de claro a poco denso. Las formaciones de matorrales, corresponden a formaciones dominadas por arbustos bajos, en general poco densos y acompañados por especies herbáceas. Las especies principales de las formaciones de matorral corresponden a *Baccharis santelicis, Baccharis boliviensis, Parastrephia quadrangularis y Fabiana ramulosa acompañadas por Stipa chrysophylla, Festuca orthopylla, Stipa pubiflora y Bromus catharticus* en el estrato herbáceo. Las formaciones de pajonales, se presentan como complementarias a las anteriores, y exhiben un dominio de gramíneas (*Stipa y Festuca*).



Foto 20: Vista de la vegetación del sector.

El área alrededor de la Quebrada Taapaca se encuentra en el ámbito del altiplano; el cual presenta un régimen de clima de tendencia tropical, caracterizado por la existencia de precipitaciones en forma de lluvia, principalmente en verano. A diferencia de las formaciones vegetacionales de vegas o bofedales, las formaciones descritas para este sector, no están asociadas a cursos de agua sino que se sustentan en el régimen de precipitaciones, lo que es reconocido en bibliografía (Gajardo, 1993), donde se hace

mención al corto período vegetativo de la vegetación de esta zona, característica asociada a las precipitaciones más que a la presencia de cursos de agua.

Durante la prospección del sector, no se registraron especies arbóreas ni especies en categoría de conservación, de acuerdo a los criterios, decretos y legislación vigentes.

Por otra parte, la calidad de las aguas de la Quebrada Taapaca, que se presenta en la sección Hidrología e Hidrogeología, en el Capítulo 2 de este EIA, muestra que estas son ácidas y que su calidad no la hace apta para el consumo humano o animal, ni tampoco para el riego. Por esta razón, no existen usos consuntivos de las aguas de esta vertiente.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con lo observado en la visita de reconocimiento de la quebrada Taapaca se puede concluir lo siguiente:

- El escurrimiento base de la quebrada Taapaca se produce principalmente por los deshielos provenientes de los Nevados de Putre, por lo tanto, sus caudales medios diarios mayores deben producirse en los meses de verano, y los aforados en este reconocimiento deben ser menores a los de verano.

- Los caudales máximos en la quebrada se producen ocasionalmente por las crecidas producto de las lluvias de verano del Invierno Boliviano.

- La quebrada se caracteriza por un cauce bien formado con algunas zonas muy encajonadas que evidencian la ocurrencia esporádica de caudales importantes, muy superiores a lo observado el día de la visita a terreno. Su lecho es, en general, pedregoso con sectores con alto contenido de arena.

- El caudal medido en la confluencia de sus dos quebradas nacientes, en el sector de Ruinas de Taapaca, fue de 14 l/s, el que se incrementó a 30 l/s en el sector de los corrales (aguas abajo Qda. Milluni), debido a los aportes provenientes de las quebradas afluentes por lado derecho del cauce. El caudal medido a las 13:00 h de 30 l/s en cruce de camino se estimó similar al observado a las 15:30h unos 1,3 km aguas abajo.

- Considerando que el escurrimiento de agua en la quebrada se produce por los deshielos, durante la noche no existe escurrimiento, y éste comienza en las partes altas durante las primeras horas del día. En el sector de los corrales (aguas arriba de aforo en cruce camino) se midió una velocidad de avance del frente de agua de 600 m/hr, el que disminuyó a 500 m/h aguas abajo de este camino, seguramente debido a la disminución de la pendiente del cauce.

- Considerando que el sector de los corrales dista unos 5-6 km de la confluencia con la quebrada Allanes (Fig. 4), y los datos presentados anteriormente, se estima que las aguas no alcanzarían a recorrer la distancia a la quebrada Allanes, antes de congelarse o infiltrarse. Esto fue precisamente lo que se detectó en este reconocimiento, o sea que la quebrada Taapaca estaba seca en el sector aledaño a la confluencia con la quebrada Allanes.

- Respecto a eventuales efectos sobre la flora y vegetación del sector, ésta no está sustentada en el escaso caudal que escurre por la quebrada Taapaca, sino como toda la vegetación del Parque Nacional Lauca y del sector del Proyecto, en el régimen de precipitaciones local.

- El caudal medio del río Lluta registrado en la estación fluviométrica Alcerreca de la DGA, ubicada próxima a la desembocadura de la quebrada Allane en el río Lluta, es de aproximadamente 2000 l/s. Considerando que para el día de la visita el caudal aforado en la quebrada Taapaca es de aproximadamente 30 l/s, este valor es poco importante en relación con el caudal del río Lluta y además inferior al error de medición de los caudales que se aforan en este río.

- Por lo tanto, la extracción de 18 l/s de agua desde la quebrada Taapaca tiene un impacto muy bajo, y sólo debiera considerarse un plan de monitoreo del caudal extraído, y aforos periódicos de la quebrada Taapaca, en distintas épocas del año, para aumentar el conocimiento de este sistema hídrico.

A N E X O

A F O R O S

HOJA CALCULO DE AFORO

NOMBRE ESTACIÓN: **QUEBRADA TAAPACA EN RUINAS**
COORDENADAS UTM: Norte: 6.001630 Este: 448.767
FECHA: 13 DE ABRIL DE 2011
HORA: 10:00
ESTADO DEL TIEMPO: DESPEJADO Coef.Molinete= 0.68

ABSCISA	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		N°	TIEMPO	V E L O C I D A D (m/s)			AREA	GASTO
	CALCULO	TOTAL	OBSERV.	VUELTAS	(seg.)	OBSERV.	MEDIA	CORREG.	(m^2)	(m^3/s)
0.00	0.05	0.1		O.I.				0.193	0.005	0.00097
0.10	0.1	0.1	0.060	26	61	0.290			0.010	0.0029
0.20	0.1	0.11	0.066	47	61	0.524			0.011	0.00576
0.30	0.1	0.12	0.072	25	61	0.279			0.012	0.00334
0.40	0.05	0.12	0.072	O.D.				0.186	0.006	0.00111

Q= 0.01409

A= 0.044

VM= 0.320

CAUDAL: 14.1 l/s

HOJA CALCULO DE AFORO

NOMBRE ESTACIÓN: **QUEBRADA TAAPACA EN CRUCE CAMINO**
COORDENADAS UTM: Norte: 8.006.800 Este: 451.300
FECHA: 13 DE ABRIL DE 2011
HORA: 13:00
ESTADO DEL TIEMPO: DESPEJADO Coef.Molinete= 0.68

ABSCISA	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		N°	TIEMPO	V E L O C I D A D (m/s)			AREA	GASTO
	CALCULO	TOTAL	OBSERV.	VUELTAS	(seg.)	OBSERV.	MEDIA	CORREG.	(m^2)	(m^3/s)
0.00	0.05	0.11		O.I.				0.175	0.006	0.00097
0.10	0.1	0.13	0.078	24	62	0.263			0.013	0.00342
0.20	0.1	0.15	0.090	20	61	0.223			0.015	0.00334
0.30	0.1	0.16	0.096	22	62	0.241			0.016	0.00386
0.40	0.1	0.16	0.096	24	60	0.272			0.016	0.00435
0.50	0.1	0.15	0.090	42	60	0.476			0.015	0.00714
0.60	0.1	0.15	0.090	29	62	0.318			0.015	0.00477
0.70	0.075	0.13	0.078	20	62	0.219			0.010	0.00214
0.75	0.035	0.05		O.D.				0.146	0.002	0.00026

Q= 0.03025

A= 0.107

VM= 0.283

CAUDAL: 30.2 l/s

HOJA CALCULO DE AFORO

NOMBRE ESTACIÓN: **QUEBRADA ALLANE ANTES QDA. CHAPACALLA**
COORDENADAS UTM: Norte: 8.011.812 Este: 452.250
FECHA: 13 DE ABRIL DE 2011
HORA: 14:15
ESTADO DEL TIEMPO: DESPEJADO Coef.Molinete= 0.68

ABSCISA	ANCHO AREA	PROFUNDIDAD		N°	TIEMPO	V E L O C I D A D (m/s)			AREA	GASTO
	CALCULO	TOTAL	OBSERV.	VUELTAS	(seg.)	OBSERV.	MEDIA	CORREG.	(m^2)	(m^3/s)
0.00	0.05	0.1		O.I.				0.171	0.005	0.00085
0.10	0.1	0.11	0.066	23	61	0.256			0.011	0.00282
0.20	0.1	0.14	0.084	33	60	0.374			0.014	0.00524
0.30	0.1	0.15	0.090	30	61	0.334			0.015	0.00502
0.40	0.1	0.15	0.090	30	60	0.340			0.015	0.0051
0.50	0.1	0.15	0.090	26	60	0.295			0.015	0.00442
0.60	0.1	0.13	0.078	31	60	0.351			0.013	0.00457
0.70	0.05	0.1	0.060	O.D.				0.234	0.005	0.00117

Q= 0.02919

A= 0.093

VM= 0.314

CAUDAL: 29.2 l/s