

### 3.3 HIDROLOGÍA

Por las características del régimen hidrológico las corrientes superficiales que cruzan el DDV del GASYRG pueden dividirse en dos grupos:

- 1) Corrientes permanentes
- 2) Corrientes intermitentes

#### 3.3.1 Corrientes permanentes

Corresponden a tres ríos de envergadura, con crecidas de miles de metros cúbicos por segundo y área de captación muy extensas. El régimen es cuasi torrencial, con enormes picos de crecidas principalmente durante la época de lluvias (enero a marzo). Estas crecidas son de relativa corta duración y con una gran capacidad de transporte de material flotante, acarreo de fondo y material en suspensión. En aguas medias o bajas la corriente divaga sobre el cauce labrado por la misma al descargar las crecidas.

El gasoducto a construirse cruzará a dichas corrientes en las cercanías del cono aluvial formado por estos cursos al abandonar la Faja Subandina.

Estos ríos son de Norte a Sur:

#### **Río Grande.**

La cuenca del río Grande hasta la localidad de Abapó es de 60.600 km<sup>2</sup> con un desarrollo en dirección Este-Oeste de unos 300 km y de Sur a Norte de unos 200 km. En el oeste la cuenca del río Grande está limitada por la Cordillera Real de los Andes con alturas de hasta 5.200 msnm.

La distribución de las precipitaciones en la cuenca es irregular, varía entre 500 mm/año a los pies de la cordillera hasta más de 2000 mm/año en alturas de 2000 a 2500 msnm.

En Abapó, con una altura sobre el nivel del mar de 430 m, se establecieron caudales máximos de 7000 m<sup>3</sup>/s con datos registrados en los últimos de 50 años y el mayor caudal observado fue de 11400 m<sup>3</sup>/s tomando un periodo de registro de 100 años. El promedio de la totalidad de los caudales máximos registrados es de 4000 m<sup>3</sup>/s. La corriente durante los caudales máximos alcanza velocidades hasta de 4 m/s.

Dada su extensa cuenca el desarrollo de las crecidas del río Grande es muy variable, aumentando sus caudales en forma rápida y disminuyendo lentamente en unos días hasta su nivel normal.

La calidad de las aguas es buena. Ver en Anexo Análisis físico-químico.

### **Río Parapeti**

La cuenca hidrográfica de este río a la salida de la Serranía de Charagua próximo a la población de San Antonio del Parapetí tiene una superficie de 14.000 km<sup>2</sup>.

Se han realizado evaluaciones hidrométricas del río Parapeti en los años 1943-1954.

La morfología del río es de tipo muy irregular, con la consecuente erosión activa sobre sus barrancas.

Caudales extremos.- En marzo de 1973, en San Antonio del Parapetí, se midieron caudales máximos de hasta 3000 m<sup>3</sup>/s. Otros caudales aforados fueron:

16 de febrero 1974            1300 m<sup>3</sup>/s

30 de diciembre 1973        950 m<sup>3</sup>/s

Durante los 11 años de observación (1943-1954), en el Puente Choreti (en Camiri) se registraron los máximos:

febrero 1946:                883 m<sup>3</sup>/s

enero 1947:                 774 m<sup>3</sup>/s

febrero 1947:               445 m<sup>3</sup>/s

El transporte de material en suspensión máximo que acarreó el río Parapetí para el período 1972 a 1974 fue de 48.6 g/l para un caudal medio diario de 120 m<sup>3</sup>/s.

## **Río Pilcomayo.**

La cuenca de este río a la salida de la Serranía de Aguaragüe, próximo a la ciudad de Villamontes alcanza un área de 78.500 km<sup>2</sup>. La cuenca hidrográfica de este río es la mayor comparativamente a los otros ríos permanentes.

Las descargas en la Estación de Villamontes fueron evaluadas hasta el año 1985 en forma regular. Los datos de precipitación abarcan unos 30 años, siendo esta estación la más confiable y representativa.

Los datos disponibles de trabajos hidrométricos sobre caudales máximos medios diarios y máximos instantáneos abarcan los períodos 1942 al 1956 y 1974 al 1985. La crecida máxima medida fue en el mes de marzo 1984 con un caudal máximo instantáneo de 6.930 m<sup>3</sup>/s.

Los caudales registrados a la altura de Villamontes varían considerablemente en diferentes épocas del año. Los valores picos se registran en los meses de enero a abril (donde superan los 200 m<sup>3</sup>/s), mientras que en los meses de julio a octubre se registran los valores más bajos (30 a 60 m<sup>3</sup>/s) (OEA, 1987).

La cantidad de sedimentos que acarrea este río es significativa. El material transportado es predominantemente de tamaño arena y limo, proveniente de la erosión de los sedimentos aflorantes en Sierras Subandinas y del Terciario pedemontano. A la altura de Villamontes, la carga que transporta ha sido calculada en 98 millones de toneladas anuales (Rossel, 1993). En los últimos años se estima que esa carga puede haber aumentado como consecuencia del intenso desmonte que se realiza en las zonas de cabecera lo que produce una gran acumulación de sedimentos en áreas distales y, consecuentemente, retroceso del cauce activo, estimado en 7 km por año.

La contaminación del curso fluvial, debido a la actividad minera en sus cabeceras y a la presencia de la población de Villamontes y campos vecinos, puede ser importante y es un factor que debe ser tenido en cuenta.

Sobre la margen derecha del río Pilcomayo, si bien las características generales de relieve se mantienen, las alturas disminuyen marcadamente y, en consecuencia, los relieves relativos también. Es sobre las tierras de ese margen que se desarrolla actualmente el proyecto de riego PROVISA que cuenta con casi 3500 ha en estudio y unas 800 ha bajo riego. La toma de las aguas para riego del proyecto se encuentra cercana al puente ferroviario.

### **3.3.2 Corrientes intermitentes.**

Son corrientes que en escaso número mantienen un escaso caudal a la altura del cruce con el DDV del gasoducto proyectado. Estas corrientes tienen sus nacientes en la Faja Subandina, la cual con su relieve ondulado y formaciones geológicas friables da lugar a cauces con alto grado de inestabilidad. Las corrientes típicamente torrenciales generadas por las intensas precipitaciones, que alcanzan en ocasionales tormentas mas de 100 mm/día condiciona la forma de los cauces en U o V con la presencia de focos de erosión al pie de las barrancas de los lechos, con el consiguiente derrumbe de las mismas. (Qda. Cuevo y Qda. La Tabla).

En algunos casos se ha observado erosiones de fondo.

La mayor parte del tiempo los cauces son secos, por lo tanto la importancia económica de sus aguas es reducida. Mantienen el hábitat local ayudando al suministro de agua para la ganadería. En algunos casos es utilizada para riego agrícola especialmente aguas arriba del cruce con el DDV proyectado del gasoducto. Se trata de pequeños productores agrícolas con instalaciones de micro-riego sobretodo en la región de Tarairi, Caigua, Chimeo, Sachapera, Tati, Caiza y además tomas de agua en los flancos orientales de la serranía.

Se han identificado los siguientes cauces a lo largo del DDV.

### INVENTARIO DE CAUCES Y ARROYOS

	Cauces				Arroyos
	Nombre	Ubicación	Progresiva km	Cota m	Progresiva km
<b>CUENCA DEL AMAZONAS</b>	1	Río Grande M-1	395	375	400
	2	Qda. Saipurú	291,5	630	255,4
	3	Qda. Taputa	270,8	670	253,7
	4	Qda. Huiracuputi	264,4	670	209,2
	5	Río Piriti	259,5	680	201,8
	6	Río Charagua	247,5	700	197,2
	7	Qda. Ancasoro	232,5	650	181
	8	Río Parapetí M-8	259,5	600	179
	9	Qda. Tarimacua	219,5	660	175,5
	10	Qda. Ancapiao	210,5	730	171
	11	Qda. I ru	207,8	750	168,8
	12	Qda. Huaichindi	207	760	167,2
	13	Qda. Cambeiti	204	770	156,8
	14	Qda. I pitacuape	200,5	770	156,2
	15	Qda. La Tabla	198,2	800	154
<b>CUENCA DEL PLATA</b>	16	Qda. I tatique	194	770	153,5
	17	Qda. Cuevo	182	750	149,8
	18	Río Macharetí	129,2	600	143,2
	19	Río Camatindi	106,5	570	124,7
	20	Río I huiraru M-5 y M-6	88,5	430	122,4
	21	Río Pilcomayo M-4	76,5	370	122
	22	Qda. I tacua	61,3	480	120,8
	23	Qda. Timboy M-3	46	580	116,2
	24	Qda. Seca	42	600	114,4
	25	Río Tati M-7	40,8	580	113,5
	26	Río Aguaray	59,7	590	111,3
	27	Río Los Suris	37,7	600	82
	28	Río Yaguacua	27,2	650	50,3
	29	Río Peinati	15,3	620	22,3
	30	Río Aguayrenda	9,5	630	20
	31	Río Ojo del Agua	7,2	640	19,3
	32	Río La Quinta	1,3	660	17

M = Muestra de agua

Se contabilizaron unos 32 cauces a lo largo del DDV. Todos éstos interceptan en forma perpendicular al ducto con pendientes al Este.

Desde el punto de vista de la hidrología se definen tres zonas bien diferenciadas en el trazado del ducto:

#### 1.- zona Norte

Planta Río Grande (km 430) a progresiva km 292 = 138 km

Se registra un solo curso de agua: el Río Grande y un arroyo

#### 2.- Zona Centro

De quebrada Saipurú (km 292) a río Machareti (km 129) = 163 km

- Se registra un solo curso de agua permanente: Río Parapetí
- 17 cauces. En su totalidad con barrancas superiores a los 4m de altura, en algunos casos superan los 30 m. Estos cauces tienen cuencas que superan en ciertos casos los 100 km<sup>2</sup>.
- 17 arroyos secos
- Valles en forma de U y cursos en meandros
- Los cauces presentan signos evidentes de erosión lateral

#### 3.- Zona Sur

De río Camatindi (km 106) a progresiva km 0 = 106 km

- Un solo curso de agua permanente: Río Pilcomayo
- 14 cauces. En su totalidad con barrancas inferiores a 2 y 3m de altura. La gran mayoría de los cauces cuentan con cuencas que no superan los 50 km<sup>2</sup>
- Valles en general en forma de V.
- 14 arroyos secos

Estos cauces tributan a dos cuencas principales: La cuenca del Amazonas al Norte y la cuenca del Río de la Plata al Sur. La divisoria de aguas se ubica entre las

quebradas La Tabla e Itatique, tributaria de la quebrada Cuevo, aproximadamente en la progresiva km 196. Ver Perfil Longitudinal.

### **3.3.3 Aguas subterráneas**

Los recursos de agua subterránea en el Chaco Boliviano son considerados de fundamental importancia en el desarrollo socio-económico de la región. En toda el área es posible obtener agua subterránea a través de perforaciones. Sin embargo la configuración hidrogeológica e hidroquímica del recurso es sumamente compleja y con grandes variaciones sectoriales según el estudio realizado por el CABAS (Convenio Alemán Boliviano de Aguas Subterráneas, 1997).

A pesar de los escasos estudios hidrogeológicos realizados en la región se pueden distinguir tres zonas en función a la disponibilidad y calidad del agua subterránea.

En la zona norte comprendida entre las progresivas km 430 a km 350 se encuentran los mejores “depósitos” de agua subterránea así como su calidad. Los pozos para alumbramiento de agua que se han perforado en este área han arrojado caudales del orden de 50.000 a 300.000 litros/hora. El nivel estático se encuentra entre los 10 a 25 metros de profundidad. Al Norte del Río Grande se explotan sistemas de riego por pivote central con extensiones de más de 80 ha. Al sur del río Grande se han perforado innumerables pozos con fines de riego para el proyecto Corgepai

En zona central comprendida entre las progresivas km 350 a km 150, los acuíferos subterráneos son de poco espesor. Los caudales encontrados son de 2.000 a 10.000 litros/hora. El nivel de agua se encuentra por debajo de los 150 metros lo que dificulta su explotación debido a los elevados costos.

La zona sur se extiende desde Villamontes hasta Yacuiba. Los depósitos son mejores que los del sector central y los pozos arrojan caudales entre 10.000 y 50.000 litros/hora.

La interconexión e interdigitación de acuíferos es la característica general de todo el Chaco Sudamericano hecho que, de acuerdo con recientes estudios, se ha comprobado para el Chaco Tarijeño, sobre todo en los acuíferos definidos como superficiales (130 –150 mbs.).

Los acuíferos ubicados por debajo de los 180-200 mbs. (acuíferos profundos) se caracterizan por un mayor confinamiento, homogeneidad y buena continuidad horizontal en casi toda la región.

Sobre el estudio de las variaciones de niveles estáticos, de las condiciones geomórficas y del estudio de las probables áreas de recarga, se ha podido evaluar la dirección de escorrentía subterránea que revela una dirección predominante NW-SSE (CABAS, 1997).

En el sector oriental, con menor expresión areal, se encuentran acuíferos semiconfinados y confinados profundos, compuestos por arenas finas a medias que se ubican por debajo de los 170 mbs y presentan grandes variaciones en sus rendimientos específicos.

Hacia el sur, sobre las planicies y niveles de terrazas del río Pilcomayo se encuentran acuíferos confinados y semiconfinados de alto rendimiento (caudales específicos del orden de los 10 l/s) y elevadas presiones. La litología predominante de estos acuíferos esta representada por arenas medias a gruesas con intercalaciones conglomerádicas.

Con relación a la aptitud del agua subterránea para diferentes usos, puede señalarse que, de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos y la composición iónica obtenidos durante el estudio llevado a cabo por el CABAS, en el área correspondiente al derecho de vía, la calidad para consumo humano es buena a regular, mientras que para consumo de ganado y riego es en general buena.

En cuanto a la capacidad de producción de agua subterránea, es importante destacar la probabilidad de que los caudales explotados, puedan ser superados dentro el área de estudio. No obstante, es recomendable hacer un uso racional del recurso hídrico subterráneo con el objeto de no deteriorar al mismo.

En ese sentido, en el área de influencia del río Pilcomayo se recomienda caudales de extracción no superior a los 3 litros por segundo.