



*Alianza
para el Vivir Bien
en el Municipio
de Samaipata*

Administración del Agua en el Municipio de Samaipata



Diagnóstico, Análisis y Recomendaciones

- Agosto de 2022 -

Ing. Christophe Ranque
Presidente Alianza - Samaipata
alianza.samaipata@gmail.com

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas encontradas para realizar este informe. Gracias por su ayuda, disponibilidad e informaciones compartidas: Gracias a Lucero Lijeron, Don Ariel, Doña Yolanda y David Torrez de Bermejo; Don Herculiano de Cuevas; Beto Osorio de Achiras; Doña Catalina y Ricardo Condor de San Isidro del Valle; Pablo Suzano, Eugenio López y Ing. Danny de la cooperativa Achirrilla del Valle; Don Denar y Don Robin de Valleabajo / Santiago del Valle; Don Mario, Paulina Melgada, Don Mauricio, Don Santiago y Carmelo Solar de San Juan de Rosario; David Mariscal, Marín Mileta, Lic. Elizabeth e Ing. Joana de la COOPFLOR de Samaipata.

Gracias a Melissa Crane Powers por su preciosa contribución al mejoramiento de la administración del agua en Samaipata - Capital.

Gracias por su colaboración a los Ingenieros Emiliano Mendoza Canaviri y Franz Baldiviezo Quispe, funcionarios de los servicios básicos de la alcaldía.

De misma forma se agradece a Eduardo Hurtado y Deibi Cabrera, de la Sub-Gobernación de la Provincia Florida por su cooperación.

Gracias a la asociación de mototaxi para su servicio, facilitando el acceso a las fuentes de agua y los lugares alejados.

Gracias a Ing. Balvina Martinez y M. Sc. Rossemary Jaldín, de Alianza - Samaipata para la re-lectura del informe.

Sumario

Siglas utilizadas.....	5
Introducción.....	6
I. Diagnóstico.....	7
1. El recurso en agua.....	7
2. La demanda en agua.....	8
3. La gestión del agua.....	9
A. Distrito de Samaipata.....	9
B. Distrito del Valle – Cooperativa Achirrilla.....	14
C. Otros centros poblados.....	15
Caso de Bermejo (529 hab.).....	15
Caso de Santiago del Valle (379 hab.).....	16
Caso de Cuevas (324 hab.).....	17
Caso de San Isidro (318 hab.).....	18
Caso de San Juan del Rosario (317 hab.).....	19
Caso de Achiras (316 hab.).....	20
II – Análisis.....	22
A. Distrito de Samaipata (COOPFLOR).....	23
Aguas superficiales	23
1. Micro-cuenca de Chorrillo.....	24
2. Micro-cuencas de El Fuerte.....	24
3. Micro-cuenca de Tambillo.....	25
4. Micro cuenca del Morro - Artillero.....	26
Aguas de pozo	27
Sobre la Planta potabilizadora.....	27
Sobre la red de distribución.....	28
Sobre la demanda en agua potable.....	28
B. Distrito del Valle (ACHIRRILLA).....	29
C – Otros centros poblados.....	30
Caso de Bermejo.....	30
Caso de Santiago del Valle.....	30

Caso de Cuevas.....	30
Caso de San Isidro.....	30
Caso de San Juan de Rosario.....	31
Caso de Achiras.....	31
III - Recomendaciones	31
Recomendaciones generales.....	31
I. Al nivel del Gobierno Autónomo Municipal.....	32
II. Al nivel del Municipio.....	33
III. A nivel de cada cooperativa, comité o sindicato de agua	33
Recomendaciones específicas a cada centro poblado investigado.....	34
A – Distrito de Samaipata.....	34
Sobre la cantidad de agua disponible para abastecer.....	34
Sobre la calidad del agua distribuida.....	36
Sobre la anticipación de la demanda futura.....	36
Sobre el proyecto de presa.....	37
Sobre la tarificación.....	37
Sobre las aguas servidas.....	37
Sobre la COOPFLOR.....	37
B. Distrito del Valle – Cooperativa Achirrilla.....	38
Agua potable.....	38
Aguas servidas.....	38
C. Otros centros poblados.....	38
Para Bermejo.....	38
Para Santiago del Valle.....	38
Para Cuevas.....	39
Para San Isidro.....	39
Para San Juan de Rosario.....	39
Para Achiras.....	40
Conclusión general.....	41
Anexos.....	42

Siglas utilizadas

AAP - Abastecimiento en Agua Potable

AAPS Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico

ALIANZA – asociación Alianza para el Vivir Bien en el Municipio de Samaipata (Alianza -Samaipata)

BEV Bio-Electrónico de Louis Claude Vincent

CENDA - Centro de Comunicación y Desarrollo Andino

COOPFLOR - Cooperativa de Agua Potable y Saneamiento Básico que presta sus servicios en la ciudad de Samaipata

E.H. Equivalente Habitante

EPSA - Entidad Prestadora de Servicios de Agua y Alcantarillado Sanitario

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FPS – Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social

GAMS - Gobierno Autónomo Municipal de Samaipata

HSF – asociación Hidráulica Sin Frontera

INE - Instituto Nacional de Estadística

INRA - Instituto Nacional de Reforma Agraria

KURMI - ADSI - ONG Arco Iris de Apoyo al Desarrollo Sostenible Interandino

MMAyA - Ministerio de Medio Ambiente y Agua

OMS – Organización Mundial de la Salud

POUT - Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial

PROASU - JICA – Proyecto Agua Es Salud de la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa

PTAR – Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales

PTDI - Plan Territorial de Desarrollo Integral

SAGUAPAC - Cooperativa de Agua Potable y Saneamiento Básico que presta sus servicios en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

SENASAG – Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria de Bolivia

THM - Trihalometanos

UMSA - Universidad Mayor San Andre de La Paz

U.V. - Ultravioleta

WEFTA - Water Engineers For The Americas

Introducción

El presente informe trata de la administración del agua en el Municipio de Samaipata, departamento de Santa Cruz, Bolivia. Incluye un diagnóstico, análisis y recomendaciones.

El diagnóstico empezó en enero de 2018, después de reportar mal olor en el grifo de mi vivero de plantas. Me acercó a la limnóloga Margot Franken¹, recientemente jubilada en Samaipata. Hemos realizado tener las mismas referencias científicas en cuanto al conocimiento de la naturaleza del agua y como, por consecuencia, administrarla para preservar sus propiedades beneficiosas a la vida. Nos referimos notablemente al trabajo del guardabosque austriaco Viktor Schauburger (1885-1958), naturalista, filósofo, e inventor, pionero en el conocimiento del agua².

En la misma época empezó una movilización ciudadana de personas preocupadas, como nosotros, por la mala calidad del agua y deseando saber cómo se administra el agua en el distrito urbano de Samaipata. De esta dinámica salieron varias acciones concretas que sirven de base a la redacción de este informe: un diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua, tomas, tubería y almacenamiento; una inspección de la planta potabilizadora por el laboratorio (CASA) de la universidad San Simón de Cochabamba; un estudio de la eficiencia del sistema de tratamiento del agua, por la Universidad de tecnología Chalmers de Alemania; un análisis independiente del agua, por el laboratorio ambiental Quebracho de Santa Cruz, financiada por la movilización ciudadana y supervisada por Margot Franken y mi persona; la solicitud oficial del alcalde de ayuda de la ONG Francesa, Hidráulica Sin Frontera (HSF), para tener un sistema de abastecimiento en agua potable fiable en Samaipata³.

Al mismo tiempo, Melissa Crane Powers, presidente del comité de vigilancia de la cooperativa de agua de Samaipata (COOPFLOR), contactó una organización americana, Water Engineers For The Americas (WEFTA), para tener ayuda sobre este mismo tema, el abastecimiento en agua potable de Samaipata.

El presente informe toma en cuenta estas dinámicas de movilización en favor del mejoramiento del servicio en agua potable para el distrito urbano de Samaipata. Incluye también el tema de las aguas servidas.

El informe fue ampliado, a tiempo de la elaboración del Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) 2021-2025 del Municipio de Samaipata, inspirado por la solicitud de datos por parte de la Mgr. Karina Mariaca, encargada de la elaboración del PTDI. El objetivo era conocer la situación en los otros centros poblados, principales del Municipio de Samaipata. Es así que este informe concierne más del 75% de la población del municipio⁴.

1 Margot Franken (1950 - 2021) experta en agua dulce, ex docente de la UMSA, autor del libro Gestión de aguas – Conceptos para el nuevo milenio, disponible en Pdf [aquí](#).

2 Ver <https://ecohabitar.org/viktor-schauburger-rios-de-vida/>, https://es.frwiki.wiki/wiki/Viktor_Schauburger y <https://korchma-kazak.ru/es/fruit-trees/viktor-schauburger-izobreteniya-viktor-shauburger---maloizvestnyi-genii.html>

3 Ver Resumen de las actividades del Grupo Agua Viva – Samaipata en 2018. Consultable en línea [aquí](#).

4 7854 hab. de los 10472 hab. que tenía el municipio en 2012. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Censo 2012. www.ine.gob.bo.

I. Diagnóstico

El agua es un tema transversal que toca a varios aspectos del desarrollo humano integral, ya que es el principal componente del cuerpo que contiene entre 60% y 70% de agua⁵. El agua es la base de los sistemas de vida. Circula a través del Ciclo natural del agua (evaporación, condensación, precipitación, infiltración, escorrentía) y de los seres vivos que componen los ecosistemas (absorción, circulación, eliminación), humanos incluidos⁶.

La administración del recurso en agua está caracterizada en el cuadro siguiente. Su necesidad crece proporcionalmente a la densidad de población⁷.

Tipo de captación	individual		Colectiva (comité, sindicato)		Institucionalizada (cooperativa)	
Tipo de fuente	Manantial	Toma en arroyo	Laguna	Cosecha de lluvia	Noria	Pozo
Tipo de uso	Domestico (crudo, en cocina, limpieza, baño, riego)			Profesional (agropecuario, comercial, industrial)		
Tipo de descarga	Directa	Poza séptica	Poza abierta	Con sistema de filtración natural	Alcantarillado y tratamiento	

1. El recurso en agua

El municipio de Samaipata está ubicado a la cabecera del Rio Piraí, en una zona climática subtropical húmeda a seca, según los sectores, Cfa a Cwa en la clasificación de Köppen⁸.

Tiene como consecuencia que **la disponibilidad potencial en agua es alta**, alrededor de un volumen anual de **1200 litros por metro cuadrado**, al nivel de Samaipata (altura 1650m)⁹.

Es por eso que **la disponibilidad real en agua depende principalmente de las capacidades de retención del recurso**, que sea de origen natural (cobertura vegetal, capas geológicas acuíferas) o humana (atajados, tanques, presas, etc...).

El estudio científico (HSF - UMSA – ALIANZA) pendiente permitirá caracterizar el estado del recurso en agua potable para el abastecimiento del distrito urbano de Samaipata¹⁰.

5 Instituto Geológico y Minero de España. Ref D01.

6 Fuente: www.fundaciongae.org/wiki La importancia del agua en los seres vivos.

7 Elaboración propia. Ver <https://fr.scribd.com/presentation/289888443/Tipos-de-Captacion>

8 Fuente: Wikipedia. Elaboración propia según datos PTDI 2016-2020, temperatura y precipitaciones. Ref D02.

9 Fuente: PTDI 2016-2020 p47. 1 mm de precipitación = 1 litro de agua por m²

10 Estudio conducido por HSF en colaboración con la Universidad Mayor San Andrés - La Paz (UMSA) y la asociación local Alianza-Samaipata, Noviembre 2021 - Diciembre 2022, siguiendo solicitud del GAMS. Ref D03.

2. La demanda en agua

En el municipio de Samaipata, el agua es utilizada en mayor cantidad para la producción **agropecuaria**, como insumo agrícola natural (lluvia) e artificial (riego), y para los animales (puntos de agua o bebederos). La presión sobre el medio ambiente debido a esta demanda no está conocida exactamente, pero se exporta en la producción agropecuaria el 90% del peso de las plantas y el 60% del peso de los animales en agua¹¹.

El segundo uso principal del agua es el **abastecimiento en agua potable a los habitantes** de los 54 centros poblados del municipio, comunidades rurales y zonas urbanas.

En 2012, *el Distrito Urbano de Samaipata* representa el 42% de la población del municipio¹². Su **consumo en promedio** en agua pagada en la cooperativa de agua (COOPFLOR) era de **712 m³/día**¹³. Aplicando un coeficiente de pérdida de 1.4, sería un promedio de **11,5 l/s** extraídos del micro-cuenca hidrológica de captación¹⁴. El mismo cálculo para 2017 da **875 m³/día**, sea **14,2 l/s extraídos del micro-cuenca hidrológica de captación**¹⁵.

Nota: este promedio no incluye el agua distribuida por empresas privadas¹⁶; se debe tomar en cuenta también los picos diarios de demanda en feriados, que pueden **doblar la demanda diaria** hasta **cuatro días** consecutivos¹⁷; el consumo es principalmente doméstico: no hay industria muy consumidora en agua.

En 2012, el *Distrito Urbano del Valle* representa el 22% de la población del municipio; es el sector del municipio que presenta el mejor crecimiento demográfico¹⁸. En 2021, el consumo promedio en agua pagado en la cooperativa Achirrilla, por las comunidades que pertenecen al municipio de Samaipata era de **334 m³/día**¹⁹. Aplicando un coeficiente de pérdida de 1.2 (ver nota 9), sería un promedio de **4,6 l/s extraídos de las cuencas hidrológicas de captación**.

El tercer uso del agua en volumen es para **actividad comercial o industrial**²⁰.

El cuarto uso del agua es para **ofrecer servicios a los visitantes**, nacionales e internacionales. Esta **población fluctuante** usa servicios básicos locales y consume agua de mesa en envase disponible en tiendas o alojamientos²¹.

11 Por ejemplo la producción de papa exportó del municipio 2 536 000 litros de agua en 2015, y la producción de carne cerca de 2 millones de litros. Ver calculos en anexo. Ref D04.

12 4398 hab. / 10472 hab., Censo INE 2012. www.ine.gob.bo

13 Fuente: distribución de promedio por categoría, COOPFLOR 2017. Ref D05.

14 Fuente: simulación SAGUAPAC, norma NB 689 (entre 1,2 y 1,5). Ref D06.

15 Con una proyección lineal del crecimiento de la población, se puede estimar la demanda en 2021 a **1032 m³/día** sea **16,7 l/s** extraídos de las cuencas.

16 empresas locales y nacionales. Ver detalles en anexo. Ref D07.

17 Fuente: simulación SAGUAPAC - Ref D06 y Informe WEFTA 2018 - Ref D08.

18 2348 hab. / 10472 hab., Censo INE 2012. Se esperan los resultados del próximo Censo para confirmar la tendencia informalmente observada.

19 Cooperativa Achirrilla – encuentro del 13 de mayo de 2022 ; abastece Monteagudo, Bella Victoria, Villa Florida, La Piedra y Puerto Limon (la población de Villa F. está incluida en el consumo de “Monteagudo”), sea 15% de la población del municipio (1620 hab./10472 hab. Censo INE 2012). Ref D09.

20 Para la limpieza principalmente. Ver detalles en anexo. Ref D10.

21 El agua proviene de varias empresas locales y nacionales. Ver detalles en anexo. Ref D07.

3. La gestión del agua

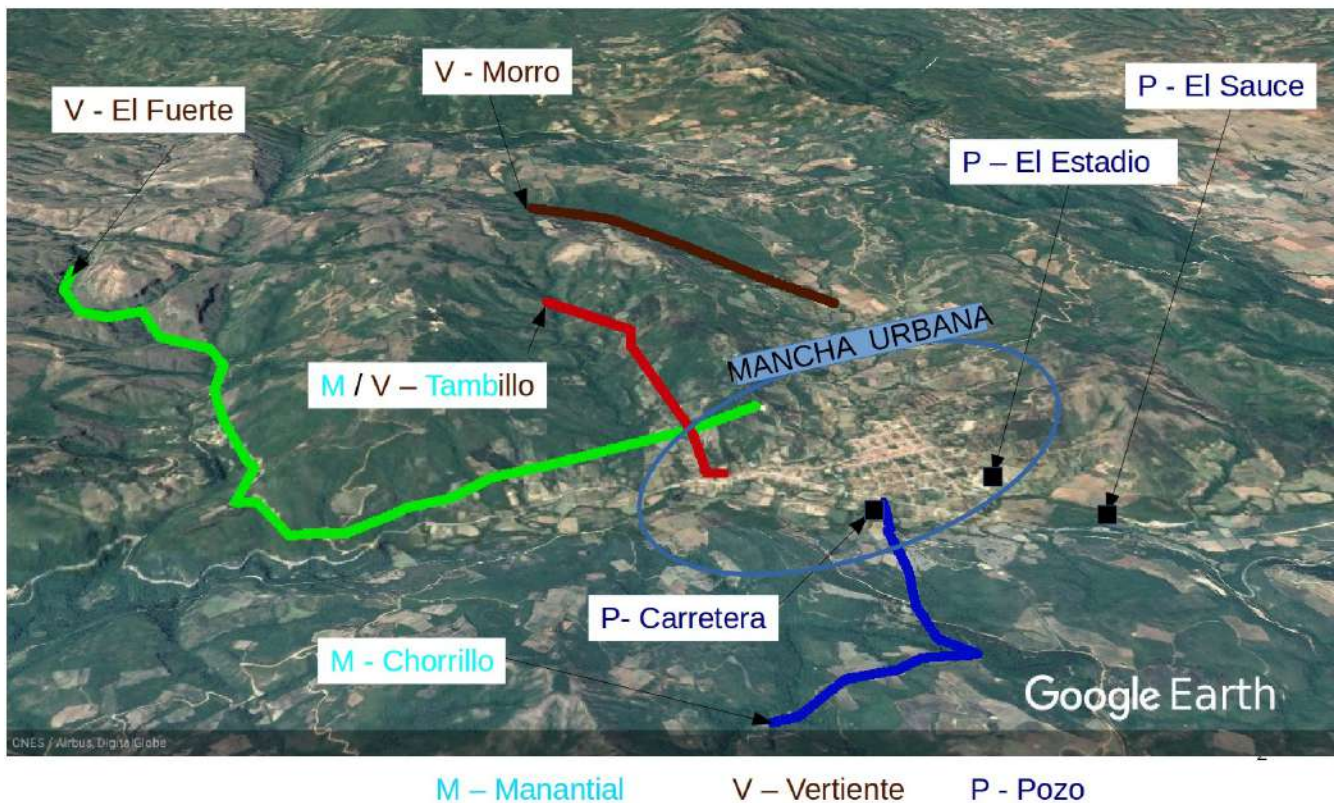
A. Distrito de Samaipata

El distrito urbano de Samaipata es el principal centro de suministro en agua potable. Se hace a través de la COOPFLOR desde 1985²².

Captación

El agua que se abastece está captada de dos maneras, por **gravidad** desde fuentes de agua superficiales y por **bombeo** en el acuífero subterráneo, como es presentado en el mapa siguiente²³.

Las fuentes de agua para el abastecimiento de Samaipata



En todo el Municipio, el agua proviene de tres tipos de fuentes:

- agua superficial de **manantial** u oro, saliendo directamente de la roca, poco afectada por las lluvias al nivel de su calidad (turbidez), afectada al nivel del caudal según características del área de recarga (tipo de roca y cobertura vegetal)
- agua superficial de **vertiente** o arroyo, captada después del escurrimiento del agua, afectada por las lluvias al nivel de su calidad (turbidez, transporte de materia en suspensión) y de su cantidad (caudal variable entre época de lluvia y de sequía)

22 Si no especificado, los datos mencionados provienen de observaciones propias, de la bibliografía consultada o de informaciones verbales de la Ing. Joana de la COOPFLOR.

23 Fuente : auditoría privada realizada en 2017-2018 por Ing. C. Ranque y Limnóloga Margot Franken, en el marco de un apoyo voluntario a la COOPFLOR. Ver carta en Ref D11.

- agua de **pozo** perforado, con características según geofísica, posible contaminación de origen natural o antrópico, caudal según acuífera y permeabilidad del entorno (arena, otro)

Características de las fuentes de agua para el suministro de Samaipata²⁴

Micro-Cuenca	Chorrillo	Tambillo		El Fuerte	Artillero	Estadio	Sauce	Carretera
Tipo	Manantial		Vertiente			Pozo		
N ^a fuentes	4	2	1	3	3	1	1	1
Año de realización	1970	2020*	2000	1982 1995/2005**	2019	2007	2011	1995
Alt. / prof. toma (m)	1760	1887	1788	1730	1750	142	120	170
Filtros en toma	No	No	No	Alisos y Figurita no ; Poza Negra : Rejilla y milimétrico	Lento y milimétrico	Filtros en tubería	Arena y filtros en tubería	Filtros en tubería
Caudal (l/s) ***	2-4	2,5 – 3,5		2-12	4-5	2-3	3-5	9-12
Problemas de calidad ****	Contaminación bacteriana (excepto pozo El Sauce), materia orgánica en aguas de tomas superficiales, turbidez en época lluviosa, hierro en exceso en la toma El Fuerte, Conductividad y nitrógeno amoniacal encima de la norma en el pozo de la Carretera.							

* año de renovación

** Toma principal (Poza Negra) completada con dos tomas secundarias, Alisos luego Figurita

*** según COOPFLOR, información verbal y documentos compartidos

**** Según análisis SAGUAPAC Julio 2017 en informe WEFTA 2018 - Ref D13, síntesis análisis QUEBRACHO Julio 2018 - Ref .D14.

La micro-cuenca de Chorrillo beneficia de la protección del Área Protegida “Santuario del agua de Chorrillos” por ley municipal N°08/2017²⁵. La COOPFLOR es dueña de un perímetro incluyendo las tomas de agua aprovechadas para el abastecimiento de Samaipata.

Las tomas del micro-cuenca El Fuerte están ubicadas en el Área Nacional de Manejo Integral Rio Grande Valles Cruceños, creado en 2007 mediante Resolución Prefectural N°059/07²⁶

El uso de suelo actual en las cabeceras del micro-cuenca de El Fuerte, Tambillo y Morro genera una erosión fuerte por escorrentía, y contaminación de las aguas, principalmente en época lluviosa, por sobre-pastoreo (heces fecales) y uso de agroquímicos en agricultura²⁷.

24 Ver fotos de las tomas en anexo. Ref. D12.

25 Fuente: Consejo Municipal de Samaipata. Ver ley completa en anexo. Ref. D15.

26 Ver mapa en anexo. Ref. D16. Fuente : www.biobol.org.

27 Fuente: MMAyA Estudio de diseño técnico de pre-inversión “manejo integral de las micro-cuencas el Fuerte, Tambillo y Morro, SISMICA S.R.L. 2018. Ref. D17.

En época de estiaje, la COOPFLOR extrae agua adicional del río El Fuerte con generador a combustible, bombeando en la sub-red principal al nivel del cruce del río El Fuerte y los Alisos²⁸.

El GAMS estudia la factibilidad de construcción de una presa en el mismo lugar, un poco más bajo en el curso del río²⁹.

El agua del pozo de la Carretera es utilizada en caso de emergencia, cuando baja el caudal de las vertientes y cuando falta caudal con los otros pozos.

La COOPFLOR solicitó la perforación de un nuevo pozo en el sector urbano³⁰. Existen pozos de perforación privada, pero su actividad no está conocida³¹.

Tratamiento

El sistema de agua cuenta con una **planta potabilizadora** de agua (foto), iniciada en julio de 2017.

Fue implementada siguiendo estudio de la sub-gobernación de la Provincia Florida mencionando el vínculo entre problemas de salud en la población y deficiencia en la administración del agua³².



Consta de 2 tanques floculadores (160 m³) donde se inyecta sulfato de aluminio, luego pasa a 2 filtros de arena en serie y a 1 filtro de carbón activado a presión. El agua es clorada y luego depositada al tanque de almacenamiento. Trata el agua proveniente de la sub-red El Fuerte³³.

El agua de la sub-red el Tambillo no está tratada. El agua de las sub-redes del Chorrillo y del Morro están clorada al nivel de los tanques. El agua del pozo del Estadio no está tratada. Los tanques intermedio llamados Cancha 8 y 14 de Septiembre reciben cloración periódicamente³⁴.

Distribución

El sistema de distribución del agua en Samaipata tiene una antigüedad de 40 años. Fue construido progresivamente. En mayoría es de Fierro Galvanizado. Se amplia progresivamente con PVC tricapa. La COOPFLOR está cambiando la tubería en Fierro Galvanizado por PVC tricapa.

28 Ver ubicación y fotos del sistema de bombeo en anexo. Ref. D18.

29 Fuentes: reunión de concertación del 13 de abril de 2022 y socialización de los proyectos del GAMS del 18 de Abril de 2022. Ver ubicación y fotos del sitio. Ref D19.

30 Con el servicio ambiental de la Gobernación, junio de 2022 – información directa.

31 El estudio HSF – UMSA – ALIANZA debería permitir disponer de estos datos, necesarios al buen manejo del acuífera

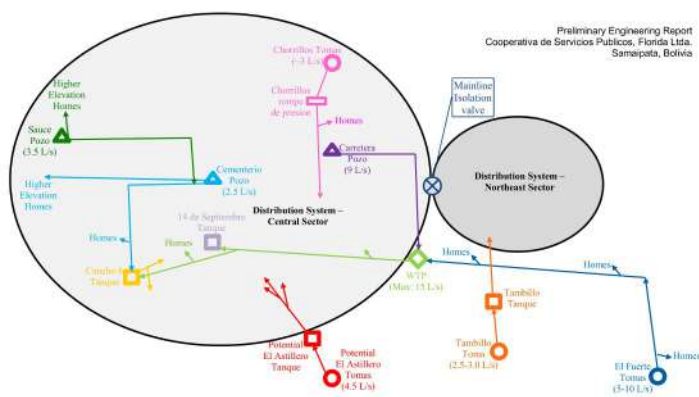
32 Fuente: estudio Ver anexo. Ref. D20.

33 Fuente: Informe de inspección sanitaria por laboratorio CASA, Marzo 2018. Ref D21..

34 Fuente: información verbal. Ing. Joana, COOPFLOR.

En 2017, la WEFTA realizó un diagnóstico detallado de la matriz de distribución (esquema). Las aguas superficiales llegan en 4 puntos diferentes de la red de distribución. La matriz cuenta con 6 tanques de almacenamiento, con una capacidad total de 560 m³³⁵.

Existen usuarios servidos antes de la llegada al sistema de distribución (sub-redes Chorrillo y El Fuerte) o por bombeo a partir del pozo del Estadio (barrio del Cementerio) o del Sauce (urbanización los Pinos), hacia tanques privados.



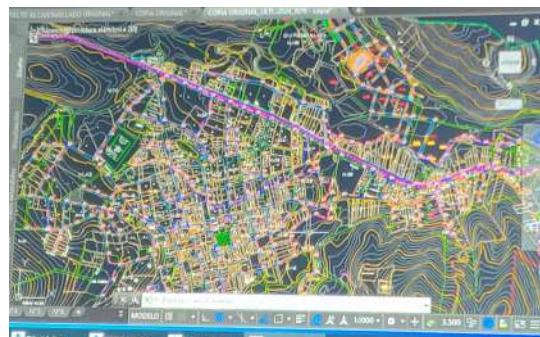
Facturación

Hasta fin de 2019, el agua se pagaba **1,53Bs/m³**: 23Bs/mes **hasta 15 m³** + 2Bs/m³ por encima, en categoría domiciliario, y 30 Bs + 2,2 Bs/m³ por encima en categoría comercial³⁶. A principio de 2020, se cambió el rango de tarificación para armonizarse con el estándar nacional. Por consecuencia, el tarifa es ahora de 23Bs/mes **hasta 10 m³** + 2Bs/m³ por encima, en categoría domiciliario; hubo el mismo cambio en categoría comercial³⁷.

Aguas servidas

La COOPFLOR gestiona una red de alcantarillado (foto)³⁸. En 2018, provee servicio de alcantarillado a cerca de 50% de la población³⁹.

Las aguas servidas llegan a una Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales (PTAR) realizada en 1990, con diseño para 20 años (fotos 2018 abajo).



35 HSF 2018. Ref D22 y WEFTA 2018. Ref D23. Los dos tanques de 75m³ del 14 de septiembre no están contabilizados.

36 Fuente: proyecto planta potabilizadora sub-gobernación 2014. Ref. D24.

37 Fuente: información verbal Lic. Elizabeth COOPFLOR.

38 Fuente: Proyectos del GAMS. Asamblea pública. Lunes 18 de abril de 2022

39 Fuente: Inspección AAPS 27/08/2018. Sistema de alcantarillado sanitario. Ref. D25.

La PTAR está ubicada en un predio de 2 ha que pertenece a la COOPFLOR.

Es un sistema por lagunaje natural. Cuenta con una laguna anaerobia y tres lagunas facultativas⁴⁰. Tiene una superficie útil aprox. de 3550 m², según información geográfica Google Earth (foto derecha).

Una vez tratada, el agua se desemboca en el río Piraí (foto).



En agosto de 2018, el inspector de la AAPS constató que había debilidad en el diseño a no tener pre-tratamiento de las aguas y falta de mantenimiento de las lagunas. Se constató que la planta está saturada, llegando a su punto de colmatación por la acumulación de lodos. Se recomendaba buscar soluciones con el GAMS⁴¹.

La propuesta del GAMS es crear una nueva planta de tratamiento más abajo en la carretera, a 6km, entrada a Paredones, por falta de terreno suficiente en la mancha urbana. Sería un proyecto de 32 millones de Bs⁴².

Se ha constatado recientemente (agosto 2022) que el predio de la COOPFLOR está utilizando por fin de uso recreacional, ofreciendo espacio a circuitos para motos (foto).



40 Fuente: Inspección AAPS 27/08/2018. Descripción de la PTAR. Ref. D26.

41 Fuente: Inspección AAPS 27/08/2018. Recomendaciones. Ref. D27.

42 Fuente: Proyectos del GAMS. Asamblea pública. Lunes 18 de abril de 2022

B. Distrito del Valle – Cooperativa Achirrilla

Desde 1986, la **Cooperativa Achirrilla** administra el agua que se abastece a varias comunidades⁴³. Cinco pertenecen al distrito del Valle : Villa Florida, Monteagudo, La Piedra, Bella Victoria y Puerto Limón. Representen 15 % de la población del municipio de Samaipata⁴⁴.

Captación

El agua está captada de dos maneras, por **gravedad** desde el vertiente de una microcuenca (en azul) y por **bombeo** en el acuífera subterráneo (pozo, en morado). Ambos fuentes de agua se ubican en la comunidad de Puerto Limón.



La cooperativa posee un terreno de **300 ha protegido** por alambre, alrededor de la toma de agua (foto). La erosión natural transporta materia en época de lluvia (turbidez). El pozo fue perforado en 2012 a 78 m de profundidad por la Gobernación. Se solicita un 2do pozo.

Tratamiento y almacenamiento

El agua está filtrada varias veces al nivel de la toma (filtros lentos). El mantenimiento es regular. La tubería de abastecimiento (en amarillo) se trata cada 6 meses con lavandina, entre la toma y la quebrada.

El agua llega a dos tanques de almacenamiento (en rojo y foto), uno de **100 m³** (1986), conectado a uno de **400 m³** (2015, Gobernación). El pozo está limpiado cada tres años con lavandina.



43 Información verbal, Presidente de la Cooperativa Achirrilla, y datos compartidos por la secretaria, mayo 2022.

44 1620 hab. de 10472 hab. Fuente INE 2012. www.ine.gob.bo.

Distribución y Tarificación

El agua entra en la matriz de distribución por gravedad (en verde). El nivel del agua se controla en el tanque, para mantener la presión en la red. La tubería fue cambiada en 2015, de manera auto-financiada. Está de PVC clase 9. Se distribuye a 771 puntos de conexión (665 en el municipio de Samaipata) a través de una red de 45,3 km. Se vende 15 bs/mes hasta 15 m³, + 1,50 bs/m³ por encima.

C. Otros centros poblados

Caso de Bermejo (529 hab.)⁴⁵

El agua está administrada por un **comité local de agua**. Proviene de dos tomas ubicadas en microcuencas boscosas cercanas (en azul).

La Toma 1 (año 1982) es de manantial. Se recolecta en un tanque de 1000 l, luego baja por tubería de 2,5 pulgadas hasta un tanque de 25 m³ ubicado aprox. a 910 m de altura (en rojo).

La Toma 2 (años 2000-2002) es de manantial. Se recolecta en un tanque de 300 l, luego baja por tubería de 1 pulgada hasta un sistema de dos tanques de 18m³ ubicados cerca del otro tanque y encima (en rojo). Se puede alimentar el primer tanque a partir de este segundo sistema. Se ha constatado una pérdida en caudal al nivel de esta toma, siguiendo un chequeo cercano reciente (huerta de palta, 2ha).

El agua no está tratada. Se abastece a 170 puntos de conexión, a través de una matriz de distribución de 2 km. Se vende 10 bs/mes hasta 10 m³, + 3bs/m³ por encima. Se consume aprox. 1000 m³/mes⁴⁶.

Las viviendas elevadas de Bermejo Centro (900 m de altura) sufren de falta de agua en época de estiaje (septiembre - noviembre).

Es por eso que el GAMS fue solicitado para la realización de una nueva toma (Proyecto nueva toma), agua de manantial (en azul), tubería de aprox. 6 km (en amarillo) y nuevo tanque de almacenamiento (50 m³) con ubicación más elevada que los otros tanques (940 m, en rojo). El comité de agua ha juntado fondos para contra-parte local.



45 Fuente: Plomero – Ariel, cel. 73659248

46 Fuente: Tesorero, David Torrez cel. 73193202

Caso de Santiago del Valle (379 hab.)⁴⁷

El agua está administrada por la **cooperativa Quebrada Honda** desde 1972. Proviene de 4 tomas de manantial ubicadas en una micro-cuenca privada protegida sobre 4 a 5 ha (en azul). Provee 2 m³/h. Se almacena en un tanque de 50 m³ (en rojo). No se usa tratamiento.

El sistema de abastecimiento en agua potable inicial fue realizado por una ONG americana (USAID). Tenía un sistema de AAP, un tanque de almacenamiento (foto) y como grifo único una fuente de agua en el centro de la plaza del pueblo.



En 2014 el GAMS implementó una matriz de distribución a viviendas con medidores.

A mismo tiempo fue realizado un segundo tanque, de 20m³ al lado del primero (foto).

El sistema abastece actualmente 165 puntos de conexión.

El agua se vende 15 bs/mes hasta 10 m³, + 3bs/m³ por encima. Se consume aprox. 2000 m³ por mes. El promedio es de 20 m³/conex. 3 socios consumen más de 100m³/mes por su actividad agropecuaria (chanchos, ganado).



La cooperativa tenía un pozo perforado en 1995 que no se usó por motivo que bombeaba solamente 1,5 m³/h. Se derrumbó.

Actualmente, la cooperativa compra agua de pozo a un sindicato agrícola (aprox 1200 bs/ms para la electricidad), aprox. 20 h por semana, bombeando 20 m³/h en el segundo tanque que sirve solamente de intermediario con el primer tanque visto que está fisurado y pierde agua.

47 Fuente: Visita del 11/06/2022, Sr Denar, presidente de la cooperativa cel. 71329370, secretario Sr Robin cel. 67805376

Caso de Cuevas (324 hab.)⁴⁸

El agua está administrada por un **comité local de agua**.

El área de captación está protegida y es propiedad de la comunidad campesina 1,1 ha (INRA – en azul).

El agua proviene de dos tomas cercanas, una manantial (izquierda) y una vertiente (derecha).



El agua se almacena en un tanque de cemento de 25 m³ construido en 1992 por la cooperación americana (USAID). No se usa tratamiento del agua.

Se abastece a 87 puntos de conexión a través de una matriz de distribución de ambos lados de la carretera (bajando y subiendo). El agua se vende 7 bs fijo por mes por conexión. No se usa medidor.

Aprox. 20 viviendas tienen agua aparte pero podrían estar interesados tener acceso al servicio colectivo.

El servicio está actualmente afectado por la construcción de la nueva carretera, ocasionando la instalación de una tubería provisional (foto).

Se ha constatado una falta de agua periódica, con el crecimiento de la demanda (viveros y cabañas).

Se solicita un nuevo sistema de abastecimiento en agua y la investigación de las fuentes de agua disponibles en la localidad.



48 Fuente: Visita del 01/06/2022, Herculiano Gutiérrez C., responsable del comité, cel. 67254417

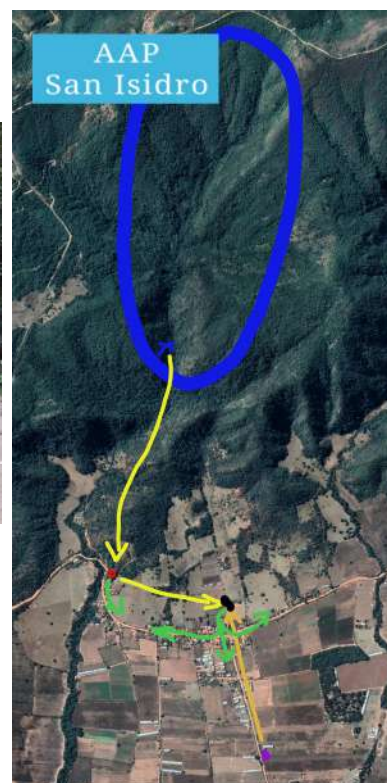
Caso de San Isidro (318 hab.)⁴⁹

El agua está administrada por la **cooperativa Cosani** desde 1980. Proviene de una micro-cuenca cercana protegida (en azul en el mapa).

La comunidad es dueña de 1,2 ha (INRA), donde se encuentra la toma (cruz azul y foto). Por aforo del 18 de junio 2022, se ha medido un caudal de 0,66 l/s⁵⁰.



La toma alimenta a un tanque de almacenamiento de 40 m³, construido en cemento en 1985 (foto). Está ubicado en altura, a la entrada norte de San Isidro (en rojo en el mapa).



Desde 2014, un pozo perforado por la gobernación de Santa Cruz (180 m de profundidad, bomba a 120 m) completa la fuente de agua superficial (foto y en morado en el mapa).

Dos tanques de depósito (en negro en el mapa y foto) permiten almacenar el agua llegando del primer tanque o bombeada del pozo. Son de 20 m³ (año 2002) y 10 m³ (año 2020), en polietileno.



La matriz de distribución (en verde) recibe agua de ambos fuentes. Los tanques de depósito abastecen a los 2/3 de los usuarios. El 1/3 restante está más alto y recibe agua solamente del primer tanque.

La cooperativa abastece a 98 conexiones con medidor. El agua se vende 10 bs/mes hasta 10 m³/mes, + 2bs/m² por encima.

Se encuentran dificultades con la filtración del agua a la toma. Llega turbia en tiempo de lluvia, necesitando cortar la llegada desde la micro-cuenca para usar agua de pozo. El primer tanque presenta fisuras y se constata pérdida de agua especialmente en época de escasez.

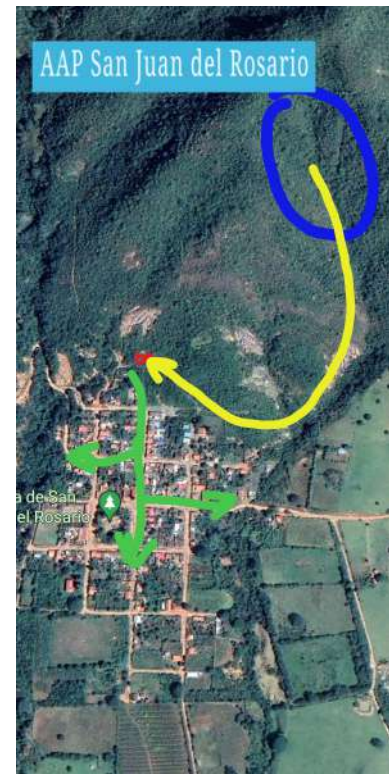
Se solicitó el GAMS para solucionar la situación.

49 Visita del de junio 2002, con Sra. Catalina cel. 71356564, Sr Ricardo Condor y el Sr Alfredo, secretario de. Cooperativa COSANI.

50 30 s para llenar un balde de 20 l. Fuente, Ricardo Condor. Cel. 71664814

Caso de San Juan del Rosario (317 hab.)⁵¹

El agua está administrada por la **Cooperativa 24 de Junio** desde los años 1980. Proviene de una micro-cuenca cercana protegida y alambrada (en azul).



El caudal medido en la toma es aprox. de 0,1 l/s⁵². Se constató falta de mantenimiento. Se ha limpiado la obra en cemento.

Llega por tubería de 2" de fierro a un tanque de cemento de 70 m³, 200m más abajo. El tanque presenta fisuras antiguas. Se constata filtración por un lado. Se cuenta con buena calidad de agua, ligeramente colorada.

La matriz abastece a 140 viviendas. 80 son ocupados permanentemente. El agua se vende 2,5 bs/mes.

Los medidores no están utilizados. Se encuentran problemas técnicos con la presión fluctuante del agua (aire?) distorsionando su funcionamiento. Por otro lado, las viviendas más arriba del pueblo sufren de falta de agua en época de escasez.



En 2015, el GAMS hizo nueva sistema de AAP, trayendo agua de una toma a 17km, hasta un nuevo tanque, de 50m³. Pero no funciona y el tanque construido pierde agua. Se solicito de nuevo el GAMS en 2022 para traer agua de manantial desde otro lugar más cercano, la Misca, a aprox. 8km.

51 Visita del 10 de junio 2022, con Carmelo Solar ex dirigente de la cooperativa, Mario cel. 72681450, Sabino Lijeron – corregidor.

52 Aforo artesanal realizado personalmente el 10 de junio 2022, 1,8 l en 18 s.

Caso de Achiras (316 hab.)⁵³

El agua está administrada por un **comité local de agua** conformado en 2019 a tiempo de la realización del nuevo sistema de abastecimiento en agua potable para Achiras (AAP Achiras, toma 2 en el mapa), financiado por el FPS.

Proviene de una vertiente y una manantial colindantes, ubicadas en un área protegida regional (Sector El Fuerte - ANMI Rio Grande Valles Cruceños).

Un perímetro fue alambrado alrededor de la nueva toma (circulo azul en el mapa y fotos). Permite prevenir el acceso del ganado presente en la zona.



El agua está filtrada por filtro lento, luego baja por dos tubos de 1,5 pulgada sobre aprox. 5km, hasta un tanque de almacenamiento de 70 m³ (en rojo en el mapa y foto).

El tanque tiene un dispositivo de filtración milimétrica y de tratamiento del agua por cloración. Está utilizado por motivo de insalubridad de la matriz antigua de hierro.

El agua se abastece a 178 puntos de conexión con medidor, desde cerca del tanque (entrada de Paredones). Pasa por el Centro poblado de Achiras (cancha, aprox. 3 km del tanque) y llega hasta cerca de la comunidad siguiente de Agua Rica (aprox. a 8 km del tanque).

El agua se vende 20 bs/mes fijo.

En época de estiaje, se usa el sistema antigua de toma y captación de agua (AAP Achiras, toma 1), para completar y satisfacer a la demanda.



⁵³ Entrevista con el vice-presidente del comité, Sr Beto Osorio cel.73667368 12/05/2022

Síntesis otros pueblos

El siguiente cuadro sintetiza las características del servicio de abastecimiento en agua potable en los centros poblados diagnosticados.

Comunidad (hab. 2012)	fuelle	Tanque (m3)	Tratamiento	Red matriz	Precio /ms	Problemas
Bermejo (529 hab.)	2 manant.	1x25 +2x16	no	Red 2,5” PVC 170 conex.	10bs<10m ³ +3bs/m ³ medidores	Toma 2 : pérdida caudal Escasez de agua en estiaje, no llega a zonas altas.
Santiago del V. Coop. QUEBRADA HONDA (379 hab.)	4 manant. 1 pozo cerrado	1 x 50 1x 20	no	Red 2” PVC 180 conex. 2010-2011	15bs <10m ³ +3bs/m ³ medidores	Agua superficial insuficiente. Pozo derrumbado. Compra agua de pozo agrícola.
Cuevas (324 hab.)	1 manant 1 vert.	1x25	no	Red 1,5” 87 conex 1992	7bs sin medidor	Agua insuf. en estiaje. Crecimiento consumo profesional: viveros, cabañas
San Isidro Coop. COSANI (318 hab.)	1 vert. 1 pozo 120m	1 x 40 20 y 10	no	Red 2” 98 conex. Nueva PVC	10bs<10m ³ +2bs/m ³ medidores	Tanque fisurado Turbidez cuando lluvia. Filtro lento en toma no funciona.
San Juan del R. Coop. 24 de Junio (317 hab.)	1 manant 1 pozo	1 x 70 1 x 50	no	140 conex. Nueva PVC	2,5bs/mes medidores , no utilizado	Tubería captación de hierro oxidada. Caudal < en estiaje
Achiras (316 hab.)	1 manant 2 vert.	1 x 70	cloro	Hierro galv. 178 conex.	20bs fijo, medidores	Red de distribución antigua

II – Análisis

La investigación realizada se enfocó sobre la administración del **agua potable**. No se tratara aquí del agua de destino agropecuario. Pero se identificó una **competencia creciente entre uso agropecuario de la tierra y áreas de captación del agua**.

La mejor administración del agua se encuentra donde la micro-cuenca de captación no tiene otro uso (conservación).

Por todos lados, se encuentra una **real voluntad local apropiarse su recurso en agua** y frecuentemente la **capacidad juntar fondos** para mejorar el sistema de abastecimiento con apoyo de las autoridades municipales.

De maneja general, **la practica de aforo no está aplicada**⁵⁴. Eso limita el conocimiento objetivo del caudal disponible en el transcurso del año, y su evolución año tras año.

La calidad organoléptica y visual del agua en las fuentes de agua de los centros poblados secundarios estaba satisfactoria⁵⁵. La **sabiduría campesina** hace que no se usa o **se deja** usar la **cloración** como medida de potabilización del agua, a pesar de la norma, porque se experimenta como dañino para la salud; es lo que demuestra científicamente la Bio-Eléctrico de Vincente (BEV)⁵⁶.

A parte en la cooperativa Achirilla, la administración colectiva del agua potable es problemática, que sea por falta de recurso con el crecimiento de la demanda, falta de protección del perímetro de recarga, falta de mantenimiento en las tomas, degradación del sistema (toma, tanque, tubería) o tratamiento inadecuado del agua.

Este contexto es favorable al **desarrollo de un mercado privado** del agua, especialmente para proveer agua apta al consumo humano.

El problema real proviene de no distinguir claramente los **dos servicios a ofrecer**: un **agua saludable** es decir biocompatible⁵⁷, con volumen diario limitado por persona (alrededor de 2,5 litros para un adulto de 70k)⁵⁸, y un **agua para otros usos**, limpia y disponible en grandes volúmenes, según el nivel de confort deseado.

Los datos de las dos instituciones más grandes permiten evaluar el **consumo promedio** en agua de distribución en zonas urbanas avanzadas del municipioa **170-175 litros/persona/día**⁵⁹. Eso corresponde a un **nivel de consumo europeo**⁶⁰. Este nivel de consumo requiere del medioambiente **1 litro por segundo y por 500 habitantes**.

54 Excepción con la cooperativa de Santiago del Valle y con la COOPFLOR desde 2019.

55 Según apreciación personal subjetiva por falta de análisis disponibles.

56 La Bio Electrónico de Vincente (BEV), mide tres parámetros físico químicos clásicos , el potencial hidrógeno (pH - capacidad magnética), el potencial de óxido reducción (rH2 - potencial eléctrico) y la resistividad (Rô - inverso de la conductividad C, Rô = 1/C), tan en el organismo que en aguas. El agua clorada es entorno alcalinizante y oxidante, generando un terreno favorable al desarrollo de cáncer. Ver en anexo. Ref A01 así que www.eaunaturelle.ch.

57 El agua biocompatible es un concepto que fue propuesto por Joseph Országh en 1995, basado en criterios BEV. El agua biocompatible nunca se obtiene por desinfección química. Está débilmente mineralizado (menos de 250 mg/l), ligeramente ácido a neutro y químicamente «indiferente» o neutro en términos de propiedades redox, nunca oxidativo (con respecto al agua químicamente pura). Ver en anexo, Ref A02.

58 35 ml de agua al día por kilo de peso. Recomendación de la OMS. Fuente: www.brita.es

59 Fuente: COOPFLOR 2017, Ref D05 y Cooperativa ACHIRRILLA 2021, Ref D09.

60 Fuentes: www.cieau.com y www.un.org. Mínimo vital 20 l/día/pers., Nivel de comodidad >100 l/día/pers. datos OMS.

El crecimiento de las instituciones (aumento en el número de usuarios) entrena más control y obligaciones, orientando las medidas de administración del agua en dirección del **respeto de normas nacionales** que se encuentran inapropiadas al contexto local (aguas cargadas en materia orgánica) y no toman en cuenta datos científicos desconocidos por el legislador.

En seguida, está analizada la situación de cada centro poblado investigado.

A. Distrito de Samaipata (COOPFLOR)

Todas las aguas analizadas en junio de 2018 presentan un **potencial de oxido reducción negativo**. Eso significa que todas las aguas captadas para el abastecimiento de Samaipata, que sean superficiales o subterráneas, constituyen un **entorno reductivo** (rico en electrones), favorable a la vida, al desarrollo bacteriano, que sea beneficioso (pH <7) o patógeno (pH >7). Las aguas las más favorables a la salud son las aguas de la micro-cuenca del Chorrillo y del pozo del Sauce⁶¹.

Aguas superficiales

Las aguas superficiales aprovechadas para el abastecimiento de Samaipata provienen de dos tipos de micro-cuencas:

- **cuenca en recuperación**. Caso de la micro-cuenca de Chorrillo: caudal y características del agua relativamente estables en el transcurso del año, y aumento lento en promedio, año tras año.
- **cuenca desequilibrada**. Caso de las micro-cuencas de El Fuerte, Tambillo y Morro: caudal y características muy variables según la época.

Cada micro-cuenca necesita estar gestionada según esta clasificación, y las aguas correspondientes tratadas correctamente para poder ser utilizadas como agua potable⁶².

La (pre)filtración en toma no es necesaria cuando se capta agua de manantial con obra de protección. Pero **es indispensable cuando el agua proviene de arroyo**: protección de la toma con malla y/o filtro lento y/o filtro milimétrico, para prevenir la penetración de materia en suspensión (ej. hojas, ramas,...) en la tubería.

La desinfección por cloración recomendada por la norma boliviana no constituye un método adaptado a aguas cargadas en materia orgánica, como es el caso en Samaipata. La materia orgánica reacciona con el cloro usado en la desinfección del agua, formando productos secundarios dañinos para la salud, entre otros cancerígenos⁶³.

El **proyecto de presa** contemplado por el GAMS se ubica en una **micro-cuenca desequilibrada** (el Fuerte). El tipo de actividad agrícola observado en cabecera deja pensar a un posible **enarenamiento rápido de la presa**, como se constata en las presas de pequeño tamaño ya existentes en el mismo corriente de agua⁶⁴.

61 Ver los resultados BEV para las aguas de Samaipata. La Resistividad permite diferenciar las aguas favorable a la salud ($R\hat{o} > 6000$ ohm/cm) de las aguas muy cargadas en minerales ($R\hat{o} < 400$ ohm/cm), no asimilables. Ver anexo. Ref A03.

62 Ver principio de purificación del agua para una pequeña ciudad. Anexo. Ref. A04.

63 Según Limn. Margot Franken, en conclusiones análisis Quebracho, junio de 2018. Ver en anexo. Ref. A05. Mencionado también en el estudio 2014 para la planta potabilizadora. Ref. A06 y en sitios especializados como www.iagua.es.

64 Se reportó por plomero deber sacar más de 100 carretillas de arena (20 m^3) de la micro-presa cercana antes que de poder bombear el agua. Testimonio directo, agosto 2022.

1. Micro-cuenca de Chorrillo

La existencia de un área protegida por ley, con perímetro alambrado, favorece la recuperación de la cobertura de bosque (foto). Es por eso que **tiene una potencial recuperación de caudal con tiempo**, como constatado en los años anteriores⁶⁵. Va llegar hasta el punto de equilibrio de la micro-cuenca



cuando el caudal se estabilizara.



La captación del agua se hace en manantiales protegidas. El agua llega al colector donde sigue protegida de toda contaminación exterior (foto)⁶⁶. La presencia de materia orgánica (DQO 91mg/l⁶⁷) hace de la desinfección por **cloración un método inapropiado**.

2. Micro-cuencas de El Fuerte

En el pasado (años 70 y antes), **se ha priorizado el desarrollo agropecuario en las lomas**, para el cultivo de las zonas boscosas con suelos ricos y profundos, y para la ganadería



extensiva en las lomas estériles (fotos).

El sistema AAP principal realizado en los años 80 fue muy bien hecho, con muchos esfuerzos de la población local. Se ha logrado implementar un sistema de grande durabilidad (tubería de 8" en Fierro Fondido), arriba de 100 años. Fue ubicado en un sector pertinente, ofreciendo mucha agua cristalina para el consumo humano⁶⁸.

65 Según Ing. Nelson, ex Tesorero de la COOPFLOR.

66 Misión HSF 26-29 abril 2018. Ref. D12.

67 Ver análisis Quebracho 2018 del agua del Chorrillo Ref. D14. La presencia de materia orgánica en el agua se mide a través del indicador llamado Demanda Química en Oxígeno (DQO).

68 Caudal medio de extracción de 108 m³/h o sea **30/s** en 1^{er} año de operación declarado por la COOPFLOR en sus informes 2019 y 2020, sea suficiente para abastecer una población de **15 000 habitantes!** Ver en anexo. Ref. A07.

Lamentablemente, el uso de suelo en cabecera de la toma, sobre varias décadas, tuvo por consecuencia :

- la **reducción del caudal**, a través de la disminución de la reserva útil del suelo en agua, por desaparición del bosque húmedo por chaqueo, luego erosión de los suelos (foto derecha).

Está demostrado por la cantidad de arena que se acumula después de cada crecida, en las micro-presas construidas en el río (foto alado)⁶⁹;

- la **contaminación de las aguas por erosión** de suelo y escurrimiento reportado desde 2012⁷⁰, y por productos de las actividades : **agroquímicos** para la agricultura y heces fecales para la ganadería en **sobrepastoreo** (foto derecha)⁷¹.

La consecuencia de estas decisiones políticas anteriores sobre la administración de los recursos naturales es la existencia ahora de un **conflicto de interés entre la preservación del recurso en agua para la colectividad y el uso privado de la tierra** por los propietarios reconocidos por ley y registrados con el INRA y el Derecho Real.

3. Micro-cuenca de Tambillo

La sub-red de Tambillo a beneficiado de una renovación reciente al nivel de las tomas de manantiales. El agua está muy cristalina y su pH < 7 indica una buena filtración natural del agua por las rocas y un agua de muy buena biocompatibilidad⁷².



69 Se reportó por plomero deber vaciar más de 100 carretillas de arena de la presa antes que de poder utilizar la bomba. La arena es indicador de degradación de suelo de origen roca arenosa, como se encuentra en la zona del bosque húmedo. El trabajo de Maestría de Ing. Balvina Martínez debería aclarar este tema del impacto del uso de suelo en agricultura sobre la pérdida de caudal: “Conservación de suelos y recuperación de caudal de agua en cabeceras de fuentes hídricas, micro-cuenca El Fuerte de Samaipata”.

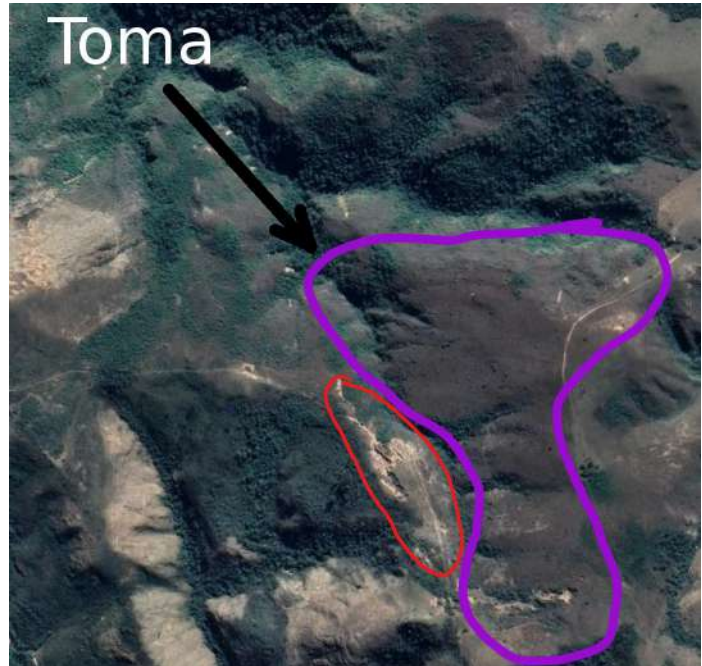
70 Turbidez en análisis SAGUAPAC. Ver anexo. Ref A08.

71 Identificado por la consultoria SÍSMICA (ver anexo D18) y la Sub-gobernación (ver anexo D21).

La influencia de la lluvia sobre la **turbidez**, como constatado a los grifos de la zona de Samaipata donde se abastece esta agua (sector Surtidor), deja pensar que **la contaminación proviene del área de recarga**, arriba de las tomas.

La observación de las imágenes de satélites (Google Earth) permite identificar dos orígenes posibles a esta variación en la calidad del agua en época de lluvia:

- una erosión natural severa en un sector (foto, círculo rojo),
- la ganadería extensiva en un otro sector (foto, círculo morado).

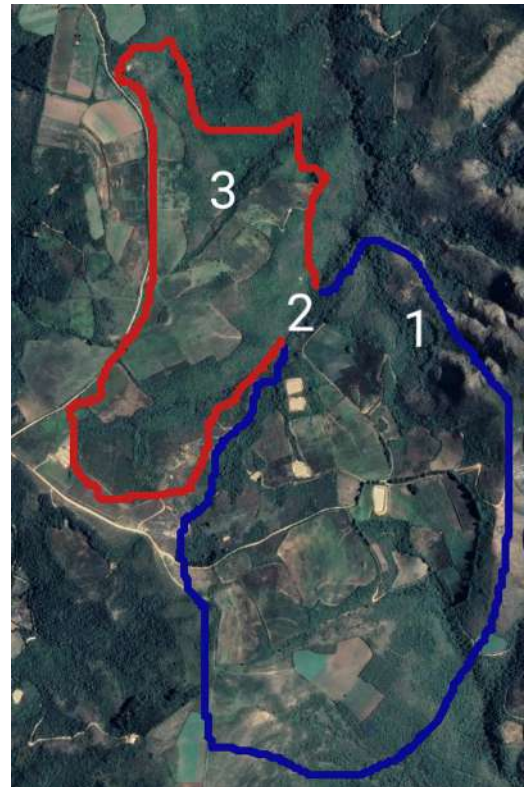


4. Micro cuenca del Morro - Artillero

A tiempo de la misión UMSA – HSF – ALIANZA de noviembre 2021, se identificó **riesgo de deslizamiento** de tierra y potenciales derrumbes alrededor de las tomas, debido a los incendios pasados.

El **cambio de dueño** de la propiedad privada ubicada en cabeceras de las tomas 1 y 2 de la micro-cuenca (foto, círculo azul) es beneficioso a la administración del agua superficial captada en esta zona para abastecer a Samaipata. En efecto, la contaminación con agro-químicos constada en los años anteriores debería parar, debido al **cambio de uso de suelo**. El **proyecto de desarrollo comunitario ecológico EcoWillca** contemplado debería favorecer la **protección del recurso actual** y, a largo tiempo, la **recuperación de caudal**⁷³.

Por otro lado, el uso de suelo agrícola en otras parcelas, en cabecera de las tomas 2 y 3 (foto, círculo rojo) amenaza con pérdida de caudal y contaminación por erosión y agro-químicos.



72 Observado en época de estiaje, junio 2022, misión UMSA – HSF - ALIANZA

73 Fuente: observación propia y conversación con el emprendedor, Alex Fernández. Cel. 72170754

Aguas de pozo

Las aguas de los pozos tienen características bien distintas⁷⁴, pero todas necesitan un proceso de **aireación** antes de poder estar consideradas aptas al consumo humano⁷⁵.

En el **pozo del Sauce**, el agua tiene parámetros en la norma, con ligera turbiedad que se debe a la presencia de materia en suspensión. Puede ser una fuente de nutriente y servir de protección para algunos microorganismos, por lo tal puede tener efecto positivo significativo en la calidad micro-biológica del agua y no necesita tratamiento⁷⁶.

En el **pozo del Estadio**, la calidad físico química está satisfactoria. La presencia de bacterias patogénicas justifica un tratamiento a la fuente (desinfección del pozo), a la distribución o al nivel de los tanques privados de almacenamiento.

En el **pozo de la Carretera**, el agua sale muy salina (conductividad > 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), alcalina ($\text{pH} > 7$) y contiene nitrógeno amoniacal en cima de la norma. Esta agua no es potable y tal vez no potabilizable o a un costo muy elevado (ósmosis inverso)⁷⁷. El origen de esta contaminación (natural o antropogénico) merece ser estudiado, porque el caudal disponible es importante (10 l/s)⁷⁸.

Sobre la Planta potabilizadora

A tiempo de su inspección sanitaria por la ing. Claudia Cossio del laboratorio ambiental CASA de Cochabamba (marzo 2018), la planta potabilizadora no funciona correctamente debido al ineficiente proceso de floculación - sedimentación, por posible falta de información de parte de la empresa constructora o mal diseño de la obra (exceso de residuos disueltos en el agua cruda no previsto en los cálculos de dimensionamiento de los tanques floculadores). La consecuencia es la **saturación de los filtros de arena y carbón activado con materia sólida**, un agua tratada siguiendo turbia y la **liberación de sulfato de aluminio en el efluente** a cada retrolabado de los filtros, contaminando al medio ambiente⁷⁹.

En este contexto, el agua saliendo de los filtros se queda cargada en materia orgánica que reacciona con el cloro, generando componentes tóxicos, trihalometanos (THM) entre otros, identificables al olor o por análisis. Es por esta razón que en la opción 1 del estudio de construcción de la planta potabilizadora se recomendaba la radiación ultravioleta (U.V.) como sistema de desinfección del agua⁸⁰.

74 Fuente: Análisis Quebracho, 2018. Ver en anexo. Ref D14.

75 Fuente: Informe JICA PROASU, 2007. Ver en anexo. Ref A09.

76 Interpretación personal. Adaptado de Informe JICA PROASU, 2007.

77 Según el Sindicato Mixto de la CRAU – Francia (SYMCRU), "el valor en el amonio es 10 veces mayor que el estándar de la potabilidad en Francia. El amonio es un índice de posible contaminación microbiológica. Sin embargo, el análisis proporciona niveles relativamente bajos en nitratos y nitritos, por lo que pienso, en todas las reservas, a un origen bacteriológico (efluentes domésticos, ganado, ver actividades agroalimentarias, pero obviamente es para correlacionarse con el contexto local." Texto original en francés, ver en anexo. Ref A10.

78 Fuente: Información técnica de fuentes subterráneas - COOPFLOR 2020. Ref. A11.

79 Fuente: Informe inspección sanitaria Samaipata CASA, Marzo 2018. Ref A12. A tiempo de este investigación (Mayo 2022), la Ing. Joana de la COOPFLOR certifica que los materiales contenidos en los filtros (2 de ajena y 1 de carbón activado) fueron cambiados y que se estudia la rehabilitación del filtro lento existente.

80 Ver las ventajas de la desinfección por radiación U.V. en el estudio 2014 para la planta potabilizadora. Anexo. Ref A05..

Sobre la red de distribución

El análisis de muestra en final de red de distribución confirma que **el cloro está consumido en la red de distribución** (materia orgánica presente) y por esta razón no garantiza protección contra la proliferación de patógenos⁸¹.

Sin embargo, como el tiempo de circulación del agua en la matriz es corto (menos de un día máximo) no se justifica tratamiento a este nivel (tiempo de proliferación insuficiente para general un foco de contaminación). Es más el estancamiento del agua especialmente en final de tubería y en los sectores cercanos a los grifos que genera **proliferación bacteriana**⁸².

En el estado actual, la red de distribución permite garantizar el suministro de **agua potable al hervirla o dinamizarla**, no a consumirla cruda directamente.

Además, **una red de distribución con agua sobre presión, NUNCA ofrece al grifo agua potable óptimo para la salud**, porque la circulación recta en la tubería contribuye a la **desestructuración de la organización natural de las moléculas de agua** en clústeres existente en un agua arremolinada⁸³.

Sobre la demanda en agua potable

La cantidad de agua consumida en Samaipata Capital corresponde, en promedio, a un **nivel de comodidad europeo**. Sin embargo, de los 170 litros consumidos en promedio diario por cada persona, solamente **2 a 3 litros son para tomar**.

De una lado, la población residente que tiene recursos económicos suficientes compra **agua potable en botellón** de 20 litros⁸⁴.

Pero la fracción de la población urbana que no tiene la información y/o los recursos económicos suficientes confía en el servicio público ofrecido y sufre de este problema calitativo, con todas sus consecuencias socio-económicas⁸⁵.

Además la demanda en agua potable por la población fluctuante se orienta generalmente hacia el **consumo de agua en botella**, no del grifo. Se repercute en los servicios ofrecidos localmente al nivel comercial (restaurantes, alojamientos). Por consecuencia, la demanda fluctuante en agua de red es para los servicios básicos (ducha, baño, limpieza), no para agua potable⁸⁶.

Esta comprensión de la estructura de demanda permite concluir que **el servicio público de agua potable no cumple su misión**. Abastece agua doméstica satisfactoria en volumen, pero no en términos de calidad para el consumo humano.

81 Ver estudio de la Universidad técnica de Chalmers, Mickaela Braun, 2018. Anexo. Ref. A13.

82 Fuente: www.higiенаambiental.com

83 Ver la importancia del movimiento helicoidal en el agua. Obra de Viktor Schauburger, nota 2 y en anexo. Ref R01. La tubería actual utilizada para el agua no tiene **ánima rayada**, como se encuentra en armas por ejemplo, al fin permitir un movimiento rotativo espiral (ver Wikipedia).

84 Ej. 5 bidones de 20 l. cada 15 días sea 16bsx5=90bs para 3 personas. Corresponde a 2,22 l./día/pers. Cuesta 180bs/mes o **60bs/mes/pers.** para el agua potable. Observación propia. Caso real.

85 Ver árbol de efectos en el estudio de la planta potabilizadora. Anexo. Ref. A14.

86 Ver oferta en agua de mesa en Samaipata presentada en el diagnóstico. Anexo, Ref. D17.

Sobre la tarificación

Una **tarificación fija** como practicada corresponde a **práctica de áreas teniendo agua en abundancia**. De hecho se constata que fue consumido en 2017, en promedio, exactamente el volumen correspondiente a este techo⁸⁷. La tarificación **no refleja el costo real del servicio** (gastos de la cooperativa), limitando la COOPFLOR en su capacidad ofrecer un servicio de calidad por inversiones adecuadas (reemplazo de respuestos, nuevos equipos, ampliación de la matriz con fondos propios)⁸⁸.

Sobre las aguas servidas

En Mayo de 2022, se constató un mejoramiento del mantenimiento de la PTAR desde la última inspección por la AAPS (foto).



Pero **estructuralmente**, el tamaño del lagunaje natural actual (3550m² filtrantes) corresponde al tratamiento de las aguas servidas de una población aproximativa de **700 habitantes**⁸⁹.

B. Distrito del Valle (ACHIRRILLA)⁹⁰

Agua potable

Las aguas superficiales aprovechadas para el abastecimiento (foto) son características de una **cuenca equilibrada**.



El manejo de la micro-cuenca de captación como **área protegida** propiedad de la cooperativa juega un papel importante en este logro. La materia en suspensión observada en el agua en época lluviosa está vinculada a la **erosión natural en cabecera**, como se observa por foto satelital⁹¹.

El agua almacenada y abastecida tiene características organolépticas y visual satisfactorias (foto).



Las obras realizadas con fondos propios (toma cementada, cambio de la red de distribución en 2015 y construcción nuevo edificio en 2019) permiten concluir a una **buena gestión** de los recursos (naturales = el agua, y financiera = el dinero recolectado).

87 Promedio de consumo : 170l/pers./día x 3 E.H./conex..=0,51m³/día, sea **15,3m³/mes**.

88 Ver debilidad del sistema de tarificación de la COOPFLOR. Anexo. Ref. A15.

89 En lagunaje natural, se considera una superficie de tratamiento de 5 a 15 m²/E.H. según el clima y la actividad microbiológica. Ver <https://wikiwater.fr/a21-tecnicas-de-lagunaje> y <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Lagunaje>

90 Información verbal, Presidente Cooperativa Achirilla; documentos compartidos por la secretaria, Mayo 2022;

91 Ver mapa en anexo. Ref. A16.

C – Otros centros poblados

Caso de Bermejo

Las fuentes de agua dan agua de buena potabilidad (foto). El consumo mensual registrado corresponde a un promedio de **65 l /pers./día** para la población actual estimada a 510 habitantes⁹².



Se puede concluir que el abastecimiento en agua potable está satisfactoria en cantidad⁹³ y en calidad para la demanda en agua potable (3 l/pers./día) pero insuficiente para la demanda domestica promedia⁹⁴.

Se identificó una debilidad estructural del sistema de AAP haciendo que hay viviendas más elevados que no tienen un buen servicio.

Caso de Santiago del Valle

El agua que se abastece de la micro-cuenca está bien cuidada y de buena calidad. El sistema de AAP original está bien hecho pero sufre de debilidad técnica en la realización del segundo tanque ya no operacional. El agua superficial representa un caudal de **0,56 l/s**, lo que es suficiente para la demanda en agua potable (3l/pers./día) pero **no es suficiente para el agua domestica** (121 l/pers./día, promedio vendido)⁹⁵. Por consecuencia **el servicio de la cooperativa depende a 80-90% de la compra de agua de pozo al sindicato agrícola**, lo que no es sostenible⁹⁶.



Caso de Cuevas

Las fuentes de agua son bien protegidas. El sistema de AAP fue bien hecho. Da agua de buena potabilidad (foto). Pero el caudal de producción no es conocido y tampoco lo de consumo (medidores no usados). Este negligencia en la administración del agua no permite cobrar al nivel del consumo, especialmente distinguiendo el uso domestico del uso comercial (viveros y cabañas).



92 Calculo: 170 conexiones con un promedio de 3 pers./conex.

93 >50 l/pers./día, norma OMS

94 Promedio municipal de 170 l/pers. día

95 Calculo del promedio: 1800 m³/mes para 165 conexiones y un promedio de 3 persona/conex.

96 Calculo: consumo mensual en agua de pozo 20m³/h x 20h x 4 semanas, sea 1600m³, de los 1800 a 2000m³ vendidos).

Caso de San Isidro

La micro-cuenca de captación del agua superficial está bien protegida y provee agua de buena calidad. El sistema de AAP encuentra **debilidades en la toma** que está afectada por la variación de caudal y la turbidez del agua. El **tanque es obsoleto**. **La disponibilidad en agua superficial está suficiente** para la demanda en agua potable y para el agua domestica consumida en promedio por la población actual⁹⁷. Se denota una buena administración del recurso en agua, con voluntad anticipar sobre la demanda futura con el crecimiento urbano. El pozo de agua se encuentra ubicado al medio de cultivos que podrían afectar a la calidad del agua con tiempo, debido a la infiltración de agro-químicos.



Caso de San Juan de Rosario

La fuente de agua está bien protegida y es de buena calidad. El sistema de AAP fue bien hecho pero falta de mantenimiento en la toma. Esta fuente de agua es suficiente para proveer **agua potable** a una población de **3000 habitantes**⁹⁸. Pero **no es suficiente para la demanda en agua domestica actual**⁹⁹.

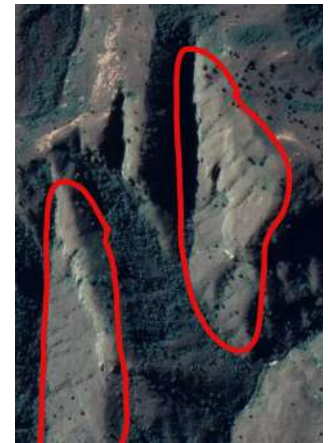


Se constata debilidad al nivel del tanque que está muy fisurado y la matriz de distribución no está satisfactoria. La tentativa realizar otro sistema AAP fue un fracaso, demostrando la importancia tener un estudio bien hecho.

Caso de Achiras

El sistema de AAP recién provee un buen servicio potencial a la población que se abastece. Se constata que solamente un pequeño perímetro está protegido alrededor de la toma, limitando su efecto a la no deterioración de la obra realizada por animales. **No es suficiente** para garantizar la protección del área de recarga.

La mitad de la micro-cuenca presenta características de una zona sometida a sobre-pastoreo de ganado (circulos rojos). La consecuencia es la potencial contaminación del agua por heces fecales, además del acción erosiva sobre la materia mineral de este tipo de uso de suelo en zona de pendiente fuerte.



97 Cálculos: Vertiente 0,66 l/s sea 57 024 l/día y un promedio municipal de 170 l/pers./día, es suficiente para 335 personas. Demanda actual para 98 conex. x 3 pers./conex = 294 pers., o 318 pers. como en el CENSO INE 2012.

98 A razón de 3 litros por persona y por día.

99 Calculo: 0,1 l/s provee agua domestica a solamente 50 personas consumiendo 170 l por día; para la población permanente actual (80 personas) son alrededor de 100 l disponibles por persona y por día.

III - Recomendaciones

Recomendaciones generales

I. Al nivel del Gobierno Autónomo Municipal

1. **Tener conciencia** de los diferentes tipos de uso del agua y sus consecuencias en cuanto a sus características necesarias y su administración:

Uso	Características del agua	Administración
Agropecuario	Natural, no contaminada	Por productores y GAMS con leyes y normas
Mesa, consumo crudo	Potable, saludable, biocompatible, estructurada ¹⁰⁰	Propia, por empresas privadas o servicios públicos
Doméstica, servicios para viviendas, empresas	Limpiadora, purificadora	Propia o por servicios públicos
Comercial, de consumo indirecto (en líquidos)	Inofensiva, neutra	Por empresas, SENASAG

2. **Elegir por decisión política** quien asume la responsabilidad de la sostenibilidad de estos 4 tipos de uso del agua.

Actividad humana y agua	No sostenible	Sostenible
Deforestación y uso de suelo	Sistema de chaqueo – quema ¹⁰¹ ; agropecuaria intensiva ¹⁰² .	Permacultura, agro-forestería, agroecología...
Agua potable	Mercado privado. Acceso según recursos financieros.	Servicio público. Acceso para todos, a bajo costo.
Nivel de confort (baño, limpieza, riego de jardín...)	Consumo individual sin restricciones	Responsabilización ciudadana, ahorros, cosecha de lluvia
Uso comercial	Acceso libre al recurso	Control del tipo de uso del agua y de su impacto sobre la salud (productos) y el medio ambiente (actividad) ¹⁰³

100 Propiedades del agua fundamentales para la salud, visto que nuestro cuerpo es 99% de moléculas de agua (H₂O). Agua libre y agua ligada. Ver anexo. Ref. R01.

101 Modo de explotación de la fertilidad del bosque tradicional en el Municipio de Samaipata. Es un sistema agrario accesible al trabajo manual individual o colectivo y común en áreas de baja densidad de población – alta disponibilidad en tierras. Más información en www.fao.org

102 Modos de producción de grande escala, ofreciendo grandes volúmenes de producción vegetal y animal a destinaón de las poblaciones de ciudades; lamentablemente es de baja calidad cuanto a la salud y genera frecuentemente contaminación medioambiental, especialmente del agua (agro-químicos, hormonas, antibióticos). Ver estudios listados en anexo. Ref. R02.

103 Ejemplo: la producción de sodas tipo Coca Cola no es saludable y consume mucha agua.

II. Al nivel del Municipio

1. Creación de un **Comité municipal del agua**

Este comité sería constituido de funcionarios (servicio saneamiento básico), representante del consejo municipal, representantes de cada comité, sindicato o cooperativa de agua de los centros poblados del municipio; puede ser representación colectiva en caso de servicio de agua centralizado (ej. cooperativa Achirrilla para 5 centros poblados del Valle); además pueden ser invitados representantes de la Sub-Gobernación y de Organizaciones No Gubernamentales, involucradas en el Municipio en el tema del agua (ej. Fundación Natura, Alianza - Samaipata). Este comité podría reunirse dos veces al año, antes de aprobación del POA para someter propuestas, y en fin de año para evaluación. Además se recomiendan 2 reuniones adicionales cada 5 años, después de nuevas elecciones municipales y al final de gestión.

Tendría por misiones:

- **ser un lugar de concertación** regular sobre la situación de cada centro poblado cuanto al tema del agua: desafíos, logros y modo de administración
- **facilitar contactos** y intercambios de practicas
- **identificar las prioridades** quinquenales y anuales por centro poblado, distrito y para el municipio: amenazas a prevenir y practicas a promover al nivel individual o colectivo.
- **planificar capacitaciones** sobre la buena administración del agua, con intervención de actores externos (expertos, Ministerio de Agua y Tierra, ONGs)
- **coordinar y seguir investigaciones**, sobre el impacto del tipo de uso de suelo en cabeceras de areas de recarga de tomas superficiales: contaminación potencial, influencia sobre la reserva útil en agua del suelo, y relación al cambio climático micro-local y municipal; sobre una nueva tarifiación (fijo+consumo), armonizada en el municipio.
- **organizar la educación de la población** sobre el agua, su naturaleza y sus diferentes usos responsables.
- **dotarse de los medios necesarios para poder fiscalizar las obras realizadas en el marco del Sistema de Contratación Estatal – SICOE**; el objetivo será garantizar la calidad y la durabilidad de las obras, especialmente cuando son financiados con apoyo del exterior.

2. Promoción de la **cosecha de agua de lluvia** individual¹⁰⁴.

La zona de Samaipata no tiene industria cercana contaminando al aire. Por lo tanto, se puede tomar agua de lluvia, como históricamente se hizo en Samaipata (casa con recolector, tanque y noria) y como hago para mi familia hace más de 14 años¹⁰⁵.

Sin embargo, se recomienda que al nivel del GAMS la cosecha de agua de lluvia voluntaria sea fomentada para aumentar la autonomía en **agua no alimentaria**: riego, limpieza, baño y ducha.

104 Ver ejemplos de sistemas de cosecha de agua de lluvia en anexo. Ref. R03.

105 El agua de lluvia nace destilada ((ver [este artículo](#)) pero desde la revolución industrial, las actividades humanas y los materiales artificiales utilizados (plásticos, amiento en techos de fibro) contribuyen a su contaminación. (ver en internet los números artículos como [este](#)).

Esta política alenta la **responsabilidad individual**, reduce la demanda en agua a los proveedores de servicios públicos o privados, (menos gastos para el agua), y contribuye **crear en los ciudadanos conciencia de la importancia del agua en la vida**.

III. A nivel de cada cooperativa, comité o sindicato de agua

1. **Aforar** cada fuente de agua¹⁰⁶. Por lo menos 3 veces al año (enero – febrero, mayo-junio, septiembre-octubre), idealmente cada mes (especialmente en EPSAs).
2. **Instalar medidores de producción** a la llegada a los tanques de almacenamiento. Estos medidores permiten evaluar la presión humana sobre el medio-ambiente, en tema de abastecimiento de agua (demanda) y permite identificar, y cuantificar fugas eventuales en la red de distribución (diferencia producción – consumo).
3. Si no es el caso todavía, **proteger el área de captación**, y no solamente el alrededor de la toma, al fin que la micro-cuenca vuelva ser equilibrada (cobertura de bosque) y haga su trabajo para proveer un agua filtrada naturalmente.
4. **Seguir el pH del agua** que se abastece, en salida de tanque de distribución y en final de red. Se puede hacer fácilmente con papel pH. Un pH < 7 indica un agua de buena potabilidad.

Recomendaciones específicas a cada centro poblado investigado

A – Distrito de Samaipata

Además de las recomendaciones generales, se recomiendan las acciones siguientes:

Sobre la cantidad de agua disponible para abastecer

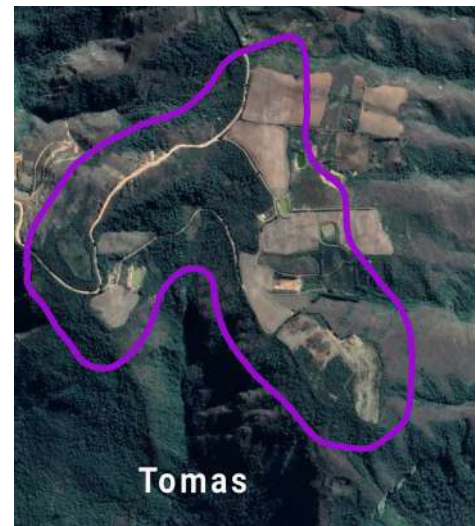
1. Resolver definitivamente la falta de caudal en época de estiaje

Reemplazar la bomba a gasolina actualmente utilizada en estiaje por una batería de dos a cuatro **bombas hidráulicas** con tanque de almacenamiento, para elevación hasta la tubería principal (2 m), sin costo de funcionamiento y poco mantenimiento¹⁰⁷.

2. Recuperar caudal en aguas superficiales

Consolidar la protección del recurso en agua en el área protegida del **Chorrillo**, notablemente aplicando el artículo 9 de la ley municipal 08/207 (control del uso de suelo, conversión a prácticas agro-forestales) en el perímetro correspondiente a la zona de recarga (foto, polígono morado).

La **conversión a prácticas agro-ecológicas** constituye una alternativa también. Seguir la progresión del caudal con aforos regulares.



106 Al nivel del tanque de almacenamiento, medir caudal de entrada con cronómetro : tiempo en segundos para llenar un balde de 20 litros. Ej. 20 s corresponde a caudal de 1 l/s. 10 s → 2 l/s.

107 Sistema de elevación de agua con bomba hidráulica. Ver detalles en anexo. Ref. R04.

En la micro-cuenca de **El Fuerte**, crear una **área protegida de 410 ha** (mapa) en la cabecera de la toma principal (Poza Negra), atribuyendo a la COOPFLOR las tierras incluidas en el área de recarga, por medio de negociación con los propietarios (compensaciones) y/o de ley municipal. *Este trabajo podrá ser realizado en cooperación con la fundación Natura para la parte ambiental y la comisión desarrollo sostenible de Alianza-Samaipata para la parte socio-económica*¹⁰⁸.

Prever **protección** (malla) y filtros milimétricos (malla o filtro Johnson) **en las tomas de La Figuritas y Los Alisos**¹⁰⁹.



En la micro-cuenca de **Tambillo**, investigar el origen del **erosión natural** y estudiar la factibilidad de **obras anti-erosión** (gaviones...). Contemplar acciones de **re-forestación** en la zona afectada por el incendio. **Evaluar el impacto negativo de la ganadería extensiva** (escurrimiento, erosión, contaminación fecal). Prever **análisis** de agua **en época de lluvia** (bacteriología). Contemplar acuerdos sobre el uso de suelo con los dueños de los terrenos concernados. *Este trabajo podrá ser realizado en colaboración con la fundación Natura y la comisión medio-ambiente de Alianza-Samaipata.*

En la micro-cuenca del **Morro**, contemplar acciones de **reforestación** con plantas nativas en las zonas afectadas por incendio. Buscar acuerdos con los dueños de los terrenos ubicados en cabecera (Astillero), sobre el uso de suelo en su propiedad. Se puede contemplar **capacitación en agricultura ecológica / agroforestería y firma de convenios**, para garantizar un uso de suelo sustentable (cero erosión) y no contaminante (cero agro-tóxicos). *Este trabajo podrá ser realizado en colaboración con la fundación Natura y la comisión medio-ambiente de Alianza-Samaipata.*

3. Implementar una gestión racionalizada de los recursos hídricos subterráneos

Proteger el área de recarga del pozo del Sauce. Controlar el uso de suelo y identificar las fuentes potenciales de contaminación (insumos agrícolas, pozas de viviendas, otras).

Evaluar las fuentes potenciales de contaminación urbana del pozo del Estadio.

Parar el uso del agua del pozo de la Carretera hasta que sea identificada como potabilizarla. Estudiar el origen de la contaminación del agua, **investigando** las consecuencias de la actividad anterior de la **fiambrería Gruss** (ahora Gutflesch). *Podría ser con la comisión Agua Viva de Alianza – Samaipata.*

Emitir una norma municipal que establece los detalles del informe de perforación privada a remitir a alcaldía y COOPFLOR, al fin contribuir a la gestión del recurso en agua subterránea de Samaipata¹¹⁰.

108 Área Protegida El Fuerte. Ver detalles de la propuesta en anexo. Ref. R05.

109 Ver los ejemplos de la toma de la cooperativa Achirrilla (ver foto en I. 3. B.) y el colector de Tambillo (foto anexo D11)

110 Se puede inspirarse de las Directrices para la implementación de la gestión de recursos hídricos subterráneos del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y del Contenido mínimo para informes de perforación y construcción de pozos. Ref. R06

Sobre la calidad del agua distribuida

1. A corto plazo, parar toda cloración del agua. Ver argumentos en Análisis. No se puede poner en peligro la salud de la población de Samaipata a ignorar datos científicos que sobre pasan normas establecidas en otro contexto hidro-geológico y biológico.

En la **Planta potabilizadora** del Soto Pollerudo, implementar una **pre-filtración del agua**. Filtro lento, filtro vertical o sistema automático¹¹¹.

En ausencia de tratamiento químico, el agua superficial que se abastece está apta para todo uso doméstico. Puede servir para tomar y cocinar a hervirla. Se recomienda educar a la población dejar fluir una tasa de agua (250ml) antes que de utilizarla así.

Para un uso comercial o industrial destinado al consumo humano o animal, se recomienda tratamientos privados adicionales como filtración y desinfección.

2. A medio plazo, ofrecer agua de mesa para todos. Por eso contemplar la construcción de una **unidad de embotellado del agua de Chorrillo** para distribuir a los usuarios de la COOPFLOR.¹¹².

3. A largo plazo, cambiar la tubería de la matriz de distribución. Represente un inversión financiera importante (varios millones de bolivianos). Se puede inspirarse de la experiencia de la cooperativa Achirrilla para reducir este costo¹¹³.

Sobre la anticipación de la demanda futura

La realidad topográfica irregular del área urbana de Samaipata hace del opción de distribución de agua potable embotellado como una solución satisfactoria, especialmente para las viviendas elevadas.

Se recomienda fomentar alternativas ecológicas para los servicios básicos de agua potable y aguas servidas, como es mencionado en el artículo 58 de la ley de urbanización.

Puede incluir cosecha de agua de lluvia para el uso domestico, sistemas de filtración plantada vertical, entre otros.

Tomar en cuenta los limites del área de servicio de la COOPFLOR para definir su crecimiento máximo en numero de socios y usuarios así que en volumen de agua a abastecer en promedio anual y mensual, con picos diarios de feriados.

Antes que de cambiar la red de distribución de la COOPFLOR, esperar el esquema director de urbanización del distrito de Samaipata, como resultando de la ley de urbanización.

Identificar las urbanizaciones que se encuentran dentro de la mancha urbana aprobada, pero afuera del área de servicio de la COOPFLOR, y las que se encuentran afuera de la mancha urbana. Permitira definir el tipo de seguimiento administrativo a prever en cuanto al servicio en agua potable ofrecido y el manejo de las aguas servidas.

111 Prefiltración del agua en la planta de potabilización del Soto Pollerudo. Ver detalles en anexo. Ref R07.

112 Planta Margot Franken de embotellamiento del agua del Chorrillo. Ver detalles en anexo. Ref R08.

113 Ver detalles en anexo. Ref R09.

Sobre el proyecto de presa¹¹⁴

Se recomienda priorizar la recuperación del equilibrio ecológico de la micro-cuenca antes que de contemplar una presa de grande tamaño en el río El Fuerte.

Evaluar las consecuencias de la erosión de las vertientes en cabecera cuento al relleno rápido posible de la presa dónde es prevista. *Este trabajo podrá ser realizado en colaboración con la comisión medio-ambiente de Alianza-Samaipata.*

Se recomienda consultar la ONG KURMI - ADSI sobre la sostenibilidad de este proyecto. La presentación realizada por el consultor Ricardo Cox a tiempo de reunión pública de preparación del PTDI, surgieren obras más pequeñas y más en cabecera. Eso permitiría la cosecha de una agua limpia¹¹⁵.

Se recomienda tomar en cuenta la enseñanza de lo que sucedió con la represa Cañada de Comarapa: inversión, resultados cuanta al agua disponible.

Sobre la tarificación

Se recomienda **cambiar el sistema de tarificación**, especialmente para disociar **costo fijo (acceso al servicio) y consumo**. Se propone una tarificación “social”, a favor del acceso al agua para todos, cualquiera que sea el nivel de recursos financieros y tres niveles de precio según el volumen consumido¹¹⁶.

Sobre las aguas servidas

Se puede contemplar, en el predio actual de la COOPFLOR (2 ha), un sistema más eficiente que el lagunaje natural: con **filtros plantados** y otras técnicas¹¹⁷. Podrá servir al centro de Samaipata.



Se necesitara **definir el área definitiva de alcantarillado que podrá funcionar correctamente con la PTAR**, ampliada con el espacio disponible (foto). Mi opinión es que se puede contemplar como meta llegar a un servicio de alcantarillado para 3 500 E. H. sea 5 000 habitantes (25% de los 20 000 hab. previsibles a horizonte 2050¹¹⁸).

Para las zonas urbanas más alejadas, se puede contemplar un **tratamiento ecológico** del agua, **descentralizado** y multiforme, de individual a micros-redes de alcantarillado con su sistema de tratamiento independiente. Podría reemplazar progresivamente las fosas sépticas, convirtiendo sistemas contaminantes en sistemas fertilizantes¹¹⁹.

114 Ver informe WEFTA de la reunión del 15 de julio de 2022. [aquí](#).

115 “Características del territorio de Samaipata”. Ricardo Cox. 18 abril 2022. Documento disponible [aquí](#).

116 Ver en anexo la propuesta detallada de nueva tarificación. Ref. R10.

117 Aireación del agua. Ver la propuesta detallada en anexo. Ref. R11.

118 El POUT de Samaipata Capital 2029-2034 define una superficie de extensión de 2380 ha. y propone una densidad de población de 13hab./ha (Ver en el Capítulo IV, disponible [aquí](#)). Conduce a una población de 30 000 hab., lo que me parece excesivo para un desarrollo sostenible, notablemente si tomamos en cuenta la administración del agua a abastecer y a tratar, más la basura.

119 Ver técnicas disponibles para particulares o colectividades. Anexo. Ref R11.

Sobre la COOPFLOR

Realizar una **auditoría institucional de la COOPFLOR** con el fin de mejorar su funcionamiento y realizar una transición de gestionar emergencias con soluciones artesanales a prevención / anticipación gracias a un marco estructurando¹²⁰. Por ejemplo, prever tiempo de plomero y presupuesto suficientes para el mantenimiento en tomas y tubería de abastecimiento (válvulas, secciones débiles).

B. Distrito del Valle – Cooperativa Achirrilla

Agua potable

Además de las recomendaciones generales, se recomienda seguir la buen administración del agua constatada.

Una **evaluación de la erosión** en cabecera de la micro-cuenca de captación podría ser útil para decidir si una intervención humana es necesaria (plantaciones u obras en la toma como gaviones y/o filtros verticales¹²¹).

Se recomienda prever **análisis del agua** periódicamente, al nivel del tanque y del pozo.

Una **encuesta** de los usuarios permitirá conocer el número de beneficiarios, el tipo de uso del agua y el nivel de satisfacción.

Aguas servidas

La eficiencia de las pozas individuales puede ser objeto de estudio por **encuesta**, para evaluar una potencial contaminación del acuífero aprovechado más abajo como fuente de agua (perforaciones en Mairana?). Se puede contemplar una **transición progresiva a sistemas aerobias con plantas filtrantes**¹²².

C. Otros centros poblados

Para Bermejo

Además de las recomendaciones generales, se recomienda aforar las dos fuentes de agua e inspeccionar la matriz para identificar pérdidas eventuales.

Se podría aprovechar el próximo censo para recolectar datos sobre el tipo de uso del agua. Permitirá distinguir el uso doméstico de un uso comercial / profesional.

Se recomienda pedir **en prioridad** el apoyo del gobierno municipal para la realización del nuevo **tanque de almacenamiento de 50m³**. Será ubicado en altura, 940m min., con conexión a los otros tanques. La nueva toma no constituye una emergencia.

Para Santiago del Valle

Además de las recomendaciones generales, se recomienda

- solicitar laboratorio para **análisis in situ** (al nivel del tanque de llegada) **del agua del pozo agrario** utilizado actualmente (al mínimo medir pH, Conductividad, Redox, Sólidos disueltos, nitritos, nitratos, Nitrógeno amoniacal).

120 Las organizaciones WEFTA y HSF pueden contribuir en eso.

121 Ver en anexo. Ref. R04.

122 Fito-tratamiento de las agua servidas. Mismos sistemas que para Samaipata. Ver propuestas en anexo. Ref. R11.

- solicitar la Gobernación de Santa Cruz, para la **perforación de un pozo propio** de la cooperativa, tomando en cuenta la análisis del agua
- investigar las otras fuentes de agua superficiales disponibles y/o contemplar la **cosecha de agua de lluvia** de forma privada. Pedir a los grandes consumidores de agua invertir en este tipo de cosecha, para reducir la demanda en agua a la cooperativa.

Para Cuevas

Además de las recomendaciones generales, se recomienda:

- **estudiar el recurso en agua** disponible en la zona para tener otra toma.
→ Proyecto aprobado en este sentido, según el Sr. Herculiano Gúttierrez C..
- realizar el **diseño de una nueva matriz de distribución definitiva**, tomando en cuenta las limites de extensión del Centro poblado de Cuevas; se puede comunicar con la cooperativa Achirrilla para ver como cambiaron la tubería de la matriz de distribución en fondos propios, al mismo tiempo que fue hecha la carretera en el Valle.
- rehabilitar los **medidores** con una tasa mensual de 10bs mínimo y un tarifo encima del consumo de base (por ejemplo 10m³/mes, 3bs/m³ encima).
- **evaluar la demanda comercial** (en promedio y global), de los viveristas y cabañas, para conocer que porcentaje del total mensual consumido en Cuevas estas actividades comerciales representan.

Para San Isidro

Además de las recomendaciones generales, se recomienda

- estudiar la factibilidad realizar **barreras en cabecera de la toma**, para reducir la turbidez (pre-filtración) en época de lluvia, si es necesario con apoyo del gobierno municipal; implementar un sistema de filtración vertical en la obra de la toma (ver Ref. R07).
- solicitar el gobierno municipal para la realización de un **nuevo tanque de almacenamiento** de 100 m³, para reemplazar el tanque antiguo fisurado.

Para San Juan de Rosario

Además de las recomendaciones generales, se recomienda

- seguir con la **prioridad tener nueva toma de agua** en la Misca
- **rehabilitar la matriz de distribución con el apoyo de un experto** para solucionar el mal funcionamiento de los medidores, establecer un nuevo diseño de la matriz, abasteciendo las viviendas altos en primero
- **restablecer el uso de los medidores**, con un precio mínimo de 10 bs por mes, por un volumen máximo a definir (5 a 10 m³) y un tarifo encima (ej. +2bs/m³).

Se recomienda tratar el tema del agua potable adentro de un **proyecto político global para el futuro de San Juan de Rosario**, incluyendo:

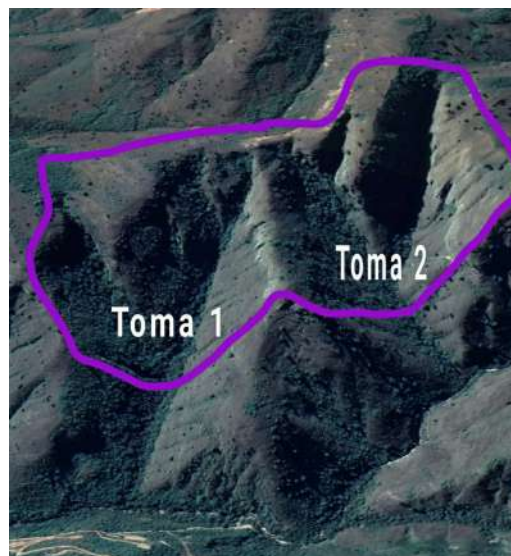
- la definición de un **proyecto de territorio atractivo** para la juventud. Puede ser con actividades lucrativas vinculadas al **turismo**, por ejemplo por estar en el camino de la Pajcha y de Los Cóndores, o a la Salud Integral¹²³.
- Contemplar inscribir est dos sitios al **Patrimonio Cultural Nacional de Bolivia**. Puede ser con actividades económicas en línea.
- Ofrecer localmente un contexto favorable al establecimiento de ciudadanos o extranjeros buscando una **vida saludable** (calidad del aire, del agua, el silencio, la naturaleza), servicios básicos (comida, electricidad, servicios para construcciones, jardines, transporte) y un acceso Internet rápido.
- **Implicar los residentes** de Santa Cruz y otras ciudades o países¹²⁴, por ejemplo para mejorar el centro urbano, plaza y calles. Se puede inspirarse del ejemplo de -Santiago del Valle (foto)¹²⁵.
- Hacer los trámites necesarios para tener una **carretera asfaltada hasta San Juan del Rosario**, en coherencia con un proyecto político municipal hacer de este pueblo una **capital de distrito dinámica**.



Para Achiras

Además de las recomendaciones generales, se recomienda

- hacer análisis del agua cruda, al tanque (antes de la cloración) y en final de red de distribución (cerca de Agua Rica), para medir el pH, el cloro residual y la DQO. Si se consume el cloro (= cero cloro residual en final de red) y que el agua contiene materia orgánica después de la filtración (mi hipótesis), se recomienda **parar la cloración por motivo de salud**.
- estudiar la factibilidad de **cambio de la tubería** de la red de distribución con apoyo del GAMS; comunicarse con la cooperativa Achirrilla que lo hizo, al mismo tiempo que fue hecha la carretera en el Valle.
- **Definir un área protegida** alrededor de las dos tomas (cerca de 50 ha), para proteger las áreas de recarga de la invasión del ganado y de la erosión y contaminación del agua subsecuentes (foto).



123 Ver la propuesta de la Comisión Salud integral de Alianza -Samaipata

124 Grupos Whatsapp – contacto Juan Mansilla cel. 74610006.

125 Sería como agradecimiento a los esfuerzos de los padres proveer a ellos la oportunidad educativa.

Conclusión general

Administrar un recurso natural requiere bien conocer sus características y los diferentes usos a los cuales está destinado. La peculiaridad del agua es que es el principal constituyente de los seres vivos. Por esta razón está directamente relacionada a la salud humana y la vida en general.

Este informe tomó eso en cuenta, para proponer medidas concretas cuanto a la administración del agua, en un municipio que tiene como proyecto político ser "saludable, confiable y productivo".

El municipio de Samaipata es **saludable** por naturaleza, como lo menciona en el significado de su nombre, "el descanso en las alturas"; proviene del clima que se encuentra gracias a la ubicación geográfica, la altura, la topografía y la proximidad de este pulmón natural que es el parque Amboró; este contexto favorable a la vida ofrece naturalmente agua en cantidad y de buena calidad ; pero es nuestra responsabilidad conservarla, protegerla y valorizarla de forma sostenible, al beneficio de los habitantes del municipio y de los visitantes.

Este municipio podrá ser calificado de **confiable** respecto al agua, si se logra ofrecer a bajo costo agua potable de buena calidad para todos - residentes y visitantes, agua domestica en cantidad suficiente para vivir bien, cuidando al mismo tiempo el potencial productivo en agua del territorio de donde se abastece, todo con transparencia en la gestión que se hace. Es cierto que el crecimiento urbano y de la demanda en agua correspondiente quedara como un reto permanente. Pero las propuestas presentadas aquí le toman en cuenta.

Últimamente, para que el territorio municipal sea **productivo** de forma sostenible, tendrá que elegir y fomentar practicas respetuosas, valorando, a largo plazo, el potencial forestal y agropecuario existente, pensando en las generaciones futuras ; las recomendaciones del presente informe orientan las intervenciones humanas hacia la creación de esta convivencia consciente entre los seres humanos y la Naturaleza que nos rodea, nos alimenta a todo nivel y nos inspira imitarla, como dice Viktor Schauberger "El verdadero fundamento de toda cultura es el conocimiento y la comprensión del agua"¹²⁶.

126 Viktor Schauberger, Callum Coats (2000). "The Energy Evolution – Harnessing Free Energy from Nature: Volume 4 of Renowned Environmentalist Viktor Schauberger’s Eco-Technology Series”, p.168, Gill & Macmillan Ltd

ADMINISTRACIÓN DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE SAMAIPATA

① Clima sub-tropical húmedo a seco → mediterráneo

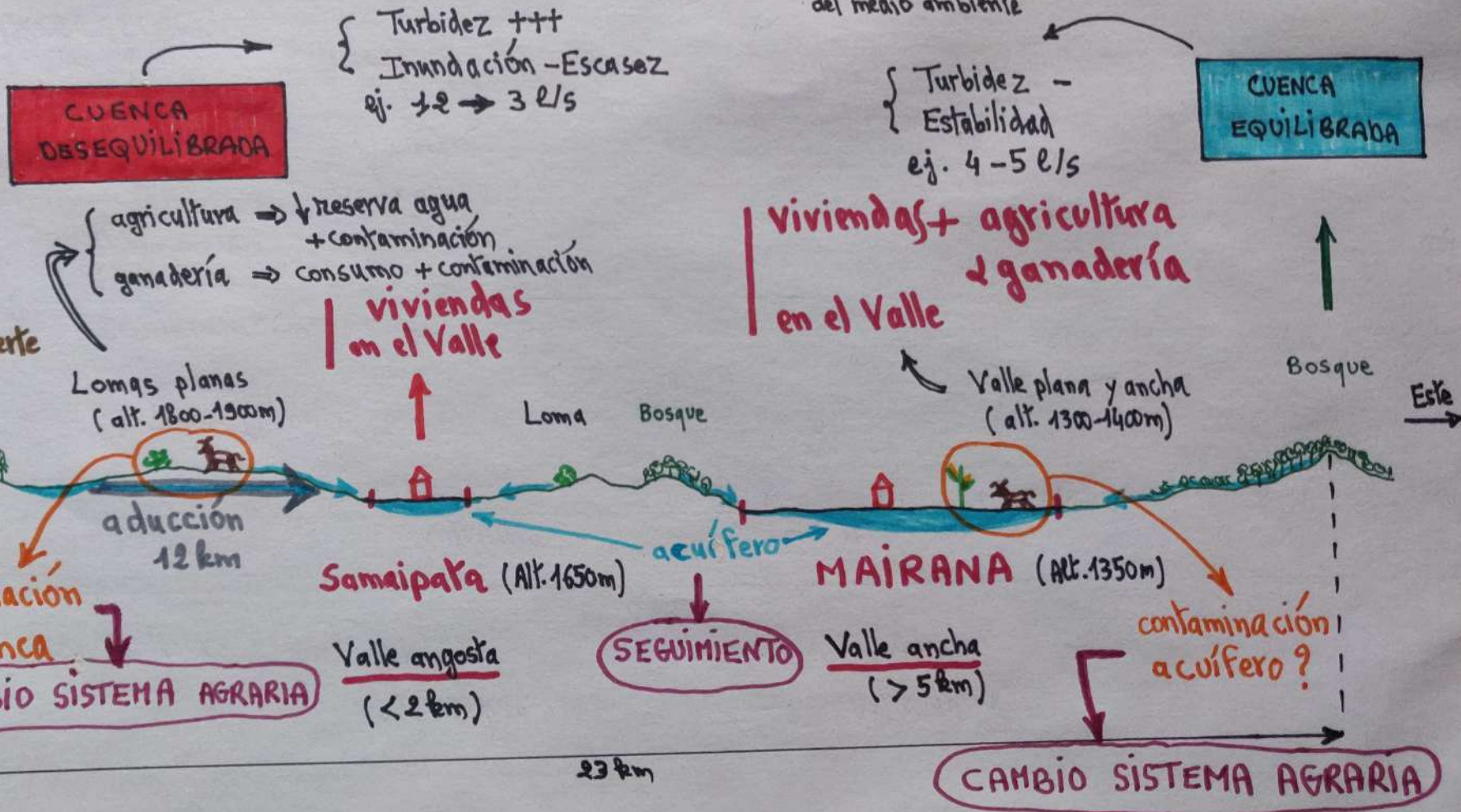
1200 mm/año = 1,2 m³/m² no contaminada

② Demanda urbana : { 170 l/pers./ día - 15 m³/mes/conex. (3 E.H.)
agua de mesa: 3 l/pers./ día = 1 m³/año

⇒ 0,16 l/s / 5000 hab.
del medio ambiente

⇒ 150 m² de techo

⇒ 1 l/s / 500 hab.
del medio ambiente



Administración del agua en el municipio de Samaipata

Síntesis - proyectos prioritarios 2021 - 2025

N°	Nombre del proyecto	Objetivos	Responsabilidad	Financiamiento	Ref.
1	Creación de un Comité Municipal del Agua	Concertación, investigación, priorización, capacitación, educación	GAMS	GAMS	Recom. II 1.
2	Promoción siembra y cosecha agua de lluvia	Reforestar y disminuir la demanda doméstica a la COOPFLOR. Responsabilizar la población	GAMS	GAMS	R03
Samaipata Capital					
2	Bombas hidráulicas en el río El Fuerte	Resolver escasez en agua en Samaipata Capital en estiaje, para uso poso carretera	COOPFLOR, DAGUA	COOPFLOR	R04
3	Santuario del agua El Fuerte 410 ha	Protección y restauración del bosque en cabecera	GAMS+ Consejo municipal+ ALIANZA	Fundo local agua COOPFLOR - GAMS - NATURA	R05
4	Prefiltración agua superficial	Proteger el equipo de la planta potabilizadora SP,	COOPFLOR	COOPFLOR	R07
5	Planta Margot Franken	Agua potable óptimo para todos	GAMS COOPFLOR ALIANZA	APC Japón, GAMS, COOPFLOR	R08, R01
6	Estudio tratamiento de las aguas servidas	Ofrecer al municipio de Samaipata una solución piloto ecológica y descentralizada.	GAMS, COOPFLOR, AAPS, ALIANZA	FPS? Francia? Suiza?	R11

N°	Nombre del proyecto	Objetivos	Responsabilidad	Financiamiento	Ref.
Otros centros poblados					
6	Valle - coop. Achirrilla	Filtración en toma	Cooperativa, DAGUA	Cooperativa	Reco m. III B.
7	Bermejo	Nuevo tanque en altura	Comité, GAMS, FPS	Comité, GAMS	Reco m. III C.
8	Santiago del V.	Nuevo pozo	Cooperativa. GAMS, Gobernación	Cooperativa GAMS, Gobernación	Reco m. III C.
9	Cuevas	Evaluación consumo con medidores, estudio fuentes de agua*	Comité, GAMS	Comité, GAMS	Reco m. III C.
10	San Isidro	Nuevo tanque, filtros en toma	Cooperativa, GAMS, FPS, DAGUA	Cooperativa, GAMS, DAGUA	Reco m. III C.
	San Juan del R.	Nueva toma La Misca, arreglo matriz	Cooperativa, GAMS, FPS	Cooperativa, GAMS, FPS	Reco m. III C.
11	Achiras	Análisis agua cruda después filtración	Comité	Comité	Reco m. III C.

* ya aprobado por el GAMS

Temas a trabajar en el Comité municipal del agua:

- **Prohibición** de la cloración del agua para consumo humano (protección salud)
- **Prohibición** de los químicos para potabilización del agua (protección medioambiente)
- **Norma municipal** gestión aguas superficiales (seguimiento volúmenes con medidores de producción, calidad con papel pH, conversión agrobiología en áreas de recarga)
- **Norma municipal** gestión aguas subterráneas
- **Ley municipal** para la creación de Santuarios del agua en cada centro poblado.
- **Auditoria** institucional COOPFLOR
- **Auditoria** obras civiles anteriores. Identificación debilidades técnicas. Requisitos a empresas contratadas.

Nota; El cambio de la red de distribución de la COOPFLOR no es prioritario. Lo que es prioritario es definir un proyecto de territorio y **orientar la urbanización** para **optimizar la calidad de vida**, de concentración a relocalización. Estudiar la dinamización de San Juan del Rosario y el eje San Juan - Samaipata.

Anexos

I - Anexos del Diagnóstico

II - Anexos del Análisis

III - Anexos de Recomendaciones

Notas:

Los artículos mencionados aquí son accesibles en castellano gracias a la traducción automática en línea con Google Chrome, directamente desde su computadora, tableta o teléfono.

Más información en esta página:

<https://support.google.com/chrome/answer/173424?hl=es-419&co=GENIE.Platform%3DDesktop>

Los documentos completos mencionados y utilizados como fuentes de información son disponibles a la página siguiente: <http://www.soutenirlaplanete.com/Alianza/01-Agua-Viva-Samaipata/es-Agua-Viva.html> ([aquí](#) en el cuerpo de los anexos).

I - Anexos del Diagnóstico

- Referencia D01 - Composición del cuerpo en agua - Instituto Geológico y Minero de España.
- Referencia D02 - Mapa de temperaturas anuales - PTDI 2016-2020 p46
- Referencia D03 - Solicitud de apoyo técnico-financiero del GAMS a HSF - Abril 2018
- Referencia D04 - Cálculo de la exportación de agua en la producción agropecuaria
- Referencia D05 - Estadísticas COOPFLOR 2007 - 2017
- Referencia D06 - Simulación SAGUAPAC, norma NB 689
- Referencia D07 - Impresas proveedores de agua potable embotellada
- Referencia D08 - Pico de consumo - Informe WEFTA - Enero 2018
- Referencia D09 - Consumo en agua 2021 - cooperativa Achirrilla
- Referencia D10 - La demanda en agua para las actividades comerciales, industriales y los servicios públicos
- Referencia D11 - Carta de apoyo a COOPFLOR - C. Ranque, M. Franken - 01/2018
- Referencia D12 - Fotos de las fuentes de agua - AAP Samaipata
- Referencia D13 - Análisis SAGUAPAC junio 2017 en Informe WEFTA
- Referencia D14 - Análisis laboratorio ambiental Quebracho - junio 2018
- Referencia D15 - Ley municipal 08/2017 Área Protegida Santuario del agua Chorrillo
- Referencia D16 - ANMI Río Grande - Valle Cruceños
- Referencia D17 - Conclusión - informe SISMICA 2018
- Referencia D18 - Sistema actual de elevación del agua con bomba a motor térmico
- Referencia D19 - Proyecto municipal de presa sobre el río El Fuerte
- Referencia D20 - Proyecto "Construcción Planta Potabilizadora de Agua Samaipata" - Sub-gobernación de la Provincia Florida - 2014
- Referencia D21 - Inspección sanitaria de la planta de potabilización - Informe CASA 03/2018
- Referencia D22 - Tanques de almacenamiento en agua - Informe HSF 2018
- Referencia D23 - Tanques de almacenamiento en agua - Informe WEFTA 2018
- Referencia D24 - Tarifación COOPFLOR 2014 - Proyecto planta potabilizadora
- Referencia D25 - Cobertura alcantarillado COOPFLOR - AAPS 09/2018
- Referencia D26 - Sistema PTAR de Samaipata - AAPS 09/2018
- Referencia D27 - Recomendaciones AAPS a COOPFLOR - AAPS 09/2018

Referencia D01

Composición del cuerpo en agua - Instituto Geológico y Minero de España.
(www.igme.es)



Los organismos vivos contienen gran cantidad de agua

El agua es esencial para que exista vida en la tierra. Se halla presente en casi todos los procesos que tienen lugar en los organismos vivos, tanto vegetales como animales. Es el componente más abundante de las células. Entre un 70 y un 80 por 100 del material celular es agua. Cualquier célula muere si le falta el agua. O si por cualquier causa pierde una parte de la que entra en su constitución.

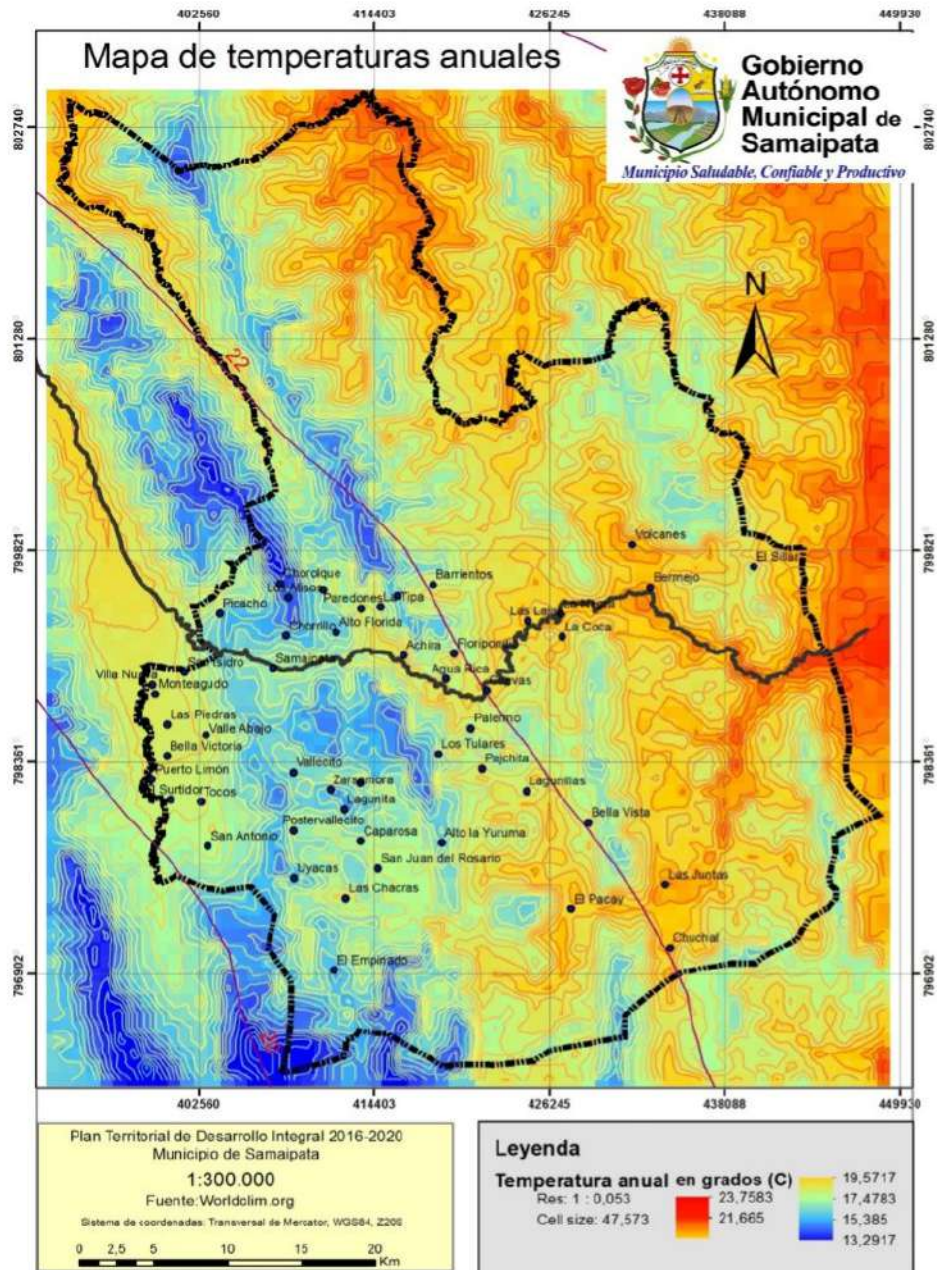
En el cuerpo humano, hay agua en el interior de las células y en exterior. Esta última aparece en el plasma sanguíneo y en el material intercelular de los tejidos. En conjunto, esa agua representa más del 60 por 100 del peso del cuerpo. Los vegetales también contienen agua, las hojas, sus frutos, incluso las semillas aparentemente secas.



Referencia D02

(Fuente: PTDI Samaipata 2016-2020 – documento integral [aquí](#))


Plan Territorial de Desarrollo Integral del Municipio de Samaipata 2016
- 2020




La diferencia de temperaturas coincide con el gradiente altitudinal, en las partes más altas del municipio (zona montañosa al occidente) y las zonas bajas (zona montañosa y valles al oriente).

Referencia D03

Carta Solicitud apoyo técnico-financiero del GAMS a HSF

**GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL
DE SAMAIPATA**
*Capital Arqueológica y Turística del Oriente Boliviano
Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad*
Provincia Florida - Santa Cruz - Bolivia



Samaipata, 28 de Abril del 2018

Señor:

Gilles Bogo
ASOCIACION HYDRAULIQUE SANS FRONTIERES

Presente.-

Ref.: SOLICITUD DE APOYO TÉCNICO - FINANCIERO PARA UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y EJECUCION DE PROYECTOS PARA LA COOPERATIVA DE AGUA "FLORIDA LTDA."

Sr. Bogo

De mi mayor consideración:

Con el más distinguido respeto y gusto que se me brinda proporcionar a su persona, reciba un cordial saludo.

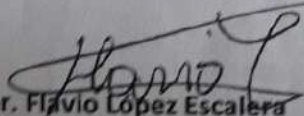
De acuerdo con el Plan Territorial de Desarrollo Integral del Municipio 2016 – 2020 y en el marco del programa estratégico "Agua para todos", está considerada el MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE de la localidad de SAMAIPATA.


En tal sentido por lo arriba mencionado en nombre de los Pobladores de Samaipata me complace solicitar a su entidad que preside ASOCIACION HYDRAULIQUE SANS FRONTIERES para la realización de un estudio de factibilidad y financiamiento para su respectiva ejecución de: estudio de cuencas, tomas de agua, potabilización de agua, tanques de almacenamiento, red de distribución, planta de tratamiento de aguas residuales que son el conjunto para la eficiencia de un buen servicio de agua para la población. Considerando en la medida de las posibilidades de su entidad.

Así mismo hacemos conocer a Ud. Que para tal efecto como Gobierno Autónomo Municipal de Samaipata, contamos con la contraparte en forma conjunta: la Alcaldía y la Cooperativa FLORIDA LTDA.

Sin otro particular, esperando una favorable respuesta saludo a Usted con las consideraciones más distinguidas.

Atentamente:


Sr. Flavio López Escalera
HONORABLE ALCALDE DEL GOBIERNO MUNICIPAL
Samaipata



Dirección: Plaza "15 de Diciembre" esq. Rubén Terrazas - Telf. 591 (3) 944-6067 - Telf./Fax: 591(3) 944-614
E-mail: municipio.samaipata@gmail.com

Referencia D04

Calculo de la exportación de agua en la producción agropecuaria
(datos PTDI 2016 – 2020 p 142 y siguientes, calculo propio)

Exportación vegetal

La **producción de papa** necesita un aporte mínimo de 600 mm para un ciclo (6000 m³/ha), que sea por la lluvia o por el riego (fuente proain.com). Sería 2 652 000 m³ de agua para producir papa sobre los 442 ha cultivados en el municipio en 2015.

La mayoría del agua se va restituir al medio-ambiente por evapotranspiración. Pero una parte se va exportar del territorio en la producción agrícola.

En el caso de la papa producida con rendimiento de 162 quintal por hectárea (162 x 46kg/ha), sería 2,5 millones de litros de agua exportado en el año 2015 (el 77% de la producción en peso, 1m³ de agua=1000kg).

La producción de papa representa 20% del volumen de producción agrícola del municipio. Por eso, se puede aproximar que la producción total agrícola pide y exporta 5 veces lo que pide y exporta la producción de papa, sea respectivamente **13,23 millones de m³ de agua** (consumo en agua) y **12,7 millones de litros de agua** (exportación en agua en la producción).

Exportación animal

Un ganado toma 30 litros de agua por día mínimo, puede llegar a 100 litros en época seca (observación propia, de ganaderos y web-agri.fr). Además ingiere agua en su alimentación. Con una manada de 14 894 cabezas de ganado en el municipio, sería un mínimo de 163 089 m³ de agua tomados en 2015. A eso se debe añadir el consumo de los otros animales: 7434 chanchos (7 l/día, sea 20 000 m³) y 822 060 pollos de granja (0,5 l/día 150 000 m³) principalmente, sea un total aproximado de **400 000 m³ = 0,4 millones de m³**.

Considerando que la producción de carne necesita 50 a 70 litros de agua por kilo de carne vivo (fuente web-agri.fr) son 3 261 780 kg de carne vivo exportados en 2015 en la producción de ganado. De este volumen, el 60% es agua (el agua represente 60% del peso de los animales), sea casi 2 millones de litros de agua mínimo (y hasta el triple) en la carne de ganado. Se puede estimar que llega a **5 millones de litros de agua** mínimo para la producción animal total (y hasta 10 millones).

Para concluir, la actividad agropecuaria municipal necesitaba en 2015 más de 13,63 millones de m³ de agua. Eso representa 50 veces más que el consumo promedio 2015 en agua para el abastecimiento en agua potable del distrito de Samaipata (284 467 m³, fuente COOPFLOR – ver Ref D05).

La exportación anual representa 5 a 10% de este valor, sea 15 a 30 millones de litros de agua.

Referencia D06

Simulación SAGUAPAC, norma NB 689

SAMAIPATA (Florida)

Balance Población Normal periodo Seco				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
A. INFORMACION				
1	Población urbana INE 2001 :	2,926	Hab	
2	Tasa de crecimiento :	5,08		
3	Población urbana proyectada con tasa INE :	5,109	Hab	
4	Población urbana actual :	4,000	Hab	Según la Cooperativa
5	Bochos :	1,300	Conex	
6	Producción periodo Lluvioso :	10,30	l/s	En periodo de lluvia
7	Producción Pozo en Estiaje :	3,00	l/s	
8	Producción Vertiente en Estiaje :	3,50	l/s	
9	Producción Total en Estiaje (actual) :	6,50	l/s	En periodo seco
10	Almacenamiento :	560	m ³	
11	Dotación :	95	l/hab/día	
12	Habitantes por conexión :	5,00	Hab/conex	
B. CALCULO				
1	Consumo promedio necesario :	4,40	l/s	Con población según la Cooperativa
2	Coefficiente máximo diario :	1,40		1,2 a 1,5 según Norma NB 689
3	Caudal máximo diario necesario :	6,16	l/s	Producción cubre máximo diario necesario
4	Volumen producido por día :	890	m ³ /día	
5	Volumen producido por mes :	26,698	m ³ /mes	
6	Volumen de regulación necesario :	160	m ³	Volumen Regulación Adecuado
7	Volumen adicional necesario :	0,00	m ³	
8	Consumo real por conexión mes :	20,54	m ³ /conex/mes	
9	Tiempo cobertura incendio :	74,02	min	Volumen Almacenamiento cubre 74,02 min

Consumo con Turistas periodo Seco y Pozo Nuevo				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
A. INFORMACION				
1	Producción Pozo en Estiaje :	3,00	l/s	
2	Producción Vertiente en Estiaje :	3,50	l/s	
3	Producción Pozo Nuevo :	10,00	l/s	
4	Producción en Estiaje con Pozo Nuevo :	16,50	l/s	En periodo seco y el pozo nuevo
5	Almacenamiento :	560	m ³	
6	Dotación :	110	l/hab/día	
B. CALCULO				
1	Población en feriados largos :	20,000	Hab	
2	Consumo promedio necesario :	25,46	l/s	Con población máxima
3	Coefficiente máximo diario :	1,40		1,2 a 1,5 según Norma NB 689
4	Caudal máximo diario necesario :	35,65	l/s	Producción Insuficiente
5	Volumen producido por día :	1,426	m ³ /día	
6	Volumen producido por mes :	42,768	m ³ /mes	
7	Volumen de regulación necesario :	770	m ³	Volumen actual Insuficiente
8	Volumen adicional necesario :	210	m ³	
9	Tiempo cobertura incendio :	33,96	min	Volumen Almacenamiento cubre 33,96 min

Consumo Turistas periodo Lluvioso y Pozo Nuevo				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
A. INFORMACION				
1	Producción Pozo en periodo Lluvioso :	3,80	l/s	
2	Producción Vertiente en periodo Lluvioso :	6,50	l/s	
3	Producción Pozo Nuevo :	10,00	l/s	
4	Producción en periodo Lluvioso con Pozo Nuevo :	20,30	l/s	En periodo seco y el pozo nuevo
5	Almacenamiento :	560	m ³	
6	Dotación :	110	l/hab/día	
B. CALCULO				
1	Población en feriados largos :	20,000	Hab	
2	Consumo promedio necesario :	25,46	l/s	Con población máxima
3	Coefficiente máximo diario :	1,40		1,2 a 1,5 según Norma NB 689
4	Caudal máximo diario necesario :	35,65	l/s	Producción Insuficiente
5	Volumen producido por día :	1,754	m ³ /día	
6	Volumen producido por mes :	52,618	m ³ /mes	
7	Volumen de regulación necesario :	770	m ³	Volumen actual Insuficiente
8	Volumen adicional necesario :	210	m ³	
9	Tiempo cobertura incendio :	33,96	min	Volumen Almacenamiento cubre 33,96 min

NOTA : Datos proporcionados por la Cooperativa Florida

Referencia D07

Empresas proveedores de agua potable embotellada

La importancia del agua para la salud y la ausencia de garantía con el agua de grifo favor el desarrollo de un mercado de agua potable en envase, generalmente de plástico : botellas, botellones y otros.

Los consumidores son a la vez residentes locales con nivel de recursos financieros alto, y visitantes (nacionales y extranjeros).

Se puede distinguir:

- empresas locales que sacan el agua del territorio municipal antes que de tratarla luego distribuirla a los consumidores, por entrega a domicilio o deposito en tiendas
- empresas nacionales que traen agua desde otros municipios para ponerla en venta en tiendas adentro del municipio

Empresas locales

En Samaipata, se identificaron 2 empresas locales proveedores de agua de mesa. El agua se entrega en botellones de 20 litros en viviendas y tiendas:

- Empresa “Los Alisos”. El agua proviene de una manantial (resurgencia) ubicada en la micro-cuenca de El Fuerte. El agua se trae en tanque hasta Samaipata donde está filtrada y desinfectada.

Se distribuye aprox. 1m³ de agua por día¹.

- Empresa “Los Pinos”, ofreciendo un servicio similar. El agua proviene del pozo perforado en el sector El Sauce y gestionado por la COOPFLOR. Se bombea en la urbanización Los Pinos donde está tratada antes que de ser distriuida.



¹ Fuente : entrevista con ex trabajador.

Empresas nacionales

En Samaipata, se identificaron 3 empresas nacionales proveedores de agua en envase de plástico de 0,6 litros, 2 litros, 3 litros, 5 litros o 20 litros:

- Empresa Coca Cola, vendiendo agua de mesa sobre la marca Vital. El agua proviene de una fuente de agua mineral natural, las Termas de Chanqueahue en Chile².
- Empresa PIL, vendiendo agua de mesa sobre la marca Pura Vida. El agua está producida en las plantas industriales de Cochabamba y Santa Cruz³.
- Empresa Romero, vendiendo agua de mesa sobre la marca Romero. El agua proviene de la cooperativa de agua de El Torno. El agua está tratada en una planta industrial para purificarla, antes que de ser condicionada luego distribuída⁴.

Empresas de Santa Cruz que ofrecen agua purificada similar: Agua Atzin Srl. y Alma Agua.



2 Fuente <https://m.facebook.com/vitalesoquetemueve/photos/a.135584563179939/1302845699787147/?type=3>

3 Fuente <https://pilandina.com.bo/novedades/pil-andina-presento-su-nueva-linea-de-productos-pura-vida-bebidas/#:~:text=Las%20bebidas%20Pura%20Vida%20se,alta%20calidad%2C%20nacionales%20e%20internacionales.>

4 Fuente conversación con la empresa Romero. Cel. 78498228 12/08/2022

Referencia D08

Pico de consumo en agua
(Fuente: Informe WEFTA 2018 - documento integral [aquí](#))

Water Demand and Consumptive Use Statistics

I. Average Water Demand:
Data provided from the Cooperative, for 2017 (up to October) indicates an average monthly usage of 17.1-m³/month/connection, which gives an average daily use of 0.57-m³/month/connection. These figures could be even higher, since at the time of writing, usage data had not been published for November-December 2017, which are some of the peak tourist months in Samaipata. See table 2.2 for 2017 year-to-date usage data from the Cooperative.

Table 2.2 – Samaipata Water Usage Data, Year-to-Date

Month	Total Users	Total Monthly Usage (m ³)	Total Monthly Cost (Bs.)	Average Total Monthly Use (m ³ /user)	Average Total Daily Use (m ³ /user)	Total Monthly Unit Cost (Bs/m ³)
Enero	1,553	28,238	67,552	18.2	0.61	2.39
Febrero	1,389	23,365	57,791	16.8	0.56	2.47
Marzo	1,763	28,821	71,453	16.3	0.54	2.48
Abril	1,569	24,469	62,179	15.6	0.52	2.54
Mayo	1,578	22,673	60,007	14.4	0.48	2.65
Junio	1,580	26,240	65,494	16.6	0.55	2.50
Julio	1,601	27,303	68,153	17.1	0.57	2.50
Agosto	1,600	29,781	71,482	18.6	0.62	2.40
Septiembre	1,601	31,183	73,784	19.5	0.65	2.37
Octubre	1,601	29,329	71,127	18.3	0.61	2.43
Average	1,584	27,140	66,902	17.1	0.57	2.47

II. Peak-Day Factor:

Peak use factors are used in water demand studies and infrastructure design to determine the consumers' peak usage month and day in a year. In peak times of the year, (Carnival, Beginning of November, All Souls, Christmas/New Year, School Breaks, and other holiday seasons), the total population doubles based on information provided by the coop for a brief time creating a large water demand typically over the course of 4 days. It is calculated that the peak-day factor is **2.22** times the daily average during these peak times.



Referencia D09

Consumo en agua 2021 - cooperativa Achirrilla

CONSUMO MENSUAL DE AGUA EN METROS CUBICOS DE 2021

COMUNIDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCTU.	NOVI.	DIC.	TOTAL
S													
LA. TUNA	2225	2377	1756	1603	1408	1901	1686	2005	2742	2253	2351	2318	24625
MONTEAGUD	4686	4200	3101	3766	3122	4192	3933	4058	4195	5035	5409	4971	50668
O													
LA PIEDRA	1719	1606	1459	1336	1125	1453	962	1427	1627	1580	2287	1502	18083
VILLA NUEVA	633	581	588	564	378	639	483	597	742	747	976	669	7597
BELLA													
VICTORIA	3185	2965	2741	3275	2076	2981	2523	3268	3397	3193	3730	3250	36584
PUERTO													
LIMON	655	610	510	695	573	857	726	666	818	867	1117	913	9007
TOTAL	13103	12339	10155	11239	8682	12023	10313	12021	13521	13675	15870	13623	146564

655 conex. activas al 13/05/2022. Promedio 3 pers./conex. La Tuna no incluida en el calculo (Municipio de Maitana).

Fuente : secretaria de la cooperativa

Referencia D10

La demanda en agua para actividad comercial o industrial, y servicios públicos en la COOPFLOR de Samaipata

La COOPFLOR a creado varias categorías de tarificación según el tipo de usuario y/o su localización en el pueblo: domiciliaria, comercial (por tener un NIT, o por estar ubicado en la plaza de Samaipata o en la calle Bolívar⁵), industrial, estatal y especial⁶.

En la categoría **comercial** se encuentran negocios consumidores de agua de diferentes escalas, tal como tiendas (limpieza), bar, restaurante (cocina, limpieza), alojamientos (limpieza, jardín)⁷.

En 2017, 242 usuarios de esta categoría consumieron 95163 m³, sea 30% del agua abastecida y vendida por la COOPFLOR.

El consumo **industrial** está reportado solamente en 2007 y desde 2014. En 2017 son 35 usuarios de esta categoría que consumieron 22672m³, sea 54m³/mes/usuario. Represente 7% del consumo de todas las categorías⁸.

Por ejemplo la empresa purificadora de agua “Los Pinos” (ver anexo D07) o la fiambrería Gutfleisch (foto) entran en esta categoría.

Sin embargo, la Lic. Elizabeth de la COOPFLOR me informa por mensaje WhatsApp del 29 de agosto 2022 que no hay industria en Samaipata (foto).

No se ha proporcionado el consumo estatal (jardines públicos, servicio de carretera, hospital) supuestamente no cobrado. Eso no permite cuantificarlo.



Además, tiene que mencionar aquí el proyecto de planta agroalimentaria del GAMS que fue presentado en reunión pública el 18 abril 2022. Podría consumir volúmenes importantes de agua.

5 Fuente : Lic. Elizabeth, COOPFLOR

6 Ver promedios 2007 - 2017 disponibles [aquí](#).

7 En la categoría domiciliaria se encuentran también usuarios de diferentes niveles de consumo según el estándar de vida: casa principal rústica de una familia pobre y cabaña o casa secundaria de ciudadanos a barrios pizos, por ejemplo.

8 Ver datos reportados en el anexo D05.

Referencia D11

Carta de apoyo a COOPFLOR - Ing. C. Ranque, Limn. M. Franken - Enero 2018

Samaipata, 20 de enero de 2018

Al
Directorio de
Cooperativa SS.PP. Florida Ltda.



Ref. Apoyo a la Cooperativa en el abastecimiento con AGUA POTABLE de alta calidad a la población de Samaipata

Estimadas Señoras, estimados Señores,

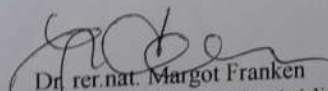
Al fin de ofrecer la mejor agua posible a los samaipateños por el medio de un tratamiento del agua de red innovador,

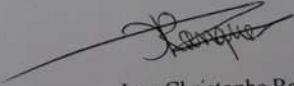
solicitamos acceso a las informaciones de la cooperativa que siguen:

- cantidades: volúmenes mensuales y anuales distribuidos a los socios, año 2017 y anterior, repartición entre las tomas de agua y red de distribución (plano), profundidades de niveles de bombeo en los tres pozos
 - calidad: análisis de las aguas antes tratamiento en las seis fuentes de abastecimiento, tratamientos actuales de las diferentes tomas de agua.
- Por otro lado, solicitamos al Directorio que dé permiso a la Ing. Joana para cooperar a este proyecto.

Agradeciendo de antemano su colaboración, y en espera de las informaciones necesarias, nos despedimos.

Cordialmente,


Dr. rer.nat. Margot Franken
Socia de la Cooperativa (código 1397)
Secretaria de Medio Ambiente del Barrio Arriba
Limnóloga


Ing. Christophe Ranque
Agrónomo
Facilitador de Proyecto

Referencia D12

Sistema de Abastecimiento en Agua Potable - Distrito urbano de Samaipata

Fotos de las fuentes de agua

Agua superficial

1. Sub-red Chorrillo

Toma 1



Toma 2



Toma 3



Toma 4



2. Sub-red El Fuerte

Poza Negra (toma principal)



Alisos (toma rehabilitada - foto junio 2022)



Figurita



3. Sub-red Morro

Ubicación tomas



Toma 1



Toma 2



Toma 3



4. Sub-red Tambillo



Agua subterránea

Pozo El Sauce



Pozo Estadio



Pozo Carretera



Referencia D13

Análisis SAGUAPAC de junio 2017 en Informe WEFTA (Fuente: Informe Wefta - documento integral [aquí](#))

Preliminary Engineering Report
Cooperativa de Servicios Públicos, Florida Ltda.
Samaipata, Bolivia

IV. Water Treatment

Minimum Control Parameters from the Reglamento Nacional Para El Control de la Calidad Del Agua Para Consumo Humano NB – 512 (Bolivia's drinking water standards), are shown in the below figure.

Tabla N° 1. PARÁMETROS DE CONTROL MÍNIMO

Parámetro	Valor máximo aceptable
pH	6,5 – 9,0
Conductividad	1.500 μ S/cm*
Turbiedad	5 UNT
Cloro residual	0,2 – 1,0 mg/l
Coliformes termoresistentes	0 UFC/100 ml

Recent water quality test reports conducted for the Cooperative are provided in Appendix B, and key results are shown in Table 2.5. The results that do not meet NB-512 standards are highlighted in red; those that do are in green.

Table 2.5 Recent Water Quality Test Results of the Samaipata Water System

Date of Sampling	Supply Name	Coliform (UFC/100mL)		Turbidity ¹ (UNT)	pH
		Fecal	Total		
8/21/2017	Chorillos No. 1	23	27	0.8	6.61
8/21/2017	Chorillos No. 2	NSD	2	2.5	6.46
8/21/2017	Chorillos No. 3	26	37	1.1	6.62
8/21/2017	Chorillos No. 4	2	5	0.4	7.18
8/21/2017	Chorillos No. 5	43	460	1.0	7.33
8/21/2017	Chorillos No. 6	15	1100	1.3	7.11
7/12/2017	El Fuerte Toma	9	240	2.4	7.21
7/12/2017	Tambillo Toma	4	75	1.6	7.37
10/30/2017	Pozo Carretera	NSD	4	0.6	8.57
7/12/2017	Pozo Cementerio	4	43	1.3	7.48
7/12/2017	Pozo Sauce	NSD	NSD	0.5	6.74
10/30/2017	Treatment Plant	NSD	1	1.0	8.4
7/12/2017	Cancho 8 Tanque	4	23	1.1	7.35
7/12/2017	Tanque 14 de Septiembre	4	15	2.9	7.4
7/12/2017	Tambillo Tanque	NSD	23	1.6	7.35

¹ Turbidity is noted to increase in the tomas during the rainy season (approximately November – February) when there is more watershed runoff. The results above were the most recent at the time of writing, and do not encompass the rainy season months.

The pH of the Carretera Pozo and WTP are significantly high, though still technically within NB-512 standards. The efficiency of disinfection is known to decrease with increased pH. See the below figure – provided by WEF SUPER AGUA representative - as a reference.



Referencia D14

Análisis laboratorio ambiental Quebracho – junio 2018

Parámetros analizados

1. En toda fuente y punto de análisis

Conductividad (mide riqueza en minerales)

pH (mide disponibilidad en iones H⁺ - entorno ácido/básico)

Potencial Redox (mide disponibilidad en electrones – entorno reductor/oxidante)

Turbidez (estima materia suspendida, lodos)

2. En fuentes de agua superficiales

Color

DQO – Demanda Química en Oxígeno (mide materia orgánica residual)

3. Otros parámetros analizados:

Amonio-N, Nitratos, Nitritos, Aluminio, Cadmio, Mercurio, Cloro Residual

Análisis Quebracho, in situ / laboratorio*		Muestras del 29 y 30/06/2018							Fuentes de agua de Samaipata -Bolivia			
Fuente	Pozo Sauce	Pozo Estadio	Pozo Carretera	Chorrillo	Tambillo	Figurita	Poza Negra	Los alisos	entrada SP	salida SP	Mercado	
Parámetros común												
Conductividad (microS/cm))	3	454	1748	116	85	22	48	88	47	60	194	
pH	7,12	7	8	7,34	7,95	7,74	7,57	7,61	7,38	7,81	7,67	
E redox (mV)	-13,9	-49,9	-66,5	-27,7	-60,9	-48,3	-39	-42,2	-29,8	-53,3	-45,7	
Turbidez (NTU)	9,8	2,4	2,08	2,07	5,05	3,77	3,22	2,93	3,29	3,28	3,58	
Parámetros específicos (mg/l)												
Agua superficial												
Color (PtCo)				no medible	3	1	1	1		1	1	
DQO				91	22	21	17	21		22	19	
Pozos y matriz de distribución												
Amonio-N			1,07						0,21		0,22	
Nitratos			4,3						3,7		3,9	
Nitritos			0,038						0,037		0,023	
Cloro Residual										0,5	no medible	
Aluminio										0,22	0,16	
Cadmio							no medible				no medible	
Mercurio							no medible				no medible	

Conclusiones (Christophe Ranque):

- Todas las aguas son reductivas (favorable al desarrollo bacteriano)
- Agua del pozo de la Carretera no potable
- Aguas superficiales cargadas en materia orgánica
- Cloro residual no presente al grifo del mercado (centro de la matriz de distribución)

Fuente : Informe Quebracho - reproducido en las paginas siguientes

QUEBRACHO S.R.L.

LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y AIRE

INFORME ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL

LUGAR: SAMAIPATA

Q 387/18-A

SOLICITADO POR: ETHUIN STEVE
Santa Cruz, 13 de Julio de 2018.

- Los resultados emitidos se refiere a las muestras analizadas, cualquier enmienda, corrección o raspadura invalida este documento.
- Este documento es válido con las firmas autorizadas, sello de área y sello seco de la empresa, una vez entregado no es responsable del uso de mismo.
- Si QUEBRACHO S.R.L. no efectuó el muestreo, no es responsable de la representatividad de las muestras.

INFORME DE LABORATORIO

Empresa : ETHUIN STEVE
 Nº de Cotización : 212/18
 Lugar : SAMAIPATA
 Punto de muestreo : POZO LOS SAUCES
 Fecha de muestreo : 2018-06-29
 Fecha de recepción : 2018-06-30
 Fecha análisis : 2018-06-29
 Muestreado por : QUEBRACHO SRL. M.E.B.

Solicitud : Q 387/18-A
 Código de Laboratorio : 1177A-A
 Código del Cliente : SB-01
 Volumen : 1000ml
 Hora de muestreo : 11:05
 Hora de recepción : 20:25
 Fecha de entrega : 2018-07-13

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUBTERRÁNEA


Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
ENSAYOS MEDIDOS IN SITU									
1	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**	-	NV	NV	NV	NV	3.0
2	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.12
3	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**	0.01	NV	NV	NV	NV	-13.9
4	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	9.8

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

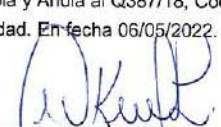
** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"
 NV: No hay valor en la normativa de referencia.
 Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1177-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1177A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio
 Código: RLB/002 V:004




 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

c/ci Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 NIT: 3612077037
 LABORATORIO

INFORME DE LABORATORIO

Empresa : ETHUIN STEVE
 N° de Cotización : 212/18
 Lugar : SAMAIPATA
 Punto de muestreo : POZO EL ESTADIO
 Fecha de muestreo : 2018-06-29
 Fecha de recepción : 2018-06-30
 Fecha análisis : 2018-06-29
 Muestreado por : QUEBRACHO SRL. M.E.B.

Solicitud : Q 387/18-A
 Código de Laboratorio : 1178A-A
 Código del Cliente : SB-02
 Volumen : 1000ml
 Hora de muestreo : 11:35
 Hora de recepción : 20:25
 Fecha de entrega : 2018-07-13

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUBTERRÁNEA

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
ENSAYOS MEDIDOS IN SITU									
1	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**	-	NV	NV	NV	NV	454.0
2	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.00
3	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**	0.01	NV	NV	NV	NV	-49.9
4	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	2.40

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

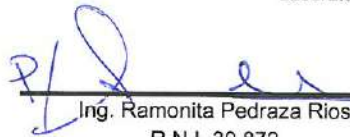
** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

** Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - "Río en crecida"

NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1178-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1178A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004




 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 RIT: 3082, 27000
 LABORATORIO

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ETHUIN STEVE	Solicitud	: Q 387/18-A
Nº de Cotización	: 212/18	Código de Laboratorio	: 1179A-A
Lugar	: SAMAIPATA	Código del Cliente	: SB-03
Punto de muestreo	: POZO LA CARRETERA	Volumen	: 1000ml
Fecha de muestreo	: 2018-06-29	Hora de muestreo	: 12:10
Fecha de recepción	: 2018-06-30	Hora de recepción	: 20:25
Fecha análisis	: 2018-06-29	Fecha de entrega	: 2018-07-13
Muestreado por	: QUEBRACHO SRL. M.E.B.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUBTERRÁNEA

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
ENSAYOS MEDIDOS IN SITU									
1	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	0.05	1.0	2.0	4.0	1.07
2	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	1740.0
3	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	8.00
4	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-66.5
5	Nitratos	mg/l	Method (8039)**	0.3	20.0	50.0	50.0	50.0	4.3
6	Nitritos	mg/l	Method (8507)**	0.002	<1.0	1.0	1.0	1.0	0.038
7	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	2.08

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"

NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1179-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1179A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004




 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 Telf.: 3532403, 3527122
 LABORATORIO

INFORME DE LABORATORIO

Empresa : ETHUIN STEVE
 Nº de Cotización : 212/18
 Lugar : SAMAIPATA
 Punto de muestreo : GRIFO MERCADO MUNICIPAL
 Fecha de muestreo : 2018-06-29
 Fecha de recepción : 2018-06-30
 Fecha análisis : 2018-06-03
 Muestreado por : QUEBRACHO SRL. M.E.B.

Solicitud : Q 387/18-A
 Código de Laboratorio : 1180A-A
 Código del Cliente : SP-01
 Volumen : 1000ml
 Hora de muestreo : 14:25
 Hora de recepción : 20:25
 Fecha de entrega : 2018-07-13

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO Nº1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Aluminio	mg/l	ASTM D 857-02 (")	0.05	0.2	0.5	1.0	1.0	0.16
2	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02(")	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	<0.002
3	Cloro Residual	mg/l	DPD - Colorimetría	0.3	NV	NV	NV	NV	<0.3
4	Color	PtCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	1
5	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	19
6	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	<0.001

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

7	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	0.05	1.0	2.0	4.0	0.22
8	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	194.0
9	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.67
10	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-45.7
11	Nitratos	mg/l	Method (8039)**	0.3	20.0	50.0	50.0	50.0	3.9
12	Nitritos	mg/l	Method (8507)**	0.002	<1.0	1.0	1.0	1.0	0.023
13	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	3.58

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

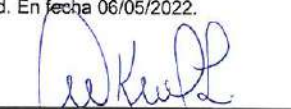
Información Adicional: CUADRO Nº A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"

NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1180-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1180A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 TEL: 3532 4037
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ETHUIN STEVE	Solicitud	: Q 387/18-A
Nº de Cotización	: 212/18	Código de Laboratorio	: 1181A-A
Lugar	: SAMAIPATA	Código del Cliente	: SP-02
Punto de muestreo	: ENTRADA DE LA PLANTA POTABILIZADORA	Volumen	: 1000ml
Fecha de muestreo	: 2018-06-29	Hora de muestreo	: 15:15
Fecha de recepción	: 2018-06-30	Hora de recepción	: 20:25
Fecha análisis	: 2018-06-29	Fecha de entrega	: 2018-07-13
Muestreado por	: QUEBRACHO SRL. M.E.B.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
ENSAYOS MEDIDOS IN SITU									
1	Amonio-N	mg/l	Method (8038)**	0.02	0.05	1.0	2.0	4.0	0.21
2	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^^	-	NV	NV	NV	NV	47.0
3	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.38
4	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-29.8
5	Nitratos	mg/l	Method (8039)**	0.3	20.0	50.0	50.0	50.0	3.7
6	Nitritos	mg/l	Method (8507)**	0.002	<1.0	1.0	1.0	1.0	0.037
7	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	3.29

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22


** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"

NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1181-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1181A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 NIT: 101477022
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa : ETHUIN STEVE
 N° de Cotización : 212/18
 Lugar : SAMAIPATA
 Punto de muestreo : SALIDA DE LA PLANTA
 Fecha de muestreo : 2018-06-29
 Fecha de recepción : 2018-06-30
 Fecha análisis : 2018-06-03
 Muestreado por : QUEBRACHO SRL. M.E.B.

Solicitud : Q 387/18-A
 Código de Laboratorio : 1182A-A
 Código del Cliente : SP-03
 Volumen : 1000ml
 Hora de muestreo : 16:00
 Hora de recepción : 20:25
 Fecha de entrega : 2018-07-13

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Aluminio	mg/l	ASTM D 857-02 (*)	0.05	0.2	0.5	1.0	1.0	0.22
2	Cloro Residual	mg/l	DPD - Colorimetría	0.3	NV	NV	NV	NV	0.5
3	Color	PtCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	1
4	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	22

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

5	Conductividad	uS/cm	Conductímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	60.0
6	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.81
7	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-53.3
8	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	3.28


* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

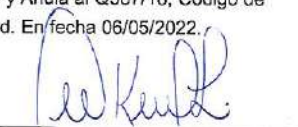
(*) Equipo ContraA-300.

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - "Río en crecida"
 NV: No hay valor en la normativa de referencia.
 Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1182-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1182A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 NIT: 3012077027
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

c/c Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ETHUIN STEVE	Solicitud	: Q 387/18-A
Nº de Cotización	: 212/18	Código de Laboratorio	: 1183A-A
Lugar	: SAMAIPATA	Código del Cliente	: SP-04
Punto de muestreo	: CHORRILLO TANQUE DE ROMPEPRESION	Volumen	: 1000ml
Fecha de muestreo	: 2018-06-29	Hora de muestreo	: 16:35
Fecha de recepción	: 2018-06-30	Hora de recepción	: 20:25
Fecha análisis	: 2018-06-03	Fecha de entrega	: 2018-07-13
Muestreado por	: QUEBRACHO SRL. M.E.B.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Color	PCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	<1
2	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	91

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

3	Conductividad	uS/cm	Conductímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	116.0
4	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.34
5	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-27.2
6	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	2.07

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"

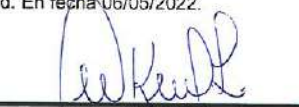
NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1183-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1183A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCION AMBIENTAL
 TLF: 3532403, 77037
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa : ETHUIN STEVE
 N° de Cotización : 212/18
 Lugar : SAMAIPATA
 Punto de muestreo : TANQUE TAMBILLO
 Fecha de muestreo : 2018-06-29
 Fecha de recepción : 2018-06-30
 Fecha análisis : 2018-06-03
 Muestreado por : QUEBRACHO SRL. M.E.B.

Solicitud : Q 387/18-A
 Código de Laboratorio : 1184A-A
 Código del Cliente : SP-05
 Volumen : 1000ml
 Hora de muestreo : 17:20
 Hora de recepción : 20:25
 Fecha de entrega : 2018-07-13

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Color	PtCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	3
2	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	22

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

3	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	85.0
4	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.95
5	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-60.9
6	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	5.05

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - "Río en crecida"

NV: No hay valor en la normativa de referencia.

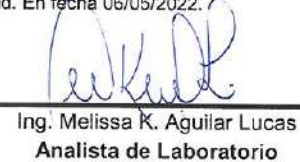
Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio : 1184-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1184A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872

Jefe de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 TEL: 3532403
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ETHUIN STEVE	Solicitud	: Q 387/18-A
Nº de Cotización	: 212/18	Código de Laboratorio	: 1185A-A
Lugar	: SAMAIPATA	Código del Cliente	: SP-06
Punto de muestreo	: FUENTE EN LA TOMA (LA POZA NEGRA)	Volumen	: 1000ml
Fecha de muestreo	: 2018-06-30	Hora de muestreo	: 10:41
Fecha de recepción	: 2018-06-30	Hora de recepción	: 20:25
Fecha análisis	: 2018-06-03	Fecha de entrega	: 2018-07-13
Muestreado por	: QUEBRACHO SRL. M.E.B.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Cadmio	mg/l	ASTM D 3557-02 (")	0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	<0.002
2	Color	PtCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	1
3	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	17
4	Mercurio	mg/l	ASTM D 3223-02 (")	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	<0.001

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

5	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	48.0
6	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.57
7	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-39.0
8	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	3.22

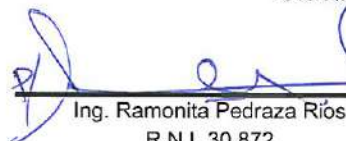
* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

(") Equipo contraA-300

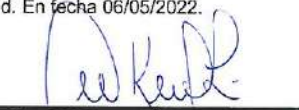
^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A,B,C,Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"
 NV: No hay valor en la normativa de referencia.
 Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1185-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1185A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Riós
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 NIT: 101277027
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio

c/c Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa	: ETHUIN STEVE	Solicitud	: Q 387/18-A
Nº de Cotización	: 212/18	Código de Laboratorio	: 1186A-A
Lugar	: SAMAIPATA	Código del Cliente	: SP-07
Punto de muestreo	: FIGURITAS- EL FUERTE	Volumen	: 1000ml
Fecha de muestreo	: 2018-06-30	Hora de muestreo	: 9:50
Fecha de recepción	: 2018-06-30	Hora de recepción	: 20:25
Fecha análisis	: 2018-06-03	Fecha de entrega	: 2018-07-13
Muestreado por	: QUEBRACHO SRL. M.E.B.		

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO Nº1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Color	PtCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	1
2	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	21

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

3	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	22.0
4	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.74
5	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-48.3
6	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	3.77

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22

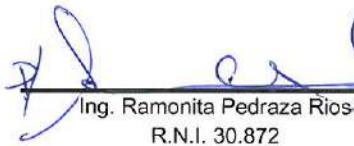
** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado

Información Adicional: CUADRO Nº A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"

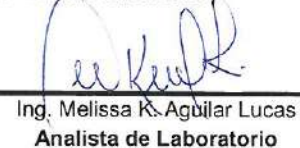
NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1186-A-A, cambia y Anula al Q387/16, Código de Laboratorio: 1186A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
Jefe de Laboratorio

Código: RLB/002 V:004

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 TLF: 3532 77037
 LABORATORIO


 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
Analista de Laboratorio

c/c/ Laboratorio

INFORME DE LABORATORIO

Empresa : ETHUIN STEVE
 N° de Cotización : 212/18
 Lugar : SAMAIPATA
 Punto de muestreo : ALISOS - EL PUENTE
 Fecha de muestreo : 2018-06-30
 Fecha de recepción : 2018-06-30
 Fecha análisis : 2018-06-03
 Muestreado por : QUEBRACHO SRL. M.E.B.

Solicitud : Q 387/18-A
 Código de Laboratorio : 1187A-A
 Código del Cliente : SP-08
 Volumen : 1000ml
 Hora de muestreo : 13:10
 Hora de recepción : 20:25
 Fecha de entrega : 2018-07-13

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA SUPERFICIAL

Ítem	Parámetro	Unidad	Método	Limite de Cuantificación	CUADRO N°1				Resultado
					A	B	C	D	
1	Color	PtCo	Method (10068)**	1	<10	<50	<100	<200	1
2	DQO	mg/l	Method (8000)**	3	<5	<10	<40	<60	21

ENSAYOS MEDIDOS IN SITU

3	Conductividad	uS/cm	Conductivímetro (2510-B)**^	-	NV	NV	NV	NV	88.0
4	pH	-	Electrométrico (4500-H+B)**^	-	6-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	7.61
5	Potencial Redox	MV	Electrométrico (4500-H+B)**^	0.01	NV	NV	NV	NV	-42.2
6	Turbidez	NTU	Turbidímetro -2130*	0.01	<10	<50	<100	<200	2.93

* Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales : APHA, AWWA y WPCF - Edición 22


** Métodos HACH para el espectrofotómetro DR 3900 con certificación ISO 9001

^^ Parametro Acreditado


Información Adicional: CUADRO N° A-1, Clase "A, B, C, Y D" Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos receptores del RMCH de la Ley 1333 - " Río en crecida"

NV: No hay valor en la normativa de referencia.

Nota: Este Informe Q387/18-A, Código de Laboratorio :1187-A-A, cambia y Anula al Q387/18, Código de Laboratorio: 1187A, debido al cambio en las unidades de la conductividad. En fecha 06/05/2022.


 Ing. Ramonita Pedraza Rios
 R.N.I. 30.872
 Jefe de Laboratorio

QUEBRACHO S.R.L.
 SERVICIO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
 NIT: 101277007
 LABORATORIO



 Ing. Melissa K. Aguilar Lucas
 Analista de Laboratorio


Código: RLB/002 V:004

c/c/ Laboratorio

Referencia D15

Ley municipal 08/2017 Área Protegida Santuario del agua de Chorrillo
(Fuente: Consejo Municipal de Samaipata – documento integral [aquí](#))

**GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE SAMAIPATA**
CONCEJO MUNICIPAL
Capital Arqueológica y Turística del Oriente Boliviano
Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad
Provincia Florida - Santa Cruz - Bolivia



LEY MUNICIPAL N° 08/2017
De Fecha 04 de Abril 2017

LEY MUNICIPAL "DE CREACION DEL AREA PROTEGIDA MUNICIPAL DEL SANTUARIO DEL AGUA DE CHORRILLOS"
Lic. Mary Elena Toledo
PRESIDENTA DEL CONCEJO MUNICIPAL
GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL DE SAMAIPATA

Por cuanto, el honorable concejo municipal del municipio de Samaipata, ha dictado la siguiente Ley:

LEY MUNICIPAL DE CREACION DEL AREA PROTEGIDA MUNICIPAL "SANTUARIO DEL AGUA DE CHORRILLOS" N° 08/2017

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS:

Que, mediante Oficio GAMS N°67/2017 de fecha 20 de Marzo del 2017, remitido al Concejo Municipal de Samaipata, donde se Solicita el análisis, debate y Aprobación del Proyecto de Ley Municipal de Creación del Santuario del Agua de Chorrillos.

Que Oficio de fecha 202 de Marzo del 2017, remitido al Concejo Municipal de Samaipata, donde se entrega documentación del Proyecto de Ley Municipal de Creación del Santuario del Agua de Chorrillos y copia de propuesta Técnica, por parte de la **Fundación natura Bolivia**

Constitución Política del Estado

Que, la Constitución Política del Estado, establece en su artículo 33 que las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Que, la Constitución Política del Estado, establece en su artículo 283 que el gobierno autónomo municipal está constituido por un Concejo Municipal con facultad deliberativa, fiscalizadora y legislativa municipal en el ámbito de sus competencias; y un órgano ejecutivo, presidido por la Alcaldesa o el Alcalde.

Que, la Constitución Política del Estado, establece en su artículo 299 numeral segundo, dispone que las siguientes competencias se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas:

1. Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre manteniendo el equilibrio ecológico y el control de la contaminación ambiental.
4. Conservación de suelos, recursos forestales y bosques.
11. Protección de cuencas.
16. Agricultura, ganadería, caza y pesca.

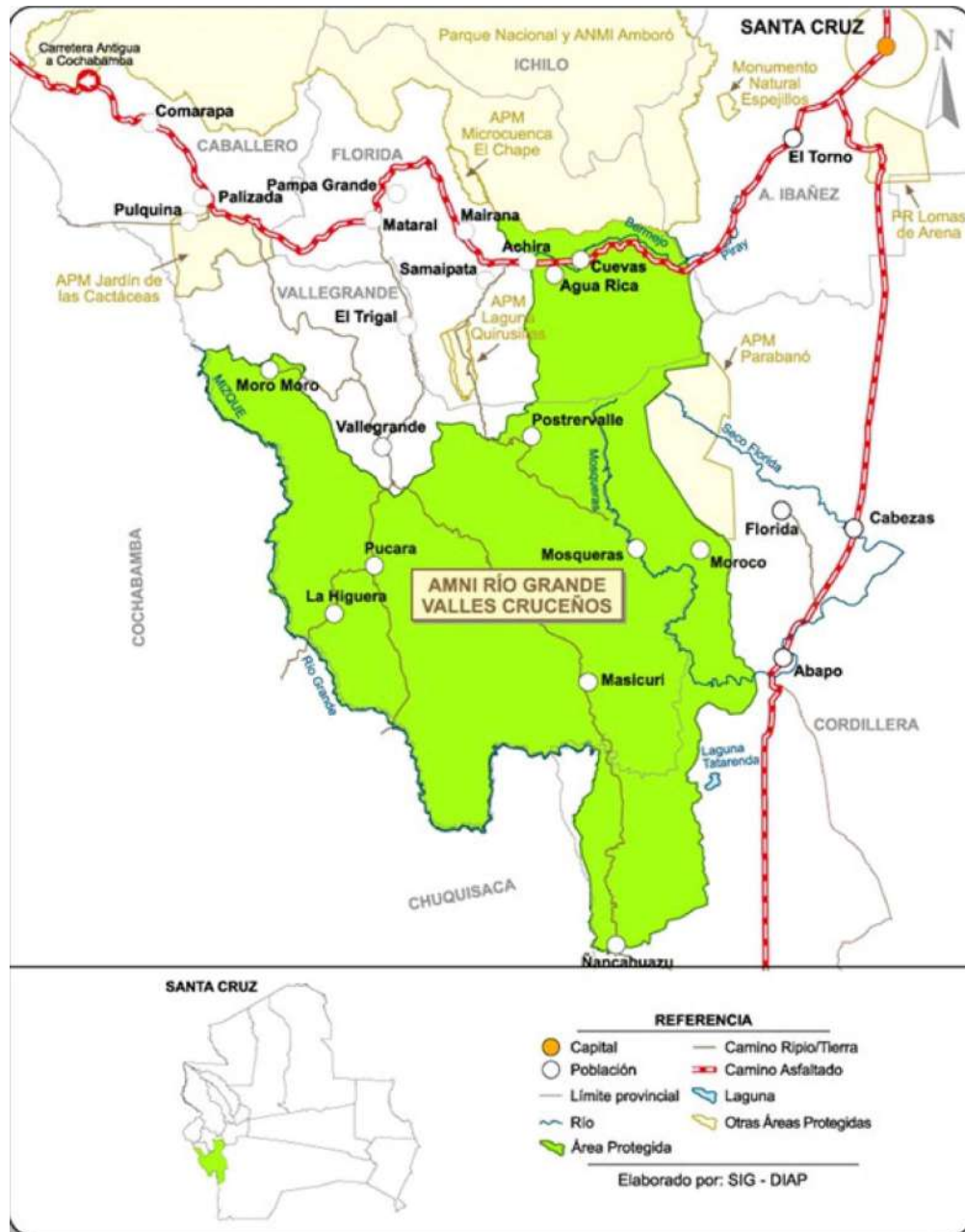
Que, la Constitución Política del Estado, establece en su artículo 302 numeral primero establece que son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción:

5. Preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y recursos naturales, fauna silvestre y animales domésticos.

Dirección: Plaza "15 de Diciembre" esq. Rubén Terrazas - Telf. 591 (3) 944-6067 - Telf./Fax: 591(3) 944-6147
E-mail: concejo.samaipata@gmail.com

Referencia D16

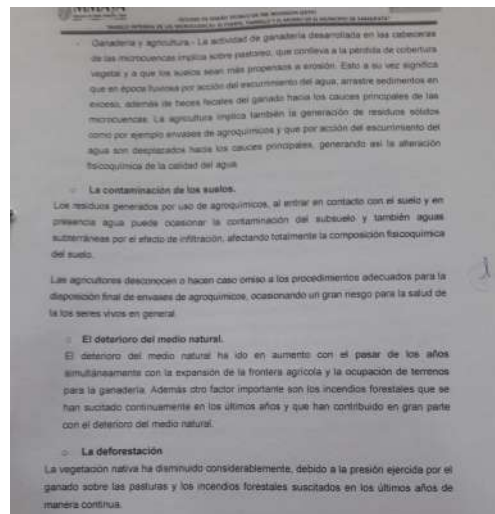
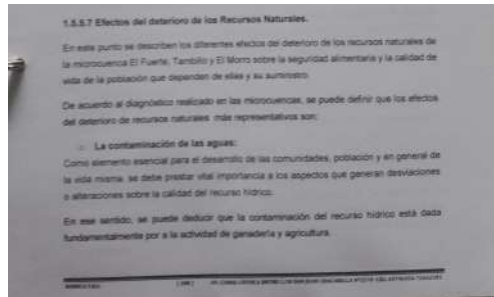
Área Natural De Manejo Integral Río Grande Valles Cruceños



Fuente: Presentación de las características del territorio de Samaipata por el Consultor Ricardo Cox, KURMI - ADSI - asamblea PTDI 18 abril 2018 (documento completo disponible [aquí](#))

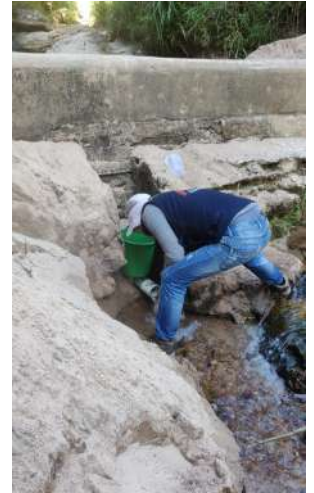
Referencia D17

Conclusión - informe SISMICA 2018 (Documento integral consultable en alcaldía de Samaipata)



Referencia D18

Sistema actual de elevación del agua con bomba a motor térmico

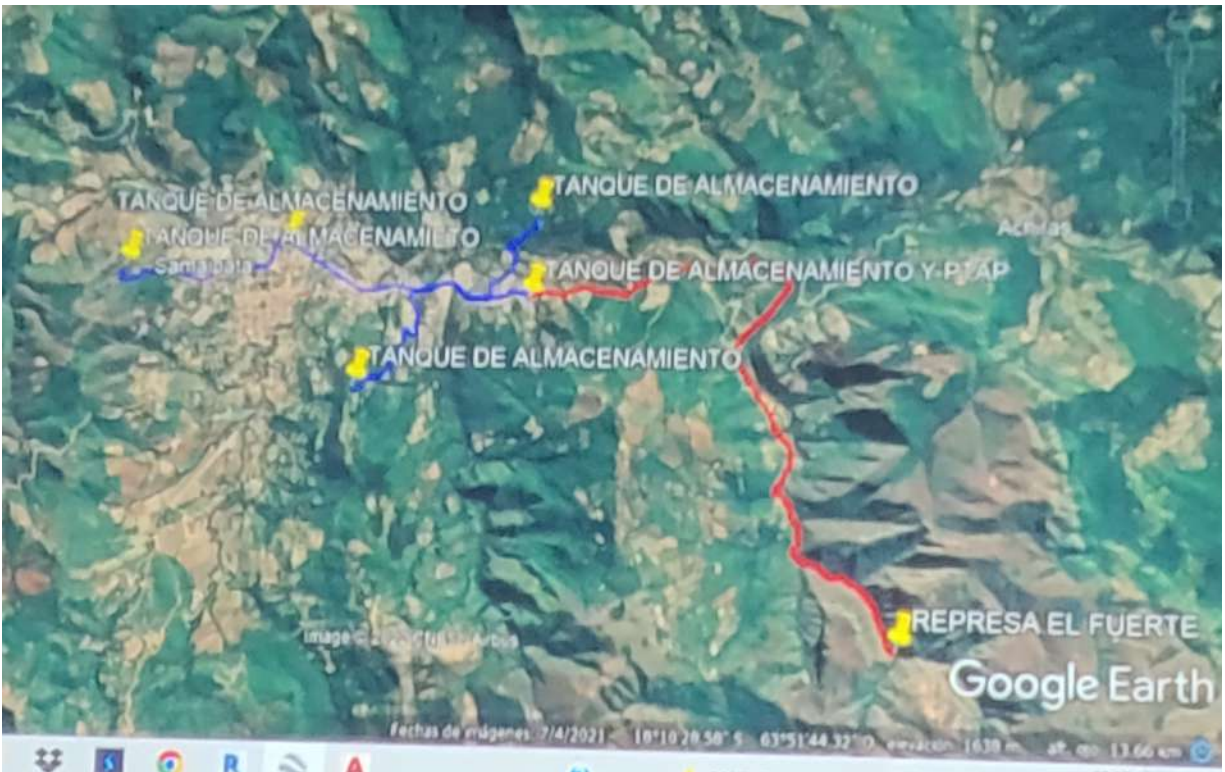


En época de estiaje, el agua se canaliza en una tubería (foto arriba izquierda) desde una presa (arriba derecho) y se bombea sobre presión en la tubería principal (flecha en la foto abajo izquierda).



Referencia D19

Proyecto municipal de presa en el río El Fuerte



arriba: ubicación de la presa - presentación pública del 18/04/2022
abajo: presentación del proyecto a HSF en 2018, derecha perforación de muestra



Referencia D20

La problemática de la administración del agua en Samaipata
(Fuente : Estudio Sub-gobernación 2014 - Documento completo [aquí](#))

1.3.1. Árbol del Problema

Aquí se presenta un análisis esquemático de las causas y los efectos de las debilidades en cuanto al agua del municipio de Samaipata

1.3.1.1. Problema Central

El problema central se define como:

- Altas tasas de enfermedades gastrointestinales en la población de Samaipata

El diagnóstico de la situación actual del ámbito de intervención, que describe y explica en gran parte la condición y estado de la realidad, ha permitido establecer que el problema principal que afecta a la población que habita el Centro Poblado urbano de Samaipata.

1.3.1.2. Análisis de las causas

Las causas directas del problema son:

- a) Escases de agua, debido a la deforestación en zonas altas de recarga
- b) Deficiente administración y racionalización del Agua, debido a deficientes sistemas de almacenamiento de agua
- c) Población de Samaipata consume agua de baja calidad no salubre, esto porque las aguas son distribuida directamente desde las vertientes hacia los ductos de las redes de cañería que luego llegan directamente hasta los domicilio. Estas aguas que llegan directamente hacia los domicilios están contaminadas porque no existe un buen manejo de los residuos sólidos en las áreas de recarga hídrica en las partes altas de las riberas, por otro lado no existen sistemas de protección de alambradas en perímetros de las vertientes, lo que provoca que los animales y seres humanos accedan a las áreas de amortiguación hídrica y contaminen las aguas. Por otro lado la deforestación en zonas altas también provoca que existan erosiones del terreno y cuando llueve ocasiona el arrastre de sedimentos y la contaminación.

Referencia D21

Inspección sanitaria de la planta de potabilización de Samaipata – Marzo 2018 (Fuente: Informe CASA - documento completo [aquí](#))

INFORME VISITA AL SISTEMA DE AGUA DE LA COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS EN SAMAIPATA

Fecha: 16 de Marzo 2018

Participantes de la reunión e inspección: Margot Franken (usuario), Gustaff (usuario), Benito Manrique (usuario), David Mariscal (Presidente de la Cooperativa), Ing. (Personal técnico de la Cooperativa), Jose Solar (Operador de la Planta de potabilización) y Claudia Cossio (CASA)

1. Reunión en la Cooperativa

El sistema cuenta con 1.800 socios, se tiene un consumo de aproximadamente 850 m³/día. Cobran 2,5 Bs./m³ por agua potable y 8 Bs./mes por el servicio del alcantarillado.

El sistema de agua tiene 6 fuentes de agua:

- 3 pozos (Stadium, Sauce y de la carretera) con profundidades de 120, 126 y mayor a 120.
- 3 vertientes (El Fuerte, Chorrillo y Tambillo) ubicadas en lugares alejados de la población.

El sistema de agua cuenta con 4 tanques de almacenamiento con una capacidad total de 400 m³. La matriz del pueblo tiene una antigüedad de 30 años es de FG y están cambiando por PVC tricapa.

El sistema de agua cuenta con una planta potabilizadora de agua que trata el agua proveniente de la fuente superficial de El fuerte porque es turbia y del Pozo de la carretera cuando baja el caudal de las vertientes. En este pozo se encontraron presencia de sulfuros, nitratos, nitritos y sales.

La Cooperativa realiza análisis de coliformes fecales con SAGUAPAC y cloran el agua. Debido a un incendio forestal en las áreas de las fuentes se llenaron cenizas en el sistema de distribución, problema ya subsannado.

2. Visita a la planta de tratamiento

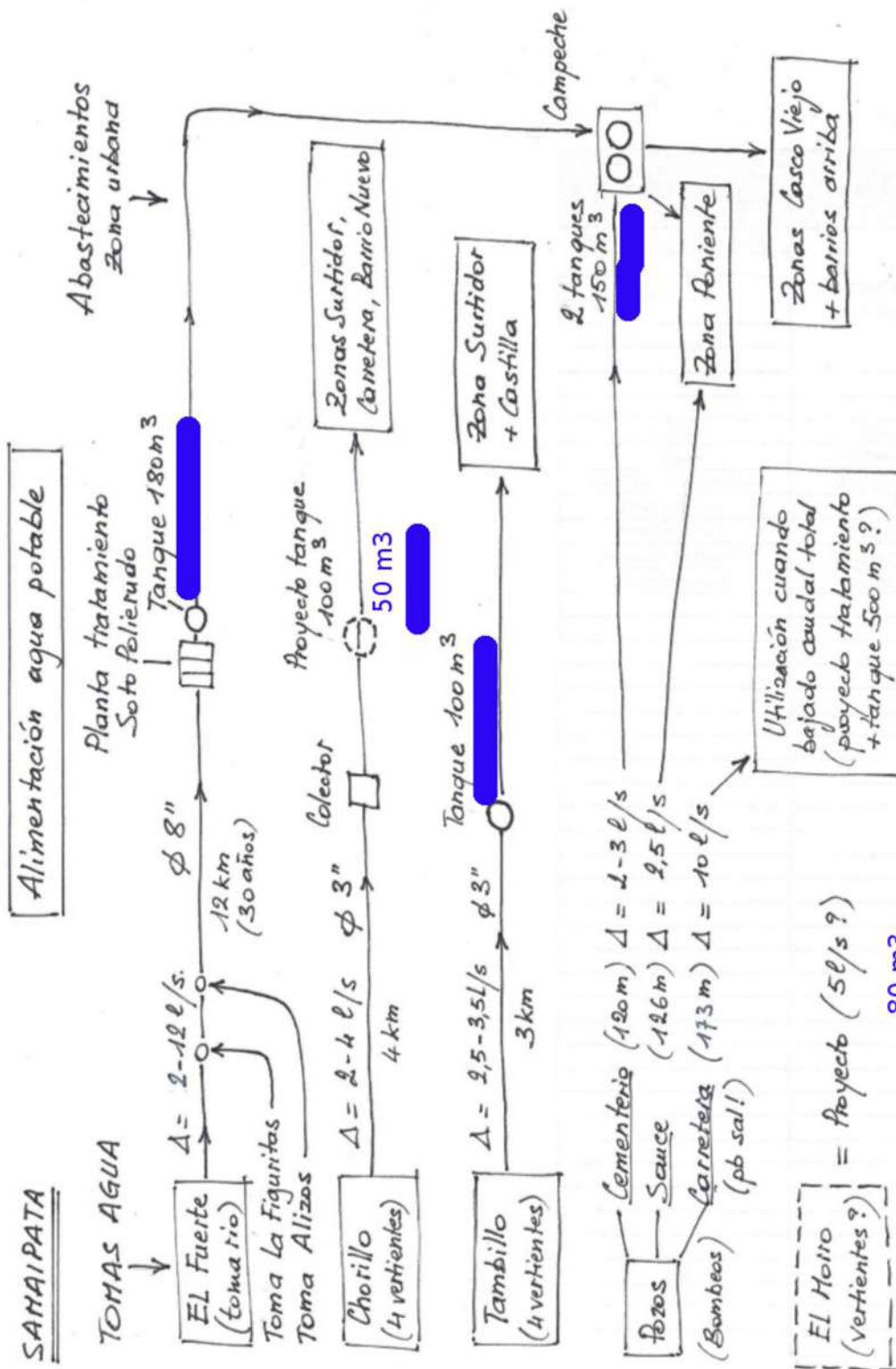
La Planta de tratamiento consta de 2 tanques floculadores (160 m³) donde se inyecta sulfato de aluminio, luego pasa a 2 filtros de arena en serie y a 1 filtro de carbón activado a presión. El agua es clorada y luego depositada a un tanque de almacenamiento (200 m³).

Actualmente, a la planta solo está ingresando agua de la fuente de El Fuerte, que en época de lluvia tiene un caudal de 15 L/s y en época seca 2 L/s. Cuando el caudal de esta fuente superficial baja también ingresa agua del pozo de la carretera, se indicó que desde fines de Noviembre no ingresa agua del pozo de la carretera. La empresa que contruyó la planta reportó 2 parámetros fuera de norma en la fuente de el Fuerte: la turbiedad con 8,2 NTU y el hierro total con 0,48 mg/L.

A continuación se muestran las fotos de la planta de tratamiento, que inició su funcionamiento en Julio 2017.

Referencia D22

Tanques de almacenamiento en agua - Informe HSF 2018



HSF / Mayo 2018

Referencia D23

Tanques de almacenamiento en agua - Informe WEFTA 2018 (Documento completo disponible [aquí](#))

II. Water Storage

The Samaipata water system has four existing concrete water storage tanks (aka 'tanques'), and two proposed. A new water tank would be included in the El Astillero project that is being planned, and there are also plans for a sixth storage tank that would intersect the transmission line between the Chorrillos tomas and distribution system. There is currently only a rompa de presión (pressure break box) between the Chorrillos sources and system, situated at an elevation of 1748-m. The existing storage tanks do not have any controls, and direct excess water to the overflow outlet, which drains away from the tanks. Refer to Table 2.3 for a summary of the water storage – existing and proposed.

Table 2.3 Storage Tank Summary

Elev. (m)	Tanque	Capacity (kL)	Intake from:	Outlet to:
1730	Tambillo	100	Tambillo Toma	Distribution system
1710	Sotopollerudo (storage tanque at the WTP)	180	Treated water from El Fuerte Tomas and Carretera Pozo	14 de Septiembre Tanque, Cancho 8 Tanque, and homes in between
1688	14 de Septiembre ¹	75	Sotopollerudo Tanque	Private pumps to higher elevation homes
1700	Cancho 8 (#1 & #2)	2 x 75	Sotopollerudo Tanque and pozo de la Estadium	Distribution system
1757	Potential new Chorrillos Tanque	100	Chorrillos Tomas	Distribution system
1831	Potential new El Astillero Tanque	100-200	Potential New El Astillero Tomas	Distribution system - new and existing

¹ The 14 de Septiembre Tanque is in poor condition. It has two 75-kL cells (for a total volume of 150-kL), but one cell is not used anymore, and the tanque no longer discharges directly into the distribution system. Instead, there are approximately four private pumps to higher elevation connections.

Referencia D24

Tarificación COOPFLOR 2014

(fuente: Proyecto planta potabilizadora - documento completo disponible [aquí](#))

INFORMACIÓN COMERCIAL

Costos del Servicio

Concepto	Monto	Periodo de pago
Cuota	Bs	
Tasa	Bs	
Tarifa	1,53 Bs/m ³	Mensual

Describir si es semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral, anual u otro tipo de periodo

Estructura tarifaria (si existe)

Categoría	cargo fijo [de 0 a 15] m ³	Rango 1 [de 16 a mas] m ³	Rango 2 [de ___ a ___] m ³
Doméstico	1,53 Bs	2 Bs/m ³	Bs/m ³
Comercial	2 Bs	2,2 Bs/m ³	Bs/m ³
Industrial	Bs	Bs/m ³	Bs/m ³
Públicos	2 Bs	2,2 Bs/m ³	Bs/m ³
Especiales	Bs	Bs/m ³	Bs/m ³
Piletas Públicas	Bs	Bs/m ³	Bs/m ³

Estructura de Precios (si existe)

Derecho de conexión	
Corte y Reconexión	20 Bs.
Valor del formulario	26 Bs.
Otros	

Subgobernación Provincia Florida

Santa Cruz

42

cargo fijo:

- $1,53 \times 15 = 23$ bs en categoría domiciliaria
- $2 \times 15 = 30$ bs en categoría comercial

ejemplos:

- un consumo mensual de 4m³ en categoría domiciliaria se cobra 23 bs
- un consumo de 41m³ en categoría comercial se cobra $30 + 2,2 \times 26 = 87,20$ bs

Referencia D25

Cobertura alcantarillado COOPFLOR en julio 2018
(Fuente: Informe AAPS - documento completo [aquí](#))



AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA



2.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El sistema de recolección de aguas residuales de Samaipata consiste en una red de alcantarillado sanitario que funciona por gravedad, transportándose las aguas crudas recolectadas para su tratamiento en la PTAR de la EPSA FLORIDA por medio de dos emisarios, antes de ser vertido a un cuerpo de agua receptor.

El sistema de recolección de aguas residuales empleado por FLORIDA recolecta las aguas crudas de aproximadamente 2.000 habitantes según las declaraciones del personal responsable de la EPSA, representando el 43,66% de cobertura para el municipio de Samaipata. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Datos generales de la cobertura de los servicios en Samaipata.

DATOS GENERALES DE LOS SERVICIOS				
*Población Municipio Samaipata, Censo 2012 [Hab]	10.472	*Tasa anual crecimiento intercensal (Samaipata)	0,68%	
*Población Samaipata Capital, Censo 2012 [Hab]	4.398	Estimación Población Samaipata Capital, 2018 [Hab]	4.581	
DESCRIPCIÓN	Agua Potable	Alcantarillado Sanitario	PTAR	Total
Cantidad de personal:	3	1	-	4
Número de Conexiones [#]	1.600	894	-	-
Población Servida [Hab]	4.500	2.000	-	-
Porcentaje de Cobertura [%]	98,24%	43,66%	-	-

*Censo 2012 (INE) y PTDI GAM Samaipata 2016-2020.

Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en la fiscalización y datos del INE.

En la Tabla 2 se observa que en el año 2012 en el municipio de Samaipata había una población de 10.472 habitantes (según datos del censo del 2012) y en Samaipata Capital la población estimada es de 4.398 habitantes al año 2012. Según información obtenida del PTDI³ 2016-2020 del Gobierno Autónomo Municipal de Samaipata (GAMS) se corrobora que en Samaipata Capital en el 2012 había una población de 4.398 habitantes y que el municipio tiene 5 distritos municipales, y en el distrito Samaipata hay 13 asentamientos humanos.

³ PTDI: Plan Territorial de Desarrollo Integral, en cumplimiento a la Ley N° 777 (SPIE).



Referencia D26

Sistema PTAR de Samaipata – Sept. 2018 (Informe AAPS completo [aquí](#))

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA PTAR

La PTAR de Samaipata, cuenta con los siguientes procesos y operaciones unitarias en su tren de tratamiento:

Tabla 3. Procesos y componentes del tratamiento

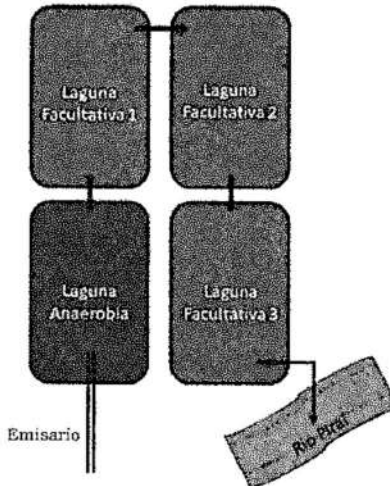
PROCESO/OPERACIÓN UNITARIA	CANT.	COMPONENTE
TRATAMIENTO SECUNDARIO	1	LAGUNA ANAEROBICA
TRATAMIENTO SECUNDARIO	3	LAGUNA FACULTATIVA

Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en la fiscalización.

Por lo expuesto en la Tabla 3, se evidencia que la PTAR del municipio de Samaipata a cargo de la EPSA FLORIDA no tiene un sistema de pretratamiento antes de verter las aguas residuales a las lagunas, lo cual genera problemas y fallas al tren de tratamiento.

La disposición de los diferentes componentes señalados en la Tabla 4, se exponen en el siguiente esquema:

Figura 3. Esquema de la PTAR



Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en la fiscalización.

La tecnología utilizada por la EPSA FLORIDA para tratar las aguas crudas recolectadas de la red de alcantarillado sanitario es por medio de un sistema biológico de lagunas que trabaja por gravedad, en el que el afluente ingresa directamente a la laguna anaeróbica ya que no cuenta con una unidad de pretratamiento para la remoción de sólidos. En la laguna anaeróbica los microorganismos presentes en el medio se encargan de remover la materia orgánica biodegradable presente en el afluente, para luego terminar de ser depurada en las lagunas facultativas (sistema en serie); dichas lagunas trabajan en dos fases, en el fondo de la laguna se encuentra en fase anaeróbica, y en la parte superior en fase aeróbica. Cabe mencionar que las lagunas no se encuentran revestidas con ningún material sintético impermeable, y solamente están sobre suelo arcilloso impermeable.

Referencia D27

Recomendaciones de la AAPS a la COOPFLOR – Sept. 2018 (Informe AAPS completo [aquí](#))



**AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA



- ◊ *El agua residual descargada en la PTAR de la EPSA FLORIDA no recibe un tratamiento adecuado y producto de ello se ha detectado niveles bajos de eficiencia de tratamiento, como es el caso de la DQO que se logra reducir en un 49,65% de su concentración inicial en la salida del efluente.*
- ◊ *De acuerdo al análisis los resultados de laboratorio realizados por la AAPS, de los cinco parámetros analizados sólo uno se encuentran dentro de los límites permisibles (pH) un parámetro no está dentro de los límites (DQO) y los parámetros restantes (temperatura, nitritos y nitratos) no cuentan con límites permisibles en la normativa (Anexo A-2, RMCH) por lo que no se puede determinar el cumplimiento o no de dichos parámetros.*
- ◊ *La EPSA FLORIDA no planifica, ni realiza tareas de operación y mantenimiento preventivo en la PTAR, ya que transcurridos 16 años de operación hasta la fecha no se hizo limpieza de las lagunas, ni la extracción de los lodos sedimentados, pese a la gran necesidad y el notorio requerimiento en las lagunas las cuales están muy próximas a su colmatación por la acumulación de lodos.*

23

4 RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas, se plantean las siguientes recomendaciones:

- ◊ *Se recomienda que la EPSA realice un estudio de batimetría en las lagunas anaeróbica y facultativas con el fin de determinar las alturas generadas por la acumulación de los lodos sedimentados, se presume que las lagunas están muy próximas a su colmatación, por lo cual en caso de afirmarse dicha hipótesis la EPSA deberá realizar las acciones correspondientes para mitigar los daños generados en la PTAR, antes de que el sistema de tratamiento colapse, y las aguas recolectadas sean descargadas a un cuerpo de agua receptor sin recibir el debido tratamiento, al encontrarse la PTAR colmatada.*
- ◊ *Se recomienda a la EPSA y al GAM coordinar acciones con el fin de buscar soluciones al deterioro de la PTAR y a su próxima colmatación por la acumulación de lodos y la sobrecarga del sistema, ya que se observa que la PTAR trabaja de manera deficiente y no se tiene información técnica para determinar si la Planta sobrepasó ya su capacidad de tratamiento a la cual fue diseñada, traduciéndose a que en un lapso de corto tiempo la Planta llegue a saturarse por el aporte de las aguas residuales que genera la población servida.*



Referencia D27 (continuación)

Recomendaciones de la AAPS a la COOPFLOR - Sept. 2018



ESTADO PLURINACIONAL
DE BOLIVIA

**AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA



- ◊ Se recomienda realizar un mantenimiento al cerco perimetral, con el fin de evitar que personas ajenas y animales circundantes de la zona ingresen a la Planta, como también realizar la rehabilitación de la puerta de ingreso a la PTAR.
- ◊ La EPSA FLORIDA deberá realizar mantenimiento correctivo con suma urgencia a todas las unidades de tratamiento de la PTAR, y paralelamente elaborar un plan que permita superar las deficiencias de operación de la Planta. Asimismo se debe iniciar la gestión para la elaboración de un estudio o proyecto de ampliación, mejora o construcción de un nuevo sistema de tratamiento que contemple un análisis de reducción de riesgos de desastres y medidas de adaptación al cambio climático.
- ◊ Se recomienda remitir el presente informe a la EPSA a fin de que la misma tome conocimiento de las recomendaciones emitidas y aplique medidas correctivas a ser verificadas en la siguiente fiscalización. Así también, se recomienda remitir una copia del informe a la Autoridad Ambiental del Gobierno Autónomo Municipal para su conocimiento y para que se adopten las acciones necesarias en el ámbito de sus competencias.
- ◊ La EPSA FLORIDA deberá dar continuidad a los trabajos de muestreo y análisis de calidad del agua residual de la PTAR del municipio de Samaipata, con el fin de generar registros históricos, determinar el nivel de eficiencia de tratamiento de la planta, y evaluar si las descargas del efluente están dentro de los límites permisibles determinados en la normativa ambiental vigente.

Es cuanto informamos a su autoridad para fines consiguientes.


Ing. Williams Eduardo Zamorano López
GIZ / DRA - RH


Ing. Jaime Cesar Condori Quispe
INGENIERO ESPECIALISTA
EN SANEAMIENTO

Adj: Lo indicado
Cc: Arch. Correlativo DRA-RH
LFP/jccq/ wezl
HRE: 3279/2018



II - Anexos del Análisis

Referencia A01 - Bio Electrónico de Vincente - metodología (en Inglés)

Referencia A02 - Biocompatibilidad del agua según la BEV

Referencia A03 - Las aguas de Samaipata según la BEV

Referencia A04 - Principio del tratamiento del agua superficial para una pequeña ciudad

Referencia A05 - Conclusiones Análisis Quebracho 2018 por Limn. Margot Franken

Referencia A06 - Ventaja de la desinfección del agua con UV en comparación con el cloro

Referencia A07 - Caudal medio de extracción 1er año de extracción (1995) - Toma principal el Fuerte

Referencia A08 - Análisis SAGUAPAC toma el Fuerte - abril 2012 en estudio planta potabilizadora

Referencia A09 - Estudio JICA - PROASU 2007

Referencia A10 - Comentario del SYMCRAU sobre el pozo de la carretera -17/12/2021 (original en francés)

Referencia A11 - Caudal del pozo de la carretera en el informe de Información técnica de fuentes subterráneas - COOPFLOR 2020

Referencia A12 - Problema en el retrolabado - Informe inspección sanitaria Samaipata CASA, Marzo 2018

Referencia A13 - Evaluación del rendimiento de la planta de potabilización de Samaipata por Universidad de tecnología Chalmers de Alemania - Abril 2018 (en Ingles)

Referencia A14 - árbol de efectos de enfermedades por agua no potable - estudio de la planta potabilizadora

Referencia A15 --Debilidad del sistema de tarificación de la COOPFLOR

Referencia A16 - area de recarga de la toma de agua de la cooperativa Achirrilla

Referencia A01

Bio Electrónico de Vincente - metodología (en Inglés)

(Fuente: <https://soilandhealth.org/book/l-c-vincent-bio-electronic-methodology/>)
(documento completo de 14 páginas disponible [aquí](#))

L.C. VINCENT BIO-ELECTRONIC METHODOLOGY

An objective means of measurement of the *terrain*,
a method for early detection of the troubles and disorders of degeneration

André FOUGEROUSSE, State Doctor 1973
Professor emeritus of Chemistry at the University of Strasbourg
Former Dean of the Faculty of Chemistry (1999-2004)

SUMMARY

The method developed by Louis-Claude VINCENT, which has been proven for more than forty years and tested on more than 60,000 cases, shows that certain physico-chemical parameters: pH (acidity), rH2 (potential of oxido-reduction) and resistivity (quantity of dissolved mineral salts) measured in the blood, the saliva and the urine, have characteristic values for each human illness. Cancers take hold when blood shows a drift toward a greater and greater alkalinity and becomes more and more oxidized. In marking out this drift at its start, this measurement provides a complementary technique of early detection and screening.

Louis-Claude VINCENT (1906-1988), engineer at the “Ecole Superieure des Travaux Publics”, devoted his life to working out and elaborating a description of life via the physical definition of a *terrain* that is favourable to life.

Water appeared in this case as an electromagnetic sensor and resonator, transmitting at every moment, the external energy, first absorbed and then modulated, to the structures that it's linked to. It is revealed in this way as a mediator capable of permitting the two elementary particles of quantum nature, which are the proton and the electron, to be apparent at macroscopic scale, in particular in regulating vital phenomena.

This monumental work confirms in a spectacular manner the bases established by another important, but forgotten, individual in the history of science: Professor Antoine BECHAMP (1816-1908), a contemporary of Louis PASTEUR, whose work is fundamentally much more important than that of PASTEUR's as chemist.

The work presented here provides an original view of life: **any micro-organism endowed with life only develops in a terrain (and so in a set of conditions) that is favourable to it.** Consequently, each subject is for a large part responsible for the state of his terrain, and thus of the appearance of infections, pollutions or even internal poisonings, troubles of degeneration, etc., **which justify the interest of real preventive medicine and early detection techniques.**

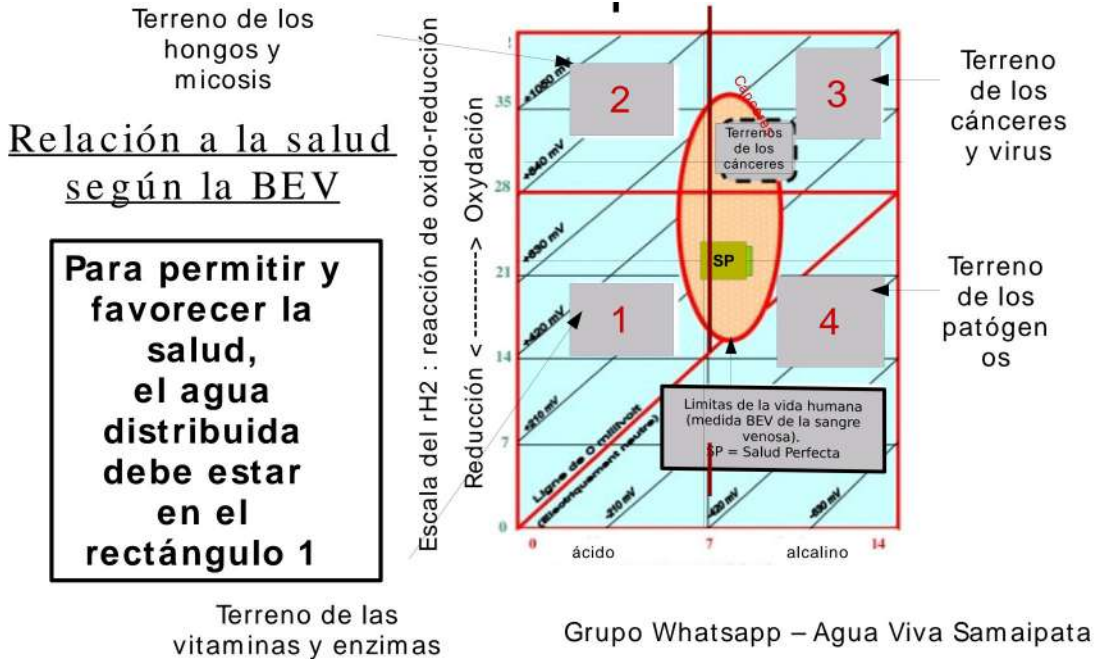
History of the method

Louis-Claude VINCENT was born on 10 January 1906 in Le Puy (Haute Loire), France, and was awarded a degree in engineering from the “Ecole Supérieure des Travaux Publics” in July 1925. He specialised in hydrology and in public health work: conveyance of drinking water and collection of waste water.

As early as 1936, he observed **the following important fact and phenomenon:** “The mortality rates of illnesses of all types, and in particular tuberculosis, cardio-vascular disorders and cancers, are directly linked to the quality of the water delivered to the concerned populations. They increase, in particular, when this water is very mineralised and made artificially drinkable after physical treatments and the addition of oxidizing chemical products.”

Referencia A02

Biocompatibilidad del agua según la BEV
o como caracterizar científicamente el **agua perfecta** para la salud



fuelle: asociación francesa de BEV – traducción Christophe Ranque
(<https://www.votre-sante-naturelle.fr/association/plaquette-abe/>)

Los parámetros ideal para un agua biocompatible son:

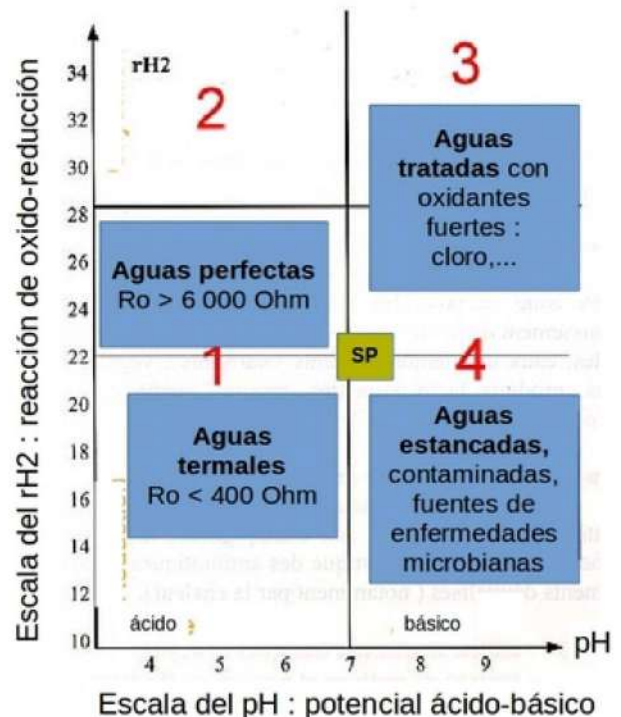
$5,5 < \text{pH} < 6,8$; $0^* < \text{Residuos S.} < 50 \text{mg/l}$

$25 < \text{rH2} < 28$; $\text{Ro} > 6000$

(fuelle: Benoît Saint Girons
www.lemieuxetre.ch)

* no totalmente nulo, para poder estructurar el agua

Ver también www.eautarcie.org, así que las investigaciones de Marion Kuprat
www.marionkuprat.com/las-nuevas-investigaciones-sobre-la-naturaleza-del-agua/

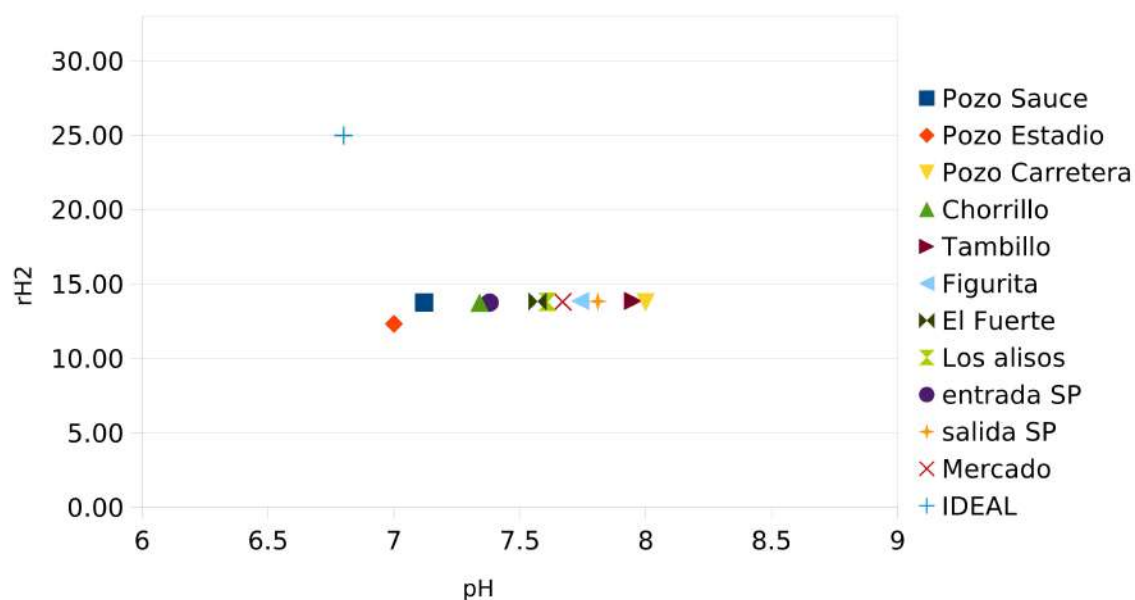


Referencia A03

Las aguas de Samaipata según la BEV

Fuente: análisis en situ Quebracho - 29 de junio de 2018

Fuentes de agua de Samaipata -Bolivia



Interpretación (Christophe Ranque):

rH2 muy bajo para todas las aguas = **entorno reductor**, favorable a la vida de los microorganismos (beneficiosos o dañinos).

Cuidar el pH para que se queda abajo de 7 – 7,5.

Mejor aguas: del Estadio y del Sauce, así que de las micro-cuencas del Chorrillo y del Fuerte.

Nota: Tambillo, muestra al tanque, no en toma.

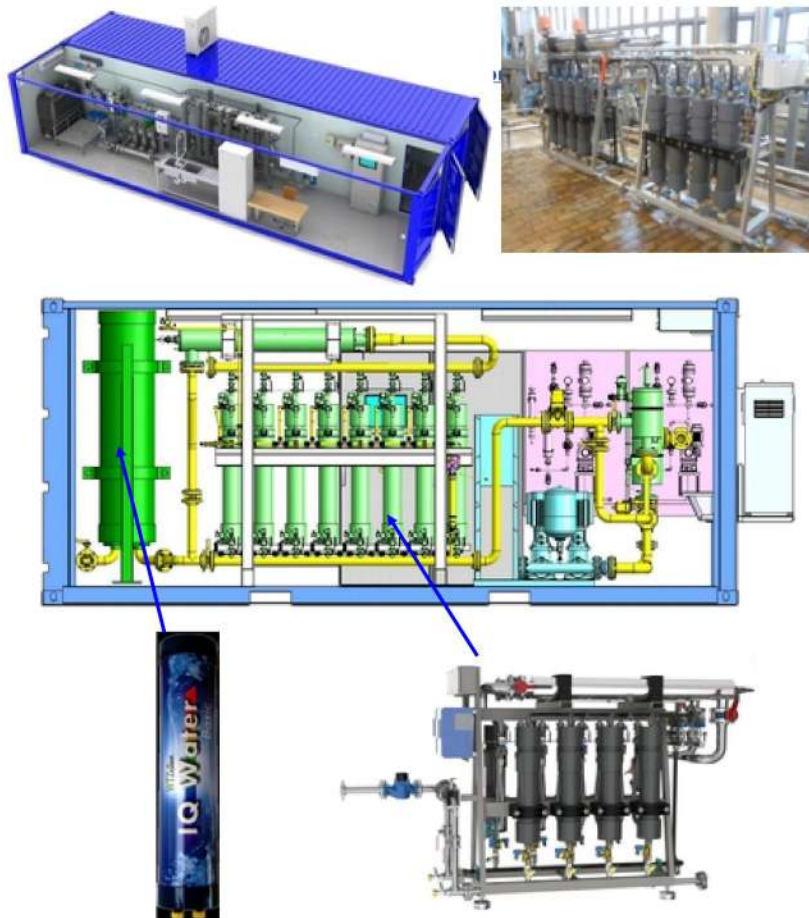
Referencia A04

Principio de purificación del agua para una pequeña ciudad

Se consideran 3 etapas: pre-filtración, filtration y desinfección.

La pre-filtración puede ser por filtro lento (sedimentación) o dispositivo automático (SATI).

La filtración puede incluir varias membranas de tamaño decreciente, de microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa, para eliminar respectivamente solidos suspendidos, microorganismos, proteínas, azúcar y minerales.



Modelo de planta automatizada

fuentes: Documento de proyecto 2014 "Construcción Planta potabilizadora Samaipata", realizado por la sub-gobernación de la Provincia Florida (documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A05

Conclusiones Análisis Quebracho 2018 por Limn. Margot Franken

Resumen e Interpretación Análisis de Aguas Samaipata

por el laboratorio Quebracho en Santa Cruz

26 y 27 de junio de 2018

(Margot Franken)

Se analizaron los siguientes parámetros:

In Situ (es decir directamente en el lugar de muestreo): Conductividad, pH, Potencial Redox, Turbidez, Nitrógeno amoniacal, Nitritos, Nitratos, Cloro residual

En el Laboratorio: Color, DQO, Aluminio, Cadmio, Mercurio

Por primera vez se midieron: el Potencial Redox, Aluminio, Cadmio y Mercurio.

Por primera vez se analizaron in situ: Turbidez, Nitrógeno amoniacal, Nitritos y Nitratos.

En lo siguiente se reportan solo los parámetros críticos que sobrepasan alguna definición de la Ley Boliviana:

Lugar de muestreo	Parámetro	Resultado	Límite permisible para Agua Potable	Límite de la Clase A definido para aguas naturales
Pozo Los Sauces	Turbidez, NTU	9,8	5	Menor 10
Pozo El Estadio	Sin observación			
Pozo Carretera	Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1740	1500	No definido
	Amonio amoniacal, mg/l	1,07	0,5	0,05
Grifo Mercado Municipal	Amonio amoniacal, mg/l	0,22	0,5	0,05
	Aluminio, mg/l	0,16	0,2	0,2
Entrada Soto Pollerudo	Amonio amoniacal, mg/l	0,21	0,5	0,05

Salida Soto Pollerudo	Cloro residual, mg/l	0,5	0,2 – 1,0	No definido
	Aluminio, mg/l	0,22	0,2	0,2
	DQO, mg/l	22	No definido	Menor 5
Chorillo	DQO, mg/l	91	No definido	Menor 5
Tanque Tambillo	DQO, mg/l	22	No definido	Menor 5
Poza Negra El Fuerte	DQO, mg/l	17	No definido	Menor 5
Figuritas	DQO, mg/l	21	No definido	Menor 5
Alisos	DQO, mg/l	21	No definido	Menor 5

Los dos metales pesados analizados, Cadmio y Mercurio, que juegan un rol en la agricultura, siempre estaban debajo de los límites permisibles.

Los datos del Pozo Carretera no traen ninguna novedad. El agua es muy salada y contiene Nitrógeno amoniacal, el doble de lo permisible. Contiene nitritos, pero todavía debajo de los límites permisibles.

El Nitrógeno amoniacal también está elevado en el Grifo del Mercado, pero no sobrepasa los límites permisibles para agua potable.

En el Pozo Los Sauces nos ha sorprendido la alta turbidez del agua. Pero eso no es un problema para la salud.

El **Aluminio**, producto usado en el proceso de potabilización de la planta Soto Pollerudo, es elevado encima de los límites permisibles, en la salida de la planta, y también está algo elevado en el Grifo del Mercado, solo que en el grifo queda debajo del límite permisible, porque ahí ya llega una mezcla de aguas de Soto Pollerudo y el Pozo del Estadio.

En todas las muestras de aguas superficiales el **DQO** (Demanda Química de Oxígeno) es elevado. Ese factor mide la materia orgánica presente en el agua. **La materia orgánica reacciona con el cloro usado en la desinfección del agua formando productos secundarios dañinos para la salud**, entre otros cancerígenos. Como la mayoría de estos productos secundarios, por ejemplo el cloroformo, son volátiles, entran a los pulmones (en la ducha).

En general se puede decir que no se detectaron problemas graves. Según nuestro criterio, el mayor problema es el proceso de potabilización del agua en Soto Pollerudo, con productos químicos.

Estas muestras fueron tomadas en la época seca, cuando se concentran todos los

químicos en el agua. Por otro lado, como no hay escurrimiento ni erosión, la turbidez del agua baja. Es decir, en época seca no hay problema de lodos en el agua y se espera un nivel bajo de bacterias fecales a partir de los excrementos del ganado. Como la contaminación bacteriana se mide regularmente por la Cooperativa, se ha excluido ese factor en los presentes análisis.

Referencia A06

Ventaja de la desinfección del agua con UV en comparación con el cloro



Construcción Planta Potabilizadora de Agua Samaipata

La desinfección de agua por radiación ultravioleta (U.V.) es un procedimiento físico, que no altera la composición química, ni el sabor ni el olor del agua. La seguridad de la desinfección U.V. está probada científicamente y constituye una alternativa segura, eficaz, económica y ecológica frente a otros métodos de desinfección del agua, como por ejemplo la cloración. La radiación U.V. constituye una de las franjas del espectro electromagnético y posee mayor energía que la luz visible. La irradiación de los gérmenes presentes en el agua con rayos U.V. provoca una serie de daños en su molécula de ADN, que impiden la división celular y causan su muerte. La luz ultravioleta, a la onda germicida de 253.7 nanómetros, altera el material genético (DNA) en las células para que los microbios, virus, mojo, alga y otros microorganismos no puedan reproducirse. Los microorganismos están considerados muertos y se les elimina el riesgo de enfermedad. La principal aplicación de los equipos U.V. es la desinfección de agua. Cualquier industria que utilice agua en su proceso industrial es susceptible de usar estos equipos. **Los esterilizadores U.V están compuestos:** Cámara de Irradiación. Tubo de cuarzo. Lámpara germicida. Cuadro eléctrico constituido por:

Interruptor/ piloto de funcionamiento. Indicador visual de avería de cada lámpara. Medidor de horas de uso. **Ventajas:** A diferencia del cloro y el ozono, el UV no genera subproductos de desinfección como trihalometanos (THM) y bromato, que son considerados cancerígenos.

El UV no altera el sabor, olor, color y pH del agua.

El UV no requiere la adición de productos químicos.

El UV es un equipo compacto, fácil de instalar y casi no requiere mantenimiento.

Provee desinfección sin el uso de químicos.

Reduce bacteria, virus y protozoa en un 99.99%.

Arranques electrónicos proveen un voltaje estable.

Avisa cuando requiere mantenimiento.

Fabricado en acero inoxidable 304 pulido.

Fácil de operar y mantener.

fuelle: Documento de proyecto 2014 "Construcción Planta potabilizadora Samaipata" pagina 72, (documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A07

Caudal medio de extracción 2020
Toma principal el Fuerte
circulo rojo = 1er año de operación



T2 - Información Técnica de Fuentes Superficiales

- EPSA: COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS FLORIDA LTDA.
- Gestión: 2020
- Obligación: INFORME ANUAL 2020
- Fecha Límite: 26-may-2021

Nro Fuente:	1	Cuencas de Aporte:	CEDRAL
Nombre o Identificación:	EL FUERTE	Nº RAR de Autorización AAPS:	
Año de Operación:	1.982	Caudal Autorizado (m3/hr):	36,00
X:		Conducido A:	SOTO POLLERUDO
Y:		Dentro del Area de Servicio:	NO
Z:		Tipo de Macromedidor:	Otro
Número de Puntos de Captación:		Caudal de Diseño (m3/hr):	
Número de Macromedidores en Captación:			

Mes	Caudal Medio de la Fuente (m3/hr)		Caudal Medio de Extracción (m3/hr)		Horas de Extracción Mensual (Hrs)	Volumen Producido Medido (m3/mes)	Observación EPSA
	Epoca Lluvia	Epoca Estiaje	1er Año de Operación	Periodo Actual			
ENERO	72,00	18,00	108,00	33,00	720,00	23.760,00	
FEBRERO	72,00	18,00	108,00	43,20	700,00	30.240,00	
MARZO	72,00	18,00	108,00	43,20	720,00	31.104,00	
ABRIL	72,00	18,00	108,00	43,20	720,00	31.104,00	
MAYO	72,00	18,00	108,00	43,20	720,00	31.104,00	
JUNIO	72,00	18,00	108,00	18,00	720,00	12.960,00	
JULIO	72,00	18,00	108,00	28,00	720,00	20.160,00	
AGOSTO	72,00	18,00	108,00	25,00	720,00	18.000,00	
SEPTIEMBRE	72,00	18,00	108,00	25,00	720,00	18.000,00	
OCTUBRE	72,00	18,00	108,00	23,00	720,00	16.560,00	
NOVIEMBRE	72,00	18,00	108,00	25,00	720,00	18.000,00	
DICIEMBRE	72,00	18,00	108,00	24,00	720,00	17.280,00	
Promedio Periodo:	72,00	18,00	108,00	31,15		22.356,00	
			Tota	Volumen	Producido:	268.272,00	(m3/periodo)

108 m3/h = 30 l/s !

Fuente: Información Técnica de Fuentes Superficiales COOPFLOR 2020
(documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A08

Análisis SAGUAPAC toma el Fuerte - abril 2012



Construcción Planta Potabilizadora de Agua Samaipata

SAGUAPAC		REPORTE DE ANALISIS BACTERIOLOGICO Y FISICO-QUIMICO		Rep N° 66 /2012	
1.- DATOS DE LA MUESTRA					
Lugar de procedencia	S. C. Samaipata				
Clase de fuente	Toma N° 1, El fuerte				
Responsable del muestreo	Tco. Saguapac				
Fecha y hora del muestreo	20-4-2012 12:00				
Fecha del Análisis	20-4-2012				
2.- RESULTADOS					
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	** MAXIMO ACEPTABLE	METODO AFHA-AWWA-WPCF	LMITE DE DETECCION
2.1.- ANALISIS BACTERIOLOGICO					
Coliformes totales	UFC/100 ml	1500	< 1	Filtro de Membr. (9222 B)	1
Coliformes Termoresistentes (fecales)	UFC/100 ml	750	< 1	Filtro de Membr. (9222 D)	1
Bacterias mesófilas totales	UFC/ml	---	500	Placa Fluida (9215-B)	1
2.2.- ANALISIS FISICO - QUIMICO BASICO					
Temperatura	°C	23,5	---	Termómetro	---
pH		7,84	6,5 a 9,0	Potenciométrico (4500-H ⁺ E)	1,0 a 13,0
Color	UCV	49	15	Espectrofotométrico (2130-C)	5
Turbiedad	NTU	12,30	5	Nefelométrico (2130-B)	0,1
Calcio	mg/l	2,4	200	Abx. Atómica (3500-Ca B)	0,3
Magnesio	mg/l	1,0	150	Abx. Atómica (3500-Mg B)	0,1
Hierro total	mg/l	0,44	0,3	Colorimétrico (3500-Fe C)	0,01
Manganeso	mg/l	0,02	0,1	Abx. Atómica (3500-Mn B)	0,01
Dureza total c. CO ₂ Ca	mg/l	10	500	Titulación (2340-C)	1
Alcalinidad a la fenolftaleína c. CO ₂ Ca	mg/l	NSD	---	Titulación (2320-B)	1
Alcalinidad total c. CO ₂ Ca	mg/l	14	370	Titulación (2320-B)	1
Cloruros c. Cl	mg/l	0,5	250	Titulación (4500-Cl C)	0,5
Sulfatos c. SO ₄	mg/l	NSD	400	Turbidimétrico (4500-SO ₄ E)	4
Fluoruros c. F	mg/l	0,15	1,5	Colorimétrico (4500-F D)	0,1
Nitratos c. NO ₃	mg/l	0,2	45	Colorimétrico (4500-NO ₃ E)	0,05
Nitritos c. NO ₂	mg/l	NSD	0,1	Colorimétrico (4500-NO ₂ B)	0,005
Conductancia específica	µmhos/cm	30	1500	Conductímetro (2510-B)	5
Dioxido de carbono libre c. CO ₂	mg/l	0,6	---	Cálculo (4500-CO ₂ D)	---
Sólidos totales disueltos a 180 °C	mg/l	18	1000	Gravimetría (2540 C)	10
Índice de Langparier		-2,26	-0,5 a +0,5	Cálculo (2330 B)	---
2.3.- ANALISIS FISICO - QUIMICO ESPECIAL					
Cloro residual libre	mg/l	---	0,2 a 1,0	Colorimétrico (4500-Cl D)	0,03
Oxígeno disuelto	mg/l	---	---	Electrodo de Membrana (4500-G G)	0,1
Amoniaco c. NH ₃	mg/l	0,13	0,5	Colorimétrico (4500-NH ₃ C)	0,04
Fosfatos c. PO ₄	mg/l	---	---	Colorimétrico (4500-P E)	0,05
Cianuro	mg/l	---	0,07	Destilación (4500-CN C)	0,01
Arsénico	mg/l	---	0,01	Abx. Atómica (3500-Ar B)	0,005
Cadmio	mg/l	---	0,005	Abx. Atómica (3500-Cd B)	0,02
Cobre	mg/l	---	1,0	Abx. Atómica (3500-Cu B)	0,02
Cromo hexavalente	mg/l	---	---	Colorim. (Difenilcarbazida)	0,05
Cromo total	mg/l	---	0,05	Abx. Atómica (3500-Cr B)	0,05
Piomo	mg/l	---	0,01	Abx. Atómica (3500-Pb B)	0,05
Potasio	mg/l	2,1	---	Abx. Atómica (3500-K B)	0,1
Silice c. SiO ₂	mg/l	---	---	Colorimétrico (4500-Si C)	0,1
Sodio	mg/l	3,2	200	Abx. Atómica (3500-Na B)	0,1
Zinc	mg/l	---	5,0	Abx. Atómica (3500-Zn B)	0,05
Mercurio	mg/l	---	0,001	Abx. Atómica (3500-Hg B)	0,002
Níquel	mg/l	---	0,05	Abx. Atómica (3500-Ni B)	0,02
Sulfuros	mg/l	---	---	Colorimétrico (4500-S D)	0,01
Cobalto	mg/l	---	---	Abx. Atómica (3500-Co B)	0,05
Aluminio	mg/l	---	0,1	Colorimetría (3500-Al D)	0,02
Boro	mg/l	---	0,30	Colorimetría (10061-Mach)	0,05

3.- OBSERVACIONES:

El agua excede el límite permisible de coliformes totales y fecales, color y turbiedad, según NB 512.

UFC = Unidad Formadora de Colonias. NSD = No se detecta o menor al límite de detección.

* Mediciones in situ. **Máximo aceptable según Norma Boliviana NB-512 y valor Guía OPS/OMS.

Ing. Carlos Acosta Castelló
 JEFE DE OF. CALIDAD AGUA POTABLE
 "SAGUAPAC"

Fuente: estudio planta potabilizadora (documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A09

Estudio JICA - PROASU 2007

**Gobierno
Departamental**
Prefectura Santa Cruz

I N F O R M E



INF. P A S LAB.III 008/ 07
marzo 19 del 2007

A : Ing. Raúl Barroso Sosa
JEFE DE PROYECTO PROASU – JICA

VIA : Ing. Grover Calicho
RESP. DE INGENIERIA PROASU- JICA

DE : Tco. Marco Antonio Serrate M.
ENCARGADO DEL LABORTAORIO DE AGUAS

REF. : **INF. ANÁLISIS DE L AGUA AL POZO PERFORADO EN LA
COMUNIDAD SAMAIPATA**

Ing. Barroso:

Por la presente informo a su autoridad que por instrucción de su jefatura, en fecha 15/03/07 se procedió a la respectiva toma de muestra y posterior análisis del agua, del pozo perforado por el equipo TOP 300 en la comunidad Samaipata, perteneciente al Municipio de samaipata Prov. Florida Dpto. Santa Cruz.

Los análisis realizados son físicos químicos y bacteriológico que se adjunta al presente informe.

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA

Por los resultados de los análisis físicos químicos, la muestra presenta características, dentro de los límites recomendados por las N.B. y los valores guía de la O.M.S. excepto en los parámetro color, turbiedad manganeso y el nitrógeno amoniacal.

La aparición del color en el agua es de orden estético y puede ser debida a la absorción de ciertas longitudes de ondas de luz "blanca" normal, a la presencia de sustancia coloreadas y la dispersión de la luz que ocasionan las partículas en suspensión, lo cual puede tener interferencia con el tratamiento del agua y un mayor consumo de cloro.

La turbiedad en el agua se debe a la presencia de materia en suspensión, tales como arcilla y sedimento y puede ser una fuente de nutriente y servir de protección para algunos microorganismos, por lo tal puede tener efecto significativo en la calidad microbiológica del agua potable.

El manganeso y nitrógeno amoniacal es de orden estético del agua.

En lo que se refiere a los análisis bacteriológicos, en la primera muestra tomada ante de la desinfección con cloro se be la presencia de coliformes totales, de 30 col/100ml, sin embargo en la



segunda muestra tomada después de la desinfección se ve la ausencia de coliformes totales y fecales.

La desinfección inicial del agua del pozo se la efectuó agregando una concentración de cloro (hipoclorito de calcio) de 100 ml/lts. Según especificaciones técnica en la perforación de un pozo para la dotación de agua potable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Por los resultados obtenidos en los análisis que se adjuntan al presente informe, se concluye en que el agua del pozo ~~analizada en la fecha indicada~~, para ser utilizada en el consumo humano, debe ser tratada mediante aireación filtración y cloración, al mismo tiempo se recomienda que la cloración del agua debe ser permanente con una concentración de 02 a 1 mg/lts. de cloro (hipo clorito de calcio) de acuerdo a las Normas Bolivianas.

La razones para clorar el agua, es para la destrucción de gérmenes patógenos, mantener una barrera de protección contra los gérmenes que ingresan al sistema de distribución, y suprimir los nuevos brotes bacterianos en las tuberías. Cabe resaltar que de acuerdo a Normas el agua para el Consumo Humano, debe ser clorada permanentemente. Al mismo tiempo es recomendable la realización de análisis periódicos.

Es cuanto me cumple informar para los fines consiguientes.

Sin otro particular, saludo a usted con las consideraciones más distinguidas.

Atentamente;

Tco. Marco Antonio Serrate M
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE AGUAS

(documento integral disponible [aquí](#))

Referencia A10

SYMCRAU – comentario sobre el pozo de la carretera – 2022. (original – idioma francés)



Charlotte ALCAZAR 12/17/2021
to me, Florine, Alain, maurice ▾



Bonsoir,

Une seule observation : il me semble nécessaire de présenter les deux parties en préambule. Il me semble que ça participe à la prise de connaissance mutuelle.

Pour le SYMCRAU cela pour être : Le Syndicat Mixte de Gestion de la nappe phréatique de la Crau (SYMCRAU) est un établissement public situé dans le Sud-Est de la France en charge de la gestion d'une nappe d'eau souterraine alimentant 300 000 habitants, 20 000 Ha de zones agricoles et des activités industrielles et militaires stratégiques pour le pays. Il rassemble les différents acteurs locaux concernés par ces ressources en eau : les 15 communes via leurs intercommunalités, les irrigants, les représentants industriels et agricoles. Il met en œuvre la politique locale de l'eau sous l'autorité d'un comité syndical composé d'élus désignés par les membres et sous le contrôle de l'Etat et de l'Agence de l'Eau du Bassin. Pour cela, il met en œuvre, entre autres, un suivi quantitatif et qualitatif, différentes études de connaissance (zone à protéger pour l'eau potable, zones humides, intrusion marine, gestion quantitative, impacts du changement climatique,...) et il porte un document cadre de planification de cette politique : un Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux décliné au niveau opérationnel par un contrat territorial (plan d'actions). Des actions de sensibilisation et d'incitation sont également menées avec notamment le développement de paiements pour services environnementaux des agriculteurs engagés pour la préservation de la ressource en eau et de la biodiversité. Pour mettre en œuvre ces actions, il dispose d'une équipe d'ingénierie composée de 8 personnes parmi lesquelles 4 hydrogéologues/hydrologue, un agronome et un écologue.

J'ai également regardé l'analyse. La difficulté c'est que le nombre de paramètres est très maigre donc ça ne nous dit pas grand-chose. Par ailleurs, est-ce que c'est une analyse sur de l'eau distribuée ou sur de l'eau brute ? Je n'ai pas compris non plus à quoi correspondent les A,B,C, et D ?

Il ressort une conductivité très élevée mais difficile à interpréter sans vision de l'état physico-chimique et sans connaissance du bruit de fond local. La conductivité traduit une quantité importante de minéraux mais avec cette analyse on ne peut pas savoir lesquels et si cela correspond à une origine naturelle ou anthropique. Cela reflète généralement soit une pollution soit la présence de minéraux naturellement présents mais quoi qu'il en soit cela témoigne d'une qualité souvent impropre à la consommation voire même à la potabilisation. La présence de minéraux en excès (et là c'est un excès très important) peut entraîner des maladies rénales et digestives.

La valeur sur l'**ammonium** est également élevée : 10 fois supérieure à la norme de potabilité en France (mis 4 fois inférieure à la norme de potabilisation). L'**ammonium** est lié soit à la réduction des nitrates (la réduction est une réaction chimique inverse de l'oxydation), soit aux activités humaines (rejets d'effluents des stations d'épuration, activités industrielles, élevage...). L'**ammonium** est un indice d'une possible contamination microbiologique. Il peut aussi modifier le goût de l'eau ou provoquer la prolifération de bactéries nitrifiantes. Les nitrites proviennent d'une transformation de l'**ammonium** par les bactéries. Leur présence est signe d'une pollution d'origine bactériologique et organique. Les nitrites sont aussi les plus toxiques. Toutefois l'analyse donne des teneurs relativement faibles en nitrates et nitrites donc je pencherais plutôt, sous toutes réserves, sur une origine bactériologique (effluents domestiques, élevage, voir activités agro-alimentaires - mais évidemment c'est à corréler avec le contexte local).

Je termine en indiquant que le paramètre **ammonium** n'est pas le seul responsable de cette valeur de conductivité donc il faudrait faire une analyse (ou plusieurs en hautes et basses eaux) sur la liste de paramètres minimums suivante : microbiologie, physico chimie classique, pesticides totaux et hydrocarbures totaux.

Referencia A11

Caudal del pozo de la carretera

10 l/s



T4 - Información Técnica de Fuentes Subterráneas

• EPSA: COOPERATIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS FLORIDA LTDA.

• Gestión: 2020

• Obligación: INFORME ANUAL 2020

• Fecha Límite: 26-may-2021

Nro Pozo:	1	Diámetro (pulg):	6,00
Nombre o Identificación:	CARRETERA	Profundidad (m):	120,00
Año de Operación:	1.995	Caudal de Diseño (m3/hr):	36,00
Dentro del Área de Servicio:	SI	Caudal Autorizado (m3/hr):	36,00
Número de Puntos de Captación:		Capacidad Máxima de Agua Sub (m3/hr):	36,00
Con Macromedición Funcionando:	SI	Nivel Estático 1er Año (m):	
Número de Puntos de Distribución:		Conducido a:	TANQUE
Número de Macromedidores Dist.:		Nº RAR de Autorización AAPS:	
Tipo de Macromedidor:	Otro		

Mes	Caudal Medio (m3/hr)		Hora de Funcionamiento de Bombas al Mes			Volúmen Producido Medido (m3/mes)	Caudal a Reponer (An-Ao)	Nivel Estático (m) An	Observación EPSA
	1 Año de Operación (Ao)	Período Actual (An)	Horas/Día	Días/Mes					
BASE									
ENERO		0,00	0,00	0	0	5.405,00	0,00		
FEBRERO		0,00	0,00	0	0	2.540,00	0,00		
MARZO		0,00	0,00	0	0	4.244,00	0,00		
ABRIL		0,00	0,00	0	0	3.652,00	0,00		
MAYO		0,00	0,00	0	0	3.205,00	0,00		
JUNIO		0,00	0,00	0	0	4.325,00	0,00		
JULIO		0,00	0,00	0	0	3.450,00	0,00		
AGOSTO		0,00	0,00	0	0	3.450,00	0,00		
SEPTIEMBRE		0,00	0,00	0	0	2.541,00	0,00		
OCTUBRE		0,00	0,00	0	0	2.541,00	0,00		
NOVIEMBRE		0,00	0,00	0	0	5.420,00	0,00		
DICIEMBRE		0,00	0,00	0	0	5.236,00	0,00		
	Promedio Período:	0,00	(m3/hr)				0,00		
		Vólumen	Producido	Total:		46.009,00	(m3/periodo)		

Nro Pozo:	2	Diámetro (pulg):	6,00
Nombre o Identificación:	ESTADIO MUNICIPAL	Profundidad (m):	142,00
Año de Operación:	2.007	Caudal de Diseño (m3/hr):	11,00
Dentro del Área de Servicio:	SI	Caudal Autorizado (m3/hr):	11,00
Número de Puntos de Captación:		Capacidad Máxima de Agua Sub (m3/hr):	11,00
Con Macromedición Funcionando:	SI	Nivel Estático 1er Año (m):	23,00
Número de Puntos de Distribución:		Conducido a:	TANQUE
Número de Macromedidores Dist.:		Nº RAR de Autorización AAPS:	
Tipo de Macromedidor:	Otro		

Mes	Caudal Medio (m3/hr)		Hora de Funcionamiento de Bombas al Mes			Volúmen Producido Medido (m3/mes)	Caudal a Reponer (An-Ao)	Nivel Estático (m) An	Observación EPSA
	1 Año de Operación (Ao)	Período Actual (An)	Horas/Día	Días/Mes					
BASE									
ENERO		0,00	0,00	0	0	820,00	0,00		
FEBRERO		0,00	0,00	0	0	800,00	0,00		

Fuente : Información Técnica de Fuentes Subterráneas COOPFLOR 2020
(documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A12

Problema en el retrolabado en la planta potabilizadora

Mantienen la presión de los filtros en 1 bar cuando ya está llegando a 2 bares el operador realiza el retrolavado, cada 5 horas aproximadamente, con agua de los floculadores que ya contiene sulfato de aluminio. En la siguiente foto se puede observar en la tubería blanca el agua de retrolavado y en la tubería verde el excedente de los tanques floculadores:



Se realizó la inspección al tanque de almacenamiento y se sacó agua en un balde blanco, así mismo se recibió agua del grifo después del tratamiento, en las siguientes fotos puede observarse esto:



Agua que sale del tratamiento



Agua del tanque de almacenamiento

Fuente: Informe inspección sanitaria Samaipata CASA, Marzo 2018
(Documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A13

Evaluación del rendimiento de la planta de potabilización de Samaipata por la Universidad de tecnología Chalmers de Alemania - Abril 2018



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



University of Stuttgart
Germany

Table 1: Results P1 and P2

Sample	P1					P2				
	Location	Source (Tanque El Fuerte) after grit	Value	Admissible Value NB512	Unit	Inlet in plant	Value	Admissible Value NB512	Unit	
1. Analysis	Location	pH	6,81	6,5-9,0	/	pH	7	6,5-9,0	/	
		turbidity	7,7	5	NTU	turbidity	6,4	5	NTU	
		conductivity	31,7	1500	umhos/cm	conductivity	32	1500	umhos/cm	
	Parameter	MO		>4 high	mg/l	MO	24,55	>4 high	mg/l	
		E.coli	150	0	UFC/100 ml	E.coli	21	0	UFC/100 ml	
		Total Coliforms	295	<1	UFC/100 ml	Total Coliforms	88	<1	UFC/100 ml	
		Mn	0,02	0,1	mg/l	Mn	0,02	0,1	mg/l	
		Fe	0,33	0,3	mg/l	Fe	0,34	0,3	mg/l	

Table 2: Results P3 and P4

Sample	P3					P4				
	Location	Coagulation Tank (close to inlet)	Value	Admissible Value NB512	Unit	Outlet Flocculation Tank	Value	Admissible Value NB512	Unit	
1. Analysis	Location	pH	6,9	6,5-9,0	/	pH	6,91	6,5-9,0	/	
		turbidity	6,2	5	NTU	turbidity	5,9	5	NTU	
		conductivity	32,45	1500	umhos/cm	conductivity	32,4	1500	umhos/cm	
	Parameter	MO	23,64	>4 high	mg/l					

Table 3: Results P5 and P6

Sample	P5					P6				
	Location	Inlet Activated Carbon Filter	Value	Admissible Value NB512	Unit	Outlet of the Treatment Plant	Value	Admissible Value NB512	Unit	
1. Analysis	Location	pH	7,02	6,5-9,0	/	pH	/	6,5-9,0	/	
		turbidity	6,45	5	NTU	turbidity	7,9	5	NTU	
		conductivity	35,45	1500	umhos/cm	conductivity	44,5	1500	umhos/cm	
	Parameter	MO		>4 high	mg/l	MO		>4 high	mg/l	
		E.coli		0	UFC/100 ml	E.coli	0	0	UFC/100 ml	
		Total coliform		0	UFC/100 ml	Total coliform	0	0	UFC/100 ml	
		Hardness			mg/l	Hardness			mg/l	

Table 4: Results P7 and P8

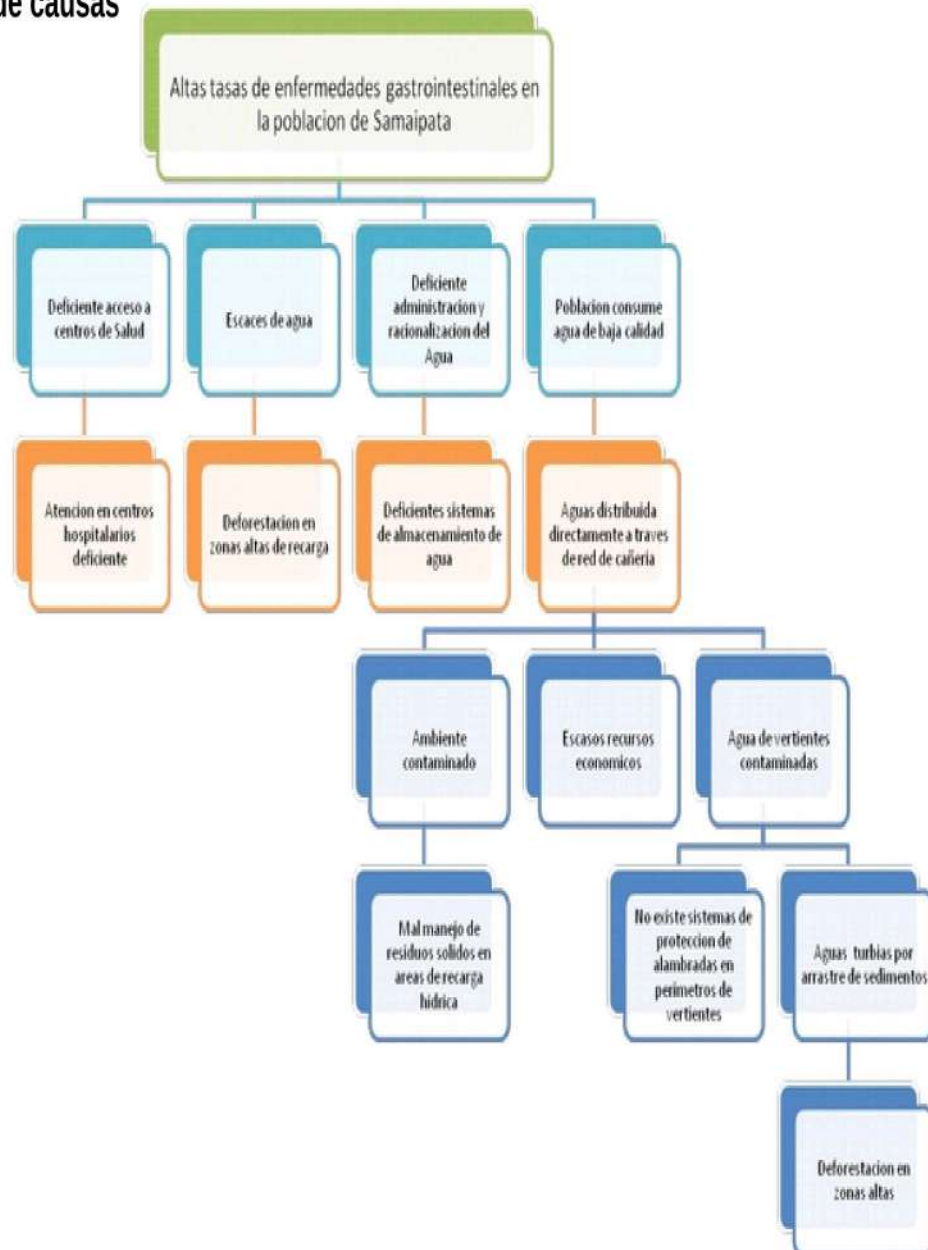
Sample	P7					P8				
	Location	After the storage tank	Value	Admissible Value NB512	Unit	Tap (House, Center of the City)	Value	Admissible Value NB512	Unit	
1. Analysis	Location	Turbidity	9,2	5	NTU	pH	7,19	6,5-9,0	/	
		MO	29,43	>4 high	mg/l	turbidity	6,45	5	NTU	
		conductivity				conductivity	41,7	1500	umhos/cm	
	Parameter	Hardness			mg/l	Hardness			mg/l	

(documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A14

árbol de efectos de enfermedades por agua no potable

1.3.1.5 Árbol de causas



Fuente: estudio planta potabilizadora, 2014
(documento completo disponible [aquí](#))

Referencia A15

Debilidad del sistema de tarificación de la COOPFLOR

Evolución de la tarificación del agua en la COOPFLOR - Samaipata, anterior - presente y futuro

Consumo (m ³)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	40	54
Domiciliario: 23bs hasta 15m ³ +2,20m ³	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	73	101,00
Dom. 2017 Bs/m ³	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	1,77	2,05	2,05	1,59	1,63	1,63	1,65	1,67	1,68	1,70	1,71	1,72	1,73	1,74	1,75	1,76	1,77	1,77	1,78	1,79	1,83	1,83	
Comercial: 30bs hasta 15m ³ +2,20m ³	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	34,4	36,60	38,80	41,00	43,20	45,40	47,60	49,80	52,00	54,20	56,40	58,60	60,80	63,00	65,20	67,40	69,6	85,00	115,80	
Com. 2017 Bs/m ³	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,31	2,31	2,31	2,02	2,03	2,04	2,05	2,06	2,06	2,07	2,08	2,08	2,08	2,09	2,09	2,10	2,10	2,10	2,11	2,11	2,11	2,14	2,14
Domiciliario: 23bs hasta 10m ³ +2,20m ³	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	25	27	29	31	33	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	83	111,00
Dom. 2022 Bs/m ³	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,23	2,23	2,23	2,23	2,18	2,17	2,16	2,15	2,14	2,14	2,13	2,13	2,13	2,12	2,12	2,11	2,11	2,10	2,10	2,10	2,09	2,09	2,09	2,08
Comercial: 30bs hasta 10m ³ +2,20m ³	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	32,2	34,4	37	38,8	41	43,20	45,4	47,6	49,8	52	54,2	56,4	58,6	60,8	63	65,2	67,4	69,6	71,8	74	76,2	78,4	80,6	96	126,80
Com. 2022 Bs/m ³	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,92	2,92	2,92	2,92	2,67	2,64	2,62	2,60	2,58	2,56	2,55	2,53	2,52	2,51	2,50	2,49	2,48	2,47	2,46	2,45	2,44	2,44	2,34	

Fuente: datos COOPFLOR. Ver D05

En 2017, el consumo promedio general es de 16-17m³/mes/conex., y en las categorías domiciliaria / comercial / industrial respectivamente de 13 / 33 / 54 m³/mes/conex. Se constata que el costo unitario por m³ está mucho más elevado abajo de 15m³ y tiende después a un valor de 2bs/m³ en categoría domiciliaria y 2,2bs/m³ en categoría comercial (subiendo regularmente - caso tarificación 2017, bajando regularmente - caso tarificación 2022).

La consecuencia es que las personas con escasos recursos economicos, lpara quien este servicio basico representa un porcentaje más alto de su economía familiar, son las que pagan el agua a un precio unitario más alto.

Para ilustrar el fenómeno, aquí estan 3 ejemplos de consumo de 40m³:

- 4m³ por 10 usuarios, pagan 23 x 10 = 230bs, sea **5,75bs/m³**
- 20m³ por 2 usuarios, pagan (23+2x5=33bs) x 2 = 66bs, sea **1,65bs/m³** en categoría domiciliaria, o (30+ 2,2x5=41bs) x 2 = 82bs, sea **2,05 bs/m³** en categoría comercial
- 40m³ por 1 usuario, paga 23+2x30=83bs, sea **2,08bs/m³** en categoría domiciliaria, o 30+2,2x30= 96bs, sea **2,40bs/m³** en categoría comercial

Asociar el costo fijo a un consumo es un error en la tarificación. Es un incentivo a consumir hasta lo otorgado por la tarifa minimo: 15m³/mes.

Y de hecho es lo que pasa, como lo demuestra el promedio consumido en 2017 en la categoría domiciliaria : 13m³/conexión.

Eso pone en evidencia que **la tarifa hace el consumo** y que de forma caricatural *“el agua está vendida más cara a los pobres que a los ricos”*.

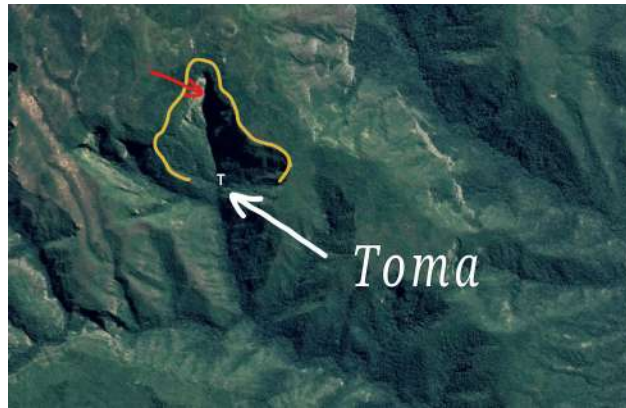
Por otro lado, las categorías utilizadas, especialmente domiciliarias y comerciales, no permiten realmente cobrar más los usuarios que consumen más.

Por ejemplo, una tienda que vende ropas no va gastar más agua que una casa de dos pisos y medio donde se necesita mucha agua para la limpieza y la comodidad de sus habitantes.

En conclusión tendra que decir que la **categorización está inapropiada.**

Referencia A16

Área de recarga de la toma de agua de la cooperativa Achirrilla



El perímetro amarillo corresponde al área de recarga.
La flecha roja muestra la zona de erosión

(Foto satelital, fuente Google Earth)

III - Anexos de Recomendaciones

Referencia R01 – El agua para consumo humano crudo - agua potable, saludable, biocompatible y estructurada.

Referencia R02 – Impacto negativo de la agricultura intensiva moderna sobre el recurso en agua

Referencia R03 – Cosecha del agua de lluvia

Referencia R04 – Batería de arietes hidráulicos en el río El Fuerte

Referencia R05 – Área protegida municipal “El Fuerte”

Referencia R06 – Administración de las aguas subterráneas – directivas y recomendaciones

Referencia R07 – Pre-filtración del agua en la planta potabilizadora del Soto Pollerudo

Referencia R08 – Planta Margot Franken - Embotellado del agua de Chorrillo purificada y energizada

Referencia R09 – Cambio de la tubería de distribución de agua doméstica en Samaipata – Capital

Referencia R10 - Propuesta de cambio en la tarificación de la COOPFLOR

Referencia R11 – Tratamiento ecológico de las aguas servidas de Samaipata - Capital, proyección a horizonte 2050.

Referencia R01

El agua para consumo humano crudo Agua saludable: potable, biocompatible y estructurada.

Como lo muestra el Dr Gerald Pollack, el 99% de las 10.000.000 millones (10^{13}) de moléculas de nuestros organismos son moléculas de agua¹. Por consecuencia, el respeto de su estructura natural (foto²) está fundamental para nuestra salud y bien estar, base de la expresión de nuestros potenciales individuales como seres humanos³.

Si se puede recomendar tomar agua de manantial o río en un entorno natural no contaminado naturalmente (microorganismos, minerales tóxicos) o por actividades humanas, cuanto a centros poblados en crecimiento constante, **se recomienda una administración específica del agua para la mesa, incluyendo su filtración, desinfección y dinamización/activación/energetización.**

→ *Este último paso es necesario para disponer de un agua crudo realmente optimo para el consumo humano, recuperando las propiedades cinéticas del agua que se encuentra en la naturaleza⁴, imitando con tecnología apropiada el proceso que dinamiza el agua en su escorrentía natural⁵.*

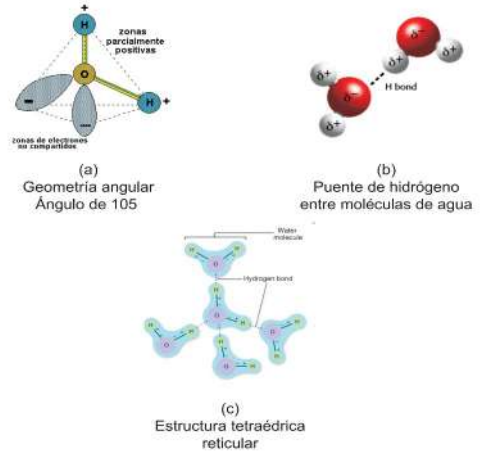
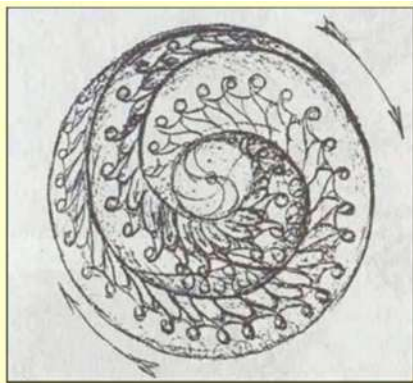
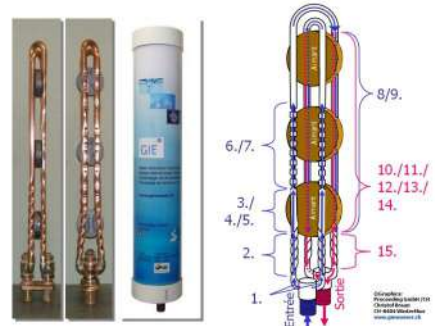


Figura 2. Agua. Estructura (7)



Viktor Schaubberger propuso un sistema de aplicación de turbulencias extremas por rotación (izquierda).

Fue integrado en varias tecnologías modernas como el IQ Water o el GIE Activador (derecha)⁶.



- 1 En peso molecula (,PM). Ver <https://www.pollacklab.org> y <https://malagabay.wordpress.com/2014/03/15/99-of-your-molecules-are-water/>
- 2 Fuente: libro de Ángeles C. Azcona y María G. Fernández “Agua para la salud. Pasado, presente y futuro”. Extracto disponible [aquí](#).
- 3 Ver la individualidad biológica del agua y su adaptabilidad según las características del entorno que son su composición química, su velocidad de flujo y su temperatura en el artículo http://www.lemieuxetre.ch/eau/frame_eau-types-parfaite.htm
- 4 movimiento helicoidal como de las flechas en el aire (gracias al empenaje) y de los proyectiles en las armas (gracias al [ánima rayada](#)). Este movimiento torsado se encuentra en la practica del Tai Chi también. Ver sus consecuencias para el agua en www.vodaflor.com [aquí](#).
- 5 Era la intención en la opción 1 del proyecto de planta potabilizadora automatizada con el equipo IQ Water (ver Ref. A04). Pero la dinamización de todo el agua que se abastece por red de distribución no era justificada y por consecuencia esta inversión tampoco. Además el efecto de la dinamización desaparece en poca distancia en la tubería.
- 6 Fuente : <http://www.giewasser.ch/espanol/index.htm>; detalles del equipo disponible [aquí](#).

Tres alternativas se presentan para tener agua óptimo para el consumo en zona urbana:

- **dejar la responsabilidad a cada persona**, individualmente, a nivel de su vivienda, según su nivel de entendimiento/conciencia y de sus recursos económicos⁷.
- **encargar el sector privado** ofrecer este servicio para los que pueden pagarlo⁸. Y recomendar a las empresas modificar las cadenas de tratamiento para añadir la etapa final de la reestructuración del agua.
- **asumir la responsabilidad para la colectividad** y ofrecer a toda la población un agua local purificada y dinamizada, a bajo costo. Es lo que fue intentado hacer a tiempo del estudio para la planta potabilizadora en 2014 (fotos abajo).

Presentación del agua purificada y energizada con el sistema IQ Water de la empresa alemán WTZ-GmbH⁹ – año 2012. En la foto, se puede identificar el Subgobernador de la Provincia Florida Adolfo Caballero (polera verde) alado del empresario alemán (camisa verde clara) y de su ingeniero comercial (polera blanco).



Ofrecer a toda la población un agua purificada y energizada, biocompatible y estructurada, es la opción propuesta en el presente informe con la Planta Margot Franken¹⁰, en tributo a la Limnóloga por su dedicación promover sistemas de agua dulce ecológicos en Bolivia y su compromiso para el mejoramiento del servicio público en Samaipata.

Además se propone rehabilitar la fuente tallada de la plaza (foto alado) para ofrecer esta experiencia de un agua “perfecta” al visitante (foto)¹¹.

7 Un equipo completo para filtrar, desinfectar y dinamizar el agua de forma eficaz representa una inversión individual superior a 1000 dolares. Ver ejemplo de la oferta de la empresa Proceeding GmbH [aquí](#).

8 Actualmente está ofrecido parcialmente por las impresas locales Alisos y Los Pinos y las empresas nacionales que distribuyen sus productos en el municipio de Samaipata. Pero no se usa la ultima etapa la de la dinamización del agua.

9 Sitio web <http://wtz-gmbh.de>

10 Planta de embotellado del agua del Chorrillo. Purificada y energizada. Ver Ref. A10.

11 Propuesta concreta. Contactarme si interesado.

Referencia R02

Impacto negativo de la agricultura intensiva moderna
sobre el recurso en agua

Lista de artículos pertinentes

- [¿Cuáles son los impactos de la agricultura en los recursos hídricos?](#) (iagua.es)
- [Los fertilizantes, el estiércol y los plaguicidas son las principales causas de contaminación del agua](#) (fao.org)
- [Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta](#) (fao.org)
- [Impacto ambiental de la agricultura](#) (wikipedia)
- [Impactos ambientales de la agricultura moderna](#) (Cidta - Ciencias de la Tierra y del Medioambiente)

Referencia R03

Cosecha de agua de lluvia y del aire¹²

Recordamos que según las precipitaciones de Samaipata, se puede cosechar en un año un promedio de **1200 litros por m²**. Es muy importante a tomar en cuenta para aumentar la autonomía individual en agua. Se puede distinguir varios sistemas:

1. Cosecha con envases

Cuando no está contaminada, el agua de una lluvia es muy beneficiosa para la salud. Se puede observar animales como perros o gatos tomándola. Al nivel individual, se puede empezar por recolectar agua de lluvia en un **envase de vidrio**, como una garrafa (foto)¹³. Además, se puede cosechar agua de lluvia en otro tipo de envase (plástico, metálico) para otros usos, como regar plantas (foto).



2. Cosecha con techos

En seguida se presentad el sistema implementado por Margot Franken en su propiedad de Samaipata. El agua de lluvia está coechada a partir de los techos de tres construcciones, sobre una superficie de más de 400m² (flecha roja. foto izquierda)¹⁴. Está canalizada hasta un tanque semi enterado de 25 m³, en ladrillos cementados e interior de hormigón. Una bomba eléctrica permite llenar un tanque de distribución de 1m³ ubicado en parte alta del terreno (foto derecha). De allá se abastece el agua por gravedad, hasta los grifos del jardín y una lavandería exterior (limpieza de la verdura...).



¹² Ver también el documento del Ministerio de Medio Ambiente y Agua [aquí](#)

¹³ A ponerla en el sol durante 12 horas se va llenar de energía fotónica. Se llama **solarización** del agua. Se puede tomar esta agua preciosa.

¹⁴ Con una superficie de techo de 150m² se puede recolectar en Samaipata 180 m³ de agua de lluvia por año, sea el consumo promedio anual de una vivienda (170l/pers./día x 3pers. x 365días). Corresponde a una casa de 140m² al piso. Entonces la disponibilidad en agua de lluvia depende de la capacidad recolectarla con canaletas y almacenarla con tanques.

El agua de la COOPFLOR llega a un segundo tanque (de 2,5m³), después de microfiltración (foto izquierda).. Se llena automáticamente. Cuando se usa el agua en las casas, el tanque se llena hasta que el flotador de taza de entrada de agua corta el circuito.



3. Cosecha del rocío, un agua disponible para todo el planeta¹⁵

La cosecha del rocío consiste en exponer al aire húmedo una superficie que provoca la condensación del agua presente en el aire. Luego se dispone un sistema de recolección del agua. Existen varios sistemas, generalmente poco costoso: la tela de araña (izquierda), la torre Warka (derecha,)



Estas técnicas podrían ser utilizadas en el municipio de Samaipata, en zonas secas alejadas donde hay ausencia de fuente de agua cercana. Talleres de capacitación pueden ser realizados.

¹⁵ Ver la propuesta de los científicos y empresarios francés Daniel Beysens et Jalil Ouazzani. Asociación OPUR https://www.opur.fr/esp/index_esp.htm

Referencia R04

Batería de arietes hidráulicos en el río El Fuerte

Principio:

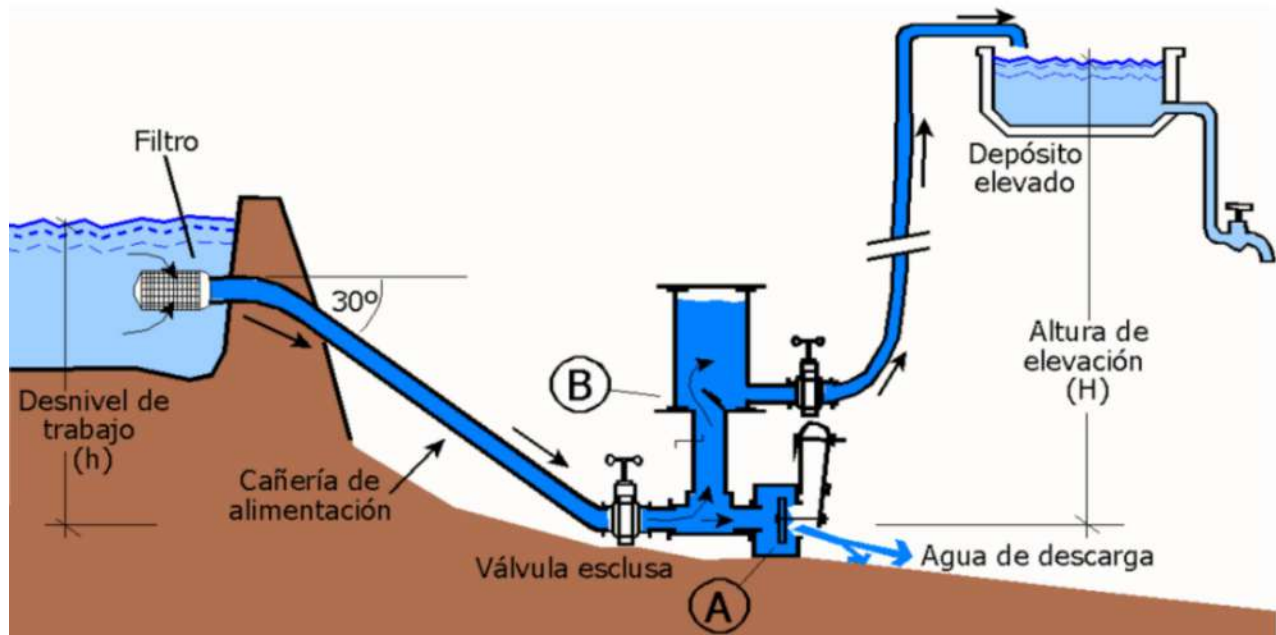
La propuesta consiste en reemplazar el sistema de bombeo actual costoso en dineros y mantenimiento (motor a combustible, ver anexo D18) por una batería de arietes de agua localizados al nivel de las presas existentes (donde el motor actual y arriba).

El agua se bombea con la fuerza del agua (golpe de ariete) con rendimiento de 30 a 50%. Se almacena en un estanque elevado antes que de bajar en la tubería principal (estudiar la altura necesaria para tener presión suficiente).

Es decir que con un caudal disponible en estiaje de 10 l/s se podría recuperar 2-3l/s por bomba hidráulica instalada.

Por esta razón se recomienda tener 2 a 3 bombas en serie en el río, con el objetivo recupera 5 l/s.

Sistema:



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_ariete

Video de funcionamiento [aquí](#).

Inversión: 6500 bs por bomba de ariete. Más el costo de instalación (1500 bs). Ver presupuesto página siguiente.

Referencia R04 (continuación)

Presupuesto Bomba de ariete

PRO-FORMA



Telf. 77310210
Email: dagua.empresa@yahoo.com
Barrio Oriental, Calle 6 #18
Santa Cruz, Bolivia

Señores: COOPFLOR SAMAIKATA

Fecha: 26/08/2022

CANTIDAD	DETALLE	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Bomba de ariete de 4 pulgadas, fabricada con acero galvanizado e inoxidable. Con factibilidad para bombear agua entre 25 y 75 m ³ /día sin combustible. Incluye asesoramiento para la instalación.	Bs. 6.500-	Bs 6.500.-
TOTAL Bs			Bs. 6.500.-

NOTA

El precio del equipo no incluye las tuberías de entrada y salida

Atentamente
Ing. Edil Osinaga R.
GERENTE PROPIETARIO

TAMAÑO	CAUDAL DE ENTRADA (m ³ /H)		CAUDAL DE SALIDA (Lt/día)		PRECIO	COSTO INSTALACION (2 a 3 viajes) Bs
	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo		
2 PULGADAS	10	20	6000	15000	4000	1500
3 PULGADAS	20	30	25000	55000	5500	1500
4 PULGADAS	30	40	40000	85000	6500	1500

9 El precio del equipo no incluye las tuberías de alimentación y salida
10 El costo de instalación se refiere al acompañamiento a la instalación en el sitio (Dpto Santa Cruz)
11 En caso de uso de vehículo, se requiere un costo adicional

Referencia R05

Área protegida municipal El Fuerte



Perímetro de seguridad de 410 ha (en amarillo)

Objetivo: transición de micro-cuenca desequilibrada ((indicadores: agua turbia cargada en materia organica (vegetal y animal - heces fecales) en epoca de lluvia, depósitos de arena y escasez de agua en estiaje) a micro-cuenca equilibrada (indicadores: caudal regulado - menos fluctuaciones, y calidad satisfactora - agua cristalina)

Resultado atendido: recuperación de caudal a largo plazo, en base a lo constado en los años iniciales de implementación de la toma de El Fuerte (poza negra). De 6 l/d en promedio actual a $> 20 \text{ l/s}^{16}$

Parcelas INRA¹⁷ afectadas (en blanco):

1. Loma larga parcela 14 - 111 ha, 23% de 485 ha - compensación *
2. Loma larga parcela 4 - 17,6 ha, 10% de 176 ha - compensación *
3. El Fuerte parcela 102 - 133 ha, 31% de 436 ha - compensación *
4. Agua Rica parcela 001 - 100% de 123 ha - reorientación **
5. Loma larga parcela 011 - 100% de 4 ha - reorientación **

* Compensación a la pérdida de terreno: puede ser en forma de acompañamiento en el cambio de sistema de agricultura (de consumidora de la renta de fertilidad del bosque chaqueado a sistema agroforestal ecológico generador de fertilidad y constructor de reserva en agua), o de ganadería (de extensiva a sostenible), con mejoramiento en ambos casos de los resultados económicos y la protección del medioambiente (estrategia socioeconómico y ambiental). - Modelo local, agrónoma Elena Toledo por ejemplo.

** Reorientación del uso de suelo para la conservación de bosque: por libre voluntad del propietario o retribución de la parcela a la COOPFLOR (compra por el GAMS o expropiación).

16 Para satisfacer 50% de la demanda en agua doméstica de Samaipata - Capital a horizonte 2050, para 20 000 habitantes consumiendo en promedio 170 l/p/día, sea **40 l/s**.

17 Fuente: titulados INRA, <http://si-spie.planificacion.gov.bo/>

Referencia R06

Administración de las aguas subterráneas de Samaipata

DIRECTRICES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS EN LAS 50 CIUDADES MÁS POBLADAS DE BOLIVIA

Rafael Cortez ¹, J. Fabiola Zavala L. ², Daniela E. Molina S. ²

¹ Universidad Mayor de San Andrés

² Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

RESUMEN

Desde el 2011 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a través de su Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego cuenta con el Sistema de Información de Agua Subterránea de Bolivia (SIASBO), herramienta diseñada para ser operada por varias entidades a nivel nacional, que a través de sus interfases tabular y SIG, permite recopilar sistemáticamente aquella información relevante para el aprovechamiento racional del agua subterránea, mantener actualizado un inventario de pozos y el monitoreo continuo de la cantidad y calidad de agua subterránea en el país. Asimismo, cataliza el manejo sostenible de acuíferos a través de la generación de diagnósticos específicos y recomendaciones dirigidas a aquellas entidades estatales competentes en la implementación de la gestión sostenible de los recursos hídricos subterráneos a nivel nacional, a través de acciones a escala local.

A través del análisis hidrogeológico y aplicaciones SIG dentro del SIASBO, se identificaron cuáles de las 50 ciudades más pobladas del país se abastecen de agua subterránea, cuáles de ellas cuentan con mapas geológicos (publicados/inéditos/propios) e hidrogeológicos (propios fase I, II o III) a escala 1:50000, y estudios hidrogeológicos (regionales o locales).

Con base en el diagnóstico del estado de la gestión de los recursos hídricos subterráneos de cada ciudad, se elaboraron recomendaciones de directrices y tareas específicas para los gobiernos municipales, empresas públicas de aguas o cooperativas prestadoras del servicio de agua potable y otras entidades estatales actoras en el campo de las aguas subterráneas, con la finalidad de contribuir a la implementación local de la gestión sostenible de sus fuentes de agua.

PALABRAS CLAVES: Gestión, Agua Subterránea, Hidrogeología, SIASBO, SIG.

INTRODUCCIÓN

Bolivia tiene un gran potencial de recursos hídricos subterráneos como se puede apreciar en el mapa hidrogeológico de Bolivia (SERGEOMIN, 1997). La mayoría de los centros poblados en el país utilizan, aunque en diferentes porcentajes, el agua subterránea como fuente para su abastecimiento de agua potable, uso agropecuario, industrial, incluso llegando algunos de estos y áreas rurales también a depender en 100 % del agua subterránea (SIASBO, 2016). Si bien las nueve ciudades capitales se abastecen parcial o totalmente de agua subterránea, apenas 3 de ellas cuentan con estudios de sus acuíferos y recién están elaborando los Planes de Manejo de sus acuíferos.

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, los Gobiernos Autónomos Departamentales y los Gobiernos Autónomos Municipales, entre otras entidades estatales tienen competencias específicas en el ámbito de la gestión de los recursos hídricos a nivel de su jurisdicción. Entre estas se encuentran facilitar financiamiento para programas y proyectos, brindar asesoramiento técnico, generar información técnica, legislar, desarrollar el aprovechamiento del agua subterránea, estudiar los acuíferos,

Partiendo del principio "No se puede administrar lo que no se conoce" los pasos secuenciales que las entidades estatales, con competencia en el ámbito de los recursos hídricos, deberían seguir para implementar un aprovechamiento racional del agua subterránea y lograr un manejo sostenible de los acuíferos, consisten primeramente en lograr un conocimiento geológico e hidrogeológico de su acuífero, luego realizar estudios de caracterización hidrogeológica y finalmente elaborar un Plan de manejo. Entendiéndose que para lograr ello, requieren un equipo técnico responsable de sus acuíferos.

En este sentido el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego viene ejecutando tareas para la implementación paulatina de una gestión de los recursos hídricos subterráneos del país. Desde el año 2011 cuenta con el Sistema de Información de Agua Subterránea de Bolivia (SIASBO), herramienta diseñada para ser operada por varias entidades a nivel nacional, que a través de sus interfases tabular y SIG, que permite recopilar sistemáticamente aquella información relevante para el aprovechamiento racional del agua subterránea, mantener actualizado un inventario de pozos y monitorear la cantidad y calidad del agua subterránea, entre muchas otras aplicaciones.

El VRHR con la finalidad de implementar una gestión de las aguas subterráneas priorizó el estudio de los acuíferos con mayor aprovechamiento para consumo humano, es así que se identificaron las 50 ciudades más pobladas de Bolivia para ver cuáles de ellas se abastecían de agua subterránea, para comenzar a gestionar, con sus municipios, el manejo sostenible de sus acuíferos. Estas 50 ciudades pueden clasificarse como ciudades mayores (> 50,000 habitantes) y ciudades intermedias (20,001 a 50,000 habitantes) de acuerdo a rangos poblacionales propuestos (MMAyA, 2014) y a los datos del censo 2012 del Instituto Nacional de Estadística.

MÉTODOS APLICADOS

El diagnóstico del Estado de la gestión de recursos hídricos subterráneos de las 50 ciudades más pobladas de Bolivia fue elaborado con información primaria obtenida por medio de consultas a los propios municipios e información secundaria de Población del censo 2012 (INE, 2012), Fuente de agua, Cobertura geológica (SERGEOMIN, 2015), Cobertura de mapas hidrogeológicos, existencia de estudios hidrogeológicos y existencia de Planes de manejo de acuíferos (SIASBO, 2016).

La información primaria y secundaria de las 50 ciudades más pobladas se sistematizó en una tabla (Figura 1), a partir de la cual se hizo el diagnóstico en sí, identificándose aquellas ciudades que se abastecen de aguas superficiales, subterráneas o sistemas mixtos, aquellas que cuentan con mapas geológicos (publicados o inéditos), hidrogeológicos (Fase I, II o III), estudios hidrogeológicos (preliminares, extensos, en ejecución o finalizados) y finalmente aquellas que cuentan con planes de manejo (en proceso). Asimismo se generó un mapa de cobertura geológica e hidrogeológica (Figura 2).

A partir del diagnóstico se procedió a hacer recomendaciones específicas para cada uno de los Gobiernos Municipales de las ciudades cuya fuente de agua es subterránea y para las entidades estatales con competencia en temas de aguas subterráneas que podrían ser actoras en la gestión de los recursos hídricos subterráneos a nivel nacional y trabajar de forma coordinada entre sí.

El VRHR tiene planificado reunirse con las autoridades municipales de cada una de las ciudades cuya fuente de agua es subterránea a fin de exponerles el diagnóstico y las recomendaciones específicas para ellas, dando inicio a un trabajo conjunto para implementar el manejo sostenible de sus acuíferos.

RESULTADOS

De las 50 ciudades más pobladas de Bolivia, 12 dependen exclusivamente de agua superficial, 23 exclusivamente de agua subterránea y 15 de fuente mixta, es decir 38 de las 50 dependen de agua subterránea (76%). El estado de la Gestión de los recursos hídricos subterráneos de estas 38 ciudades se observa en la siguiente figura:

Mapas Geológicos 1: 100 000			Mapas Hidrogeológicos 1: 50 000			Estudios Hidrogeológicos	Plan de Manejo
Publicados	Inéditos	Inexistentes	Fase I	Fase II	Fase III		
19	2	17	0	3	1	7	4
50%	5%	45%	0%	8%	3%	18%	11%

Las figuras 1 y 2 permiten observar y entender cuán poco se ha avanzado en términos de gestión de recursos hídricos subterráneos en el país y la necesidad de hacerlo al depender una gran cantidad de ciudades de esta fuente de agua.

N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	CIUDADES	POBLACIÓN INE- 2012	Fuente de Agua	Mapas Geológicos 1:100,000			Mapa Hidrogeológico 1:50,000			Estudio Hidrogeológico	Plan de Manejo
							Inédito	Publicado	Inexistente	Fase 1	Fase 2	Fase 3		
1	CHUQUISACA	Oropeza	Sucre	Sucre	261.201	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-
2		Nor Cinti	San Lucas	San Lucas	32.520	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-
3	LA PAZ	Murillo	La Paz	Nuestra Señora de La Paz	766.468	Mxta	-	SI	-	-	SI	-	En Ejecución	-
4			El Alto	El Alto	848.452	Mxta	-	SI	-	-	SI	-	En Ejecución	En Proceso
5		Omasuyos	Achacachi	Achacachi	46.058	Superficial	-	SI	-	-	-	-	-	-
6		Ingavi	Viacha	Viacha	80.724	Subterránea	-	SI	-	-	SI	-	En Ejecución	En Proceso
7		Sud Yungas	La Asunta	La Asunta	40.178	Superficial	-	-	SI	-	-	-	-	-
8		Aroma	Sica Sica	Sica Sica	31.312	Superficial	-	SI	-	-	-	-	-	-
9		Caranavi	Caranavi	Caranavi	50.330	Superficial	-	SI	-	-	-	-	-	-
10	COCHABAMBA	Cercado	Cochabamba	Cochabamba	632.013	Mxta	-	SI	-	-	-	-	En Ejecución	-
11			Quillacollo	Quillacollo	137.182	Subterránea	-	SI	-	-	-	-	-	-
12		Sipe Sipe	Sipe Sipe	41.571	Subterránea	-	SI	-	-	-	-	-	-	-
13		Tiquipaya	Tiquipaya	53.904	Subterránea	-	SI	-	-	-	-	-	-	-
14		Vinto	Vinto	51.968	Subterránea	-	SI	-	-	-	-	-	-	-
15		Colcapirhua	Colcapirhua	51.990	Subterránea	-	SI	-	-	-	-	-	-	-
16		Chapare	Sacaba	Sacaba	172.466	Superficial	-	SI	-	-	-	-	-	-
17			Villa Tunari	Villa Tunari	71.386	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
18		Carrasco	Puerto Villarroel	Puerto Villarroel	46.627	Superficial	-	-	SI	-	-	-	-	-
19	Entre Ríos		Entre Ríos	31.550	Superficial	-	-	SI	-	-	-	-	-	
20	ORURO	Cercado	Oruro	Oruro	264.943	Mxta	-	SI	-	-	-	-	En Ejecución	En Proceso
21	POTOSÍ	Tomas Frías	Potosí	Potosí	191.302	Superficial	-	SI	-	-	-	-	-	-
22			Vilazón	Vilazón	45.906	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-
23		Rafael Bustillo	Llallagua	Llallagua	41.104	Superficial	-	SI	-	-	-	-	-	-
24		Cornelio Saavedra	Belanzos	Belanzos	33.922	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-
25	Chayanta	Colquechaca	Colquechaca	35.199	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-	
26	POTOSÍ	Charcas	S.P. De Buena Vista	S.P. De Buena Vista	30.012	Mxta	SI	-	-	-	-	-	-	-
27		Nor Chichas	Cotagaita	Cotagaita	31.801	Subterránea	-	SI	-	-	-	-	-	-
28		Sur Chichas	Tupiza	Tupiza	44.814	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-
29	Antonio Quijarro	Uyuni	Uyuni	29.672	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-	
30	TARJIA	Cercado	Tarija	Tarija	205.375	Mxta	-	SI	-	-	-	-	-	-
31		Aniceto Arce	Bermejo	Bermejo	34.505	Superficial	-	-	SI	-	-	-	-	-
32		Gran Chaco	Yacuba	Yacuba	92.245	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
33	Villamontes		Villamontes	39.867	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-	
34	SANTA CRUZ	Andrés Ibáñez	Santa Cruz	Santa Cruz de la Sierra	1.454.539	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	En Ejecución	-
35			Cotoca	Cotoca	45.519	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
36			La Guardia	La Guardia	89.284	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
37			El Torno	El Torno	49.652	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
38		Warnes	Warnes	Warnes	96.406	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
39		Velasco	San Ignacio de Velasco	San Ignacio de Velasco	52.362	Superficial	-	SI	SI	-	-	-	-	-
40		Ichilo	Yapacaní	Yapacaní	50.558	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
41		Chiquitos	Paillón	Paillón	37.866	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
42		Cordillera	Charaqua	Charaqua	32.186	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
43			Camiri	Camiri	33.838	Mxta	-	-	SI	-	-	-	-	-
44	Obispo Santiestevan	Montero	Montero	109.518	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-	
45	Núño de Chavez	San Julián	San Julián	47.416	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-	
46	BEN	Cercado	Trinidad	Trinidad	106.596	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	En Ejecución	-
47		Vaca Díez	Riberalta	Riberalta	89.022	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-
48			Guayaramerín	Guayaramerín	41.814	Superficial	-	-	SI	-	-	-	-	-
49	José Ballivián	San Borja	San Borja	40.864	Subterránea	-	-	SI	-	-	-	-	-	
50	PANDO	Nicolás Suárez	Cobija	Cobija	46.267	Mxta	SI	-	-	-	-	SI	En Ejecución	En Proceso

Figura 1. Estado de la Gestión de recursos hídricos subterráneos en las 38 ciudades más pobladas de Bolivia.

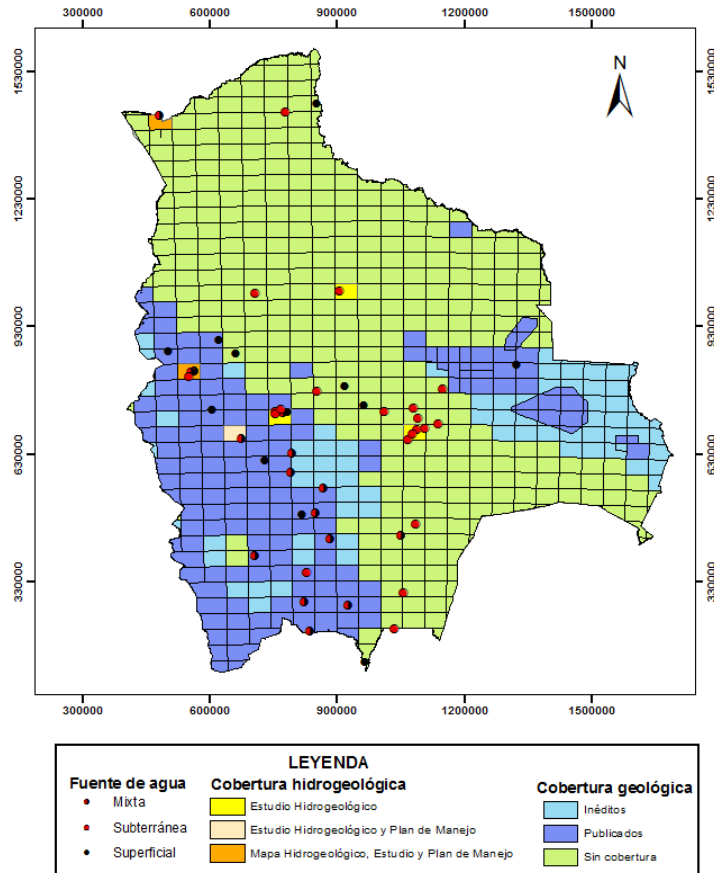


Figura 2. Cobertura Geológica e Hidrogeológica (Esc: 1:50.000) de 50 ciudades más pobladas de Bolivia.

CONCLUSIONES

De las 50 ciudades más pobladas de Bolivia, 38 dependen de agua subterránea; 23 de forma exclusiva y 15 de forma parcial. De estas 38, solo 19 cuentan con mapas geológicos publicados, 4 con mapas hidrogeológicos, 7 con estudios hidrogeológicos y 4 están elaborando sus planes de manejo de acuífero.

Las 38 ciudades más pobladas de Bolivia que dependen parcial o totalmente de agua subterránea, por la misma importancia que supone su fuente de agua, están llamadas a caracterizar hidrogeológicamente sus acuíferos y administrarlos sosteniblemente.

Es imprescindible que las entidades estatales con competencia en recursos hídricos subterráneos, cuenten con un equipo de hidrogeólogos (genéricamente llamadas Unidad de Recursos Hídricos Subterráneos - UDRHIS ó Unidad de Aguas Subterráneas - UAS) compuesta mínimamente por un Ing. geólogo especializado en hidrogeología e Ing. civil, agrónomo o ambiental, especializados en hidrogeología, para que se caractericen los acuíferos e implemente su gestión.

RECOMENDACIONES

Aquellas ciudades que cuentan con mapas geológicos publicados, pueden proceder a elaborar sus mapas hidrogeológicos. Aquellas ciudades que cuentan con mapas geológicos inéditos, deberían proceder a elaborar convenios con SERGEOMIN para verificar y publicar estos mapas inéditos. Aquellas ciudades que no cuentan con mapas geológicos, deberían proceder a elaborarlos ya sea a través de un equipo de geólogos propio del municipio o de su EPSA, licitando el servicio de mapeo geológico,

elaborando convenios con el Servicio Geológico, elaborando convenios con las Gobernaciones o elaborando convenios con las Universidades. Aquellas ciudades que cuentan con mapas hidrogeológicos (Fase I, II o III), deberían proceder a realizar estudios hidrogeológicos de caracterización de sus acuíferos, ya sea a través de un equipo de hidrogeólogos propio del municipio o de su EPSA, licitando el Servicio de Estudio hidrogeológico de caracterización de su acuífero, elaborando convenios con el Servicio Geológico, las Gobernaciones o con las Universidades.

Los Municipios deben conformar sus UDRHIS/UAS, (dependan del municipio o de su EPSA) para comenzar a manejar sosteniblemente sus acuíferos; Caracterizar sus acuíferos (identificándolos, delimitándolos, inventario de pozos, monitoreo de niveles freáticos y calidad del agua, identificando áreas de recarga e identificando su vulnerabilidad, etc.); Promulgando normas locales que contribuyan al aprovechamiento racional (protección de las áreas de recarga, regulación estricta de la perforación y construcción, implementando proyectos de recarga inducida, etc.); La utilización del SIASBO como herramienta de gestión y planificación.

En el caso de aquellos municipios donde el agua subterránea no sea la fuente principal de agua y sus autoridades no consideren indispensable la implementación de UDRHIS/UAS, se recomienda conformar mancomunidades de tal forma que puedan contar con UDRHIS/UAS para la mancomunidad.

Las Gobernaciones deben pasar de un aprovechamiento aislado de agua subterránea hacia un manejo sostenible; Apoyar a municipios pequeños que no cuenten con sus propias UDRHIS/UAS; Responsabilizarse de acuíferos regionales, acuíferos aprovechados para riego y/o minería; Conformar sus UDRHIS/UAS aprovechando sus estructuras actuales, para comenzar a manejar sosteniblemente sus acuíferos; Caracterizar sus acuíferos (identificándolos, delimitándolos, inventario de pozos, monitoreo de niveles freáticos y calidad del agua, identificando áreas de recarga e identificando su vulnerabilidad, etc.); Promulgando normas locales que contribuyan al aprovechamiento racional (protección de las áreas de recarga, regulación estricta de la perforación y construcción, implementando proyectos de recarga inducida, etc.); La utilización del SIASBO como herramienta de gestión y planificación.

Las EPSAS y Cooperativas de aguas deben crear UDRHIS/UAS dentro de sus estructuras actuales para comenzar a aprovechar y manejar sus acuíferos de manera efectivamente; Implementar como tareas recurrentes el mantenimiento preventivo de sus pozos, las inspecciones a los pozos que se perforan y construyen en los acuíferos de su aprovechamiento; La utilización del SIASBO como herramienta de gestión y planificación. En caso de Cooperativas pequeñas asociarse entre varias para contar con una sola UDRHIS/UAS; Elaborar convenios con Municipios para crear UDRHIS/UAS y/o para recibir apoyo de ellas.

El MMAyA – VRHR debería brindar asesoramiento técnico a las UDRHIS/UAS creadas; Facilitar la capacitación de los técnicos de las UDRHIS/UAS; Gestionar financiamiento de contraparte para Programas y Proyectos de estudios hidrogeológicos de caracterización.

El Servicio Geológico (SERGEOMIN) Fortalecer sus capacidades en las diferentes áreas de la hidrogeología; Elaborar convenios con municipios para revisar y publicar aquellas hojas geológicas inéditas; elaborar convenios con municipios para generar mapas hidrogeológicos y estudios hidrogeológicos de caracterización; Elaborar convenios con MMAyA-VRHR para implementar una red de monitoreo de cantidad y calidad de aguas subterráneas; Potenciar oficinas regionales para desarrollar tareas de aguas subterráneas.

REFERENCIAS

INE, 2016. Resultados del Censo 2012.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2014. Atlas de la Cuenca del Río Grande. 200p.

SERGEOMIN, 1997. Mapa Hidrogeológico de Bolivia.

SERGEOMIN, 2015. Catálogo de productos y publicaciones.

SIASBO, 2016. Informe interno.

Referencia R06 (continuación)

CONTENIDO MINIMO PARA INFORMES DE PERFORACION Y CONSTRUCCION DE POZOS – PROPUESTA SIASBO

Daniela Alanoca¹; Rafael Cortez²; Beatriz Canaviri¹; Olga Zalles²

1. Ministerio de Medio Ambiente y Agua; daniela.ach@hotmail.com; bety_beverly@hotmail.com
2. Universidad Mayor de San Andrés; rafocortez@yahoo.com; olga.zallesg@gmail.com

Resumen

En Bolivia hace más de cuatro décadas que se desarrolla el agua subterránea, a través de la perforación y construcción de pozos, bajo un esquema que prioriza la extracción y relega a segundo plano criterios de aprovechamiento racional de recurso hídrico subterráneo y gestión sostenible de los acuíferos, lo que en varios acuíferos del país está llevando a la reducción de niveles de agua, es decir sobreexplotación, y al deterioro de su calidad.

El Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego a través del Sistema de Información de Aguas Subterráneas de Bolivia con el propósito de apoyar a entidades estatales y privadas, que desarrollan sus actividades en el ámbito del aprovechamiento de agua subterránea, a que generen información durante la perforación y construcción de pozos, necesaria para la implementación de un aprovechamiento racional del agua subterránea y un manejo sostenible de los acuíferos, propone un contenido mínimo para los informes de pozos de tal forma que se garantice la recolección adecuada de la misma.

El contenido mínimo presenta puntos específicos que pueden ser complementados y adecuados a los fines de cada pozo en cuestión, los formatos de informes utilizados por las diferentes entidades y al tipo de pozo que se esté construyendo. La información generada sería utilizada en el manejo del acuífero y en su planificación dentro del Sistema de Información de Aguas Subterráneas de Bolivia – SIASBO a operarse por las diferentes entidades estatales responsables del aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos en el país.

Palabras Clave: SIASBO, Pozos, agua subterránea, informes técnicos

Introducción

En Bolivia desde la década de 1970 se perforan y construyen pozos para el aprovechamiento de agua subterránea a fin de lograr acceso al líquido elemento con fines de consumo doméstico, industrial, agropecuario y recreacional. Desde 1990 la cantidad de entidades estatales y privadas que se dedican a la perforación y construcción de pozos se ha incrementado lenta pero sostenidamente hasta el año 2006 donde se aprecia un aumento considerable que ha llevado a la construcción de varios miles de pozos en pocos años (SIASBO, 2014 ined.) desarrollando el agua subterránea de forma irrestricta y difundida, lo que algunos autores denominan “la revolución silenciosa del agua subterránea” (Closas, 2014). De forma paralela, en el país, a partir del año 2005 se comienza a difundir que el agua subterránea debe considerarse como un recurso no renovable, susceptible a contaminarse fácilmente y que incluso, en ciertas regiones, puede llegar a acabarse en el tiempo de vida del ser humano (Cortez, 2012), y que ante la explotación descontrolada del agua subterránea en el país, el Estado debe generar herramientas que permitan la implementación de una gestión sostenible de los recursos hídricos subterráneos (Alanoca, et al., 2012).

El año 2011 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través de su Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, inicia el Proyecto Sistema de Información de Aguas Subterráneas de Bolivia (SIASBO) que empieza a recopilar e introducir información relacionada a aguas subterráneas a un sistema de información vinculado a un SIG con la finalidad de comenzar a inventariar, monitorear y gestionar sosteniblemente el recurso a nivel nacional. En este proceso se hizo evidente: a) La inexistencia de

Administración de las aguas subterráneas de Samaipata

informes técnicos de muchos pozos perforados y construidos en el país; b) La falta de recolección de información valiosa durante la etapa de perforación y construcción de pozos; c) La ausencia de un índice de contenido mínimo que deberían tener los informes técnicos de perforación y construcción de pozos; d) El desconocimiento de las entidades estatales respecto a la importancia de solicitar información específica en los informes de pozos para implementar la gestión de los acuíferos que aprovechan años (SIASBO, 2014 ined.).

En este entendido el Proyecto Sistema de Información de Aguas Subterráneas de Bolivia - SIASBO) propone un índice del contenido mínimo que los informes técnicos de perforación y construcción de pozos deberían tener, ya sea estos ejecutados a nivel Gubernamental, Departamental, Municipal o por entidades privadas.

Contexto hidrogeológico

La perforación y construcción de pozos, ya sean para producción de agua, monitoreo, recarga inducida o inyección de agua residual de procesos entre otras finalidades, puede organizarse en varias etapas durante las cuales se genera información muy valiosa respecto al o los acuíferos que se están interceptando y aprovechando (Cortez, 2009). Esta información se torna fundamental al momento de realizar estudios de caracterización hidrogeológica de acuíferos, elaborar mapas hidrogeológicos, hidrogeoquímicos, piezométricos, potenciométricos, de recarga, de vulnerabilidad, planificar su monitoreo, elaborar modelos conceptuales y numéricos, diseñar obras de recarga, etc. para finalmente elaborar sus planes de manejo.

La recolección de la información y su entrega mediante un informe técnico completo es tarea del hidrogeólogo residente, supervisor y fiscal de obra, y finalmente de la entidad responsable de la contratación del servicio. Para que el mencionado informe garantice la recolección de la información es que el SIASBO propone un contenido mínimo para que sea incorporado al índice del informe final requerido por cada entidad (FPS, UPRE, EMAGUA, MMAYA, Gobernación, Municipio, EPSA, etc.), a sus contratistas de acuerdo a sus modelos de informes.

Contenido mínimo sugerido

Un resumen del contenido mínimo propuesto por el SIASBO se presenta a continuación, se encuentra numerado sólo para facilitar su organización y comprensión. El detalle *in extenso* de esta propuesta será difundido a través de una publicación del SIASBO-MMAYA.

1. Generalidades

- 1.1. Ubicación
 - 1.1.1. Departamento
 - 1.1.2. Provincia
 - 1.1.3. Municipio
 - 1.1.4. Comunidad
- 1.2. Coordenadas UTM (Datum:WGS84)
 - 1.2.1. Coordenada X (m)
 - 1.2.2. Coordenada Y (m)
 - 1.2.3. Elevación (m.s.n.m.)
- 1.3. Propósito del pozo
 - 1.3.1. Producción de agua
 - 1.3.2. Inyección de agua
 - 1.3.3. Monitoreo
 - 1.3.4. Recarga
 - 1.3.5. Energía geotérmica
- 1.4. Uso del agua
 - 1.4.1. Doméstico

- 1.4.2. Industrial
- 1.4.3. Pecuario
- 1.4.4. Riego
- 1.4.5. Recreación
- 2. Estudios previos**
 - 2.1. Inventario de pozos (en todo el acuífero ó 500m a la redonda del pozo)
 - 2.2. Geofísica (Informe extenso adjunto en anexos)
- 3. Movilización, instalación de faenas y desmovilización**
 - 3.1. Equipos utilizados
 - 3.2. Faenas instaladas
 - 3.3. Abandono y reposición del sitio a condiciones pre-intervención
- 4. Perforación**
 - 4.1. Fecha de perforación del pozo (dd/mm/aaaa)
 - 4.2. Tipo de perforación
 - 4.2.1. Mecánica
 - 4.2.2. Semimecánica
 - 4.2.3. Manual
 - 4.3. Método de perforación
 - 4.3.1. Rotación
 - 4.3.2. Percusión
 - 4.4. Profundidad perforada del hueco piloto (m)
 - 4.5. Diámetro máximo de perforación (pulgadas) y profundidad respectiva (m)
 - 4.6. Registro de perforación (Adjunto en anexos)
 - 4.7. Muestreo y descripción de detritos a cada metro de avance
 - 4.8. Ensanches realizados (diámetros (pulgadas) y profundidades(m))
- 5. Perfilaje eléctrico** (en caso de perforaciones sin encamisado)
 - 5.1. Gráficas e Interpretación
- 6. Diseño del pozo**
 - 6.1. Descripción (logeos) de detritos a cada metro de avance (Adjunto en anexos)
 - 6.2. Perfilaje eléctrico (Adjunto en anexos)
 - 6.3. Columna litológica
 - 6.4. Diseño del pozo
- 7. Datos constructivos del pozo**
 - 7.1. Altura de la boca de pozo (m.s.n.m.)
 - 7.2. Profundidad del entubado (m)
 - 7.3. Diámetro del entubado (pulgadas)
 - 7.4. Tipo de tubería
 - 7.4.1. Acero negro
 - 7.4.2. PVC
 - 4.2.2.1. Esquema/clase
 - 7.4.3. Fierro galvanizado
 - 7.4.4. Acero inoxidable
 - 7.5. Diseño del pozo
 - 7.5.1. Profundidad y longitud de rejillas/filtros (m)
 - 7.6. Tipo de rejilla/filtro
 - 7.6.1. Ranurado manual
 - 7.6.2. Ranurado de fábrica
 - 7.6.3. Abertura de rejilla/filtro (mm)
 - 7.7. Diámetro de grava utilizada
 - 7.8. Sellos sanitarios
 - 7.8.1. Vertical
 - 7.8.2. Horizontal
- 8. Limpieza y desarrollo del pozo**
 - 8.1. Métodos utilizados y horas empleadas
- 9. Videoinspección** (Informe adjunto en anexos)
- 10. Datos hidráulicos del pozo**

- 10.1. Prueba de bombeo
 - 10.1.1. De pozo
 - 10.1.1.1. Escalonada
 - 10.1.1.1.1. Nivel estático
 - 10.1.1.1.2. Nivel dinámico final
 - 10.1.1.1.3. Caudal final
 - 10.1.1.2. Continua
 - 10.1.1.2.1. Duración
 - 10.1.1.2.2. Nivel estático
 - 10.1.1.2.3. Nivel dinámico
 - 10.1.1.2.4. Caudal
 - 10.1.1.2.5. Altura de la bomba
 - 10.1.2. De acuífero (Si corresponde)
 - 10.1.2.1. Cantidad de pozos
 - 10.1.2.2. Escalonada
 - 10.1.2.2.1. Duración
 - 10.1.2.2.2. Nivel estático (para cada pozo)
 - 10.1.2.2.3. Nivel dinámico final (para cada pozo)
 - 10.1.2.2.4. Caudal final (para cada pozo)
 - 10.1.2.3. Continua
 - 10.1.2.3.1. Duración (para cada pozo)
 - 10.1.2.3.2. Nivel estático (para cada pozo)
 - 10.1.2.3.3. Nivel dinámico final (para cada pozo)
 - 10.1.2.3.4. Caudal final
 - 10.1.2.3.5. Altura de la bomba
 - 10.2. Prueba de recuperación
 - 10.2.1. En pozo
 - 10.2.2. En acuífero
 - 10.3. Transmisividad y Conductividad hidráulica
 - 10.4. Coeficiente de almacenamiento (Si existe prueba de bombeo de acuífero)
 - 10.5. Radios del cono de abatimiento/área de influencia del pozo (Si existe prueba de bombeo de acuífero)
- 11. Datos químicos del pozo**
- 11.1. Parámetros físicos (Adjunto en anexos)
 - 11.2. Parámetros químicos (Adjunto en anexos)
 - 11.3. Parámetros bacteriológicos (Adjunto en anexos)
- 12. Datos de implementación del pozo**
- 12.1. Características de bomba recomendada
 - 12.2. Profundidad de instalación de bomba (m.b.b.p.)
 - 12.3. Tipo de Energía para la bomba
 - 12.3.1. Eléctrica
 - 12.3.2. Eólica
 - 12.3.3. Combustible (diésel, etc)
 - 12.3.4. Manual
 - 12.4. Caudal de bombeo recomendado (l/s)
 - 12.5. Horario de bombeo (Horas/día)
- 13. Anexos**
- 13.1. Estudio geofísico
 - 13.1.1. Método empleado
 - 13.1.2. Cantidad y ubicación de sondeos/líneas realizadas
 - 13.1.3. Datos tomados en campo (Sea 1D/2D en formato digital editable)
 - 13.1.4. Resultados
 - 13.1.5. Gráficas de interpretación
 - 13.1.6. Columnas geoeléctricas
 - 13.2. Registro de perforación
 - 13.3. Perfilaje eléctrico (Datos en formato digital)

- 13.4. Diseño del pozo
- 13.5. Plano as “built” del pozo
- 13.6. Pruebas de bombeo
 - 13.6.1. Datos tomados en campo (Datos en formato digital)
 - 13.6.2. Gráficas de interpretación
- 13.7. Datos de hidroquímica de laboratorio acreditado
- 13.8. Videoinspección (En formato digital)
- 13.9. Registro fotográfico de todas las etapas de perforación y construcción.
- 13.10. Informe extenso del supervisor de obra.
- 13.11. Informe extenso del fiscal de obra.

Conclusiones

La propuesta presenta un contenido mínimo para los informes en base a información que se puede recolectar durante la perforación y construcción de pozos. Esta información puede ser ingresada al Sistema de Información de Agua Subterránea de Bolivia – SAISBO, herramienta operada actualmente por el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y desde el 2015 por otros Ministerios, FPS, EMAGUA, Gobernaciones, Municipios, Universidades, EPSAs y público en general, permitiendo su utilización en la gestión del aprovechamiento racional del agua subterránea y el manejo sostenible de los acuíferos. El contenido mínimo propuesto puede ser complementado de acuerdo a lo considerado conveniente por las entidades estatales y privadas que licitan/contratan perforación y construcción de pozos.

Recomendaciones

La propuesta de contenido mínimo debería ser difundida a todas las entidades estatales que liciten o contraten servicios de perforación y construcción de pozos. Los informes en formato impreso y digital deberían ser entregados, por el contratista, en tres ejemplares: 1) al dueño del pozo; 2) al municipio donde se encuentra el pozo; y 3) a la Gobernación Departamental donde se encuentre el pozo en caso de área rural y en caso de área urbana se deberá entregar un informe a la EPSA (sea estatal, cooperativa o mixta) en vez del municipio. La EPSA entregará una copia al municipio. De esta forma se mantendrá un registro actualizado de los pozos y se evitará la pérdida de información.

Agradecimientos

Al Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua por haber autorizado la publicación parcial del trabajo realizado.

Referencias

- Alanoca, D. Zalles, O., Canaviri, B., 2012; Sistema de Información de Aguas Subterráneas de Bolivia – SIASBO; 1er Congreso Internacional de Hidrogeología y Recursos Hídricos, Sucre.
- Closas, A., 2014; Norias, boreholes and the role of the state during the groundwater “silent revolution” in La Mancha, Spain; Hydrogeology Journal, vol.22, pg. 1179.
- Cortez, R., 2009; Introducción a la Hidrogeología. Texto guía de la materia Hidrogeología, Carrera de Geología, U.M.S.A.
- Cortez, R., 2012; Estrategia del Ministerio de Medio Ambiente y Agua en materia de agua subterránea; 1er Congreso Internacional de Hidrogeología y Recursos Hídricos, Sucre.
- SIASBO, 2014 ined; Informe interno SIASBO, Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego.

Referencia R07

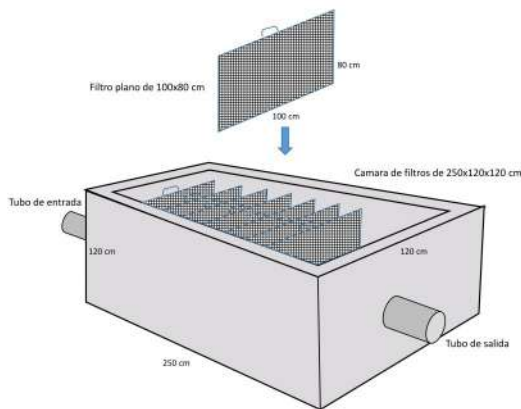
Prefiltración del agua en la planta de potabilización del Soto Pollerudo de Samaipata

1. OPCIÓN 1 - Filtro lento de ripio y arena

Rehabilitación del sistema existente (foto).
Este tipo de filtro necesita mantenimiento regular.
Sin inversión importante pero costoso en trabajo.

2. OPCIÓN 2 - Geomembranas verticales

Implementación de varios filtros planos micromilimétricos verticales en la cámara actual (esquema abajo).



Inversión para 20 años. Aprox. 1500 bs por filtro. 4 filtros por metro lineal de cámara. Limpieza de los lodos de sedimentación con pala entre los filtros¹⁸.

3. OPCIÓN 3 - Filtro automático SATI

Implementación del filtro SATI (25 micrones, foto abajo) en la llegada a los tanques de floculación (foto derecha, en rojo ubicación del filtro, en azul salida gua limpiada, en marrón salida de los lodos).



Inversión para 7 años. Aprox. \$12000, aduana incluida¹⁹.

18 Fuente : Empresa DAGUA Bolivia. Ver contacto en anexo R04.

19 Detalles sobre esta opción y el presupuesto disponibles [aquí](#)

Referencia R08

Planta Margot Franken

Embotellado del agua de Chorrillo purificada y energizada

Ubicación: predio de la COOPFLOR de 750m2 en la carretera (foto)

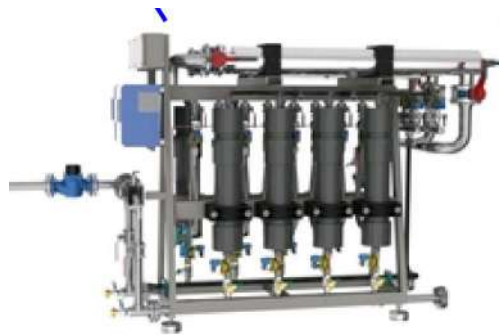


Sistema (esquema abajo):

- (1) Tanques : 2 x 20l + 1 en opción
- (2) Cadena de purificación :
prefiltración + microfiltraciones
- (3) desinfección UV
- (4) energización IQ Water
- (5) limpieza de los botellones (ozono)
- (5) 2 líneas de embotellado en botellones de 20 l



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)

(fotos indicativas)

Objetivos de producción:

- Satisfacer la demanda actual : 12,5m³/día para 5000 hab., 600 botellones)
- Poder satisfacer la demanda creciente (hasta 20 000 hab., horizonte 2050, 2400 botellones).

Rendimiento necesario:

Limpiar/llevar/tapar de 30 a 120 botellones / hora, según crecimiento de la demanda.

Distribución:

Contratistas independientes - inversión propia
2-4 vehiculos con capacidad 100-150 botellones.

Inversión:

Requerirá un estudio completo, de ante-proyecto y de diseño final. *Podrá ser realizado en colaboración con la Comisión Economía local de Alianza - Samaipata.*

Financiación²⁰:

- parte inmueble: rehabilitación por la COOPFLOR en fondos propios y/o préstamo reembolsable, para que sea aprobado por el SENASAG
- parte sistema de tratamiento y embotellado: Programa Asistencia financiera no reembolsable para Proyectos Comunitarios (APC) de la Embajada del Japón - 87% (presupuesto max 90 000\$)²¹; GAMS 13%.

Tarificación:

El precio objetivo es de **8bs/20l**²² (40cts/litro de agua saludable entregada diaria, contra 80cts ahora). Representaría un gasto para el agua potable de **1bs/día/persona** en promedio, sea **90bs/mes/vivienda**. Represente 4 veces los gastos mínimo en agua domestica (23bs hasta 10m³).

Ingreso COOPFLOR (indicativo):

- Con datos 2017 (1712 conexiones), sería un ingreso de 1307 conexiones domiciliarias x 90bs = 117 630bs/mes.
- Con datos 2022 (2000 conexiones), proyectando el mismo porcentaje de conexiones domiciliarias (76%), sería 1527 x 90bd = 137 430 bs.
- Con proyección a horizonte 2050, 20 000 habitantes y una demanda x 4 desde 2017 (5000 habitantes), sería 470 520 bs/año.

²⁰ Este proyecto deber ser objeto de **estudio de factibilidad socio-economica**. Puede ser en concertación entre el GAMS, la COOPFLOR y la comisión Desarrollo sostenible de Alianza - Samaipata.

²¹ Ver folleto de presentación del programa APC disponible [aquí](#).

²² El estudio económico permitirá confirmar si esta meta es alcanzable, dependiendo de los gastos de producción del agua.

Referencia R09

Cambio de la red de distribución de agua en Samaipata
Arreglo de las líneas de aducción.

Antes que de empezar este proyecto, se recomienda tener el **esquema director final** del Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial de Samaipata²³.

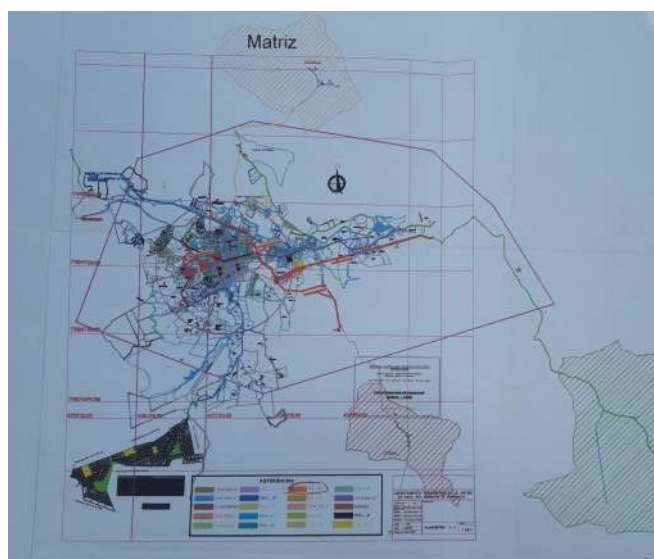
Según Margot Franken, es recomendable utilizar tubería en **polietileno alta densidad** (HDPE)²⁴

Un presupuesto económico del cambio de la red de distribución puede ser realizado con la ayuda de la **cooperativa Achirrilla** del Valle, que cambió 45km en 2015 con fondos propios²⁵.

Tipos de material identificados en el sistema AAP de Samaipata;

PVC 4"
Av Cem 3"
Fierro galvanizado 3"
Fierro galvanizado 2"
8DR - 2B 3"
Fierro Fundido 3"
Fierro Fundido 8" (El Fuerte)

Los km de tubería deben estar calculadas gracias al plan AUTOCAD detenido por la COOPFLOR (foto).



Además, la visita del 29/06/2022 en la toma de agua principal (Pozs Negra) puso en evidencia una **debilidad mayor** en la tubería de Fierro Fundido (foto).

Según mi interpretación de la situación, está amenazada por movimientos del terreno y podría cortar el abastecimiento en agua superficial de forma dramática. El arreglo provisional no es suficiente.

Varios otros lugares llamaron mi atención también²⁶.



23 Ver Propuesta de Uso de Suelo por la Consultora en Catastro y Ordenación territorial Surveing & Services. Parte 4 del POUT 2019-2034 para Samaipata Capital disponible [aquí](#).

24 HDPE, Ver propiedades en [Wikipedia](#).

25 Contacto : Danny, cooperativa Achirrilla cel. 73101719

26 Para más precisión, contactarme.

Referencia R10

Propuesta de cambio en la tarificación (a refinar y aprobar)

Objetivo: Cobrar más al m³ los que consumen más = tarificación más "social".

m ³	Cobro fijo	Cobro de 1 a 10m ³	Cobro de 10m ³ a 20m ³	Cobro encima de 20m ³
Categ. Domicilio	10	1	2	3
Categ. Comercial	20	1,5	2,2	3,3

Cargo fijo: para pagar el personal, el mantenimiento de los medidores y para inversiones.

Cargo variable, desde 1m³, por rango: para deservir un consumo domestico en prioridad y generar más ingreso por parte de los usuarios que consumen más, cualquiera que sea la categoría.

Ejemplos de pago:

- (1) 4m³ categoría domiciliaria se cobra 14 bs, sea **3,5bs/m³** (-2,25bs/m³ o - **40%** en comparación con el costo actual)
- (2) 13m³ categoría domiciliaria se cobra 26 bs, sea 2bs/m³ (+0,23bs/m³ o + **11%** en comparación con el costo actual)
- (3) 33 m³ categoría comercial se cobra 99,90bs, (20+1,5x10+2,2x10+3,3x13), sea **3,03bs/m³** (+0,92bs/m³ o +**30%** en comparación con el costo actual)
- (4) 41m³ categoría comercial se cobra 126,30bs, (20+1,5x10+2,2x10+3,3x21), sea **3,08bs/m³** (+0,95bs/m³ o +**31%** en comparación con el costo actual)
- (5) 54m³ categoría comercial se cobra 169,20 bs, (20+1,5x10+2,2x10+3,3x34), sea 3,13bs/m³ (+0,99bs/m³ o +**32%** en comparación con el costo actual)

Simulación evolución del ingreso promedio mensual COOPFLOR:

Evolución de la tarificación del agua en la COOPFLOR - Samaipata, anterior - presente y futuro

Ingreso COOPFLOR	Consumo año 2017 (m ³)	Conex.	m ³ /conex.	Ingreso agua 2017	Bs/m ³	Simulación proposición	Bs/m ³
Domiciliario (consumo m ³)	201546	1307	13	Bs 30 061 Bs	1,77	Bs 33 982 +12%	2,00
Comercial (consumo m ³)	95163	242	33	Bs 16 843 Bs	2,11	Bs 24 176 +30%	3,03
Industrial (consumo m ³)	22672	35	54	Bs 4 053 Bs	2,14	Bs 5 922 +32%	3,13
Total	319381	1584	17	Bs 50 957	1,89	Bs 64 080 +20%	2,38

La propuesta de cambio en la tarificación conduce globalmente al **aumento del costo del agua (+20%)**, con aumento más fuerte para las categorías más consumidoras.

Permite un **acceso básico al agua a bajo costo**. Permite **separar la categorización** de los usuarios (domiciliario/comercial/industrial = estatuto real) **del rango efectivo de consumo**²⁷. El tercer rango permite incentivar quedarse en el rango de 20m³/mes.

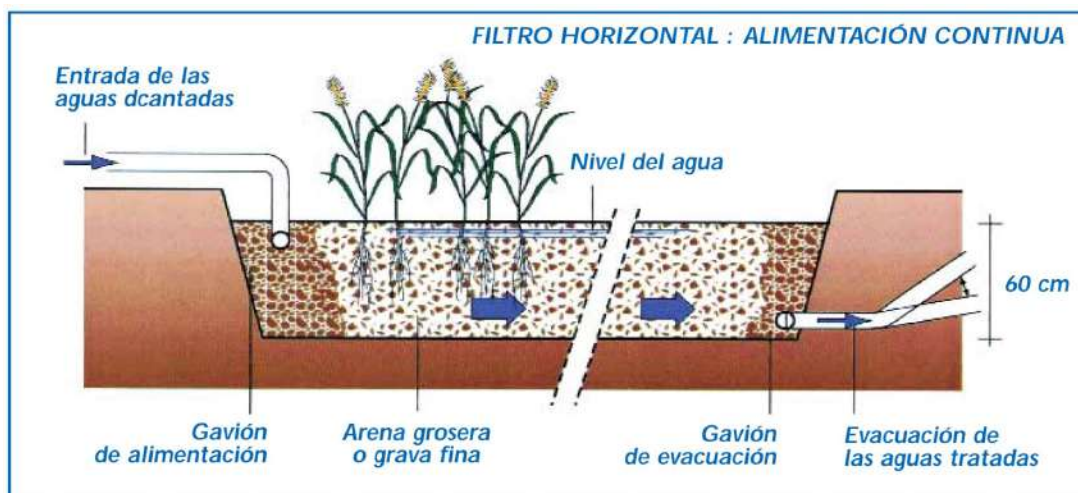
²⁷ Problema efectivamente encontrado, como reportado por Lic. Elizabeth de la COOPFLOR. No se sabe en que categoría poner un usuario, cuyo nivel de consumo no es estable.

Referencia R11

Tratamiento ecológico de las aguas servidas de Samaipata - Capital

1. PTAR de Samaipata (para 25% de la población = 5000 pers. Horizonte 2050)

- Ampliación del lagunaje : excavación de 3500m² (o más) de área filtrante
- Mejoramiento del procedimiento de depuración actual con:
 - **Pretratamiento del afluente con rejillas.** Consiste en eliminar de las aguas residuales los contaminantes sólidos más voluminosos que pueden interferir con el tratamiento posterior o incluso dañar los equipos.
 - **Implementación de filtros plantados de flujo verticales** (foto)²⁸



- **Aireación de las aguas.** Permite aumentar el rendimiento del sistema y así disminuir el espacio necesario por habitante. **Objetivo: 2m³/E.H.**

Contacto: empresa alemana Oloid. www.oid.de

2. Sistemas individuales – colectivos (75% de la población)

- Tecnología similar a la propuesta para la PTAR. Pero de más pequeña escala.

Filtro de fitopurificación del agua de desagüe (foto)

Contacto : Javier Paredes James - Samaipata Pachajayu cel. 72765693

- Otras tecnologías que permiten evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Contemplar soluciones **multiformas y descentralizadas** con apoyo técnico del GAMS (reuniones de información, talleres, supervisión de obras).

El tratamiento ecológico de las aguas servidas de Samaipata - Capital a horizonte 2050 (20 000 habitantes) podrá ser estudiado en cooperación con la comisión Medio Ambiente de Alianza - Samaipata.



²⁸ Ver documento de la Unión Europea "Procesos extensivos de depuración de las aguas residuales adaptados a las pequeñas y medias colectividades" disponible [aquí](#).