



Nº3 Septiembre 2010

**ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CALIDAD Y ABASTECIMIENTO
DE AGUA EN LA COMUNIDAD SAN PEDRO DE LAS ANONAS
PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE AQUISMÓN, S.L.P.,
MÉXICO**

María Luisa Carrillo-Inungaray

Diana Zavala-Cuevas

Francisco Javier Barra-Zamudio

Yuridia Martínez-Ibarra

Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México

maluisa@uaslp.mx

RESUMEN

A fin de estimar las condiciones relacionadas con el uso y abastecimiento de agua en la comunidad San Pedro de las Anonas perteneciente al municipio de Aquismón, en San Luis Potosí, México, se efectuó un estudio preliminar. Se tomaron muestras de agua de tomas domiciliarias y de pozo, para realizarles análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Los resultados microbiológicos indicaron que el agua de la comunidad no cumple con los requisitos microbiológicos para uso y consumo humano. También se aplicaron cuestionarios, los cuales mostraron que el 86 % de las personas refiere disponer de agua en su hogar más de cinco días a la semana, y casi el 66 % recibe agua de una toma domiciliaria. Con respecto a las condiciones sanitarias, casi el 90 % manifestó contar con letrina en su hogar. Además, en 63 % de los casos, el agua que se

genera en los sanitarios se descarga en fosa séptica. Los resultados fisicoquímicos cumplieron con lo establecido en la NOM-127-SSA-2000.

Palabras clave: Abastecimiento de agua, análisis fisicoquímicos y microbiológicos de agua.

ABSTRACT

In order to estimate the conditions related to the use and water supply in the community of San Pedro de las Anonas, municipality of Aquismón in San Luis Potosí, Mexico, a preliminary study was realized. **Samples were taken from water of domiciliary takings and well, to carry out physico-chemical and microbiological analyses.** Microbiological results indicated that the water of the community does not satisfy the microbiological requirements for human use and consume. Questionnaires were also applied, which showed that 86 % of the population referred to have water in their home by more than five days to the week, and about 66 % receive water from a home outlet. With respect to the sanitary conditions, nearly 90 % reported having latrine at home. In addition, in 63 % of cases, the water generated in the toilets is discharged into septic tank. The physicochemical results were agreed with the NOM-127-SSA-2000.

Key words: Water supply, physico-chemical and microbiological analyses

INTRODUCCIÓN

El agua hace posible un medio ambiente saludable pero también puede ser el principal vehículo de transmisión de enfermedades. Mundialmente, la falta de servicios de evacuación sanitaria de desechos y de agua limpia para beber, cocinar y lavar es la causa de más de 12 millones de defunciones por año.

El agua de consumo puede transmitir numerosas enfermedades producidas por agentes microbiológicos y químicos. Las enfermedades causadas por contaminantes químicos, ocurren por contaminación del agua en origen o bien debido a las características químicas del abastecimiento, por los materiales instalados en contacto con el agua de consumo, por las sustancias formadas como subproductos de reacción por la utilización de tratamientos químicos necesarios para la potabilización del agua, o por el mal mantenimiento o diseño de las instalaciones (Vargas, 2005). Las enfermedades causadas por agentes microbiológicos ocurren por contaminación del agua con heces, las cuales producen enfermedades al usar esta agua para consumo humano.

Entre las enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada se encuentran los padecimientos diarreicos, los cuales prevalecen en numerosos países en los que el tratamiento de las aguas residuales es inadecuado. En comunidades de alta marginación, los desechos humanos se evacúan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en las tierras de labranza (Díaz, 2003).

La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera. Las características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, la cantidad del agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos. Para una cantidad de contaminantes dada, cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora mayor será la dilución de los mismos. La contaminación del agua puede ocurrir por la aceleración de los procesos de putrefacción y algunas reacciones químicas de degradación de residuos potencialmente tóxicos (SIDEAPA, 2004) y por la contaminación con microorganismos patógenos provenientes de las heces. Entre estos microorganismos se encuentran las bacterias coliformes, que se usan como el principal indicador de la calidad microbiológica de los distintos tipos de agua (Díaz, 2003).

El agua encontrada en estado natural nunca está en estado puro, sino que presenta sustancias disueltas y en suspensión, las cuales pueden limitar el tipo de usos del agua (SIDEAPA, 2004).

En México existen regiones con alto índice de marginación, las cuales por estar situadas en zonas de difícil acceso no cuentan con los servicios básicos que satisfagan las necesidades de sus habitantes y por consiguiente garanticen su salud. Este tipo de comunidades han sido catalogadas como microrregiones por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) de México. La comunidad San Pedro de las Anonas (población aproximada, 1500 habitantes) perteneciente al municipio de Aquismón –la cual se encuentra dentro de las microrregiones contempladas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) de México- no cuenta con el servicio de agua potable y alcantarillado, lo que pone en riesgo la salud de sus habitantes al consumir agua expuesta a diversos factores contaminantes.

Por lo expuesto anteriormente se abordó la presente investigación preliminar con el fin de estimar la calidad del agua que consume la población de la comunidad San Pedro de las Anonas para detectar agentes que puedan deteriorar su salud y así dar seguimiento a este problema emitiendo un informe a las autoridades correspondientes para su solución. Cabe señalar que este trabajo fue realizado con el apoyo de la SEDESOL, dentro del programa Jóvenes por México 2007, en su modalidad de proyectos de desarrollo social y humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Visita previa

Para llevar a cabo esta investigación, antes del muestreo se realizó una visita a la comunidad San Pedro de las Anonas del municipio de Aquismón, S.L.P., con el fin de ubicar los puntos de muestreo basados en lugares a los cuales accede la mayor parte de la comunidad, de esta manera una vez identificados los puntos se les asignó un número del 1 al 5 para un mejor manejo de las muestras. Los puntos de muestreo elegidos fueron:

- 1.- Toma domiciliaria del Departamento de Agua Potable.
- 2.- Toma de agua subterránea (pozo).
- 3.- Toma domiciliaria del centro de salud.
- 4.- Toma domiciliaria de la Escuela Primaria “Fuerza indígena”.
- 5.- Toma domiciliaria de la tienda comunitaria.

2. Muestreo y aplicación de encuestas

La toma de muestras se realizó cada 15 días, durante los meses de septiembre y octubre de 2007, tomando 2 muestras en cada punto, una de ellas en un recipiente de vidrio estéril (para análisis microbiológicos, volumen de 100 mL) y otra en un recipiente no estéril de polipropileno (para análisis fisicoquímicos, volumen de 1000 mL). Fueron un total de 10 muestras puntuales, las cuales se recolectaron y conservaron bajo los lineamientos de los “Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales” (APHA, AWWA, WCPF, 1992), referido en la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-2000 (Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites

permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización).

Los muestreos fueron realizados en las siguientes fechas:

- *Muestreo 1*: 22 de Septiembre de 2007
- *Muestreo 2*: 6 de Octubre de 2007
- *Muestreo 3*: 20 de Octubre de 2007
- *Muestreo 4*: 27 de Octubre de 2007

Al mismo tiempo se llevó a cabo la aplicación de cien cuestionarios a una muestra de la comunidad para conocer los hábitos de uso del agua y los servicios sanitarios con los que cuenta la comunidad.

3. Procesamiento de las muestras

Las muestras recolectadas fueron llevadas al Laboratorio de Ciencias Ambientales de la UASLP Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, y almacenadas a 10° C antes de ser procesadas. Posteriormente, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos a las muestras (Tabla 1). Para cada una de las muestras se trabajó por triplicado en cada una de las determinaciones.

4. Análisis estadístico

Los promedios observados en los parámetros fisicoquímicos para el agua de toma domiciliaria y agua de pozo fueron comparados estadísticamente. Se utilizó una prueba de t no pareada mediante el programa Graph Pad InStat[®] versión 3.06, con un criterio de valores de $p \leq 0.05$ y un 95 % de intervalo de confianza para considerar las diferencias entre medias como significativas.

Tabla 1: Métodos y equipos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos utilizados.

PARÁMETRO	MÉTODO DE MEDICIÓN (APHA, AWWA, WCPF, 1992) Y EQUIPO UTILIZADO
pH	Electrométrico (4500-H+B) con el equipo de campo Hach® SENSION 156
Temperatura	Termométrico (2550 B) con el equipo de campo Hach® SENSION 156
Conductividad	Electrométrico, equipo de campo Hach® SENSION 156
Acidez	Potenciómetro Denver Instrument Mod. 206
Alcalinidad	Potenciómetro Denver Instrument Mod. 206
Dureza Total (DT), Dureza debida al Calcio (DCa ⁺⁺) y dureza debida al Magnesio (DMg ⁺⁺)	Volumétrico por titulación con EDTA
Sólidos: Totales (STT), Totales fijos (STF), Totales volátiles (STV) y Totales disueltos (STD).	Gravimétrico: STT (2540 B), SDT (2540 C). Estufa de convección LINDBERG Mod. balanza analítica Adventurer OHAUS Mod.109
Sulfatos	Turbidimétrico (4500-SO ₄ ²⁻ E)
Sulfatos	Espectrofotómetro Thermoelectron Génesys 10 UV
Coliformes Totales	Número más probable (9221 B) Estufa bacteriológica FELISA Mod. B-40
Coliformes Fecales	Número más probable (9221 C) Estufa bacteriológica FELISA Mod. FE-309

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2: Promedios por parámetro fisicoquímico de muestras de agua de consumo (tomas domiciliarias y de pozo) de la comunidad “San Pedro de las Anonas”, municipio de Aquismón, S.L.P.

Parámetro	Tomas domiciliarias	Pozo
T (°C)	22.30 ± 1.20	24.50 ± 1.30
pH	7.80 ± 0.40	7.04 ± 0.16
Conductividad (μS/cm)	394.13 ± 8.14	811.25 ± 7.63
Alcalinidad (mg/L)	171.76 ± 14.55	383.25 ± 10.47
Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	220.60 ± 2.45	415.00 ± 3.95
Dureza por calcio (mg/L de CaCO ₃)	171.33 ± 2.42	393.67 ± 4.28
Dureza por magnesio (mg/L de CaCO ₃)	49.25 ± 1.91	21.33 ± 2.19
Sólidos totales (mg/L)	267.00 ± 40.43	502.00 ± 23.64
Sólidos totales fijos (mg/L)	318.00 ± 43.30	354.00 ± 32.87
Sólidos totales volátiles (mg/L)	206.00 ± 77.36	148.00 ± 4.18
Sólidos totales disueltos (mg/L)	192.08 ± 2.51	397.00 ± 15.31
Sulfatos (mg/L SO ⁻⁴)	57.88 ± 2.90	44.99 ± 8.43

Tabla 3: Resultados de los análisis microbiológicos de muestras de agua, comunidad “San Pedro de las Anonas”, municipio de Aquismón, S.L.P.

Punto de muestreo	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4	
	NMP/100 ml		NMP/100 ml		NMP/100 ml		NMP/100 ml	
	<i>Coliformes Totales</i>	<i>Coliformes Fecales</i>	<i>Coliformes Totales</i>	<i>Coliformes Fecales</i>	<i>Coliformes Totales</i>	<i>Coliformes Fecales</i>	<i>Coliformes Totales</i>	<i>Coliformes Fecales</i>
1	<0.3	<0.3	0.4	0.4	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
2	<0.3	<0.3	0.4	0.4	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
4	<0.3	<0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	<0.3	<0.3
5	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.4	0.4

Muestras 1, 3, 4 y 5 corresponden a tomas domiciliaria; muestra 2: agua de pozo

De acuerdo con los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados en la comunidad, se observó lo siguiente:

- Frecuencia de disponibilidad de agua. El 86.02 % de los encuestados dispone de agua en su hogar más de 5 días a la semana, mientras que el 9.55 % la dispone de 3 a 4 días de la semana y el 4.41 % de 2 a 3 días (Figura 1).
- Modo de abastecimiento de agua. El 16.05 % obtiene el agua de una toma comunitaria, el 64.96% de una toma domiciliaria, el 16.05 % la obtiene de pozo, el 1.45 % de pozo y toma domiciliaria, y otro 1.45% la obtiene de pozo y toma comunitaria (Figura 2).
- Fuente de agua de bebida. El 3.73 % utiliza el agua de la llave para beber, el 47.76 % compra embotellada o de garrafón, el 47.76 % utiliza la de pozo y 0.74 % utiliza otro medio no especificado.
- Servicios sanitarios. El 1.45 % no cuenta con excusado, el 89.78 % cuenta con letrina y el 8.75 cuenta con taza.

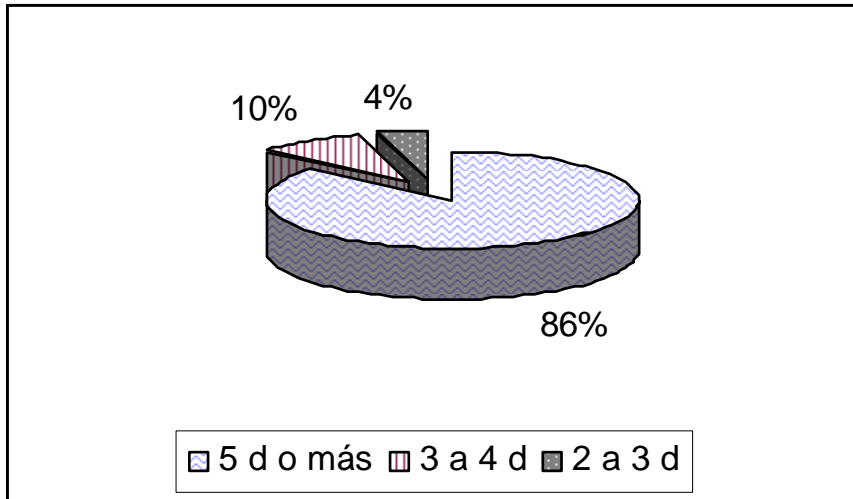


Figura 1. Frecuencia de disponibilidad de agua en hogares de San Pedro de las Anonas.

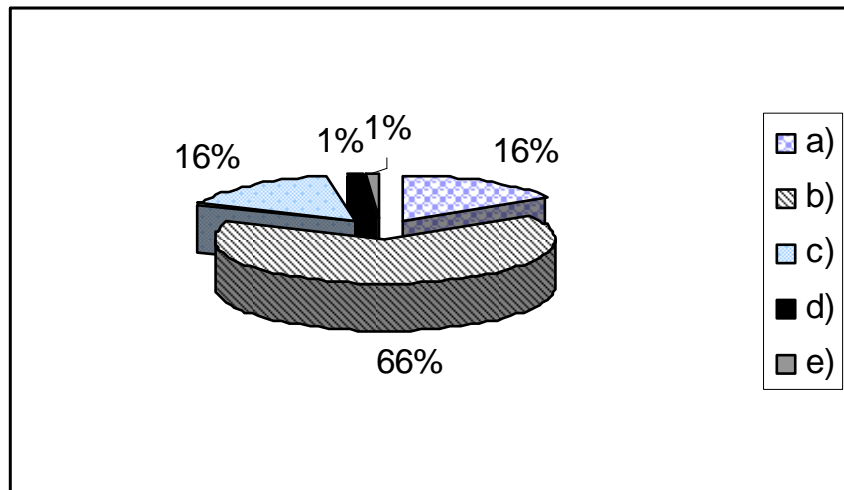


Figura 2. Modo de abastecimiento de agua en San Pedro de las Anonas. a) Toma comunitaria b) Toma domiciliaria c) Sólo agua de pozo d) Agua de pozo y de toma domiciliaria e) Agua de pozo y de toma comunitaria.

- Formas de disposición del agua residual de sanitarios. El 1.47 % descarga el agua procedente de los sanitarios en el sistema de drenaje, el 63.23 % en una fosa séptica, el 10.29 % a un río o arroyo, y el 25 % a un canal abierto (Figura 3).
- Formas de empleo del agua para el aseo personal. El 2.18 % utiliza regadera para bañarse y el 91.8 % utiliza cubeta.

- Formas de empleo del agua para el aseo de enseres de cocina. El 84.67 % usa recipientes para enjabonar y enjuagar los trastes, y el 15.34 % enjuaga directamente de la llave.
- Formas de empleo del agua para el lavado de ropa. El 97.08 % lava la ropa a mano y en casa, el 0.72 % lava a mano, en río o arroyo, el 0.72 % en lavadora manual y el 1.45 % en lavadora automática.
- Formas de disposición del agua residual del lavado de ropa. El 54.19 % de las personas tiran el agua de lavado y enjuagado de la ropa, mientras que el 45.81 % la reutiliza para otras actividades como riego de jardín, limpieza de pisos, etc.
- Tratamiento del agua de bebida no embotellada. El 69.23 % (de las personas que no beben agua embotellada) hierve el agua, el 10.98 % le agrega cloro y el 15.38 % no le da tratamiento alguno.
- Percepción de la calidad del agua. El 2.89 % evalúa el agua como mala, el 36.95 % como regular, el 58.69 % como buena, el 0.72 % como muy buena y otro 0.72 % como excelente.
- Pago del agua. El 86.86 % de la población paga por el agua que recibe en su hogar, mientras que el 13.13 % no paga.
- Opinión del costo del agua. El 25.21 % de la población que paga por el agua considera el precio caro, el 19.32 % lo considera barato y el 55.46 % lo considera justo (ni caro ni barato).
- Disposición al cambio. El 70 % de las personas estaría dispuesto a pagar más por el agua con tal de que fuera de mayor calidad, mientras el 30 % no.

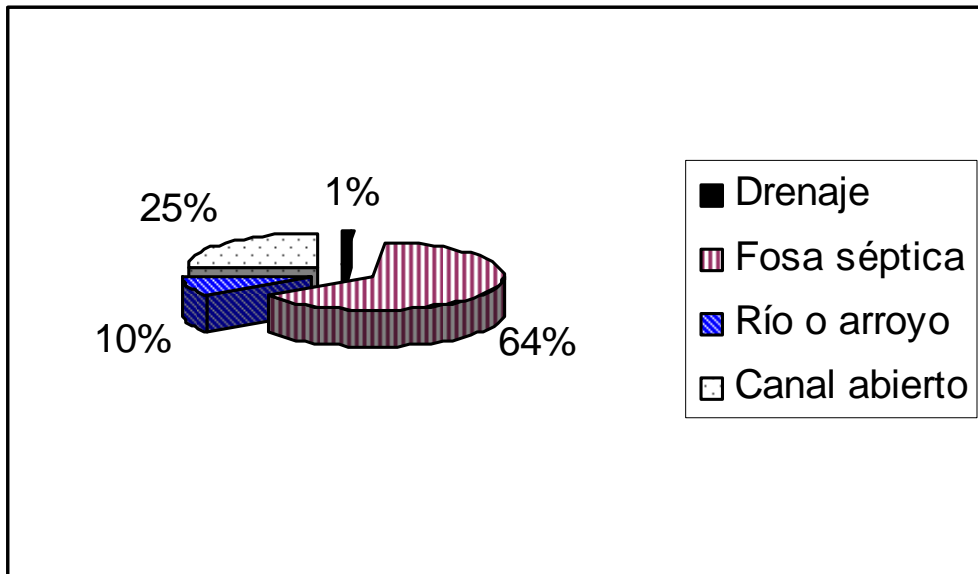


Figura 3. Formas de disposición del agua residual de sanitarios.

De acuerdo con la NOM-127-SSA-2000 cada uno de los resultados de la Tabla 1 se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles, esto sugeriría que según estos parámetros, el agua que consumen los habitantes de la comunidad San Pedro de las Anonas es apta para el consumo humano y doméstico. Sin embargo, esta conclusión sería un tanto aventurada, toda vez que los análisis efectuados no cubren por completo la norma oficial; habría que efectuarse otros análisis como los toxicológicos para poder dar un diagnóstico más completo en cuanto a fisicoquímica del agua. Aunado a ello, en cuanto a calidad microbiológica, la Tabla 3 muestra que el agua no es apta para consumo, debido a que la norma marca como límite la ausencia de organismos coliformes fecales en el agua; este criterio coincide con otras normas internacionales como la de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La contaminación biológica se atribuyó a que el agua que se consume en la comunidad, no es potabilizada, pues aún las personas que disponen de agua en sus domicilios, esta proviene del río, el cual podría estar contaminado con heces.

Por otra parte, en la Tabla 2 puede observarse cierta diferencia en los resultados del agua obtenida de toma domiciliaria (que procede del Río Coy) contra los que arrojó el agua de pozo. Al efectuar el análisis estadístico, la mayoría de los parámetros arrojó diferencias significativas entre los dos tipos de agua (temperatura, $p = 0.0474$; conductividad, $p < 0.0001$; alcalinidad, $p < 0.0001$; dureza total, $p < 0.0001$; dureza por calcio, $p < 0.0001$; sólidos totales, $p < 0.0001$; sólidos totales disueltos, $p < 0.0001$ y sulfatos, $p = 0.0276$). Esto se explica ya que el agua de pozo, al provenir del subsuelo,

muestra temperaturas ligeramente superiores a la que proviene del agua superficial. La conductividad, muy relacionada con la alcalinidad, dureza y sólidos, en el agua de pozo es mayor debido a la mayor cantidad de sales minerales provenientes del suelo; la dureza total puede deberse predominantemente a sales de sulfato de calcio, a juzgar por los resultados.

En lo que concierne al abastecimiento de agua, aunque por lo general la población tiene satisfecha su necesidad del recurso, los resultados de los cuestionarios evidencian la falta de agua de buena calidad (no existe planta potabilizadora) y de servicios sanitarios, además de la ausencia de tratamiento de agua residual en la comunidad. Aunque cierto porcentaje, casi el 1.5 % de los encuestados refiere desechar su agua residual al drenaje, muy probablemente éste consista en una tubería que descargue a una fosa o en el peor de los casos a un cuerpo de agua. La mayoría, el 67 % de los encuestados, refiere tener fosa séptica, lo que disminuye en parte el problema de la contaminación, ya que los desechos, eventualmente pueden filtrarse al subsuelo y llegar a los mantos acuíferos. Sin embargo, una fracción significativa de la población estudiada (el 25 %), descarga a canales abiertos, lo cual es un peligroso foco de infección para la comunidad. En cuanto a los usos del agua, en los resultados se refleja un relativo atraso en la población con respecto a economía y desarrollo, ya que por ejemplo, la mayor parte no cuenta con servicios como regadera en sus baños, fregaderos con llave, ni mucho menos cuentan con lavadora para ropa. Por otra parte, aunque la mayoría de las personas percibe la calidad del agua como buena, esto está sujeto a discusión a juzgar por los resultados observados, sobre todo los microbiológicos. Habría que efectuar estudios más a fondo en la población, tendientes a determinar la prevalencia de enfermedades relacionadas con el uso y consumo de agua. Por último, la mayoría de la gente dice estar dispuesta a pagar por el vital líquido, con tal de que la calidad del mismo sea mejor.

CONCLUSIONES

Es necesario señalar que la evaluación de los aspectos fisicoquímicos antes mencionados, no es suficiente para concluir que el agua es de buena calidad para consumo humano y doméstico, ya que para ello es necesario llevar a cabo también la determinación de metales pesados y otros factores que intervengan en la calidad de ésta. Además, la presencia de coliformes totales y fecales en el agua de consumo humano representa un riesgo latente de contraer enfermedades gastrointestinales, es por ello que su ausencia es de suma importancia para calificar el agua como apta para consumo.

Del análisis de los cuestionarios aplicados se evidencia la falta de agua de buena calidad (no existe planta potabilizadora) y de servicios sanitarios, además de la ausencia de tratamiento de agua residual en San Pedro de las Anonas.

Así como esta comunidad, existen muchas en nuestro país que carecen del servicio de agua potable y en las cuales sus habitantes se encuentran día a día expuestos a contraer enfermedades, es por ello que se deben destinar más recursos en la creación de infraestructura para la potabilización y el saneamiento del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, C. 2003. “Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales”. Estado de México. [En línea] <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/contenido/capitulo13.html>

Dsalud. 2006. “Cómo elegir a nuestro antojo la alcalinidad del agua mediante un sencillo aparato”. Madrid. [En línea] http://www.dsalud.com/numero58_5.html
Organización Mundial de la Salud. <http://www.who.int/es/>

Rangel, M. R. y Celis, G. B. 2005. El agua potable. *Pulso*. Pag. 5-C. San Luis Potosí, S.L.P., México.

Rincón, A. A. 1991. *ABC de la naturaleza* 1. 4ª. Ed. Numancia. México, D.F

Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado (SIDEAPA) de Gómez Palacio, Durango. 2004. [En línea] http://www.sideapa.gob.mx/Cultura_Calidad.aspx

Tincopa, J. 2005. “La calidad del agua”. Perú. [En línea] <http://portal.educar.org/juancarlostincopalangle/blog/lacalidaddelagua>

Vargas, F.; “La contaminación ambiental como factor determinante de la salud”. Madrid, 2005. [En línea]

http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1135_57272005000200001&script=sci_arttext&tlng=en