

**Calidad Química y Microbiológica del Agua y Acceso al  
Recurso Agua en la Comunidad de Solöng,  
Territorio Naso-Teribe, Bocas del Toro**

Shira Wrightman  
The George Washington University  
SIT Panamá Spring 2008

## **Reconocimiento**

Quiero extender muchas gracias a la comunidad de Solöng que fue mi hogar durante el tiempo de este estudio, especialmente a la familia Machado-Sánchez: Xenia, Eudoxio, Moisés y Kenia quien fueron mis guías y mis amigos y proporcionaron ayuda inestimable con este proyecto.

Estoy muy agradecida a mi asesor Licenciado Carlos Navarro por compartir su conocimiento, tiempo y experiencia conmigo.

A Felix Sánchez quien coordinó mi estancia en el territorio Naso y a Sra. Alpina por su ayuda con mi español durante todo el semestre, gracias.

Muchas gracias a mi familia panameña Fernando y Zoraida Villalaz, el apoyo de quien ha enriquecido mi tiempo en Panamá y ha contribuido a la realización de esta investigación.

Finalmente, quiero dar gracias a Aly Dagang, la directora de SIT Panamá, Laila Rodríguez y Yariza Jiménez por facilitar mi experiencia entera en Panamá y proveído el consejo sin que este proyecto no hubiera sido posible.

# Índice

|  |    |
|--|----|
| I. Resumen Ejecutivo (en Inglés).....                    | 4  |
| II. Abstracto.....                                       | 5  |
| III. Prefacio.....                                       | 5  |
| IV. Introducción.....                                    | 5  |
| V. Revisión de Literatura.....                           | 6  |
| 1. Acceso de Agua Segura en América Latina               |    |
| 2. Acceso de Agua Segura en Panamá                       |    |
| 3. El Pueblo Naso  |    |
| 4. La Comunidad de Solöng                                |    |
| 5. Medidas de Calidad de Agua                            |    |
| VI. Preguntas de Investigación.....                      | 12 |
| VII. Objetivos.....                                      | 13 |
| VIII. Métodos y Materiales.....                          | 13 |
| 1. Colorimétrico   |    |
| 2. Titulación  |    |
| 3. Blanco de Turbiedad                                   |    |
| 4. Colilert  |    |
| 5. El Método de Winkler                                  |    |
| 6. El Proceso  |    |
| 7. Entrevistas   |    |
| 8. Potabilidad del Agua                                  |    |
| IV. Resultados.....                                      | 16 |
| 1. El Sistema de Distribución                            |    |
| 2. Acceso a Agua de Grifo                                |    |
| 3. Fuentes Suplementarios                                |    |
| 4. Problemas Actuales                                    |    |
| 5. Hidroeléctrica Bonyíc y Recursos de Agua              |    |
| 6. Análisis Químico del Agua                             |    |
| 7. Análisis Microbiológico del Agua                      |    |
| X. Discusión.....  | 24 |
| 1. Calidad de Agua de Solöng: Perspectiva Químico        |    |
| 2. Calidad de Agua de Solöng: Perspectiva Microbiológico |    |
| 3. Enfermedades Relacionadas con el Agua                 |    |
| 4. La Hidroeléctrica y el Futuro del Río Bonyíc          |    |
| XI. Recomendaciones.....                                 | 28 |
| XII. Conclusión.....                                     | 29 |
| XIII. Literatura y Entrevistas Citadas.....              | 31 |
| Anexo A.....   | 34 |
| Anexo B.....   | 37 |

## I. Executive Summary

This study evaluated the water quality and accessibility of water resources in the community of Solöng located in the Naso-Teribe territory of the province of Bocas Del Toro. The seven chemical parameters of nitrate, phosphate, pH, alkalinity, total hardness, turbidity and dissolved oxygen were used to assess the safety of drinking water and the health of aquatic ecosystems utilized by the residents of Solöng. A microbiological assessment which included tests for total coliform bacteria and the fecal coliform strain group of *Escherichia coli* were conducted as well. Chemical tests were performed in a total of 15 spigots, 7 streams, 2 groundwater sources and the rivers Teribe and Bonyíc, and ten samples were tested for total coliform bacteria and *E. coli*. Interviews were conducted with community members and relevant authorities in order to gather information about the current distribution system, accessibility to spigot water, and obstacles to ideal water quality and access.

Results indicated spigot water is not treated or filtered in any way before reaching the houses, and when there are malfunctions or shortages of spigot water residents depend on streams and rivers in order to fill the deficit. The lack of treatment allows water borne illnesses to remain fairly common among the population with the parasite *Ascaris lumbricoides* being the most common cause of water related sicknesses. Chemical analysis showed that turbidity is problematic after rain events, because without a filtration system, the amount of sediment dredged up and carried by flowing water after storms renders the water supply unfit for drinking.. All samples that underwent microbiological testing showed a very high presence of both total coliform bacteria and *E. coli*. These results signify the widespread fecal contamination of the water resources available in Solöng and indicate that the residents of this community do not have access to a potable water supply.

Several obstacles prevent the community from having ideal access to and distribution of water. Defective and outdated infrastructure has become hard to maintain, and the stream that supplies water to the main distribution system can run dry during long periods without rain. A hydroelectric dam project in the Bonyíc River that is currently in its primary stages of construction also threatens to alter a valuable water resource that is depended upon for drinking and fishing.

Filtration and chlorination are essential steps in order to make the water available to this community potable. Mobilizing residents to protect their water resources and change waste disposal practices in order to minimize contamination are also critical. Although community members are capable of making some of these changes on their own, intervention and support of outside authorities with the knowledge and the resources to make improvements will be essential if this community is to obtain a safer supply of drinking water.

## II. Abstracto

El acceso desigual al agua potable en la República de Panamá es un gran problema y deja a las comunidades indígenas en desventaja con relación a otros sectores de la población panameña. Este proyecto investigó la calidad del agua en la comunidad de Solöng en el Territorio Naso de Bocas del Toro. Medidas de los nueve parámetros de nitratos, fosfatos, pH, alcalinidad, dureza, turbiedad, oxígeno disuelto, coliformes totales i *E. coli* fueron usadas para evaluar la calidad química y microbiológica del agua de los grifos y las fuentes de agua en esa comunidad. Se realizaron entrevistas para recoger información sobre el sistema de distribución del agua y también para conocer las percepciones de los miembros de la comunidad con relación a sus recursos de agua. Los resultados químicos son característicos de fuentes naturales de agua dulce, pero indican que altos niveles de turbiedad que ocurren después de la lluvia hacen al agua inadecuada para el consumo. El análisis microbiológico destacó altos niveles de coliformes totales incluyendo el grupo de cepas fecales de *E. coli*. La presencia de estas bacterias indica la contaminación del suministro de agua y hace que el agua es considerada im potable. En cuanto a los obstáculos principales enfrentados por la comunidad con relación a su suministro de agua, resaltan la falta de tratamiento del agua, infraestructura inadecuada y la amenaza que representa para ellos la propuesta de un proyecto hidroeléctrico que dañaría una de sus fuentes principales de agua. Iniciativas de la comunidad además del apoyo y conocimiento de autoridades de afuera son necesarios para mejorar la situación.

## III. Prefacio

Los Naso son uno de los grupos indígenas de Panamá conocidos ampliamente en el país por el nombre “Teribe.” Naso también puede escribirse como “Nasso” y Solöng como “Solón.” La ortografía y nombres en este informe son los utilizados por el pueblo Naso.

La unidad “mg/L” (miligramos por litro) es equivalente a la unidad “ppm” (partes por millón). Aunque niveles de contaminantes en el agua a menudo están reportados con la unidad mg/L, las pruebas usadas en este estudio dieron resultados en ppm y por lo tanto están reportados en ppm. Las unidades usadas en este informe concuerdan con la fuente de la información.

## IV. Introducción

El agua es un recurso esencial para toda vida en la Tierra, pero a causa de inmensas desigualdades en su distribución, una gran porción de la población del mundo no tiene acceso suficiente y seguro de este líquido vital. Los pobres del mundo a menudo están forzados a sobrevivir sin suficiente agua potable. Mientras casos de enfermedades relacionadas con el agua son prácticamente inexistentes en el mundo desarrollado; enfermedades relacionadas con el agua son algunas de las causas principales de mortalidad en países en vías de desarrollo. La incapacidad de financiar y mantener la infraestructura requerida para proveer agua potable, además de la superpoblación y escasez de fuentes de agua son las principales razones de problemas relacionados con el agua en el mundo. La distribución desigual es especialmente marcada dentro de la región de América Latina (Barlow, 2004). Aunque Panamá se caracteriza por tener relativamente buen acceso al agua comparado con otros países en América Latina, persisten dificultades especialmente en las áreas rurales (Arcia, 2006). Cincuenta y dos millones de galones de agua dulce se utilizan cada vez que un barco

pasa por el canal de Panamá y proyectos de hidroeléctricas nuevas abundan, pero un porcentaje considerable de la población del interior del país no tiene agua segura para beber.

El estudio de recursos de agua en Panamá es crucial porque demasiadas personas están sufriendo las consecuencias peligrosas de vivir sin acceso suficiente a este recurso esencial, y el conocimiento de dónde y en qué capacidad estas insuficiencias existen, son un paso adelante para resolver estos problemas. Los niveles de morbilidad y mortalidad a causa de la ingestión de agua contaminada pueden ser reducidos con detección y tratamiento del agua. Deficiencias en la infraestructura o asuntos financieros, son razones inaceptables porque las personas exponen su salud ante este grave peligro. La escasez de agua potable, es un problema que necesita ser estudiado para tener una mejor comprensión de las maneras en que la distribución de agua segura podría ser mas equitativa, pero mientras existan disparidades tan evidentes, es esencial que los residentes del interior de la república de Panamá tengan información sobre la calidad de su agua, para poder tomar medidas y asegurar la preservación y uso mas seguro de este importante recurso.

Este proyecto usó ocho medidas de calidad de agua aplicadas en los grifos y fuentes de agua ubicados en la comunidad de Solöng, para evaluar el estado actual y posibilidad de contaminación de esta parte de la cuenca del río Teribe con la meta de apreciar la seguridad del agua que la gente en esta comunidad toma. Entrevistas a miembros de la comunidad y autoridades relevantes también fueron utilizadas para recopilar información pertinente sobre el acceso de los residentes de Solöng al agua potable.

## **V. Revisión de Literatura**

El agua salada de los mares del mundo forma el noventa y siete por ciento del agua en la Tierra, el tres por ciento restante es agua dulce, dos por ciento está congelada en glaciares y solamente uno por ciento está disponible para el consumo humano. Con la contaminación y uso ineficiente se reduce este recurso. Adicionalmente el reconocimiento de que muchas personas no tienen acceso al agua que necesitan, algunos científicos, políticos y aún Ban Ki Moon, el Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), han hipotetizado que es probable que el agua se convierta en objeto de argumento que provocará la guerra (Lewis, 2007). Hoy en día existe a nivel internacional una conciencia creciente de la necesidad de proteger no solamente las fuentes de agua, pero las cuencas también necesitan ser aseguradas para la accesibilidad al agua dulce en el futuro.

### **1. Acceso de Agua Segura en América Latina**

América Latina es una región que tiene mucha agua dulce pero a causa de su geografía, contaminación, desigualdad social, mala distribución y acceso, se ha convertido en un asunto muy torcido (Barlow, 2004). Hay muchas razones que ocasionan los problemas de agua en esta región. Algunos de estos son la pobreza urbana, industrialización desmedida y prácticas habituales asociadas con la agricultura que contaminan el agua. Las poblaciones en las ciudades de América Latina están creciendo rápidamente y usando y contaminando sus suministros de agua. En toda la región, la basura y los residuos industriales, además de nocivas prácticas en la

agricultura vierten con regularidad desechos en fuentes de agua dulce y en los ambientes acuáticos (Barlow, 2004).

Otra circunstancia que contribuye al problema del agua en América Latina es la pobreza que prolifera. A causa de factores numerosos, uno de los programas del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional en Latinoamérica a finales del siglo pasado demuestran que la región tiene una de las distribuciones de ingresos más desiguales en todo el mundo (Servén, 2008). La misma desigualdad puede ser encontrada con la distribución de agua. Más de 130 millones de personas no tienen agua segura en sus casas (Barlow, 2004). La situación empeora cada año debido a políticas gubernamentales que suelen favorecer a la agricultura industrial que causa la migración de agricultores de subsistencia y otros residentes rurales a los barrios superpoblados. Los problemas de escasez, urbanización y contaminación han sido agravados por las operaciones de corporaciones privadas que aprovechan la crisis de agua en América Latina. Estas compañías ya operan o tienen planes de operar en muchos países latinoamericanos incluyendo a Panamá, y a menudo con el apoyo del Banco Mundial entran agresivamente a estos países y cobran mucho por el acceso al agua donde ya existen privatizaciones (Barlow, 2004). La destrucción de recursos naturales en combinación con políticas gubernamentales controversiales crea una situación muy difícil especialmente para las poblaciones pobres en cada país de América Latina (Barlow, 2004).

Uno de los problemas más graves en Latinoamérica son las enfermedades relacionadas con el agua. A pesar de los muchos avances en los últimos años, estas enfermedades, especialmente la diarrea, continúan afligiendo la región. Lo prevalente de estas enfermedades varía mucho dependiendo del clima, región y estado socioeconómico (Plata, 1983 should this be a year?). Con frecuencia, las comunidades indígenas son las más impactadas. La diarrea queda entre las enfermedades que causan más muertes en Latinoamérica y el número de muertos anualmente es mucho más grande entre comunidades indígenas (UNICEF, 2008). Su predominio es un indicador de poblaciones sumamente marginadas porque en el mundo desarrollado, la diarrea ya no es un problema de salud mortal.

## **2. Acceso de Agua Segura en Panamá**

Con 500 ríos y 52 cuencas hidrográficas, Panamá parece ser un país con pocos problemas hídricos (Arcia, 2007). Panamá se clasifica como el segundo país, después de Nicaragua con la mayor disponibilidad de agua en Centroamérica, y mantiene la séptima posición en Latinoamérica y la vigésima octava (28) en el mundo respecto a calidad de agua (Arcia, 2006). Sin embargo, la condición del agua en el país está deteriorándose rápidamente. El gran número de proyectos hidroeléctricos y la decisión reciente de ampliar el canal requieren el uso de cantidades enormes de agua dulce. Varias fuentes ya han mencionado sobre privaciones en cuanto al suministro suficiente de agua para el canal actual y el nuevo (CNN, 2000). Conjuntamente con la degradación y la creciente contaminación a causa del crecimiento poblacional y otros factores, el uso insostenible del agua en el país amenaza con sacar a Panamá rápidamente de una posición privilegiada que ha mantenido como un país que goza de una inmensa riqueza de agua dulce.

### *Los pueblos indígenas de Panamá*

Aproximadamente 10% de la población panameña pertenece a un grupo indígena. La tierra de estos pueblos indígenas está distribuida por todo el país, y muchos grupos habitan áreas de difícil acceso (Grupo Nacional de Trabajo, 2003). La

pobreza es un problema que afecta a los grupos indígenas de Panamá duramente; 95.4% viven en pobreza y 86.4% viven en pobreza extrema (Grupo Nacional de Trabajo, 2003). Sin embargo, aunque no tienen suficiente capital financiero, gran parte de estos pueblos son muy ricos en términos de capital social, cultura y recursos ecológicos. La pobreza no es su único y duro sufrimiento. Las desigualdades entre la sociedad panameña se hace muy evidente con relación al agua, con megaproyectos y la zona de tránsito usando mucho más de su porción cuando hay escasez en otras partes del país.

Según las estadísticas de la ONU actualizadas en 2004, a nivel nacional la cobertura de agua es de 90% dividido como 99% a la población urbana y 79% a la población rural (UN, 2004). La última cifra disponible que pertenece a las poblaciones indígenas, indica que su acceso es menor de 40% (Censo 2000). Con relación a la cobertura de servicio sanitario que es 73% a nivel nacional y con 89% de cobertura urbana y 51% en comunidades rurales. Los últimos datos disponibles indican una cobertura de solo 56% en comunidades indígenas (Censo 2000). También, en el año 2000 el promedio de las muertes por diarrea por cada 10,000 niños menores de 5 años, fue de 32 en las poblaciones indígenas, en fuerte contraste de solo 6.4 al nivel nacional (Ministerio de Salud, 2000). Este es un indicador de la gran disparidad en cuanto a la calidad y seguridad del agua que la gente en varias regiones del país toma.

### **3. El Pueblo Naso**

La población del pueblo Naso es aproximadamente de 3,000 individuos, quienes viven en 11 comunidades en la cuenca del río Teribe, distrito de Changuinola. Los Naso son uno de los grupos indígenas más pequeños de Panamá y ellos conservan al único monarca en las Américas (Herrera, 2001). Su territorio está ubicado en medio del Bosque Protector Palo Seco y el Parque Internacional La Amistad. El pueblo Naso no ha recibido titulación legal de sus tierras, a pesar de haber realizado un movimiento fuerte con el propósito de establecer su comarca. El territorio Naso fue declarado oficialmente un corregimiento en 1998 cuando Cesar Santana, el rey anterior, fue el primer representante de corregimiento (Solöng 1). Hoy en día el territorio permanece así, un monarca, un corregimiento y continúan en la lucha para obtener autonomía.

### **4. La Comunidad de Solöng**

La comunidad de Solöng está situada entre los dos ríos: El Teribe y El Bonyíc. Es una de las once comunidades en el territorio Naso. Como en todo el territorio, el idioma Naso antes era hablado ampliamente, pero hoy en día ha sido sustituido en gran parte por el idioma español (Solöng 1). Solöng está compuesto de aproximadamente 63 casas y en el centro de la comunidad hay una escuela primaria y la escuela secundaria que atiende estudiantes hasta el tercer año. Para completar su educación hasta el sexto año, la mayoría de los jóvenes de Solöng asisten a un colegio en Changuinola (Solöng 2).

Uno de los temas más relevantes en la comunidad de Solöng y en todo el territorio Naso en Bocas del Toro es el proyecto hidroeléctrico de la compañía Colombiana Empresa Pública de Medellín. La construcción de la carretera que es un componente de esta iniciativa ya empezó, pero está recibiendo fuerte oposición. La primera fase del proyecto es la construcción de una carretera para transportar los suministros de construcción. Empresa Pública de Medellín no ha podido finalizar esta tarea debido a la presencia continua y firme de los representantes de todas las comunidades Naso quienes crean barreras físicas y legales para detener el progreso del proyecto. El impacto del proyecto hidroeléctrico en el ámbito político y en muchos otros, representa una fractura definitiva de que registrará la historia reciente del pueblo Naso y ha alterado la forma y el estado actual de la vida en el territorio.

## 5. Medidas de Calidad de Agua

El agua potable es definida como agua que es segura para beber. Niveles de ciertos contaminantes son aceptados internacionalmente como componentes de la definición, pero mucha gente por todos lados del mundo toman agua que no es potable regularmente a causa de la falta de otras opciones. Consecuentemente, comunidades diferentes en varias partes del mundo tienen criterios diferentes que determinan si su agua es adecuada, pero directrices de organizaciones como la ONU, la Organización Mundial de Salud (WHO) y la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) existen como guías de objetivos alcanzables por todos.

### *Nutrientes*

Agricultores a menudo aplican nutrientes al suelo en forma de abono para prevenir que la escasez de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio limiten el crecimiento de las plantas. Los nutrientes también pueden estar concentrados en las aguas negras de corrales de animales y sistemas sépticos (Campbell, 2001). El nitrógeno y el fósforo pueden ser encontrados en la corriente y descarga de aguas residuales que llegan a los riachuelos, y promueven el crecimiento de plantas acuáticas. La alta presencia de nutrientes en el agua causa la multiplicación de las algas que puede aumentar la turbiedad del agua. Niveles apropiados de nutrientes en el agua son esenciales para la vida acuática pero excesos que ocurren principalmente a causa de actividades humanas, causan cambios perjudiciales a los ecosistemas acuáticos y pueden causar malas consecuencias para la salud humana también.

Niveles altos de nutrientes en el agua, especialmente nitrógeno y fósforo, causan el fenómeno de eutrofización. Eutrofización es el nombre del resultado del crecimiento anormal de algas y otras plantas acuáticas que ocurre a causa de la abundancia de nutrientes. La presencia de algas en cantidades tan grandes que existen cuando ocurre eutrofización, bloquean la luz del sol que no puede llegar a las plantas debajo de la superficie. La eutrofización es un grave hecho ya que cuando el suministro de nutrientes se agota y las algas empiezan a morir inundan el ecosistema con materia orgánica.

### Nitrógeno

Cualquier material orgánico en el agua contiene el elemento nitrógeno, pero las moléculas grandes y orgánicas son casi inútiles para las algas y otras plantas acuáticas hasta que las bacterias los descomponen para dar origen a otras formas. En su forma inorgánica por ejemplo nitratos, nitritos (en combinación con oxígeno) y amoníaco (en combinación con hidrógeno), el nitrógeno es usado perfectamente por plantas acuáticas.

Nitratos y nitritos son iones que ocurren naturalmente en el ciclo de nitrógeno. Nitrito es un componente de abonos inorgánicos, y nitrito de sodio es usado como un conservante de comida, especialmente carne. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y aguas superficiales es usualmente baja pero puede aumentar a causa de escorrentía agrícola o contaminación por desechos humanos o de animales (WHO, 2006). El nivel de nitratos en agua superficial usualmente es mas bajo de 10 mg/L, pero niveles de nitratos en agua de pozos a menudo sobrepasa 50 mg/L (WHO, 2006).

La presencia de nitratos y nitritos en el agua está vinculado con la Methaemoglobinaemia, una enfermedad que también es conocida por el nombre "síndrome de bebé azul." Esta enfermedad es el resultado de nitrato reducido a nitrito en el estómago de bebés. Este cambio causa que la hemoglobina se oxide y se convierta en methaemoglobina que no puede transportar oxígeno por el cuerpo (WHO, 2006).

El valor propuesto por el WHO para la concentración de nitrato en agua potable es 50 mg/L para proteger contra methaemoglobinaemia en bebés que están alimentados por botella. Este valor es muy importante porque pertenece a la exposición en el corto plazo. Los efectos de exposición a nitratos a largo plazo no son completamente claros porque los efectos que se habían observado en humanos no son constantes o totalmente entendidos todavía (WHO, 2006). El EPA ha fijado el nivel máximo de nitrato permisible en agua potable a 10 mg/L que es equivalente a 44.2 mg/L de nitrato (EPA, 2).

### Fósforo

El elemento fósforo puede ser encontrado en el agua en forma de fosfato. Las fuentes de fosfatos orgánicos son materia y desechos de plantas y animales. Las otras formas de fosfatos son de aguas residuales industriales y aguas servidas con detergente. Fosfato es un componente de abono también, y puede ser introducido a las aguas naturales por escorrentía de tierras agrícolas y residenciales. Niveles de fósforo total mayores de 0.03 ppm contribuyen al crecimiento acelerado de plantas, y niveles mayores de 0.1 ppm pueden causar eutrofización considerable (Campbell, 2001). No hay niveles direccionales de fosfato aceptados ampliamente por razones de salud.

### *Dureza*

La dureza de una muestra de agua puede ser atribuida a la presencia de calcio y magnesio disueltos. Dureza total es una medida de los niveles de los dos, pero ambos pueden ser medidos por separado también (Eaton, 2005). Magnesio es un factor menos relevante que el calcio en este caso. Por lo tanto dureza está expresada usualmente en términos de la cantidad de carbonato de calcio en el agua.

Dependiendo del pH y alcalinidad, niveles de dureza mayores de 200 mg/L pueden resultar en la acumulación de depósitos (WHO, 2006). Depósitos formados por agua duro pueden causar obstrucciones en las tuberías, preceder a la pérdida de eficiencia, fracaso prematuro y gastos de mantenimiento aumentados. Agua con un nivel de dureza bajo de 100 mg/L puede causar corrosión de la tubería. También, algunos estudios han mostrado que aguas con niveles muy bajas pueden tener efectos adversos en el equilibrio mineral, pero esto no ha sido probado concluyentemente (WHO, 2006). No hay niveles directrices de dureza aceptados ampliamente por razones de salud.

### *pH*

Ácido y básico son los dos extremos que pertenecen a Química. El rango de la escala de pH es entre 0 y 14. Un pH menos de 7 es ácido, más de 7 es básico y 7 es neutral. El pH es uno de los indicadores de calidad de agua más importantes. Es necesario que el pH del agua esté controlado cuando entra al sistema de distribución para minimizar corrosión en la tubería. Si la corrosión no está minimizada, la contaminación de agua potable puede ocurrir y el sabor del agua puede sufrir también (EPA, 4). Es importante que el pH sea seguido en cada nivel del tratamiento de agua para asegurar que el tratamiento de agua es adecuado.

Un pH de 6.5-8.2 es ideal para la sobrevivencia de la mayoría de los organismos acuáticos. Es probable que un pH más alto o bajo de este alcance sea peligroso para ciertas especies de peces y otros organismos (Campbell, 2001). La EPA ha designado un alcance para pH en agua para beber basado en razones de sabor entre otros, para evitar que el sabor o apariencia mala del agua pueda motivar a la gente a buscar otras fuentes de agua aunque su agua de grifo sea completamente saludable. Esta consideración no es relevante a este estudio porque opciones como agua embotellada no

son alcanzables para la comunidad del Solöng, pero los niveles sugeridos por el EPA todavía arrojan luz sobre este asunto en su conjunto. El alcance sugerido por el EPA es 6.5-8.5. Según ellos, un pH bajo causa un sabor amargo y metálico y puede causar corrosión, y un pH alto resulta en una sensación resbaladiza, sabor como soda y depósitos (EPA, 4).

#### *Alcalinidad*

Alcalinidad significa la capacidad del agua para neutralizar un ácido. En otras palabras, es una medida de la cantidad de ácido que puede ser agregado a un líquido sin causar un cambio en pH. Entonces, aguas con alcalinidad baja son susceptibles a cambios en pH. La cantidad de metales en el agua y su pH son parcialmente regulados por alcalinidad.

Carbonatos, que aumentan la alcalinidad, son añadidos al agua si el agua pasa por el suelo y piedra que tienen niveles altos de carbonatos. Ejemplos de estos tipos de piedra son la piedra caliza y la roca sedimentaria. Iones de carbonato y bicarbonato en el agua pueden remover metales peligrosos como arsénico y plomo porque estos iones precipitan los metales afuera de la solución (WQA, 1999). También, la alcalinidad es una medida importante para determinar si un ojo de agua puede neutralizar polución, ácido de lluvia o aguas negras (EPA, 5). En una quebrada con pH estable la alcalinidad es generalmente entre 100-200 ppm y normalmente el agua dulce tiene alcalinidad entre 20-200 ppm (Campbell, 2001). La evaluación de alcalinidad con relación a la salud humana es difícil porque los efectos de la alcalinidad en el agua cambian a causa de muchos otros componentes como pH, calcio, magnesio, y la cantidad de sólidos en el agua.

#### *Turbiedad*

Turbiedad es un término para describir la cantidad de sólidos suspendidos en el agua. Es una medida de la apariencia nublada de un fluido causado por la presencia de partículas que usualmente no pueden ser vistos a simple vista. Aunque partículas grandes se posaran si el líquido estuviera estancado, partículas pequeñas se posarían muy lentamente o nunca, especialmente si el fluido fuera agitado regularmente. Las superficies de las partículas pueden llevar contaminantes y patógenos. En este caso partículas pequeñas pueden llevar una cantidad más grande de contaminantes porque la superficie habitable que pueden llevarlos por cualquier unidad de masa es mayor que las partículas grandes. El gobierno de los EE.UU. ha puesto el nivel permisible de turbiedad en agua potable a .03 Nephelometric Turbidity Units (NTU) (EPA, 3).

Las Medidas de turbiedad son usadas para indicar la efectividad de filtración, para saber si organismos que causan enfermedades todavía pueden estar presentes. Niveles altos de turbiedad están asociados con niveles altos de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias que causan síntomas como náusea y diarrea además de otros. En este estudio la turbiedad fue medida usando las unidades "Jackson Turbidity Units" (JTU). JTU y NTU son aproximadamente equivalentes (Florida Geological Survey, 2008).

#### *Oxígeno Disuelto*

Oxígeno disuelto es un indicador de la salud total de un ecosistema acuático. Riachuelos toman oxígeno de la atmósfera y de plantas a causa de fotosíntesis. El oxígeno adentro del sistema es usado por animales acuáticos durante su respiración. El Agua fluida disuelve más oxígeno que el agua estancada a causa de los efectos del movimiento (EPA, 1). Niveles de oxígeno disuelto debajo de 3 ppm pueden ser peligrosos para la mayoría de organismos acuáticos. Niveles de 5 o 6 ppm apoyan el

crecimiento adentro del ecosistema y menos de 2 ppm no puede apoyar peces (Campbell, 2001).

Cuando los niveles de oxígeno disueltos son bajos, los organismos dejan estas áreas y se mueven a lugares con niveles más altos. El término hipoxia describe niveles bajos de oxígeno disuelto con una gama de 0.5 a 2 ppm. En aguas hipóxicas organismos que son atrapados o que no pueden mover a menudo morirán. En aguas anóxicas que son caracterizadas por la ausencia de oxígeno o niveles más bajo de 0.5 ppm, organismos no pueden sobrevivir (Campbell, 2001).

### *Peligrosos Microbios*

Los riesgos para la salud humana más comunes que están relacionados con el agua son las enfermedades infecciosas causadas por el contacto con bacterias patógenas, virus y parásitos. Ciertos individuos están más en riesgo porque la inmunidad contra estas enfermedades puede estar influido por factores como edad, género, estado de salud actual y condiciones de vida. En los casos de algunos patógenos, beber el agua es de la única manera que pueden ser transmitidos (WHO, 2006). Cuando la sanidad e higiene son malos, la contaminación de la comida, manos, ropa y utensilios pueden facilitar la transmisión (WHO, 2006). Para reducir la transmisión, es importante mejorar la higiene general incluyendo la eliminación de desperdicios y tratamiento del agua disponible.

### Bacteria Coliforme

Medidas de coliformes totales incluyen todas las cepas de coliformes e indican la posibilidad de contaminación fecal (Eaton, 2005). Por ejemplo, bacterias coliformes que están presentes en las heces de humanos y animales pueden adaptar y hacerse habitantes naturales del ambiente acuático. Por eso, la presencia de coliformes totales no necesariamente indica contaminación, pero todavía es un indicador útil de la calidad del tratamiento de agua (WHO, 2006).

La presencia de bacterias coliformes fecales es un indicador fiable de aguas residuales o contaminación fecal de agua porque mientras bacterias coliformes fecales abundan naturalmente en los intestinos de seres humanos y otros animales, son muy raros en agua sin polución (Campbell, 2001). *Esherichia coli* (*E. coli*), un grupo de cepas de coliformes fecales generalmente no causa ningún daño en los intestinos de los seres humanos donde se les encuentra naturalmente, pero en otras partes del cuerpo *E. coli* puede causar enfermedades muy graves incluyendo infecciones del aparato excretor y meningitis. Algunas cepas de *E. coli* también causan diarrea aguda. Un porcentaje pequeño de estos casos de diarrea desarrollan el síndrome uraémico hemolítico (HUS) que es potencialmente mortal. Niños menores de cinco años están en peligro más grande de contraer HUS que adultos pero puede ser mortal para ambos (WHO, 2006). Aunque seres humanos son la fuente principal de la mayoría de las cepas de *E. coli*, el ganado es la fuente de algunos de las cepas más peligrosos (WHO, 2006).

## **VI. Preguntas de Investigación**

¿Existen sustancias en el agua de la comunidad de Solóng que pueden tener un efecto adverso para la salud?

¿Estas sustancias existen en las fuentes de agua o están introducidas en el agua o dentro del sistema de distribución?

¿Hay residentes de Solóng que tienen acceso consistente a agua potable?

## VII. Objetivos

- Determinar si hay sustancias peligrosas o niveles peligrosos de algunas sustancias en el agua de Solón y si estas sustancias existen en las mismas cantidades en las fuentes de agua y en el agua de los grifos.
- Determinar problemas con la calidad de agua o el sistema de distribución según las familias de la comunidad.
- Determinar si todas las familias en esta comunidad tienen suficiente acceso al agua que necesitan.

## VIII. Métodos y Materiales

Este estudio midió los ocho parámetros de nitratos, fosfatos, pH, alcalinidad, dureza, turbiedad, coliformes totales y *E. coli* en el agua de los grifos de Solong usando los métodos siguientes. Para evaluar la existencia de coliformes totales y *E. coli* se usó el sistema de “Colilert” de la compañía IDEXX Laboratorios Inc. El resto de las pruebas fue componente del “Water Quality Educator and Monitoring Kit” producido por LaMotte Company.

### 1. Colorimétrico

Colorimétrico significa medir color. Estas pruebas consisten en reactivos que son agregados a la muestra de agua para inducir una reacción que produce un cambio de color. La concentración de lo que es medido está relacionado directamente con la intensidad del color de la reacción (Campbell, 2001). La intensidad del color puede ser medido visualmente o electrónicamente. Este estudio usó el método visual para las pruebas de nitrato, fosfato y pH.

#### *Nitrato*

Nitrato no puede ser medido directamente. El método usado en este estudio lo redujo primero a nitrito. Nitrito forma un color rojizo cuando sulfanilamida y N-(1-naphthyl)-ethylenediamine-dihydrochloride (NED) son agregados. Después de agregar estos reactivos en la forma de dos pastillas etiquetadas “Nitrate” 1 y “Nitrate 2” a una muestra de 5 ml y una espera de 5 minutos, el color fue comparado con un estándar de color.

#### *Fosfato*

Dos reactivos fueron usados con una muestra de 10 ml: un reactivo ácido en la forma de un líquido, y un reactivo para reducir fosfato en la forma de un polvo. Un mililitro y 0.1g de cada uno fueron agregados respectivamente. Después de esperar cinco minutos para asegurar que la reacción (la reducción de ácido phosphomolybdic a molybdenum) fuera completada, los resultados fueron leído usando un comparador de fosfato con un alcance de 0.0-2.0 ppm. Este comparador es mirado axialmente para acentuar cambios de color débiles.

#### *pH*

Un indicador de una amplia gama fue usado para leer la muestra con un comparador “octet.”

## **2. Titulación**

Un titulador es una solución de fuerza conocida que es agregado a un volumen específico de una muestra que ya ha sido tratado con un indicador. El titulador es agregado lentamente hasta que el indicador produce un cambio de color que muestra que la reacción esta completa. Este estudio utilizó los métodos asociados con un “direct reading titrator” para las medidas de alcalinidad y dureza. El “direct reading titrator” de 1.0mL es calibrado para permitir la interpretación directa del resultado de la prueba (Campbell, 2001).

### *Alcalinidad*

La muestra de 5mL fue tratado con una tableta de BCG-MR que la cambia a celeste. El punto final de la titulación fue cuando el ácido de titulación cambia el color de la muestra desde celeste a violeta.

### *Dureza*

El titulador usado en esta prueba fue Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA). La muestra fue tratada con unos indicadores que se llaman “Hardness 5” y “Hardness 6” que causan que la muestra cambie al color rosado. EDTA o “Hardness 7” fue agregado lentamente a la muestra hasta que una reacción con los iones de calcio y magnesio causa que la muestra cambie al color azul.

## **3. Blanco de Turbiedad**

Existen varios métodos para medir turbiedad. Este estudio utilizó una prueba que consiste en llenar dos columnas de turbiedad con agua. Una es llenada con el agua de la muestra y una con agua destilada. La apariencia nublada o borrosidad del blanco causado por la turbiedad de la muestra es coincido con el segundo tubo que contiene el agua destilada por agregar un reactivo de turbiedad en ciertos incrementos hasta que la borrosidad de ambos blancos sea igual (Campbell, 2001). Las unidades de medida de este método son “Jackson Turbidity Units” (JTU).

## **4. Colilert**

Colilert es un sistema de detección de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*. Es una prueba sensitiva que puede percibir una colonia de coliformes o *E. coli* por muestra. Este método consiste en agregar el reactivo de Colilert a una bandeja que es cerrada e incubada. Una prueba positiva produce un cambio de color en la muestra que indica la presencia de coliformes totales y la misma muestra examinada con una luz ultravioleta revela la existencia del bacteria *E. coli*. Un retrato visual de este proceso puede ser encontrado en Anexo B.

## **5. El Método de Winkler**

En las fuentes de agua de la comunidad de Solöng, a saber las quebradas y los dos ríos, oxígeno disuelto fue medido además de los otros parámetros. El Oxígeno disuelto fue medido usando el Método de Winkler.

Este método utiliza una botella de muestra que esta llena completamente con agua para que el aire no pueda entrar y afectar la prueba. Luego el oxígeno esta “arreglado” usando reactivos con el objetivo de formar un compuesto para valorar. La titulación está completo cuando la muestra cambia su color (EPA, 1). Usando el Método de Winkler ,el yodo es el reactivo usado para “arreglar” la muestra y se convierte a

morado, y sulfato de sodio es el titulado que se convierte transparente (Campbell, 2001).

## **6. El Proceso**

Las medidas de nitratos, fosfatos, pH, dureza, alcalinidad y turbiedad fueron registrados en 26 lugares diferentes en la comunidad de Solöng. Las entrevistas fueron usadas para determinar donde la gente busca agua cuando hay escasez de agua de grifo y de donde la gente, que no tienen grifos funcionando, toman agua. Estas fuentes fueron incluidas en el análisis químico. Muestras fueron tomadas de 15 grifos, 7 quebradas, dos ojos de agua, el río Teribe y el río Bonyíc. Los lugares para tomar las muestras en las fuentes naturales fueron elegidos basados en donde la gente que los usan, como fuentes diarios o suplementarios, usualmente colecta el agua. La prueba de turbiedad fue repetida en cuatro grifos, una quebrada, y el río Bonyíc para evaluar los efectos de la lluvia. Todas las muestras fueron hechas tres veces en los dos ríos para evaluar las diferencias entre partes diferentes de los ríos y los efectos de lluvia también. Oxígeno disuelto fue medido en 5 quebradas, el río Teribe y el río Bonyíc. Todas las medidas de nitratos, fosfatos, pH, dureza, alcalinidad, turbiedad y oxígeno disuelto fueron hechas en el campo.

Las muestras de agua para las pruebas de bacteria coliforme y *E. coli* fueron tomadas en cuatro grifos, cuatro quebradas y los dos ríos. Estos sitios fueron elegidos basados en distribución a lo largo de la comunidad y la intención de medir el número de fuentes diferentes más grande que sea posible. Las muestras fueron llevadas y refrigeradas hasta un laboratorio en Changuinola para la finalización de las pruebas y el análisis de los resultados. Los grifos fueron esterilizados antes de tomar las muestras para esta prueba.

## **7. Entrevistas**

Entrevistas con los residentes de Solöng y con las autoridades relevantes en este proyecto fueron realizadas para recoger información sobre la construcción y mantenimiento del sistema de distribución actual, además de las opiniones, percepciones y preocupaciones de los miembros de la comunidad con relación a sus recursos de agua. Tres tipos de entrevistas fueron usadas para recoger información: entrevistas informales, entrevistas no estructuradas, y entrevistas semi estructuradas. Las entrevistas informales no tienen estructura específica. Son más como conversaciones que entrevistas y fueron un componente de observaciones de campo para recoger información de fondo. Entrevistas no estructuradas son entrevistas con un plan claro pero solamente un poco control sobre las respuestas del entrevistado. Estas entrevistas dan la oportunidad al entrevistado para elaborar o expresar información que no había preguntado directamente. Entrevistas semi estructuradas tienen una lista de preguntas que necesitan ser contestadas en un orden particular. Este método fue utilizado durante las entrevistas con autoridades con tiempo limitado (Bernard, 2009). Entrevistas informales fueron realizadas diariamente. Quince entrevistas no estructuradas fueron hechas con residentes de la comunidad junto con el estudio de agua de grifo en sus casas y con algunos otros residentes del área con experiencias o conocimiento relevante al estudio. Entrevistas semi estructuradas fueron utilizadas con un miembro de la junta directiva del agua además de una autoridad médica de la comunidad.

## **IV. Resultados**

### **1. El Sistema de Distribución**

La red de tubería actual lleva agua a las casas de Solöng desde una quebrada en las montañas adjuntas. El agua de la quebrada llega a un tanque de captación construida con bloques de cemento y es llevada por tubería a un tanque de almacenamiento de 8,000 galones desde donde continúa viajando por tubería en la forma de un acueducto y tubería subterránea hasta llegar a los grifos (Solöng 8). El agua nunca es filtrada o tratada en ninguna manera.

El Ministerio de Salud construyó esta infraestructura en el año 2001. El proyecto no está bien terminado el cual ha dejado a la comunidad con obstáculos para la captación y la limpieza (Junta de Agua). Con respecto a la captación, hay un escape de agua que resulta en que el acueducto no recibe cien por ciento del agua de la quebrada que lleva a escasez de agua de grifo. También muchos de los bloques estaban deteriorados y bajaban la eficacia de la captación, pero poco antes del tiempo de este estudio, la comunidad ha hecho algunas reparaciones que han mejorado esta situación. La limpieza del sistema actual es dura especialmente después de la lluvia a causa de la falta de una cubierta para la captación. Hojas secas lo llenan y se hace muy difícil limpiar. La comunidad ha dicho al Ministerio de Salud que su modelo de tanque no incluye una cubierta (Junta de Agua). La lluvia también aumenta la necesidad para un filtro porque el sedimento de la quebrada sube a la superficie del agua y puede dañar los tubos (Junta de Agua). Mientras en la estación seca la comunidad a menudo tiene escasez de agua de grifo porque la quebrada tiene muy poca agua, durante la época lluviosa corre demasiada agua y los tubos se desconectan (Junta de Agua).

Hoy en día existe una junta directiva de agua compuesta por miembros de la comunidad que está a cargo de la limpieza y el mantenimiento del sistema de distribución. El sistema está compuesto de cinco sectores y la junta de agua utiliza un horario giratorio para limpiar cada sector cada mes. Durante el tiempo de este estudio, la junta estaba tratando de implementar un horario nuevo que va a facilitar la limpieza cada quince días. La junta de agua reúne su mismo dinero para el mantenimiento del sistema usando varios eventos como ventas de tamales, pan o empanadas y reciben una porción de los impuestos de la comunidad también (Junta de Agua).

Algunos años después de la construcción inicial, ingenieros del Ministerio de Salud llegaron a Solöng para evaluar la condición del acueducto. Ellos dijeron que con el apoyo de la comunidad pueden mejorar el tanque de captación. El Ministerio de Salud proveyó varios materiales y destinaron 15 días a la comunidad para acumular los otros materiales y llevarlos al sitio de la captación. Los habitantes de Solöng construyeron una junta para hacer este trabajo y los suministros fueron recolectados en menos de 15 días pero algunos años han pasado sin la vuelta del Ministerio de Salud para realizar este trabajo (Junta de Agua). Adicionalmente, había un tanque de clorificación en la comunidad que el Ministerio de Salud regaló por años pero nadie sabe como arreglarlo o como operarlo.

En los primeros días de Mayo 2008, una representante del Ministerio de Salud llegó a Solöng y dijo que iba a reportar la necesidad que existe en la comunidad pero a la finalización de este investigación los residentes de Solöng todavía estaban esperando (Junta de Agua). Cuando este representante llegó, la comunidad presentó su idea para llenar la captación con piedras del río para convertirlo en un filtro, la representante les avisó que la captación no tiene capacidad para llenar con piedras porque es probable que no soporte ese peso y este riesgo no vale.

Durante el tiempo del proyecto, hubo una visita de una gira médica, un programa nuevo que lleva médicos a Solöng cada varios meses. Los doctores visitantes hablaron con la junta de agua a mediados de Mayo 2008 y dijeron que van a regresar dentro de dos meses para arreglar el tanque y la captación, y para enseñar como clorificar el agua y arreglar daños en la tubería. La junta está planeando cobrar \$1 por mes por casa para financiar la adquisición del cloro. Las metas actuales de la junta son reparar la caja con el objetivo de que el tanque nuevo pueda soportar el peso de piedras o arena como un sistema de filtración y enviar un miembro de la comunidad a una capacitación del Ministerio de Salud para que alguien sea entrenado para operar el equipo nuevo.

Un miembro prominente de la junta ejecutiva de agua fue optimista al decir que la comunidad va a alcanzar estos objetivos porque él espera que hoy en día con la gira médica habrá más comunicación entre el Ministerio de Salud y los miembros de la comunidad, pero expresó también su frustración con las varias promesas que han resultado en una espera muy larga sin resultados (Junta de Agua).

## **2. Acceso a Agua de Grifo**

La comunidad de Solöng está compuesta de varios barrios donde viven, en general, miembros de la misma familia. Los barrios son conocidos en gran parte por el apellido de la familia que los habita (Solöng 1). Tres barrios tienen sus propios nombres. “Shupko” está ubicado al otro lado de la escuela de casi todas las otras casas pero en el mismo lado del río Teribe, y “Bondy” y “Tres Piedras” están a través del río Teribe. De las aproximadamente 34 casas en Solöng sin incluir Tres Piedras y Bondy, casi todas están conectadas a la misma tubería (Junta de Agua). Tres Piedras y Bondy tienen sus mismos sistemas de tubería con fuentes diferentes del centro de Solöng y del uno al otro.

### *Bondy*

Los residentes de Bondy han estado viviendo sin agua de grifo por dos meses. La quebrada que alimenta su tanque de captación se secó recientemente a causa de una familia quien tumbó muchos árboles en su finca cerca de la quebrada. Cuando llueve mucho, la quebrada empieza a fluir otra vez y el agua llega a los grifos. Según una residente de Bondy, cuando hay agua de grifo siempre es limpia y de buena calidad porque las familias lo cuidan mucho. Ellos cepillan y botan toda la suciedad del tanque antes de liberar el agua que llega a las casas. Cuando agua no llega a los grifos la mayoría de los residentes de Bondy buscan agua en el río Teribe (Bondy 1).

### *Tres Piedras*

En el año 2007 un sistema de grifos fue construido en Tres Piedras. Todas las casas con la excepción de una que queda encima de una gran loma están conectadas a ese sistema. No había suficiente tubería para conectar a la casa en la loma cuando el sistema fue construido pero sus dueños anticipan que su casa va a ser conectada pronto. Esta casa normalmente busca agua en un ojo de agua o una quebrada. Las dos fuentes quedan cerca de la casa (Tres Piedras 1).

## **3. Fuentes Suplementarios**

Las fuentes de agua a dentro y alrededor de la comunidad de Solöng son abundantes. Cuando todas las fuentes son considerados juntos, el agua siempre esta presente y estable; la gente siempre tiene agua (Solöng 5). Los dos ríos, Teribe y Bonyíc, además de ser rutas esenciales de transporte y lugares lucrativos para pescar y cazar, son fuentes importantes de agua también. La gente de varios barrios de Solöng

incluyendo Tres Piedras y Bondy, dependen mucho de estas fuentes especialmente durante el verano cuando el agua del grifo y otras fuentes más pequeñas y vulnerables a la variación estacional son menos fiables (Bondy 1). Los entrevistados de este estudio indicaron siete quebradas y dos ojos de agua de los que dependen como recursos de agua. Una de las siete quebradas es la quebrada que alimenta el acueducto de Solöng. Las dos quebradas que alimentan los tanques de almacenamiento en Tres Piedras y Bondy no son incluidos en esta cuenta.

En general, las fuentes que las familias usan como recursos suplementarios son los que están ubicados cerca de sus casas. En el verano estas fuentes pueden cambiar cuando algunas quebradas pequeñas se secan y algunas familias piensan si usar los ríos debido a posibilidad de contaminación, pero en la mayor parte considerar el peso de llevar un suministro adecuado de agua y la distancia desde la casa son los factores decisivos en el uso de fuentes naturales (Bondy 1). Un informe de cuáles barrios usa cuáles fuentes está incluido en Tabla 2 Anexo A.

#### 4. Problemas Actuales

En general, los residentes de Solöng manifestaron que su suministro de agua es limpio, natural y de buena calidad en comparación con otros pueblos en la región. Algunos se refirieron al estallido reciente de *E. coli* en la ciudad de Changuinola como prueba que ellos no tienen los mismos problemas con contaminación que existen en otros lugares (Solöng 5). Aunque sus opiniones sobre su agua fueron positivas en general, los residentes estaban comunicativos sobre algunos obstáculos graves que impiden un sistema de distribución ideal. El grafico abajo (Grafico 1) muestra la frecuencia con que los residentes de Solöng mencionaron ciertos problemas durante las entrevistas. Algunos entrevistados indicaron más de un problema y algunos no quisieran decir nada específicamente. Abajo es una compilación de todas las respuestas. Ocho personas respondieron a las preguntas de la entrevista indicando la escasez durante el verano. Esta fue la respuesta más popular probablemente porque este estudio fue hecho durante el mes de mayo cuando ya debe ser durante la época lluviosa. Pero, la lluvia llego muy tarde y la población ha estado sintiendo los efectos de los meses secos por mas tiempo de lo que están acostumbrados.

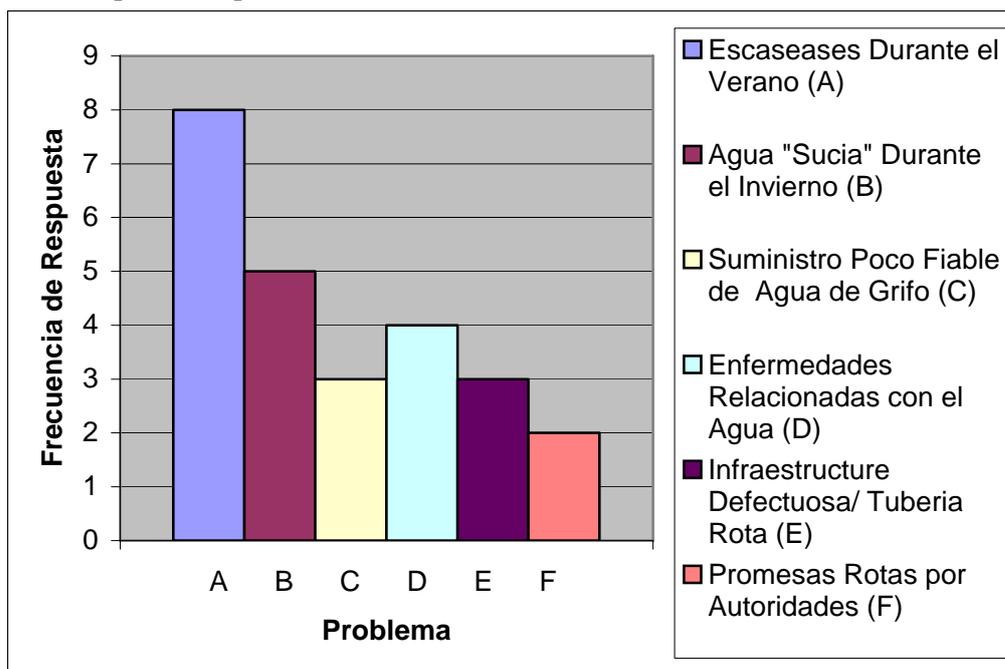


Grafico 1. Problemas actuales según los residentes de Solöng

### *Escasez de Agua de Grifo Durante el Verano*

Ocho residentes mencionaron el inconveniente de escasez de agua de grifo durante los meses de verano. Cada día antes de empezar a llevar a cabo esta investigación fue necesario preguntar si el agua llega. Hubo varias veces durante este estudio que el agua no llegó a las casas. Estos períodos demoraron desde una o dos horas hasta nueve horas. La junta de agua toma medidas para evitar estas situaciones. Por ejemplo, una noche durante una época seca cuando había muy poca agua en la quebrada que alimenta el tanque, un miembro de la junta cerró la llave que sale del tanque de 8,000 galones durante la noche para que pudiera llenar y el día después el agua guardada en el tanque por la noche sostuvo la comunidad (Junta de Agua). También, la escuela tiene su propio tanque de almacenamiento. Consecuentemente, cuando el agua no llega a las casas la escuela todavía tiene su mismo suministro limitado (Solöng 8). Aunque a veces es posible resolver el problema, la escasez de agua de grifo durante la estación seca es frecuente y es una carga para los miembros de la comunidad, especialmente los que viven lejos de otras fuentes de agua (Solöng 6).

### *Agua "Sucia" Durante el Invierno*

Después de un evento de lluvia y constantemente durante el invierno el agua sale sucia de los grifos (Solöng 1). Una medida que fue observada en varias casas para mejorar esto fue el uso de un pedazo de tela encima de la apertura del grifo para limpiarlo antes de beberlo. Mientras este método puede ser efectivo con partículas grandes que uno a veces se encuentra en agua cruda, no funciona para partículas pequeñas que existen en grandes cantidades especialmente después de la lluvia. Según un miembro de la junta de agua hay que facilitar la limpieza del filtro porque esto sería un gran paso adelante en proveer un suministro constante de agua limpia y buena para beber (Junta de Agua).

### *Suministro Poco Fiable de Agua de Grifo*

La falta de fiabilidad del agua proveída por los grifos es particularmente duro para las familias que viven lejos de fuentes de agua y necesitan llevar un suministro que pesa mucho desde los ríos o quebradas hasta la casa (Bondy 2). Una residente expresó su deseo que el grifo sea más fiable para que ella no tenga que continuar buscando agua en el río "sucio" (Solöng 6). Varios residentes revelaron que no les gusta buscar agua en los ríos o quebradas que corren a través de la comunidad porque mucha gente vive cerca y los usan para bañar y animales los usan también (Solöng 6).

### *Enfermedades Relacionadas con el Agua*

Las respuestas con respecto a enfermedades fueron muy diversas. Algunos residentes dijeron que a veces niños y adultos sufren por síntomas como diarrea, vomito y dolor de estómago (Solöng 1), algunos dijeron que el agua causa que niños menores de cinco años enfermen frecuentemente (Solöng 4), y algunos mantuvieron que en esta comunidad no hay ningunos síntomas de enfermedades relacionadas con el agua (Solöng 6). Un residente atribuyó las muertes de animales silvestres que toman agua de las quebradas del agua sucia después de la lluvia y dijo que esta agua causa daño a las personas también (Solöng 4).

El médico de la comunidad fue capaz de aclarar la situación. Según él, hay muchos parásitos en el agua que causan síntomas como diarrea. El agua en los ríos no es potable, pero la gente está "acostumbrados" y aunque el agua les causa enfermedades a veces, no les hace tanto daño como a personas que no están acostumbrados. Él dijo que

el agua de la comunidad es inferior al agua afuera porque allá tienen el equipo para purificarla y “no se puede comparar con eso” (Medico).

Los problemas con parásitos son frecuentes. La gente a veces vienen al médico para ser diagnosticados y a veces van a un doctor en Changuinola. Hay muchos casos de infecciones de estómago también. Las síntomas mas comunes de los dos son vómitos, dolor de estómago y diarrea y están presentes más en niños que adultos, especialmente menores de cinco años. Los problemas de salud como estos son reportados casi una vez por mes y el parásito que mas afecta a la comunidad se llama “Ascaris” (Medico).

El medico instruye a los miembros de la comunidad a hervir el agua. El viaja a las casas y da seminarios para enseñar los beneficios de hervir agua antes de beberla y limpiar las manos frecuentemente. Algunos miembros de la comunidad siguen estas instrucciones (Solöng 5).

#### *Infraestructura Defectuosa/Tubería Rota*

La época lluviosa es un tiempo peligroso para los tubos porque la corriente del agua puede ser muy fuerte y causar que los tubos se desconecten. Una vez la inundación fue grande y se reventaron algunas llaves en el sistema y la reparación era muy cara (Junta de Agua). Accidentes con los tubos no son raros y la comunidad le falta personal para repararlos rápidamente (Solöng 4).

#### *Promesas Rotas por Autoridades*

Como había mencionado anteriormente, las relaciones entre el Ministerio de Salud y los residentes de Solöng han resultado en una gran frustración, especialmente entre los residentes que estuvieron involucrados y preparando el proyecto que nunca habían realizados (Junta de Agua). Un residente de Bondy también indicó que los habitantes de este barrio han pedido a su representante del corregimiento arreglar su tanque o construir uno más grande. Aunque la respuesta a esta solicitud era positiva, los residentes de Bondy también han estado esperando por mucho tiempo para la realización de este proyecto (Bondy 1). La razón por que el gráfico indica solamente dos respuestas con relación a promesas de autoridades es que la mayoría de los miembros de la comunidad no están involucrados en tratar con estas personas y ellos no están familiarizados con las promesas pendientes.

### **5. Hidroeléctrica Bonyíc y Recursos de Agua**

El río Bonyíc tradicionalmente ha sido el centro del coto de caza y un lugar principal para la pesca de la comunidad de Solöng (Solöng 2). Aunque la caza se ha hecho menos frecuente, la pesca todavía es una fuente principal de alimentación. Mientras varios miembros de la comunidad reconocen las ventajas que puede resultar de este proyecto, como incentivos financieros y transporte mas fácil a Changuinola, mucha gente no consideran que la destrucción de esta naturaleza es un trato justo (Solöng 1).

Un residente de la comunidad de Bonyíc, que es uno de las comunidades vecinas de Solöng, ya ha presenciado directamente los efectos de la construcción de la carretera en el río Bonyíc y la naturaleza circundante. Según él, árboles tumbados y piedras y tierra caídas han causado que los armadillos, conejos, iguanas y otros animales silvestres que había y que eran abundantes huyeran o murieran. Cambios de tierra también han causado las muertes de muchos peces en el área del río cerca del sitio de construcción, y una quebrada que fluía por su tierra antiguamente ya esta completamente seca (Bonyíc 1).

Un residente de Changuinola educado sobre la hidroeléctrica indicó que la empresa esta planeando arrojada el agua usada en la cuenca. El dijo que estas aguas

residuales van a estar contaminadas y podrían tener efectos adversos después de ser arrojadas. El también afirmo que la construcción de la carretera ya ha secado varias quebradas. (Changuinola 1)

El río Bonyíc también es una fuente de agua para beber en que varios miembros de la comunidad de Solöng son dependientes. Especialmente durante el verano un mínimo de cinco familias lo usan regularmente cuando el agua no sale de los grifos (Solöng 1). La hidroeléctrica amenaza con cambiar la ruta del agua influyendo por el río drásticamente y eliminarlo como una fuente de agua para beber.

## **6. Análisis Químico del Agua**

Esta sección refiere a datos mostrados en Tabla 1 y Tabla 2, Anexo A.

### *Nitrato*

El nivel promedio en el agua de grifo fue 0.63 ppm con un valor mínimo de 0 ppm y un valor máximo de 1.5 ppm. En las fuentes de agua el valor promedio era ligeramente más bajo a 0.48 ppm con una gama desde 0 hasta 1 ppm. Estos niveles son suficientemente bajo que no existen riesgos de salud relacionados con la presencia de nitrato.

### *Fosfato*

De las 30 muestras diferentes, 6 tuvieron un valor positiva variando desde 0.25 ppm hasta 0.5 ppm. Aunque estos niveles de fosfato pueden causar el aumento del crecimiento de plantas, nada fue observado durante el tiempo de este estudio. Estos resultados no fueron correlacionados con eventos de lluvia. Luego, la escorrentía aumentada no fue la causa de los valores altos. Es posible que las indicaciones altas sean el resultado del residuo líquido del agua contaminada con detergente. La gran mayoría de resultados negativos de esta prueba indican que la presencia de fosfato en las fuentes de agua no está extendida.

### *pH*

El pH promedio del agua de grifo fue 6.9 y en las fuentes de agua fue 7.2. Ambos valores son seguros para beber y el pH de 7.2 crea un buen ambiente para peces y otros organismos acuáticos. Las medidas de pH de los dos ríos fueron un poco más altas de los otros resultados con valores de 7.6 o 7.7 en cada uno de las tres muestras de los dos ríos. La razón por el pH más alto de los ríos puede ser debido a las playas por los dos lados que crean corta distancia entre los bosques y los ríos. Las quebradas, incluyendo la que alimenta el acueducto están más cercanas a árboles y la presencia de ciertas especies de árboles puede resultar en un pH más básico.

### *Alcalinidad*

La escala de alcalinidad de agua de grifo fue desde 34 ppm (grifo 4,5) hasta 79 ppm (grifo 15) con un promedio de 57 ppm. El valor más bajo para fuentes de agua fue 20 ppm (ojo de agua 1) y el valor más alto fue 64 ppm (quebrada 1). Todos estos valores quedan entre 20 y 200 ppm, la escala que es usualmente encontrada en agua dulce, pero la alcalinidad de las fuentes medidas es demasiado baja para estabilizar el pH de los ríos o quebradas.

### *Dureza*

La dureza promedia del agua de grifo y fuentes de agua fue muy similar con valores de 44 ppm y 43 ppm respectivamente. Estos resultados clasifican el agua como aguas moderadamente blandas, en contraste con aguas duras. Los Depósitos no fueron reportados por miembros de la comunidad y bloqueos no causan problemas en la tubería (Junta de Agua). Estas observaciones son consistentes con agua blanda.

### *Oxígeno Disuelto*

El valor promedio de 6.5 indica un nivel saludable para el crecimiento y actividad de peces. La Información adicional que corrobora este dato es que los miembros de la comunidad pescan regularmente, y el pescado es un alimento básico de la comunidad (Solöng 2). Una razón para la abundancia de oxígeno es que el agua de los ríos y las quebradas está agitado regularmente a causa de la corriente. La interacción entre la superficie del agua y la atmósfera resulta en altos niveles de oxígeno disuelto.

El valor de 8.2 ppm registrado el 8 de Mayo 2008 es más alto que los otros valores del mismo sitio (Tabla 2 Anexo A). Es posible que oxígeno entro a la botella cuando esta muestra fue tomada y produjo un resultado alto. El promedio de las medidas del oxígeno disuelto excluyendo esta prueba es 6.2 ppm: un nivel saludable para la vida acuática.

### *Turbiedad*

En general, el agua de las quebradas y consecuentemente el agua de grifo de la comunidad es muy clara. Las muestras que fueron tomadas en días cuando no llovió tuvieron niveles muy bajos de turbiedad. Como esta mostrado en la Tabla 2, todas las quebradas y ríos medidos inicialmente en este estudio tuvieron una turbiedad más baja de 5 JTU con la excepción de quebrada 3 y quebrada 4 que fueron medidos en el día después de un evento de lluvia.

Todas las muestras de los grifos excluyendo grifos 5, 6, y 7 fueron tomadas después de varios días sin lluvia y la mayoría de las pruebas de turbiedad produjeron resultados entre 0 y 0.5 JTU. La única anomalía presente en los datos fue los dos grifos de Tres Piedras uno que registro una turbiedad de 15 JTU (grifo 14) aunque no llovió en los días antes. La turbiedad del otro grifo en Tres Piedras fue mucho más bajo con un valor de 4 JTU (grifo 15) y como las muestras de estos grifos fueron tomados dentro de media hora y están conectadas a la mismo fuente un explicación posible por el valor alto de grifo 14 es un daño en la sección pequeña de tubería que es conectado solamente a esta casa.

Las pruebas de seguimiento que fueron tomadas a causa de la tendencia que fue observada con los efectos de la lluvia en la turbiedad del agua produjeron resultados que corroboraron la tendencia evidente. La grafica abajo muestra los resultados de las muestras tomadas en una quebrada y cuatro grifos. Las muestras etiquetadas "antes de la lluvia" fueron tomadas con un mínimo de tres días sin lluvia y las muestras de "después de la lluvia" fueron tomadas el día después de un evento de lluvia.

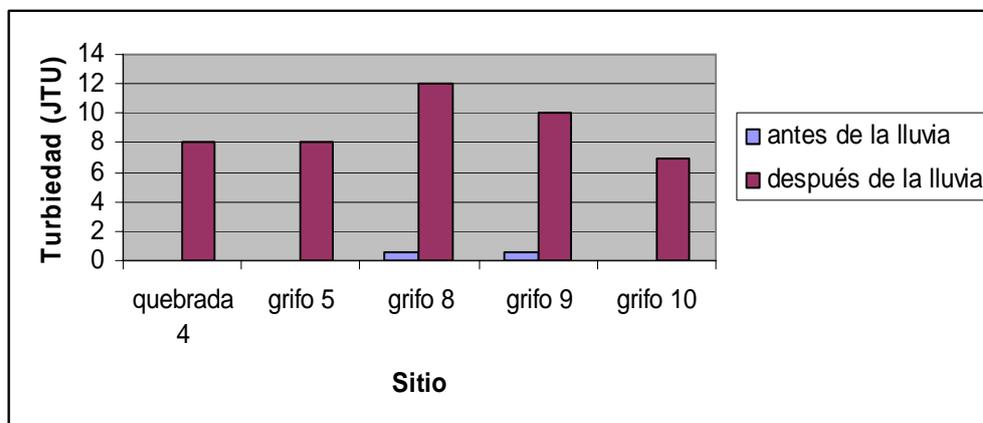


Grafico 2. Los Efectos de la Lluvia en la Turbiedad de 5 Sitios

El cambio promedio de turbiedad en estos sitios fue 8.8 JTU. Este cambio muestra que la lluvia tiene un gran efecto en la potabilidad del agua. Los valores de 0 y 0.5 JTU que fueron registrados antes de la lluvia son permisibles internacionalmente en agua para beber, pero el valor promedio de 9 JTU los sobrepasa considerablemente. Este cambio ocurrió en una manera mas extrema en el río Bonyic donde la diferencia de turbiedad después de un evento de lluvia fue 150 JTU (grafico abajo).

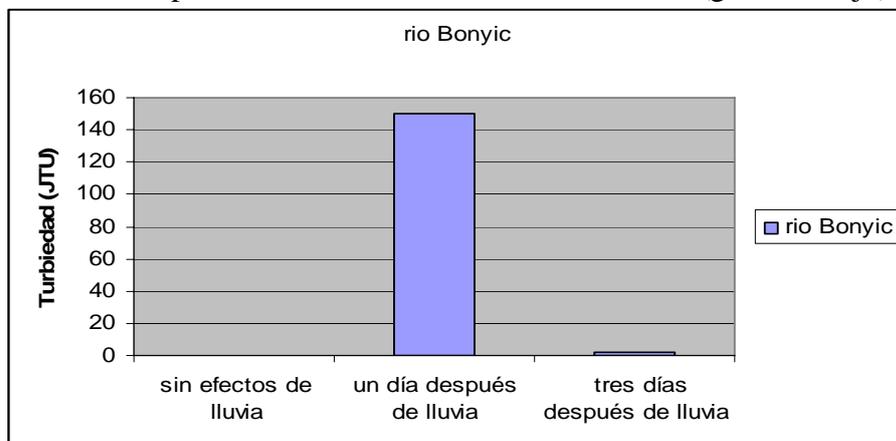


Grafico 3. Turbiedad del Río Bonyic Antes y Después de Lluvia

## 7. Análisis Microbiológico del Agua

Como está mostrado en Tabla 3 Anexo A, cada uno de las diez muestras que fueron tomadas en los cuatro grifos, cuatro quebradas y dos ríos tuvo niveles de coliformes totales, y *E. coli* que superaron el método establecido de Colilert con valores más de 200.5 colonias por cien mililitros. Las muestras fueron tomadas de varias fuentes y lugares diferentes y por eso los resultados indican contaminación extensa en todas las fuentes de agua disponibles a la comunidad de Solöng. Debido al hecho de que de la gente de Solöng toman agua cruda, la existencia de coliformes fecales en las fuentes de agua garantiza que el agua de grifo va a estar contaminada también. El origen fecal de las bacterias que fueron encontrados usando esta prueba muestra que la falta de tratamiento del agua de Solöng esta obligando a la gente de esta comunidad a tomar agua que no sea permisible por ninguna autoridad de agua.

## 8. Potabilidad del Agua

Los valores estándar y los promedios y gamas de los parámetros medidos durante este estudio son recopilados abajo (Tabla 4). Los dos factores que hacen el agua de Solöng im potable son la gran gama de valores de turbiedad y la presencia de los coliformes fecales de *E. coli*. Aunque la turbiedad en los días sin lluvia fue muy bajo, los valores en los días después de la lluvia varían desde 8 JTU hasta 150 JTU y hacen el agua inadecuada para el consumo. Coliformes totales y *E. coli* que no pueden ser encontrados en agua potable estuvieron presentes en niveles muy altos. También, según el médico los parásitos son comunes, especialmente *Ascaris lumbricoides*. Por estas razones el agua de la comunidad de Solöng no es agua potable.

|                           | Valor Estándar del EPA | Valor Promedio-Solöng | Gama de Valores-Solöng |
|---------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>nitrate</b>            | 44.2 ppm               | 0.56 ppm              | 0 ppm-1 ppm            |
| <b>fosfato</b>            | NA*                    | 0.01 ppm              | 0 ppm-0.5 ppm          |
| <b>pH</b>                 | 6.5-8.5                | 7.1                   | 6.5-7.7                |
| <b>Alcalinidad</b>        | NA*                    | 53.5 ppm              | 20 ppm-79ppm           |
| <b>Dureza</b>             | NA*                    | 43.5 ppm              | 18-60 ppm              |
| <b>Turbiedad</b>          | 0.3 NTU                | 2.7 JTU               | 0-150 JTU              |
| <b>Oxígeno Disuelto</b>   | NA*                    | 6.5 ppm               | 5.2ppm -8.2 ppm        |
| <b>Coliformes Totales</b> | 0                      | >200.5 colonias       | NA**                   |
| <b><i>E. coli</i></b>     | 0                      | >200.5 colonias       | NA**                   |

Tabla 4. Una comparación de valores estándar de agua potable del EPA con los resultados de este estudio.

\*Estos parámetros no tienen valores estándar designados por razones de salud.

\*\*La gama no está conocida porque los niveles sobrepasaron el método usado en estudio

## X. Discusión

### 1. Calidad de Agua de Solöng: Perspectiva Química

Los resultados de las pruebas químicas la mayor parte son consistentes con resultados esperados en una cuenca con intervención humana mínima (Tabla 4). A nivel mundial, abonos y agroquímicos son una fuente principal de contaminación de agua (Campbell, 2001). Estos químicos son usados muy poco en la comunidad de Solöng porque una gran cantidad de las plantas que la gente siembra son para el consumo de la casa, y la agricultura en gran escala, que exigiría el uso de agroquímicos, no existe. Aun la producción de verduras y naranjas para vender en Changuinola es muy natural (Solöng 1). Una familia que siembra bananos indicaron que ellos nunca usan abonos y usan insecticida muy poco y solamente en las ocasiones cuando es muy necesario y disponible (Solöng 9). Los niveles bajos en la mayoría de las pruebas de los nutrientes nitrato y fosfato en de este investigación reflejan el hecho que uno de las fuentes principales de nutrientes en el agua, los abonos y agroquímicos, no son usados por mayor parte en el la comunidad y en el territorio Naso en general.

Los valores de pH, alcalinidad y dureza encajan con los valores usualmente encontrados en agua dulce natural. Las niveles de alcalinidad encontrados durante este estudio fueron bajos de los 100-200 ppm necesarios para estabilizar el pH de una quebrada, pero medidas de pH indican que por lo general el pH de los fuentes en Solöng no fluctúa mucho. Los valores de pH fueron 7.6 o 7.7 en las tres muestras de cada río (Tabla 2 Anexo B). En los grifos, excluyendo el agua de la escuela que es almacenada en su mismo tanque que puede afectar el pH, todos los que están alimentados por la misma quebrada en Solöng (grifos 2-13) tuvieron un pH de 6.8 o 6.9 a través de cuatro días, incluyendo una tormenta que puede bajar la acidez del agua porque lluvia puede tener este efecto. Entonces, aunque la alcalinidad es un poco baja, los recursos de agua observados durante el tiempo de este estudio no fueron susceptibles a cambios grandes en pH.

El único parámetro químico que produjo resultados que no son consistentes con la definición del agua potable y que presente un riesgo a la salud fue la turbiedad del agua después de eventos de lluvia. Algunos veces por año el río Bonyíc y el río Teribe crecen rápidamente después de bajar poco a poco durante las épocas más secas (Solöng 1). Según los datos en gráfico 2, las tempestades grandes que causan el crecimiento

también causan un gran aumento en turbiedad que dura solamente uno o dos días pero se hace esta agua imbebible por este periodo. Los datos de cada sitio donde las muestras fueron tomadas antes y después de una tormenta indican que la lluvia es un factor principal en la determinación de niveles de turbiedad.

Parece que los aumentos en turbiedad solamente son problemáticos por épocas cortas después del evento de lluvia. Consecuentemente una manera en que familias podrían evitar la bebida de agua turbia es guardar agua en las casas en caso de la lluvia. Es posible que la bebida del agua turbia después de la lluvia aumente el riesgo de contraer las enfermedades relacionados con parásitos porque las partículas que crean la turbiedad en el agua proveen superficies para el transporte de microorganismos y otros contaminantes. Como las familias no pueden predecir cuando va a llover, un sistema de filtración es la única manera de proveer un suministro constante de agua no afectada por clima lluvioso.

## **2. Calidad de Agua de Solöng: Perspectiva Microbiológica**

El número de colonias de *E. coli* requeridas para causar síntomas depende en la cepa de la bacteria. Solamente 100 organismos de EHEC puedan causar infección. Cepas diferentes también son características de lugares diferentes y producen síntomas que varían un poco. La cepa ETEC, por ejemplo, es responsable en su mayoría de causar la diarrea que aflige los niños de países en vías de desarrollo (WHO, 2006). Todas las cepas de *E. coli* normalmente causan efectos adversos y a menudo muy graves en humanos que ingieren la bacteria. La única explicación por que la gente de Solöng no se enferman regularmente a pesar de altas cantidades de contaminación, es que sus cuerpos se han acostumbrados a la presencia de la bacteria y son un tanto inmunes. Sin embargo, las indicaciones de síntomas como diarrea y dolor de estómago en los niños de la comunidad probablemente están relacionados con las altas niveles de bacteria en toda el agua disponible.

El tratamiento del agua en el mundo desarrollado que consiste normalmente en rayos x, ozono o clorificación que hoy en día es el método más anticuado, significa que bacterias como *E. coli* nunca deben estar presentes en el agua. Por eso, casos de contaminación de agua o comida por *E. coli* a menudo son muy publicados. La necesidad de advertir a los consumidores e implementar medidas de seguridad además de la conmoción de los números grandes de enfermos que usualmente ocurren, causan que las noticias de un brote de *E. coli* se difunden rápidamente y son recordados por mucho tiempo. Un caso muy conocido de un brote de *E. Coli* relacionado con agua de beber fue en Walkerton, Ontario, Canadá- una comunidad de agricultores. El brote durante el mes de mayo en el año 2007 que causó más de 2300 enfermos y 7 muertes ocurrió cuando la escorrentía de lluvia que había sido contaminado por heces de ganado contaminó el agua de la comunidad (WHO, 2006). Adicionalmente, en los meses de marzo y abril 2008 en la ciudad de Changuinola habían 935 casos de diarrea y 25 casos que han requerido hospitalización a causa de la presencia de la bacteria *E. Coli* (MinSa, 2008). Con intervenciones sanitarias el número de enfermos disminuyó.

La presencia tan alta de una bacteria que produce escándalo en casi todo el lugar donde se encuentra en el suministro de agua, indica una negligencia extrema de las necesidades de esta comunidad. El brote en Changuinola que fue muy reciente durante el tiempo de este estudio fue mencionado varias veces por residentes de Solöng durante entrevistas como un ejemplo de problemas que no existen en su comunidad. En realidad, la necesidad de vivir sin agua tratada por tanto tiempo ha hecho los residentes de esta comunidad resistentes a altos niveles de contaminación pero es injusto que su

gobierno no provea los mismos servicios de tratamiento que proveen en otros pueblos de la región con agua más segura.

### **3. Enfermedades Relacionadas con el Agua**

Mucha de la información recogida en las entrevistas sobre problemas u obstáculos relacionados con el agua de Solöng fue consecuente. Los entrevistados tuvieron muchas opiniones similares sobre el estado actual de su sistema actual y sobre obstáculos relacionados con el clima y otros factores. El único tema donde había muchas contradicciones fue enfermedades relacionadas con el agua. Algunos residentes indicaron frecuencia alta de enfermedades y algunos indicaron que no existen en esta comunidad. Una razón posible por esta variación es que residentes quizás no están conscientes de cuales síntomas son indicativos de enfermedades transmitidas por el agua.

El medico indicó el parásito *Ascaris lumbricoides* como la enfermedad mas común que esta relacionada con el agua de Solöng. *Ascaris lumbricoides* es un nemátodo del intestino delgado de los seres humanos. Se encuentra frecuentemente en países en vías de desarrollo pero existe en todo el mundo. Los síntomas más comunes de ascariosis, la enfermedad causada por este parásito, son diarrea y dolor de estómago pero existe una gama de otros síntomas posibles. La infección puede ser diagnosticada cuando los huevos del parásito están presentes en las heces del paciente. A veces gusanos adultos pueden ser encontrados en heces o saliendo por otras partes del cuerpo, como la boca o nariz. En la comunidad de Solöng este parásito afecta por mayor parte a niños menores de cinco años. En niños, el tamaño grande de gusanos adultos, si maduran a dentro del cuerpo, pueden causar obstrucciones de los intestinos (FDA, 1991).

Este parásito puede ser adquirido por el consumo de cultivos crudos que son contaminados con sus huevos, y también puede entrar al cuerpo por los heridas (FDA 1991). Por eso, la tendencia de los miembros de la comunidad de andar descalzos puede facilitar la transmisión. El agua de beber es otro modo de transmisión. Fuentes de agua contaminadas con heces humanas son un fuente probable de la infección (Brown, 1). La frecuencia con que los niños de la comunidad se enferman con este parásito contrasta marcadamente con otras regiones del país donde el agua pasa por tratamiento y esta enfermedad es casi desconocida. La Clorificación del agua mataría este parásito y reduciría mucho los incidentes de infecciones, pero mientras un sistema de clorificación todavía no existe en Solöng, higiene buena y agua hervida pueden reducir la probabilidad de transmisión (Medico).

### **4. La Hidroeléctrica y el Futuro del Río Bonyíc**

Si el proyecto va a ser completado, la represa estará ubicada mas o menos 8 km desde la desembocadura del río Bonyic al río Teribe. Los planos incluyen una estructura de 38 metros de altura por 165 de largo. Una carretera de 17.7 km de longitud esta planeada para acceder al sitio con las suministros de construcción. Otras estructuras mas pequeños y carreteras menores están incluidos en el proyecto también (Burica, 2008).

#### *La lucha de los Naso*

La represa proyectada tiene el potencial de afectar al medio ambiente y la cultura del territorio en una manera importante. La carretera que va a conectar el poblado de Changuinola con la represa también va a fomentar inevitablemente la migración de los Naso. Con relación al medio ambiente, el proyecto va a deforestar mucha tierra que había sido preservado en condición prístina por siglos debido a la coexistencia pacífica

entre la población Naso y la naturaleza. Parque Internacional La Amistad, una reserva de la biosfera compartida por Panamá y Costa Rica, también esta ubicada muy cerca de la represa propuesta, y el proyecto presente es una amenaza a la riqueza natural que existe allí también (Burica, 2008).

Hoy en día las relaciones entre los Naso y la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) sobre el significado de tierra designada como reserva son un tanto tensas. Por ejemplo, ANAM no permite que familias que viven dentro de las partes del parque que se solapan con el territorio Naso a tumbár árboles, pero no está tomando acciones contra la empresa de la hidroeléctrica que ya ha tumbado muchos árboles y planea a tumbár mucho más (Solöng 1). También, familias ya no pueden cazar el tapir que había sido un componente regular de la alimentación porque es un animal en peligro de extinción. Sin embargo, la ubicación propuesta de la hidroeléctrica queda dentro del coto de caza antiguo del tapir en otras palabras dentro de su hábitat. Los Naso usaban el río Bonyíc como un guía para encontrar tapires, y aunque la caza es prohibida, los tapires estarán en peligro grave si un componente tan esencial de su hábitat va a ser destruido por la represa (Solöng 2). La alteración del río Bonyíc es capaz de matar muchos mas tapires que por cazadores.

El asunto de la hidroeléctrica ha dividido la comunidad de Solöng y el pueblo Naso en general. Mientras algunos ya han vendido su tierra al proyecto y lo apoyan a causa de la perspectiva de oportunidades de empleo y otros beneficios en el futuro, otros se oponen fuertemente por razones ambientales, económicas, y culturales. Este proyecto se ha fragmentado la comunidad. Ha hecho enemigos de amigos antiguos y ha movilizado algunos residentes a protestar por el proyecto cueste lo que cueste aunque sus vecinos lo acogen positivamente. (Solöng 1).

### *Impactos Ambientales*

Los impactos ambientales de la hidroeléctrica van a empezar con la sustitución de un valle de río con un embalse. La tierra que este proyecto propone inundar es bosque tropical, un hábitat que tiene una riqueza particularmente alta de biodiversidad. Ecosistemas terrestres cerca de los ríos a menudo coinciden con algunos de los hábitat más diversos en el mundo. Hidroeléctricas sustituyen estos hábitat con un embalse que provee hábitat para una gama de especies mucho más reducida (IDSN, 2008).

Es seguro que la hidroeléctrica también cambiaría la morfología del lecho de río debido a cambios en los niveles de sedimento en el río. Represas atrapan sedimento llevado por un río en el embalse. El sedimento se asienta al fondo y el agua despedida por la represa es mucho más clara que el agua que entra. El agua clara después de pasar por la represa erosiona el lecho y banco del río abajo para recapturar su carga de sedimento. El resultado de este proceso es la erosión de mucho material en el lecho de río que lo deja lleno de piedras y peligrosos por organismos acuáticos (IDSN, 2008).

Una de los efectos mas grandes de represas hidroeléctricas es que causan la fragmentación de los ecosistemas de los ríos que resulta en el aislamiento de ciertas especies que viven río arriba o río abajo de la represa y la disturbio de migración de peces. Migración de peces es a menudo un componente importante de reproducción, y el obstáculo que la represa crea por este proceso tiene un gran impacto en los poblaciones de peces y la seguridad alimenticia del pueblo Naso (IDSN, 2008).

### *Calidad de Agua*

Cambios en calidad de agua río abajo de represas hidroeléctricas casi siempre incluyen cambios de temperatura, abundancia de nutrientes, turbiedad, gas disuelto y concentraciones de metales y minerales (IDNS, 2008). Cuando un embalse atrapa el

agua por periodos largos de tiempo la temperatura cambia y nutrientes son removidos. La inundación inicial de bosques cuando la represa esta construida resulta en la descomposición de los árboles y otra vegetación sumergida, aumenta marcadamente la cantidad de materia orgánica en el agua. Durante el proceso de descomposición el oxígeno en el agua esta usado y el los niveles bajos de oxígeno disuelto del río abajo puede ser letal para peces y otros organismos. La combinación de la acumulación de agua que no corre y árboles que caen y no muevan puede bajar el pH del río también.

## **XI. Recomendaciones**

El análisis de los resultados de este proyecto ha producido las recomendaciones siguientes:

1. Obtener alguna de estas dos formas de tratamiento para el agua de la comunidad.  
*-filtración-* Filtración es la manera mas básica para limpiar el agua. Aseguraría un suministro de agua más limpio a la casa especialmente después de la lluvia cuando la turbiedad de agua de grifo es muy alta. La filtración también puede bajar el riesgo de infección por parásitos que son transportados en las partículas que son tomadas en agua cruda. Materiales dentro de la comunidad pueden ser usados para hacer un filtro rudimentario. Piedras y arena son capaces de remover algunos de las partículas en el agua. Aunque filtros más avanzados producen agua más segura, el uso de materiales presentes en la comunidad puede aumentar la situación considerablemente.

*-clorificación-* Es un hecho probado que el cloro mata a muchos microorganismos en el agua. Es un componente integral de casi toda forma de tratamiento básico de agua potable. La clorificación del agua de Solöng bajaría el índice de infección a causa de parásitos, y eliminaría también los efectos posiblemente adversos de la alta presencia de coliformes fecales.

Ambos formas de tratamiento serian lo mejor, pero cada uno es vital separadamente también.

2. Implementar un sistema de tratamiento de deshecho humano  
Un componente integral de esta recomendación es concientizar los residentes de la comunidad sobre fuentes actuales de contaminación. La presencia de coliformes fecales en el agua indica que las letrinas que existen en la comunidad probablemente no están previniendo los contaminantes del desecho humano de entrar al suministro de agua de beber. Una idea para mejorar este problema es cambiar los fondos de las letrinas de tierra a cemento. Fondos de tierra permiten que contaminantes entren al suelo y lleguen al suministro de agua subterránea que exporta la contaminación. Fondos de cemento exigirían la limpieza del servicio regularmente, pero facilitan el tratamiento de desecho para que los contaminantes puedan ser neutralizados.
3. Responsabilizarse para proteger las cuencas de las quebradas y del río.  
La tala de árboles es una gran amenaza para los recursos hídricos porque los bosques están estrechamente relacionados con la disponibilidad de agua en el ecosistema. Los bosques agregan el agua que atrapan de suelos circundantes en preparación para épocas secas y para su alimentación. Cuando llueve, los árboles

atrapan el agua del suelo y lo guardan en sus hojas, raíces y troncos. Los Árboles también afectan la formación de nubes y la lluvia porque el viento recoge agua desde los árboles. Esta humedad, en combinación con el calor que los árboles agregan a la atmósfera son dos componentes en la formación de nubes. La existencia de árboles también puede estar correlacionada directamente con el flujo de los ríos. Sin las raíces de árboles que causan la penetración de lluvia a partes más profundas del suelo y su capacidad de guardar agua, ríos y quebradas se secan. La tala de árboles también libera sedimentos que pueden dañar los ecosistemas acuáticos.

La prevención del corte de árboles dentro y afuera de la comunidad es importante. A dentro de la comunidad donde los residentes tienen más autoridad e influencia hay varios métodos para atender ese tema. Algunas ideas son crear una sistema de inscripción o permisión para la tala de árboles entre la comunidad. Así, residentes pueden valorar si el corte de un árbol va a afectar las cuencas en que miembros de la comunidad dependen. La creación de una zona tapón de una distancia elegida de un río o quebrada a dentro de que la tala de árboles es prohibida puede ayudar a alcanzar este objetivo. La organización de una junta para sembrar árboles, preferentemente especies nativas para proteger las quebradas, especialmente las que alimentan la tubería, también puede asegurar la salud de las fuentes para el futuro.

## **XII. Conclusión**

En el territorio Naso existe una abundancia de recursos hídricos. La población pequeña del área y la carencia consiguiente de empresas agrícolas de gran escala o proyectos de construcción han dejado los ríos y quebradas de esta región relativamente cerca de su estado natural. Los Naso son muy afortunados en este sentido porque como varios otros grupos indígenas en Panamá, ellos viven separados y a menudo olvidados por la sociedad panameña. Debido a su distribución afortunada en la cuenca lucrativa del río Teribe, ellos están un tanto exentos de la lucha que otros grupos se enfrentan con respecto a acceso al agua para beber. Aunque el suministro de agua cruda no falta, el agua si le falta el tratamiento que es considerado necesario para contar como agua potable. El hecho que la población de Solöng esta "acostumbrada" la mayor parte al agua que es considerada contaminada por el mundo desarrollado, no justifica la negligencia que ha resultado en las circunstancias actuales. Los residentes de la comunidad de Solöng merecen agua de la misma calidad de sus paisanos.

Los obstáculos principales que la comunidad de Solöng enfrenta con relación a sus fuentes de agua son dobles. Mientras que es imprescindible que el agua reciba tratamiento con los dos componentes principales de filtración y clorificación antes de llegar a las casas de la comunidad, es importante también que la cuenca en que Solöng esta ubicada sea protegida de proyectos de desarrollo y otros cambios de gran escala o largo plazo que podrían dañar los recursos de agua dulce que sostienen comunidades sustanciales de animales y humanos. Cambios a pequeña escala pueden alterar la cuenca en una manera considerable también, y mientras miembros de la comunidad siguen la lucha para preservar el estado actual del río Bonyic, residentes también pueden responsabilizarse a cuidar las quebradas que corren por la comunidad. La tala de árboles es un actividad con efectos particularmente rápidos y perjudiciales para las fuentes de agua y debe ser considerado cuidadosamente antes de realizarlo.

El estado actual del agua de la comunidad de Solöng es un poco irónico. La comunidad tiene una gran cantidad de agua dulce pero falta hasta el tratamiento básico

para hacerla potable. Con el proyecto hidroeléctrico inminente, incluso si la comunidad obtuviera los recursos para implementar un sistema de tratamiento, es posible que la abundancia que la comunidad goza actualmente sea amenazada. Hay elementos en esa situación complicada que residentes de Solöng pueden controlar y hay elementos afuera de su autoridad, pero esta comunidad se merece agua más segura. Aunque los miembros de la comunidad son acostumbrados a tomar el agua disponible, todavía hay enfermedades y otras privaciones que pueden ser eliminadas. Hay ciertos cambios que los residentes pueden hacer ellos mismos, pero también necesitan el apoyo de autoridades relevantes con los recursos y el conocimiento para proveer cada residente de Solöng con agua potable.

### **XIII. Literatura y Entrevistas Citadas**

Arcia, Ohigginis. "Calidad del agua disminuye." Nación PA 26 Feb. 2006. 22 May 2008 <<http://www.pa-digital.com.pa/archive/02262006/nation02.shtml>>.

Arcia, Jose. "El agua potable en Panamá." Martes Financiero 28 Feb. 2007. 19 May 2008 <<http://www.martesfinanciero.com/history/2006/06/27/columnas/temadeportada.html>>.

Barlow, Maude, and Tony Clarke. "The Struggle for Latin America's Water." Global Policy Forum-North American Congress on Latin America July 2004.

Bernard, HR. 1995. Unstructured and Semi-structured Interviewing. Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Approaches. UK: Altamira Press. 208-236.

Bondy 1. Residente del barrio de Bondy, comunidad de Solöng. Entrevista Personal. 15 Mayo 2008.

Bondy 2. Residente del barrio de Bondy, comunidad de Solöng. Entrevista Personal. 15 Mayo 2008.

Bonyíc 1. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 15 Mayo 2008.

Brown, Harold W. "Human Ascaris as a Household Infection." The Journal of Parasitology 13.3 (1927): 206-12.

Burica. "Encuentro Entre Indigenas de Costa Rica y Panama." Burica Wordpress 13 May 2008. 24 May 2008 <<http://burica.wordpress.com/2008/05/13/indigenas-de-panama-y-costa-rica-compartieron-experiencias-con-hidroelectricas/>>.

Campbell, Gale and Wildberger, Steve. "The Monitor's Handbook: A Reference Guide to Water Monitoring." LaMotte Company, 2001.

Changuinola 1. Residente de la ciudad. Entrevista Personal. 15 Mayo 2008.

CNN: Environmental News Network Staff. "Lockout? Panama Canal Running Out of Water" ENN. 1 Nov 2000. 24 May 2008. <<http://edition.cnn.com/2000/NATURE/11/01/panama.canal.enn/index.html>>.

Contraloría General de la República. "Censo de Población y Vivienda." 2000.

Eaton, Andrew d., and Lenore S. Clesceri, eds. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 1917. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association, 2005.

Food and Drug Administration (FDA). "Ascaris lubricoides and Trichuris trichiura," Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook. April 1991. 23 May 2008. <<http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap30.html%20>>.

Florida Geological Survey. "Bulletin No. 66." 20 May 2008.  
<[ftp://ftp.dep.state.fl.us/pub/geo/web/springs/water\\_quality.pdf](ftp://ftp.dep.state.fl.us/pub/geo/web/springs/water_quality.pdf)>.

Grupo Nacional de Trabajo. Vigilancia de la Calidad del Agua en Comunidades Indígenas de Panamá. Oct. 2003. 10 Apr. 2008 <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsapi/e/concurso/panama.pdf>>.

Herrera, Francisco. "Las Comunidades Indígenas en el Umbral del Nuevo Milenio." University of Panama. 2001.

International Development Studies Network. "Environmental Impacts of Dams." IDSNet. 24 May 2008  
<<http://www.idsnet.org/Resources/Dams/Development/impact-enviro.html>>.

Junta de Agua de Solöng. Miembro Ejecutivo. Entrevista Personal. 7 y 16 Mayo 2008.

Lewis, Leo. "Water Shortages Are Likely to be Trigger for Wars, Says UN Chief Ban Ki Moon." The Times 4 Dec. 2007. 21 May 2008  
<<http://www.timesonline.co.uk/tol/news/world/asia/article2994650.ece>>.

Medico de Solöng . Residente de la comunidad.. Entrevista Personal. 9 Mayo 2008.

Ministerio de Salud. "Salud de Pueblos Indígenas: Un análisis de las condiciones de salud de las poblaciones indígenas de Panamá." Julio 2000.

Ministerio de Salud. "Situación Del Brote De Enfermedad Diarreica En Los Corregimientos De El Empalme y Changuinola." Informacion de Salud. 4 May 2008.  
<[http://www.minsa.gob.pa/minsa2008/final\\_newpage/noticias.php?id=411](http://www.minsa.gob.pa/minsa2008/final_newpage/noticias.php?id=411)>.

Plata, Rueda E. *Mortality due to diarrhea in Latin America*. Memorias de Cocoyoc. Primer Seminario. Situacion y Perspectivas de la Mortalidad en Menores de Cinco Anos en America Latina, Cocoyoc, Morelos, Mexico, 23/26 Octubre 1988, compiled by Pan American Health Organization [PAHO], Mexico. Secretaria de Salud, UNICEF. Washington, D.C., PAHO, 1989 :583-95.

Serven, Lewis, Humberto J. Lopez, and Edwin Goni. "Fiscal redistribution and income inequality in Latin America." The World Bank- Policy Research Working Paper Series . 21 May 2008 <[http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/01/24/000158349\\_20080124094447/Rendered/PDF/wps4487.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/01/24/000158349_20080124094447/Rendered/PDF/wps4487.pdf)>.

Shupko 1. Residente del barrio de Shupko, comunidad de Solöng. Entrevista Personal. 12 Mayo 2008.

Shupko 2. Residente del barrio de Shupko, comunidad de Solöng. Entrevista Personal. 12 Mayo 2008.

Solöng 1. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 6-16 Mayo 2008.

Solöng 2. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 11 Mayo 2008

Solöng 3. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 15 Mayo 2008.

Solöng 4. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 7 Mayo 2008.

Solöng 5. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 8 Mayo 2008.

Solöng 6. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 8 Mayo 2008.

Solöng 7. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 8 Mayo 2008.

Solöng 8. Residente de la comunidad. Entrevista Personal. 7 Mayo 2008.

Tres Piedras 1. Residente del barrio de Tres Piedras, comunidad de Solöng. Entrevista Personal. 13 Mayo 2008.

UNICEF. "Factsheet." Derechos de niñez y adolescencia indígena. 3 May 2008  
<[www.unicef.org/media/files/Factsheet.doc](http://www.unicef.org/media/files/Factsheet.doc)>.

United Nations "Social Indicators: Indicators on Water Supply and Sanitation." United Nations Statistics Division. 2004.. 21 May 2008  
<<http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/socind/watsan.htm>>.

U.S. Environmental Protection Agency. "Dissolved Oxygen and Biochemical Oxygen Demand." Monitoring and Assessing Water Quality. 27 Apr. 2008  
<<http://www.epa.gov/volunteer/stream/vms52.html>>. [1]

U.S. Environmental Protection Agency. "EPA 816-F-02-013." List of Contaminants and Their MCL's. July 2002.  
<<http://www.ehso.com/ehshome/DrWater/drinkingwaterepastds.php>>. [2]

U.S. Environmental Protection Agency. "List of Drinking Water Contaminants & Their MCL's." Drinking Water Contaminants. 2008. 22 May 2008  
<<http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html#3>>. [3]

U.S. Environmental Protection Agency. "Secondary Drinking Water Regulations: ." Ground Water & Drinking Water. July 1992. 21 May 2008  
<<http://www.epa.gov/OGWDW/consumer/2ndstandards.html>>. [4]

U.S. Environmental Protection Agency. "Total Alkalinity." Monitoring and Assessing Water Quality. 29 Apr. 2008 <<http://www.epa.gov/volunteer/stream/vms510.html>>. [5]

Water Quality Association (WQA). "Alkalinity." Glossary of Terms. 6 Oct. 1999. 21 Apr. 2008 <[www.wqa.org/glossary.cfm?gl=663](http://www.wqa.org/glossary.cfm?gl=663)>.

WHO Press. "Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. -3rd ed. Geneva: WHO Press, 2006." World Health Organization. 2006. 21 Apr. 2008  
<[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq0506.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf)>.

## Anexo A

**Tabla 1.**

| <b>Fecha, Descripción de Sitio</b>                      | <b>Nitrato (ppm)</b> | <b>Fosfato (ppm)</b> | <b>pH</b>  | <b>Alcalinidad (ppm)</b> | <b>Dureza (ppm)</b> | <b>Turbiedad (JTU)</b> |
|---|----------------------|----------------------|------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| 7/5/08<br><u>grifo 1-tanque de captación de escuela</u> | 0.5                  | 0                    | 7.3        | 68                       | 46                  | 0                      |
| 8/5/08<br><u>grifo 2- casa 1 barrio A</u>               | 0.5                  | 0                    | 6.8        | 62                       | 48                  | 0                      |
| 8/5/08<br><u>grifo 3-casa 2 barrio A</u>                | 0.5                  | 0                    | 6.9        | 68                       | 48                  | 0                      |
| 8/5/08<br><u>grifo 4-casa 3 barrio A</u>                | 0.5                  | 0                    | 6.9        | 63                       | 49                  | 0                      |
| 9/5/08<br><u>grifo 5-en frente del kiosco</u>           | 1                    | 0.5                  | 6.9        | 34                       | 34                  | 10                     |
| 9/5/08<br><u>grifo 6-casa 1 barrio B</u>                | 1.5                  | 0                    | 6.9        | 34                       | 34                  | 10                     |
| 9/5/08<br><u>grifo 7-casa 2 barrio B</u>                | 1.5                  | 0.5                  | 6.9        | 40                       | 34                  | 10                     |
| 10/5/08<br><u>grifo 8- casa 1 barrio C</u>              | 0.5                  | 0.25                 | 6.9        | 44                       | 38                  | 0.5                    |
| 10/5/08<br><u>grifo 9- casa 2 barrio C</u>              | 0.5                  | 0.25                 | 6.9        | 58                       | 38                  | 0.5                    |
| 10/5/08<br><u>grifo 10-casa 3 barrio C</u>              | 0.5                  | 0.25                 | 6.9        | 58                       | 38                  | 0.5                    |
| 12/5/08<br><u>grifo 11- casa 1 Shupko</u>               | 0.5                  | 0                    | 6.9        | 60                       | 39                  | 0.5                    |
| 12/5/08<br><u>grifo 12-casa 2 Shupko</u>                | 0.5                  | 0                    | 6.8        | 61                       | 38                  | 0                      |
| 12/5/08<br><u>grifo 13-casa 1 barrio D</u>              | 0.5                  | 0                    | 6.9        | 59                       | 41                  | 0                      |
| 13/5/08<br><u>grifo 14-casa 1 Tres Piedras</u>          | 0.5                  | 0.25                 | 6.7        | 69                       | 70                  | 15                     |
| 13/5/08<br><u>grifo 15-casa 2 Tres Piedras</u>          | 0                    | 0                    | 6.6        | 79                       | 70                  | 4                      |
| <b>Valores Promedios</b>                                | <b>0.63</b>          | <b>0.13</b>          | <b>6.9</b> | <b>57</b>                | <b>44</b>           | <b>2.8</b>             |

Tabla 1. Resultados químicos de pruebas de agua de agua en 15 grifos en Solöng. Solamente pruebas iniciales de turbiedad son incluidos. Los resultados de las pruebas repetidas pueden ser encontrados en grafico 2. Valores promedios son mostrados.

**Tabla 2.**

| <b>Fecha,<br/>Descripción de<br/>Sitio</b>   | <b>Nitrato<br/>(ppm)</b> | <b>Fosfato<br/>(ppm)</b> | <b>pH</b> | <b>Alcalinidad<br/>(ppm)</b> | <b>Dureza<br/>(ppm)</b> | <b>Turbiedad<br/>(JTU)<br/>Prueba inicial</b> | <b>Oxígeno<br/>Disuelto<br/>(ppm)</b> |
|--|--------------------------|--------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------|---|---------------------------------------|
| 8/5/08<br><u>quebrada 1-</u><br><i>suplica el agua a la<br/>tubería</i>                                    | 0.5                      | 0                        | 6.8       | 64                           | 32                      | 0   | --                                    |
| 8/5/08<br><u>quebrada 2-</u><br><i>donde casas 2 y 3<br/>buscan agua<br/>cuando no llega a<br/>la casa</i> | 0.5                      | 0                        | 6.7       | 46                           | 36                      | 0   | 5.2                                   |
| 8/5/08<br><u>río Bonyíc</u>  | 0.5                      | 0.5                      | 7.7       | 60                           | 60                      | 0   | 8.2                                   |
| 9/5/08<br><u>quebrada 3</u>  | 1                        | 0                        | 6.9       | 40                           | 34                      | 10  | --                                    |
| 9/5/08<br><u>quebrada 4-</u><br><i>donde barrio C<br/>buscan agua<br/>cuando no llega a<br/>la casa</i>    | 0.5                      | 0                        | 6.5       | 26                           | 18                      | 8   | 6.2                                   |
| 9/5/08<br><u>río Bonyíc</u>  | 0.5                      | 0                        | 7.7       | 60                           | 60                      | 1   | 6.4                                   |
| 11/5/08<br><u>quebrada 5</u>   | 0.5                      | .25                      | 7.3       | 56                           | 36                      | 0.5   | 7                                     |
| 12/5/08<br><u>río Teribe</u>   | 0.5                      | 0                        | 7.7       | 48                           | 50                      | 3   | 6.5                                   |
| 13/5/08<br><u>ojo de agua 1-</u><br><i>donde casa 3 (Tres<br/>Piedras) buscan<br/>agua</i>                 | 0.5                      | 0                        | 6.9       | 20                           | 18                      | 8   | --                                    |
| 13/5/08<br><u>quebrada 6-</u><br><i>donde casa 3 (Tres<br/>Piedras) buscan<br/>agua</i>                    | 0.5                      | 0                        | 6.8       | 60                           | 55                      | 0   | --                                    |
| 15/5/08<br><u>ojo de agua 2-</u><br><i>fuelle de agua<br/>para Bondy</i>                                   | 0.5                      | 0                        | 6.9       | 48                           | 44                      | 2   | --                                    |
| 15/5/08<br><u>río Teribe-</u><br><i>sitio en Bondy</i>   | 0.25                     | 0                        | 7.6       | 52                           | 50                      | 3   | --                                    |

|   |             |             |            |           |           |            |            |
|---|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 15/5/08<br><u>quebrada 7-</u><br><i>donde los residente<br/>de Shupko buscan<br/>agua cuando no<br/>llega a la casa</i> | 0.25        | 0.25        | 6.9        | 59        | 45        | 1          | 6          |
| 18/5/08<br><u>río Teribe</u>  | 0.5         | 0           | 7.6        | 58        | 52        | 2          | --         |
| 18/5/08<br><u>río Bonyíc</u>  | 0.25        | 0           | 7.6        | 60        | 56        | 0          | --         |
| <b>Valores<br/>Promedios</b>  | <b>0.48</b> | <b>0.06</b> | <b>7.2</b> | <b>50</b> | <b>43</b> | <b>2.6</b> | <b>6.5</b> |

Tabla 2. Resultados químicos de pruebas de calidad de agua en 2 ríos, 7 quebradas y 2 ojos de agua en Solöng. Solamente pruebas iniciales de turbiedad son incluidos. Los resultados de las pruebas repetidas pueden ser encontrados en grafico 2 y 3. Valores promedios son mostrados.

**Tabla 3.**

| <b>Sitio</b><br>(Muestras tomadas 18/5/08) | <b>Abundancia de Coliformes Totales<br/>y <i>E. Coli</i></b>  |
|--|---|
| Grifo 1                                    | >200.5 colonias por cien mililitros.<br><br>*Los valores de coliformes totales y <i>E. coli</i> en cada muestra superaron el método establecido Colilert. |
| Grifo 2                                    |   |
| Grifo 8                                    |   |
| Grifo 11                                   |   |
| Quebrada 2                                 |   |
| Quebrada 3                                 |   |
| Quebrada 4                                 |   |
| Quebrada 7                                 |   |
| Río Bonyíc                                 |   |
| Río Teribe                                 |   |

Tabla 3. Abundancia de coliformes totales y el bacteria *E. coli* en muestras tomadas de 10 sitios.