

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MEDICO Y CIRUJANO

“CONDICION ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIOECONÓMICO”

“Estudio analítico de la evaluación de la condición actual del agua para consumo humano y su costo socioeconómico para el sistema municipal de salud pública, en el barrio el Jurgallón, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, en los meses de abril a junio de 2012”

Carlos Eduardo Gándara Matheu

CHIQUMULA, AGOSTO 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

“CONDICION ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIOECONÓMICO”

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

Carlos Eduardo Gándara Matheu

Al conferírsele el título de

MÉDICO Y CIRUJANO

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, agosto 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MEDICO Y CIRUJANO**



**RECTOR
LIC. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. Edgar Arnaldo Casasola Chinchilla
Representante de Profesores:	Ph.D. Felipe Nery Agustín Hernández
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Alberto Genesio Orellana Roldán
Representante de Estudiantes:	Br. Eibi Estephania Lemus Cruz
Representante de Estudiantes:	MEPU. Leonel Oswaldo Guerra Flores
Secretario:	Lic. Tobías Rafael Masters Cerritos

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
Coordinador de Carrera:	Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés
Secretario:	Dr. Carlos Iván Arriola Monasterio
Asesor:	Dr. Rory René Vides Alonzo

Chiquimula Agosto de 2012

Señores:

Miembros del consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables señores:

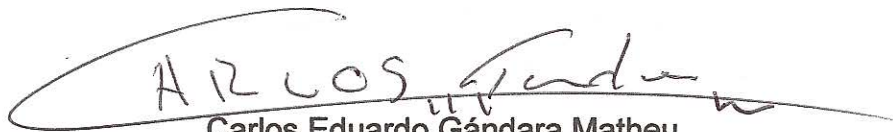
En cumplimiento a lo establecido a los estatutos de la Universidad de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado:

"CONDICION ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIOECONÓMICO"

Como requisito previo a optar el título profesional de médico y cirujano, en el grado académico de licenciado.

Esperando que el siguiente trabajo de investigación llene con los requisitos para su aprobación,
Me suscribo.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A R C O S Gándara', written over a horizontal line.

Carlos Eduardo Gándara Matheu
Carné 200540375

Chiquimula, Agosto de 2012.

MSc Nery Waldemar Galdámez Cabrera

Director

Centro Universitario de Oriente

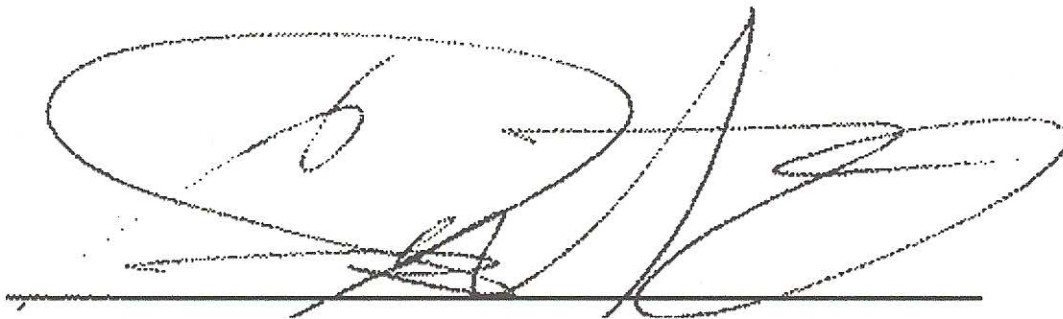
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar a el estudiante Carlos Eduardo Gándara Matheu en el trabajo de graduación titulado "CONDICION ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIOECONÓMICO"; me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En este sentido, el tema desarrollado plantea determinar el costo socioeconómico de la condición del agua, por lo que en mi opinión reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar el Título de Médico y Cirujano, en el Grado Académico de Licenciado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A large, stylized handwritten signature in black ink, featuring a large loop on the left and a long, sweeping stroke on the right, positioned above a horizontal line.

Lic. Luis Carlos Orellana Morales

Licenciado en Economía con especialidad en Finanzas

Asesor Clima de Negocios

Programa Nacional de Competitividad

D-TG-MyC-037/2012

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **CARLOS EDUARDO GÁNDARA MATHEU** titulado "**CONDICIÓN ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIOECONÓMICO**", trabajo que cuenta con el aval de el Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Médico y Cirujano. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **MÉDICO Y CIRUJANO**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el veinticuatro de agosto de dos mil doce.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera

**DIRECTOR
CUNORI - USAC**

c.c. Archivo

NWGC/ars





Chiquimula, 16 de Agosto 2012.

Ref. MYCTG-11-2012.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director
Centro Universitario de Oriente

Señor Director:

De manera atenta se le informa que el estudiante Carlos Eduardo Gándara Matheu, carné 200540375, quien ha presentado el Informe Final de su Trabajo de Graduación Títulado **"SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIO ECONOMICO"**, el cual fue asesorado por el licenciado con especialización en Finanzas Luis Carlos Orellana Morales, quien avala y dictamina favorablemente en relación al estudio. Y revisado en cada una de sus fases por el Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés, Dr. Carlos Iván Arriola Monasterio y el Dr. Rory René Vides Alonzo.

Se considera que el mencionado trabajo de Graduación cumple con los requisitos mínimos para la elaboración de Trabajos de Graduación y los contemplados en el Reglamento del Programa de Tesis de Grado de los Centros Regionales Universitarios vigente en el Centro Universitario de Oriente, por que se recomienda autorizar los trámites necesarios para la sustentación del examen público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente;

"Id y Enseñad a Todos"



Dr. Carlos Iván Arriola Monasterio
Encargado de la Unidad de Investigación - Carrera de Médico y Cirujano-
Centro Universitario de Oriente

"35 AÑOS SIRVIENDO A LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL NORORIENTE"

Nota: La información y conceptos contenidos en el presente Trabajo es responsabilidad única del autor.



Chiquimula, 16 de Agosto 2012.

Ref. MYCTG-11-2012.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director
Centro Universitario de Oriente

Señor Director:

De manera atenta se le informa que el estudiante Carlos Eduardo Gándara Matheu, carné 200540375, quien ha presentado el Informe Final de su Trabajo de Graduación Titulado "SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA Y SU COSTO SOCIOECONÓMICO", el cual fue asesorado por el licenciado con especialización en Finanzas Luis Carlos Orellana Morales, quien avala y dictamina favorablemente en relación al estudio. Y revisado en cada una de sus fases por el Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés, Dr. Carlos Iván Arriola Monasterio y el Dr. Rory René Vides Alonzo.

Se considera que el mencionado trabajo de Graduación cumple con los requisitos mínimos para la elaboración de Trabajos de Graduación y los contemplados en el Reglamento del Programa de Tesis de Grado de los Centros Regionales Universitarios vigente en el Centro Universitario de Oriente, por que se recomienda autorizar los trámites necesarios para la sustentación del examen público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente;

"Id y Enseñad a Todos"


Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés
-Coordinador - Carrera de Médico y Cirujano-
Centro Universitario de Oriente



"35 AÑOS SIRVIENDO A LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL NORORIENTE"

Nota: La información y conceptos contenidos en el presente Trabajo es responsabilidad única del autor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS CATEDRATICOS

AL COORDINADOR DE CARRERA Y CATEDRATICO

Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés

ESPECIAL AGRADECIMIENTO A

Dr. Carlos Iván Arriola Monasterio

A MI ASESOR

Lic. Luis Carlos Orellana Morales

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CUNORI

Por brindarme el conocimiento que hoy poseo

**AL HOSPITAL MODULAR DE CHIQUIMULA “CARLOS MANUEL ARANA OSORIO”
Y HOSPITAL REGIONAL DE ZACAPA**

Por permitirme aprender la ciencia de la medicina y la relación médico paciente.

ACTO QUE DEDICO

A Dios:

Por darme la vida, la sabiduría y fortaleza para cumplir mis metas, y las bendiciones dadas en estos años.

A mi abuelo:

Dr. Roberto Gándara Lacape (QEPD), LITO, por haberme infundido la bella ciencia de la medicina, su apoyo dado en vida y haber creído en mí desde el primer día que inicie en este largo camino. Esto es para ti LITO.

A mis padres:

Eduardo Gándara y Rosa Matheu, por su forma tan peculiar de enseñar lo bello de la vida, el apoyo que siempre me dieron, por haber sido uno de los pilares en mi vida, fortaleza en mi camino, haber confiado en mí al inicio de esta carrera. Gracias por ser como son, y darme la libertad de ser como soy, no sería nada sin Uds.

A mis hermanas:

Luisa Fernanda y María Stela, por haberme acompañado desde el primer momento y apoyarme en las buenas y las malas. GRACIAS

A mi sobrino:

Pablo Daniel, por haber llegado en el momento justo para darme la fortaleza sentimental para continuar, y llenar de alegría mis días. Ser por quien continuar luchando para llegar a la meta.

A mi familia:

Por creer en mí y porque sé que siempre he estado en sus oraciones. En especial a Tía Lolita, mi primera paciente; por haber depositado su confianza en mis manos para el cuidado de su salud, a tía Joyce por darme su apoyo y confianza. A las familias Gándara Berger y Gándara Valladares, las familias de mis PAINOS, por compartir este sueño hecho realidad.

En especial a mi abuelo Jorge Matheu por darme su apoyo, y enseñarme cosas que solo un abuelo puede enseñar, gracias abue.

Al amor de mi vida:

Karen Anabel Cardona López, por compartir conmigo a lo largo de este tiempo de noviazgo, ser mi fortaleza, mi inspiración, mis ganas de vivir. Por ser la mejor novia y compañera que mejor describe la palabra amor. Gracias por darme vida con tu compañía.

A mis amigos:

Carlos Orellana, Joaquín Martínez, por haber ser los mejores amigos que alguien pueda tener, la familia Martínez Castañeda por darme su apoyo incondicional. En especial quiero agradecer a JULIO MORALES por haberme apoyado en los momentos más difíciles de la carrera, y haber infundido conocimiento a mi persona. La familia Martínez Díaz por haberme acogido en su hogar como un hijo más, haberme alimentado, dado

techo, y fortaleza espiritual. A todos aquellos amigos que no alcanzo colocar en este breve espacio gracias por su apoyo.

A mis catedráticos:

Gracias por su tiempo, dedicación y sobre todo gracias por compartir sus conocimientos. En especial a Luis Barrios “CHES” por ser buen catedrático y excelente amigo.

A mis padrinos:

Gracias por su amistad y enseñanzas, por compartir conmigo este triunfo.

A mis compañeros de promoción:

Sara: por ser la clave de mi rectitud, haberme hecho aterrizar en la responsabilidad, y ser la mejor compañera de rotación que pude haber tenido.

Alexia: por ser excelente amiga, por compartir los mejores momentos, haber estado conmigo en las alegrías y tristezas.

Dulce: por esa su forma peculiar de demostrar su aprecio, y su forma tan única de ser.

Alejandro: por haber compartido tantos momentos como compañeros de rotación y cuarto, por ser ese hermano mayor que todos quisiéramos tener.

Luis Roberto: por ser un excelente amigo y un perfecto hermano.

Katy: por contagiarnos tus alegrías, y demostrar tu aprecio a mi persona.

A todos aquellos con quien compartí, y me dieron su apoyo, gracias!!

A la familia Lorenzo Fernández:

Quienes me tuvieron como un hijo más en mi tiempo de EPS rural, me apoyaron y dieron confianza.

A la familia Cardona López:

Por apoyarme y confiar en mi persona, por ser mi segunda familia, compartir conmigo alegrías y emociones. Luis Cardona y Mirta López por darle la vida al amor de mi vida, y ser unos padres en nuestra relación.

Al Hospital Megamédica:

Por darme la oportunidad de empezar a ejercer tan bello oficio, la confianza y las enseñanzas de todo su personal.

Carlos Eduardo Gándara Matheu

INDICE

Contenido	Página
Resumen	i
Introducción	iii
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Hallazgos y estudios realizados	5
1.3 Definición del problema	9
II. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	10
2.1 Delimitación teórica	10
2.2 Delimitación geográfica	10
2.3 Delimitación temporal	11
III. OBJETIVOS	12
4.1 Objetivo general	12
4.2 Objetivos específicos	12
IV. JUSTIFICACIÓN	13
V. MARCO TEÓRICO	14
5.1 Calidad de agua	14
5.1.1 Parámetros microbiológicos de la calidad de agua	14
5.1.2 Parámetros químicos de la calidad de agua	15
A. Potencial de hidrogeno	15
B. Dureza	15
C. Nitrógeno	16
D. Sulfatos	16
5.1.3 Parámetros físicos de la calidad de agua	16
A. Temperatura	16
B. Conductividad	17
5.1.4 Base legal	17
5.1.4.1 Acuerdo Gubernativo 178-2009	17
5.1.4.2 Base legal INFOM	18

5.1.5 Definiciones	19
A. Agua potable	19
B.. Cloro	19
C. Límite Máximo permisible	19
D. Límite Máximo aceptable	19
E. Grupo Coliformetotal	19
F. Grupo Coliformefecal	19
5.2 Enfermedades relacionadas con el agua	20
5.2.1 Enfermedad diarreica aguda	20
A. Definición	20
B. Fisiopatología	20
C. Etiología	20
D. Exámenes de laboratorio	21
5.2.2 Ascaridiasis	22
5.2.3 Giardia Lamblia	23
5.3 Estudio socioeconómico de proyectos	23
5.3.1 Introducción	23
5.3.2 Desarrollo	24
5.3.2.1 Evaluación socioeconómica	25
VI. DISEÑO METODOLÓGICO	29
6.1 Tipo de estudio	29
6.2 Área de estudio	29
6.3 Universo o muestra	29
6.3.1. Análisis del agua	29
6.3.2 Evaluación socioeconómica	33
6.4 Sujeto u objeto de estudio	34
6.5 Criterios de inclusión	35
6.6 Criterios de exclusión	35

6.7 Variables estudiadas	35
6.8 Operacionalización de variables	36
6.9 Procedimientos para la recolección de información	37
6.10 Plan de análisis	37
6.11 Procedimientos para garantizar los aspectos éticos de la investigación	38
6.12 Cronograma	39
VII. RECURSOS	40
7.1 Humanos	40
7.2 Físicos	40
7.3 Financieros	40
VIII. Presentación de Resultados	41
IX. Análisis de resultados	46
X. Conclusiones	49
XI. Recomendaciones	50
XII Propuesta	51
XII. Bibliografía	53
IX. ANEXOS	56

RESUMEN

Guatemala se caracteriza por ser un país con altos índices de enfermedades gastrointestinales, ocupando el segundo lugar de morbilidad; un problema de salud perpetuado, por falta de conocimiento sobre el origen de los problemas relacionados con enfermedades transmitidas por agua contaminada y medidas preventivas que favorezcan su desarrollo.

Dentro de estas medidas, una de las más importantes es la calidad de agua, que evidencia de manera técnica que es más económico invertir en sistemas de tratamiento, que tratar problemas relacionados con enfermedades transmitidas por agua contaminada, lo cual implica gastos que tendrán repercusiones socio-económicas de sub-desarrollo que caracterizan a nuestra población.

La incidencia de consultas por síndromes gastrointestinales es de 21.3%, afectando el desarrollo de los niños y causan muerte en 15% de menores de 5 años.

En el casco urbano se realizan controles de calidad de agua, cuando aumenta la incidencia de diarrea; tomando solo muestras para estudio bacteriológico; sin embargo, no hay estudios del pozo que abastece El barrio El Jurgallón.

Por tal motivo se realizó el estudio en dicha área, evaluando los parámetros físico-químicos indicando que sus niveles son aptos para el consumo humano, sin embargo las características bacteriológicas y nitratos se encuentran encima de los niveles permisibles, presentando valores de coliformes totales de 460 NMP/100ml, catalogándola como **no apta** para consumo humano.

Por lo que se recomienda crear una planta de tratamiento para mejorar las condiciones a largo plazo y crear un plan de emergencia que incluya plan educacional sobre las medidas para tratar el agua de forma temporal.

INTRODUCCION

En los últimos años los porcentajes de diarreas y enfermedades relacionadas con agua van en aumento. Chiquimula es una ciudad creciente, donde la calidad y cantidad de agua disminuyen, es así como la falta de control de calidad de agua de los pozos y sistemas de distribución de este vital líquido crean un ambiente propicio para aumentar la prevalencia de enfermedades transmitidas por agua contaminada.

En virtud de lo anterior, se formuló la siguiente investigación bajo el eje temático de saneamiento ambiental del ministerio de salud y asistencia social en su programa de agua potable y saneamiento; con la finalidad de generar información acerca del costo socio económico de la calidad de agua, y el impacto que ésta tiene en la comunidad. Dicha investigación evaluó la presencia de enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de agua y alimentos contaminados en niños menores de 5 años y su costo socioeconómico mediante la exposición de tres escenarios.

El estudio se realizó en el barrio el Jurgallón, del municipio de Chiquimula en los meses de abril a junio, realizando encuestas directas a padres de familia y/o encargados de niños menores de 5 años, recolectando de estas muestras de heces para su estudio coprológico e identificación de patógenos intestinales. Así mismo, se realizó la toma de muestras de agua para su estudio fisicoquímico y bacteriológico.

Para conocer la calidad del agua se seleccionaron los siguientes parámetros: pH, temperatura, conductividad, dureza, sulfatos, fosfatos, nitritos, nitratos y bacterias coliformes, utilizando los procedimientos normados en la COGUANOR NGO 29011. Con esto se puede establecer que el agua no es apta para consumo humano, por los valores elevados de bacterias coliformes y nitratos, lo que deduce una contaminación por filtración (tanques sépticos, fertilización excesiva con nitrógeno y descomposición de material orgánico en el suelo).

Esto representa una prioridad en salud, como atención primaria, crear una planta de tratamiento para mejorar la calidad del agua y así disminuir las consultas médicas por síndromes gastrointestinales causados por aguas contaminadas lo que representa un costo socioeconómico importante.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En el 2008, a nivel mundial más de 2,600 millones de personas carecían de acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas y casi 900 millones de personas consumían agua que no procedía de fuentes mejoradas. Estos datos demoledores figuran de forma destacada en progreso en materia de saneamiento y agua potable. El informe de la Revisión Anual Mundial de Saneamiento y Agua Potable (GLASS 2011) describe una situación particularmente grave en lo que respecta al saneamiento, en menos de la mitad de la población mundial rural y en sólo tres cuartas partes de la población urbana utilizan instalaciones de distribución y captación de agua mejoradas. Por tanto, no es sorprendente que la diarrea sea el segundo factor más importante que contribuye a la carga de morbilidad mundial, por delante de las cardiopatías y el virus de la inmunodeficiencia humana VIH/síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) (OMS 2011).

En niños menores de cinco años se presentan cada año 2,500 millones de casos de diarrea y se calcula que 1.5 millones de niños mueren de diarrea anualmente. Las enfermedades diarreicas imponen una carga muy importante para los recursos de salud pública en países donde predominan las condiciones antihigiénicas, que son, en gran parte, los países más pobres del mundo. Las enfermedades diarreicas afectan también al estado nutricional de los niños, lo que contribuye, indirectamente a la carga de morbilidad. Esta carga afecta a los hogares (en particular a sus economías), a los servicios de salud (que a menudo se ven, literalmente, sobrecargados) y a las economías nacionales. No sin razón, la Comisión de la OMS sobre Macroeconomía y Salud evaluó la ampliación del acceso al agua potable y a servicios básicos de saneamiento como una intervención de salud sumamente eficaz en relación con su costo (OMS 2011).

El agua insalubre, los servicios de saneamiento inadecuados y una higiene deficiente son factores importantes que perjudican la salud.

La diarrea se debe principalmente a la ingestión de microorganismos patógenos, principalmente por medio del agua insalubre, los alimentos contaminados o las manos sucias. El 88% de los casos de diarrea en todo el mundo pueden atribuirse al agua insalubre o a malas condiciones de saneamiento o de higiene. La desnutrición infantil es la causa de aproximadamente el 35% de las muertes de niños menores de cinco años en todo el mundo, y se calcula que el 50% de la desnutrición infantil está asociada con diarreas reincidentes o infestaciones de nematodos intestinales como consecuencia del consumo de agua no apta para el consumo humano así como condiciones del medio e higiene inadecuada.

Aumentar el número de personas que tienen acceso a agua potable y a instalaciones de saneamiento mejoradas reporta beneficios para la salud y otros beneficios para la vida de las personas, y salva millones de vidas cada año. En 2008, la OMS calculó que podían evitarse más de 2.2 millones de muertes de niños al año mediante la reducción de los casos de diarrea y desnutrición relacionados con el agua insalubre, malas condiciones de saneamiento o higiene insuficiente (OMS 2008).

Los países notifican gastos (de fuentes internas y externas) de entre el 0.04% y el 2.8% del PIB en agua potable y de entre el 0.01% y el 0.46% del PIB en saneamiento. El valor mediano del gasto público en saneamiento y agua potable de los 20 países que respondieron es el 0.48% del PIB. Es preciso hacer hincapié en que varios de los países no contabilizaron los gastos en agua potable y saneamiento de las administraciones públicas locales o regionales. Las diferencias entre las fuentes de datos dificultan la comparación directa entre países utilizando la información proporcionada, especialmente en países con un alto grado de descentralización; no obstante, los datos constituyen un valor de referencia con el que podrán compararse las tendencias futuras(OMS GLASS 2011).

El municipio de Chiquimula se encuentra localizado al oriente del país, se denomina como una región árida en la que la precipitación pluvial es baja, teniendo una geografía muy rocosa y poco apta para el cultivo. Según información del gobierno local, en un alto porcentaje de las comunidades cuentan con servicio de agua potable y drenajes, por lo

que es de esperar que no cuenten con el servicio de tratamiento de aguas servidas, desechándolas por medio de drenajes o construyendo un camino que conduce el agua hasta el río más próximo.

En los 13 pozos que abastecen al municipio, solamente se realiza control de cloro residual, como lo indican el muestreo semanal realizado por el Ministerio de Salud y Asistencia Social del Área de Salud de Chiquimula. Siendo el síndrome diarreico agudo consecuencia de esto, como se presentan en los índices de morbilidad y mortalidad presentados por dicha dirección de salud (Área de Salud 2011a).

En el año 2010 en Guatemala se reportaron 522,041 casos con enfermedades relacionadas al consumo de alimentos y aguas contaminadas, la primera causa de esta morbilidad fue el síndrome Diarreico Agudo; 89% del total. En el municipio de Chiquimula el síndrome diarreico agudo es el causante del 10% de muertes en niños menores de 5 años, la mayoría de estas muertes en el área peri- urbana, relacionados con el consumo de agua contaminada o no apta para el consumo humano (Área de Salud 2010).

En el año 2011 se reportaron en Chiquimula un total de 1,643 (21%) pacientes menores de 5 años con enfermedades gastrointestinales relacionadas al consumo de agua no potable; superando en total la primera causa de morbilidad general en menores de 5 años. El costo promedio por servicio de estos pacientes es de Q.30.00, cubriendo solo los insumos ocupados en el momento de la consulta no así su tratamiento y laboratorios pertinentes (Área de Salud 2011b).

En cuanto a los problemas derivados de la interacción entre la población y los recursos naturales, es de relevancia la degradación causada por empresarios, y en menor escala por las comunidades a las partes altas de las cuencas y ríos, provocando cambios drásticos en la calidad de las aguas superficiales.

Por otra parte, existe un serio problema de contaminación debido a la falta de educación. A lo anterior podemos sumar la inexistencia de un sistema de recolección y

tratamiento de basura. De esta forma los desechos llegan directa e indirectamente a los cuerpos de agua, provocando la propagación de enfermedades.

La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra, es decir a sus características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos (Lenntech2006).

En este contexto, se considera que el agua es de buena calidad cuando está exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores y está exenta de sustancias que transmitan sensaciones sensoriales desagradables para el consumo, como el color, el olor, el sabor o turbiedad. La importancia de la calidad del agua radica en que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a los humanos.

Las normas sobre el agua de consumo pueden diferir, en naturaleza y forma, de unos países o regiones a otros. No hay un método único que pueda aplicarse de forma universal. En la elaboración y la aplicación de normas, es fundamental tener en cuenta las leyes vigentes y en proyecto relativas al agua, a la salud y al gobierno local, así como evaluar la capacidad para desarrollar y aplicar reglamentos de cada país. Los métodos que pueden funcionar en un país o región no necesariamente podrán transferirse a otros países o regiones. Para desarrollar un marco reglamentario, es fundamental que cada país examine sus necesidades y capacidades(OMS 2011).

En Guatemala el Ministerio de Salud y Asistencia Social rige las normas de calidad de agua según las normativas de la COGUANOR NG0 29001 y el Acuerdo Gubernativo 178-2009 (MSPAS 2011).

1.2 ESTUDIOS Y HALLAZGOS

En Guatemala se han realizado varios estudios acerca de control de calidad de agua, en riveras de lagos, ríos, y en cascos urbanos de pozos. En el año 2004 se realizó un estudio de control de calidad de agua en el sector de Mixco, tomando muestras de 4 pozos de un sector. En este estudio se evidenció que el agua de pozos no es apta para el consumo por poseer una dureza arriba de los límites permisibles y aceptables según COGUANOR NGO 29001. No se encontró presencia de E. Coli y grupos coliformes fecales (Gramajo 2004).

En el área de Chiquimula se encontraron estudios de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de pozos municipales para uso doméstico realizados por Álvarez (2005), presentan las concentraciones siguientes: (Álvarez 2005)

Tabla 1 Niveles de nitritos y nitratos en pozos de la cabecera municipal de Chiquimula, 2005.

Punto de Muestreo	NO ₂ mg/lit	NO ₃ mg/lit
Rio Tacó	0.23	12.4
Quebrada Abundante	0.0047	2.2
Pozo Terminal	0.002	8.8
Pozo Canjá	0.0021	2.0
Pozo Torito	0.902	1.4

Fuente: Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de pozos municipales para uso doméstico, Chiquimula 2005

Cumpliendo con el objetivo de determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica de los pozos y fuentes de distribución de agua municipal para consumo humano, se concluye que los puntos de muestreo identificados como Rio Tacó y Pozo Terminal presentan las mayores concentraciones de nitratos, sobrepasando el límite establecido por EPA, OMS y COGUANOR en aguas para consumo humano.

El estudio titulado “Caracterizar las aguas residuales de los drenajes de mayor descarga en el río San José, teniendo como objetivo general la caracterización

fisicoquímica y bacteriológica de aguas residuales de los drenajes municipales provenientes del área urbana de Chiquimula y el río Tacó” realizado en el 2006 presenta los siguientes resultados:

Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos del agua en drenajes del área urbana de Chiquimula y río Tacó, 2006.

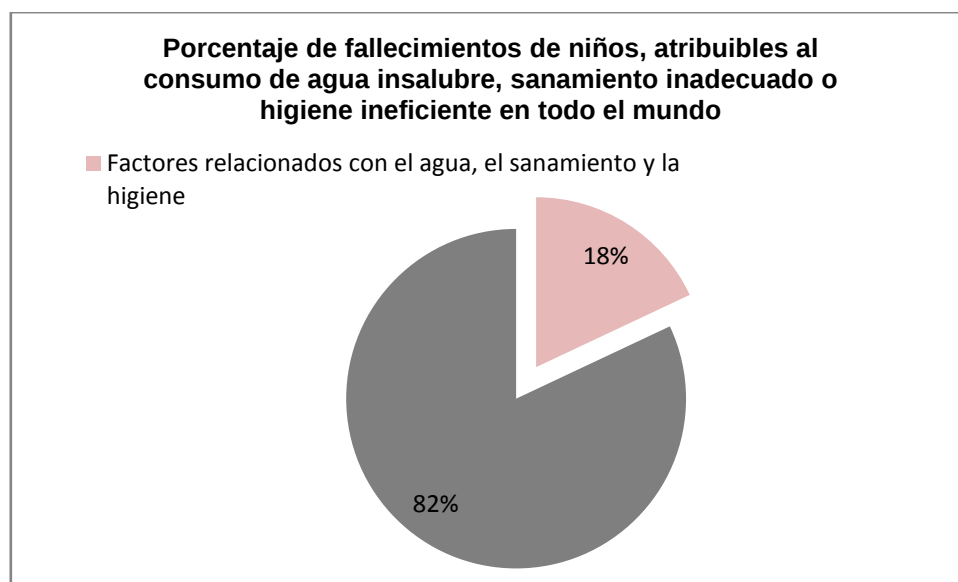
Parámetro fisicoquímico	Drenaje 3	Drenaje 4	Presa 2	Presa 3
Nitrógeno total mg/lit	9.2	26.1	4.2	0.5
Fósforo total mg/lit	19.5	3.08	3.96	6.3
DBO5 mg/lit	276.75	123	3.9	1.65

Fuente: Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas residuales de los drenajes municipales provenientes del área urbana de Chiquimula y el río Tacó

Después de analizar los resultados anteriores, se concluye que las aguas del río San José no son aptas para uso doméstico y agrícola, según las normas COGUANOR. El agua insalubre, los servicios de saneamiento inadecuados y una higiene deficiente son factores importantes que perjudican la salud. La diarrea se debe principalmente a la ingestión de microorganismos patógenos, principalmente por medio del agua insalubre, los alimentos contaminados o las manos sucias. El 88% de los casos de diarrea en todo el mundo pueden atribuirse al agua insalubre o a malas condiciones de saneamiento o de higiene. La desnutrición infantil es la causa de aproximadamente el 35% de las muertes de niños menores de cinco años en todo el mundo, y se calcula que el 50% de la desnutrición infantil está asociada con diarreas reincidentes o infestaciones de nematodos intestinales como consecuencia del consumo de agua insalubre o de malas condiciones de saneamiento o higiene insuficiente (OMS 2011).

Carga de Morbilidad medida en AVAD(año de vida ajustado en función de la discapacidad)					
Enfermedad o Lesión		AVAD, en todos los grupos de edad(millones)	AVAD en niños de 0 a 14 años (millones)	Porcentaje total de AVAD, en todos los grupos de edad	Porcentaje total de AVAD, en niños de 0 a 14 años.
1	Infecciones respiratorias inferiores	94.5	73.6	6.2	13.4
2	Enfermedades diarreicas	72.8	65.2	4.8	11.9
3	Trastornos depresivos unipolares	65.5	2.8	4.3	1
4	Cardiopatía isquémica	62.6	0.3	4.1	0.006
5	VIH sida	58.5	8.5	3.8	1.9
11	Tuberculosis	34.2	3.4	2.2	0.6
12	Paludismo	34	32.4	2.2	5.9

Fuente: *The global burden of disease: 2004 update*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud



Fuente: OMS (2008a). *Safer water, better health—Costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud

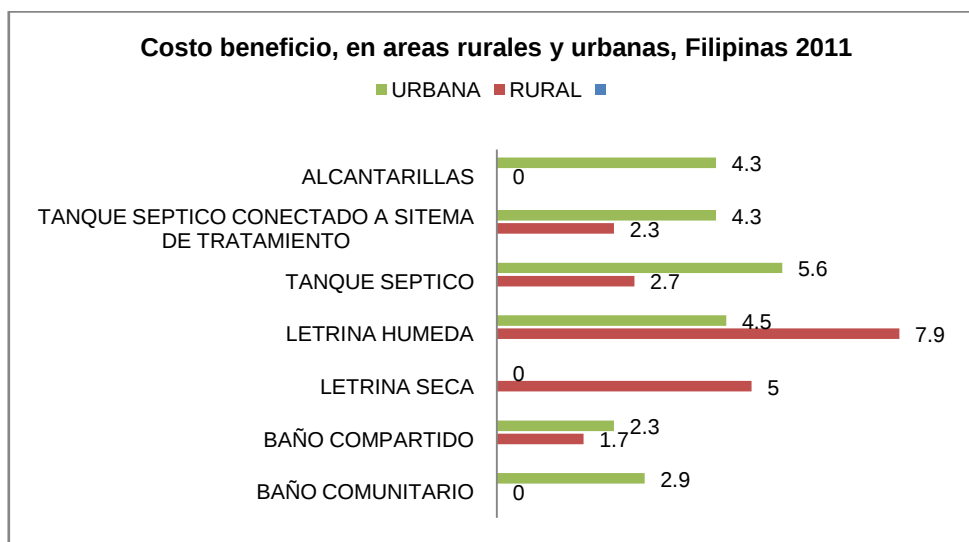
Un estudio de la OMS muestra unos beneficios económicos potenciales de US\$ 3 a US\$ 34 por cada dólar invertido en saneamiento y agua potable. La OMS ha investigado los beneficios económicos de invertir en agua potable y saneamiento. Hay varios tipos de beneficios: (OMS 2008).

- Ahorros en asistencia médica, por los organismos de salud y los particulares;
- Días productivos ganados al año (para personas de 15 a 59 años de edad) y aumento de la asistencia escolar;

- Ahorro de tiempo (días de trabajo ganados) como resultado de un acceso más cómodo a los servicios; y
- Valor de las muertes evitadas (en función de las ganancias futuras).

En el estudio se mostró que alcanzar la meta de los Objetivos Del Milenio relativa al agua y el saneamiento podría aportar beneficios económicos de entre US\$ 3 y US\$ 34 por cada dólar invertido, en función de la región de que se trate. Una mejora adicional de la calidad del agua (p. ej. el tratamiento en el punto de uso), si se prolonga en el tiempo, podría generar un beneficio de entre US\$ 5 y US\$ 60 por cada dólar invertido (Evans, Hutton y Haller 2004).

El Programa de Agua y Saneamiento (PAS) del Banco Mundial ha realizado estudios en cinco países de Asia sudoriental —Camboya, Indonesia, Filipinas, la República Democrática Popular Lao y Vietnam— para evaluar la repercusión económica de un saneamiento deficiente. Se calculó que estos países pierden aproximadamente US\$ 9 mil millones al año debido a un saneamiento deficiente. Esto equivale a aproximadamente el 2% de su PIB conjunto, con valores que van desde el 1.3% en Filipinas y VietNam al 2.3% en Indonesia, el 5.6% en la República Democrática Popular Lao y el 7.2% en Camboya (Banco Mundial 2008).



Fuente: WATER SANATION PROGRAM Economic Assessment of Sanitation Interventions in the Philippines

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Guatemala se caracteriza por los altos índices de patologías gastrointestinales, siendo las diarreas las que ocupan el segundo lugar de morbilidad a nivel nacional. Pero estas diarreas no solo son por causa de virus o bacterias, sino en un gran porcentaje son provocadas por parásitos, llegando a tal extremo que como refrán popular se dice “que el país no está contaminado con parásitos sino está condimentado”

Esta aseveración ha hecho que de algún modo se tome este problema con mucha naturalidad, hasta las madres y padres de familia reconocen cuando sus hijos tienen parásitos y auto medican a sus niños, muchas veces erróneamente, ocasionando con esto fallas en el tratamiento, pero también gastos innecesarios que afectan la economía familiar.

La verdad es que no se trata de estar gastando en medicamentos, sino tal como lo dice la salud pública, hacer medidas preventivas que favorezcan al desarrollo de la población. Y dentro de estas medidas preventivas, una de las más importantes es la calidad del agua, problema histórico en Chiquimula, que cada cuatro años en tiempos electorales se convierte en el slogan de los candidatos, pero cuando están en la administración municipal se les olvida sus ofrecimientos de campaña y la población continúa con el mismo problema.

Evidenciar de una manera técnica que es más económico invertir en sistemas de agua potable que estar realizando gastos innecesarios en medicamentos que no sirven de nada, ya que la población sigue consumiendo agua contaminada, es el problema que se quiere poner de manifiesto y para ello se hace el cuestionamiento: ¿Cuál es el costo socioeconómico para el sistema municipal de salud, en el tema de calidad del agua para consumo humano, en el barrio El Jurgallón, zona2, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula?

II. DELIMITACION DEL ESTUDIO

2.1 DELIMITACIÓN TEÓRICA

El estudio tiene fundamento económico epidemiológico, con el fin de manifestar la situación actual en Saneamiento Ambiental en el Barrio El Jurgallón, zona2, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula.

2.2 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio comprende el Barrio El Jurgallón, localizado en la zona2, de la ciudad de Chiquimula, departamento del mismo nombre, con una población residente de 800 habitantes, siendo el total de viviendas 168, de las cuales 134 se encuentran habitadas (García Álvarez, MG. 2009).

Dispone de servicios básicos como agua potable, sistema de drenajes y recolección de desechos sólidos entre otros, no obstante, estos servicios han sido deficientes, provocando un impacto negativo sobre el ambiente (Anexo 3).

La ciudad de Chiquimula está localizada dentro del cuadrante definido por las coordenadas: 587771 y 606029 en "X", y 1632060 y 1643454 en "Y" (Sistema Coordenado GTM, Zona 15.5, Datum WGS84). El territorio de la misma está dividido por tres micro-cuencas: río Tacó, río Shusho y quebrada Sasmó; el resto del territorio drena sus aguas directamente al Río San José (García Álvarez, MG. 2009).

Basado en el sistema Holdridge, la ciudad de Chiquimula se ubica en la zona de vida bosque seco Subtropical, en esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses que no llueve y parcialmente nublados durante la época lluviosa. La época de lluvias corresponde a los meses de junio a octubre. Las precipitaciones varían entre 500 mm a 1,000 mm, y un promedio de 855 mm. La biotemperatura media anual para esta zona oscila entre los 19 °C y 24°C (De La Cruz 1982). De acuerdo a los registros de la estación climática de CUNORI, la precipitación promedio anual es de 825 mm y la temperatura promedio es de 27.5 °C, con mínimas de 20 °C y máximas de 39°C.

La red hidrológica de la ciudad de Chiquimula está comprendida por los Ríos: San José, que corre de sur a norte, ubicado al este de la ciudad; los ríos Tacó y Sasmó que corren de oeste a este, ubicados al oeste y norte respectivamente, y el Río Shusho que corre de oeste a este y está ubicado al Norte del centro de la ciudad (Anexo 3).

El territorio de la ciudad de Chiquimula está principalmente constituido por suelos inceptisoles, los cuales son de origen relativamente reciente, caracterizados por tener la menor diferenciación de horizontes; únicamente un pequeño porcentaje (ubicado entre las zonas 4 y 6) consta de suelos entisoles, los cuales están definidos por la ausencia de horizontes que reflejan claramente los procesos de formación del suelo. La geología corresponde principalmente a una secuencia aluvional (Qal), y en menor grado a rocas basálticas (Qb) y rocas ígneas (KTi) (Anexo 4). Según su clasificación fisiográfica geomorfológica se trata de un “abanico aluvial”, originado a partir de la sedimentación de la carga sólida transportada por corrientes fluviales. Según estimaciones de Leytán (2009) la ciudad de Chiquimula fue edificada sobre lo que sería un lago aluvional (Figura 1).

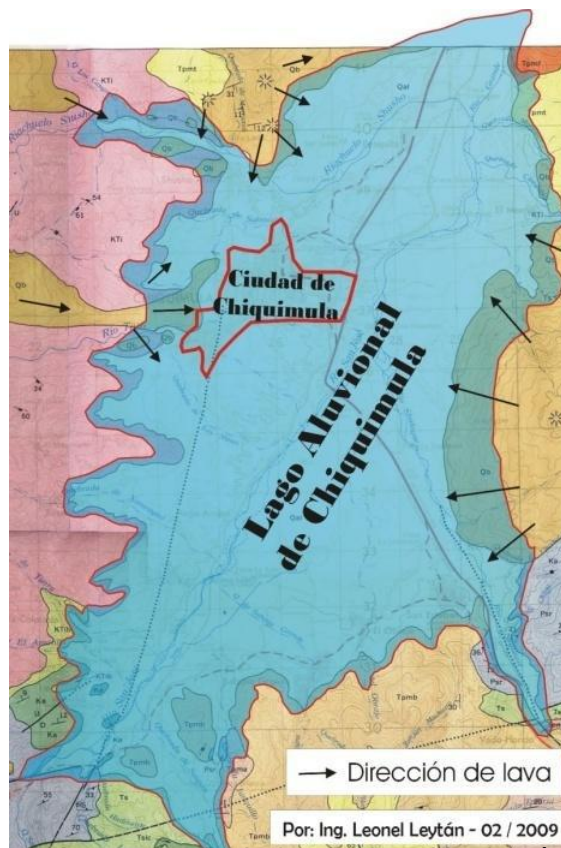


Figura 1. Lago aluvional sobre el cual está sentada la Ciudad de Chiquimula.

2.3 DELIMITACION TEMPORAL

Según cronograma establecido, el estudio se realizará durante los meses de mayo a junio de 2012, realizando las acciones de toma de muestreo de agua y niños/as durante estos meses, en el barrio El Jurgallón, zona 2, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula.

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar la situación actual del agua para Consumo Humano, en El Barrio El Jurgallón, zona 2, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, y su efecto en el Costo Socioeconómico para el Sistema Municipal de Salud Pública, durante los meses de abril y mayo de 2012.

3.1 ESPECÍFICOS

- 3.1.1 Determinar las características físico-químicas y bacteriológicas del agua, en los pozos y sistemas de distribución de agua para consumo humano que abastece al barrio El Jurgallón, Zona 2, del municipio de Chiquimula.
- 3.1.2 Estimar la prevalencia de enfermedades relacionadas con el consumo de agua, en niño y niñas menores de 5 años del barrio el Jurgallón, proveniente del sistema de distribución que abastece albarrio El Jurgallón, zona2, del municipio de Chiquimula.
- 3.1.3 Determinar el costo socioeconómico, del efecto del Consumo de Agua que abastece albarrio El Jurgallón, Zona2, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula.

IV. JUSTIFICACION

La escasez del agua es uno de los principales problemas en la ciudad de Chiquimula, ante lo cual se han buscado alternativas, siendo una de ellas el aprovechamiento del agua subterránea a través de la perforación de pozos artesanales; sin embargo, existe poca información sobre el uso de este recurso natural tan importante, que contribuya a la toma de decisiones para la gestión y manejo del mismo.

En el casco urbano del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula se cuentan con 13 pozos para distribución de agua potable, en estos no existe un registro de control de calidad de agua que cumpla con las normas de COGUANOR NGO29011, haciendo únicamente controles de presencia de E. Coli, en áreas donde han existido aumento en la incidencia de síndromes gastrointestinales relacionados con la ingesta de aguas contaminadas, no así, realizando controles estrictos de las características. Esta situación conlleva a un aumento en los gastos financieros en el sistema de salud.

Chiquimula cuenta con una incidencia de 21.3% de consultas por síndromes gastrointestinales (síndrome diarreico agudo, parasitismo intestinal, amebiasis intestinal) en primeras consultas, juntas superan la primera causa de morbilidad general y menores de 5 años. La etiología de la mayoría de estos síndromes es por el consumo de aguas contaminadas con E. Coli y grupos coliformes fecales, afectando el desarrollo de los niños, y causando la muerte en 15% de los pacientes menores de 5 años.

Los beneficios relacionados con el control de calidad del agua reducen los costos del sistema de salud al disminuir la incidencia de enfermedades relacionadas con el consumo de aguas contaminadas ya que esto conlleva a enfermedades gastrointestinales que disminuyen el aprovechamiento biológico de alimentos en una población vulnerable como el barrio El Jurgallón, por esta razón es necesario hacer una evaluación socio-económica entre el gasto en medicamentos para paliar enfermedades gastrointestinales y su relación con la inversión en un sistema de agua potable, por lo que se decide investigar la situación actual del agua de este sector y su costo socioeconómico.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Calidad del agua potable

Consiste en un conjunto de actividades permanentes que tienen como resultado garantizar que el agua para consumo humano cumpla con los requisitos que establece la norma vigente de Calidad de Agua para Consumo Humano.

Esencialmente es un proceso estratégico de evaluación y control. Las principales etapas del control son la planificación, la verificación de la aplicación de los procedimientos establecidos y su evaluación, la verificación de los resultados y su evaluación, y la formulación y aplicación de medidas correctivas.

El control de la calidad del agua debe permitir no sólo constatar la calidad, sino también suministrar la información necesaria para llevar a cabo las medidas correctivas inmediatas o a mediano plazo, para que la calidad sea mantenida o efectivamente lograda.

Cuando las características de calidad, le confieren la condición de “buena” para el consumo humano, se habla de *agua potable*. La calidad del agua potable es esencialmente importante por los efectos que produce en la salud y bienestar de quienes la consumen.

5.1.1 Parámetros microbiológicos de la calidad de agua potable

El principal parámetro que determina la calidad microbiológica del agua es la presencia de coliformes, un grupo de especies bacterianas que se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, aunque muchas están distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales (AWWA 2002).

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas

intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces (AWWA 2002).

Dentro de los **coliformes totales (CT)**, se encuentran los **coliformes fecales (CF)**, que provienen del tracto intestinal de animales de sangre caliente y que serían los mejores indicadores de riesgo de afecciones humanas; dentro de éstas últimas, *Escherichia Coli*, la cual provoca (principalmente en niños) el síndrome diarreico agudo.

5.1.2 Parámetros químicos de la calidad de agua potable

Se deben principalmente a la capacidad de producir efectos adversos sobre la salud tras períodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única o relativamente corta; la excepción principal son los nitratos.

Aunque la gama de parámetros químicos que determinan la calidad del agua potable es amplia y diversa, para la presente investigación se priorizaron los más importantes:

A. Potencial de hidrógeno (pH)

Es una medida de la acidez o basicidad de una solución y representa la concentración de iones hidronio [H_3O^+] presentes en determinada sustancia, en este caso, el agua (AWWA 2002).

B. Dureza

Hace referencia a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Según Henry y Heinke (1999), la dureza del agua es consecuencia del contacto con los suelos y rocas, en particular la piedra caliza, en presencia de CO_2 . Los iones que provocan la dureza tienen su origen en el suelo y en las formaciones geológicas. Pese a que instancias como la Organización Mundial de la Salud –OMS- y otras, no proponen ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza del agua de consumo; el

consumo prolongado de aguas que presentan concentraciones mayores a 120 mg/l de CaCO_3 presenta un factor de riesgo en la formación de Calculosis renal o Litiasis urinaria. (AWWA 2002).

C. Nitrógeno (Nitratos y Nitritos)

Los nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-) son aniones que se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos, formando sales u otros compuestos. El nitrato está presente en el agua de forma natural pudiéndose incrementar su concentración por actividades humanas como la fertilización orgánica e inorgánica, pastoreo, pesticidas, fosas sépticas, aguas residuales y vertidos industriales o urbanos. La principal afección de la contaminación por nitratos es la enfermedad denominada metahemoglobinemia (AWWA 2002).

D. Sulfatos, SO_4^{2-}

Los sulfatos se encuentran de manera natural en numerosos minerales (barita epsomita, tiza, etc.), y su origen se debe fundamentalmente a los procesos de disolución de las tizas, existentes en el terreno, en el agua subterránea; sin embargo, también pueden llegar a las aguas subterráneas por los excedentes de fertilizantes y pesticidas, así como por el paso del agua de la lluvia, por yesos en el suelo. Las altas concentraciones de sulfato en el agua potable pueden producir diarrea transitoria. La diarrea aguda puede producir deshidratación, particularmente en bebés y niños pequeños, que puede tener una condición o estado de diarrea (AWWA 2002).

5.1.3 Parámetros físicos de la calidad de agua potable

A. Temperatura

La temperatura constituye un dato muy útil, debido a que la temperatura influye sobre las actividades biológicas, la solubilidad de gases (especialmente oxígeno) y la viscosidad. Además, según las guías de OMS sobre la calidad de agua potable, el agua fría tiene, por lo general, un sabor más agradable que el agua tibia, y la temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y

contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión (AWWA 2002).

B. Conductividad

Se define como la habilidad para conducir calor o electricidad, debido a la presencia de sales inorgánicas en solución o electrolitos. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente y la cantidad conducida será directamente proporcional al número de iones presentes y a su movilidad (AWWA 2002).

5.1.4 Base legal

Acuerdo Gubernativo 178-2009

“Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento”.

CAPÍTULO I

Artículo 2. Competencia. Compete velar por el cumplimiento del presente reglamento al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través de las Direcciones de Área de Salud.

Artículo 3. Definiciones. Para efectos de la interpretación y aplicación del presente reglamento, se entenderá por: a) Agua para consumo humano: Agua destinada para bebida, preparación de alimentos e higiene personal y que será distribuida por medio de un sistema de abastecimiento que, al momento del trámite de mérito relacionado con las obligaciones desarrolladas por este reglamento aún no se encuentra en funcionamiento.

c) Desinfección: Eliminación de microorganismos patógenos contenidos en el agua para consumo humano, por medio de métodos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

d) Obra sanitaria: Infraestructura civil utilizada; en conjunto con equipos, materiales, personal y acciones de administración, operación y mantenimiento, para el abastecimiento de agua para consumo humano.

e) Proyecto de abastecimiento: Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, durante la etapa previa a su puesta en ejecución.

f) Sistema de abastecimiento: Estructura sistematizada de obras sanitarias, equipos, materiales, personal y acciones de administración, operación, mantenimiento y conexas, cuyo objeto es la satisfacción de las necesidades de abasto de agua para consumo humano de un grupo de personas.

g) Tratamiento: Modificación de las propiedades físicas, químicas y/o microbiológicas del agua para consumo humano, con el fin de que ésta satisfaga las normas y especificaciones de potabilidad vigentes.

Artículo 6. Inspección. Las Direcciones de Área de Salud deben realizar inspección sanitaria para todos aquellos proyectos de abastecimiento para los que se esté solicitando la extensión del certificado de la calidad del agua para consumo humano. La inspección debe realizarse, tanto a las fuentes a ser utilizadas, como al sitio donde se desarrollará el proyecto. El objetivo de la inspección es ampliar y verificar la veracidad de la información presentada adjunto a la solicitud correspondiente.

5.1.4.2 Instituto de Fomento de Municipal, en su programa agua y saneamiento rural.

Mediante Acuerdo Gubernativo No. 635-97, de **fecha 27 de agosto de 1997 se aprobó el Convenio Administrativo Interinstitucional No. 1-97 de fecha 13 de agosto de 1997**, suscrito en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS- y el Instituto de Fomento municipal –INFOM-, por virtud del cual se transmite la adscripción de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos rurales –UNEPAR-, *con el objeto de integrar la cobertura en la ejecución de proyectos de Agua Potable y Saneamiento básico del área rural del país*(INFOM-UNEPAR 1997).

5.1.5 Definiciones

- A. **Agua Potable:** Es aquella que por sus características de calidad especificadas en la norma COGUANOR NGO29 0011, es adecuada para el consumo humano.
- B. **Cloro:** Es el elemento número 17 de la tabla periódica de los elementos. En condiciones normales de temperatura es un gas verde, poderoso oxidante, 2 y media veces más pesado que el aire (COGUANOR 2003).
- C. **Límite máximo aceptable:** Es el valor de la concentración de cualquier característica de agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor (COGUANOR 2003).
- D. **Límite máximo permisible:** Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano (COGUANOR 2003).
- E. **Grupo coliforme total.** Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, gram negativos, no esporulado que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a 35 °C +/- 5 °C en un periodo de 24 horas – 48 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación(COGUANOR 2003).
- F. **Grupo coliforme fecal:** Son bacterias que forman parte del grupo coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a 44 °C +/- 2 °C en un periodo de 24 hrs +/- 2 horas cuando se investigan por el método de tubos múltiples de fermentació. (COGUANOR 2003).

5.2 Enfermedades relacionadas con el agua

5.2.1 Enfermedad Diarreica Aguda

A. Definición

Se refiere al aumento en la frecuencia de deposiciones diarias, o el cambio en la consistencia de las mismas. Es una enfermedad compleja en su etiología y sus complicaciones. Afortunadamente, más del 80% de los casos de diarrea mejoran espontáneamente en el curso de 3 a 4 días; sin embargo, su complicación más frecuente, la deshidratación, puede poner en peligro la vida del paciente. Un porcentaje de ellas puede evolucionar a la cronicidad o ser de origen de infecciones generalizadas (Behrman, Kliegman, 2008).

En la gravedad de la diarrea intervienen concurrentemente, el tipo de germen, su virulencia y particularidades del huésped (edad, estado inmunológico y nutricional).

B. Fisiopatología

La clasificación fisiopatológica se puede correlacionar con la etiología específica:

- *Pérdida de electrolitos.*
- *Malabsorción de nutrientes.*
- *Inflamatoria.*

C. Etiología

Las causas de diarrea aguda son variables y se pueden clasificar en los siguientes grupos: no infecciosa e infecciosa (viral, bacteriana, parasitaria y micótica). La mayor parte de los enteropatógenos que causan diarrea aguda penetran al organismo a través de la vía oral y colonizan el intestino antes del comienzo de los síntomas de enfermedad diarreica. Una etapa fundamental del proceso de colonización, en casi todos los casos, es la adherencia al epitelio intestinal. Frecuentemente, los mecanismos

de adherencia de bacterias y protozoos son muy específicos y son mediados por interacciones de tipo receptor-ligando. Este proceso utiliza a menudo lectinas o moléculas similares que interactúan con fracciones de hidrocarbonadas de la membrana de las microvellosidades (Behrman, Kliegman, 2008).

Las cepas de *Escherichia Coli* en la actualidad, que son reconocidas como productoras de diarrea en los seres humanos se agrupan en 5 categorías: enterotoxigenicas (ETEC), entero invasivas (EIEC), entero hemorrágicas (EHEC), entero patógenas (EPEC) y entero agregantes (EA_gEC). De estas, las que se asocian con diarrea prolongada son las entero patógenas y entero agregantes (Behrman, Kliegman, 2008).

Los mecanismos a través de los cuales los enteropatógenos producen diarrea son variados, aunque generalizando se pueden dividir en:

- Aumentan la secreción intestinal y,
- Disminuyen la absorción intestinal.

D. Exámenes de laboratorio

La mayoría de los episodios de diarrea aguda son auto limitados y sin complicaciones, por lo que no se requiere un estudio etiológico ya que es costos y demanda personal de laboratorio disponible. Se justifica en casos como

- | | |
|---|--|
| ✓ Síndrome disentérico. | ✓ Diarrea intrahospitalaria. |
| ✓ Diarrea intensa con duración mayor de 3 a 4 días. | ✓ Pacientes procedentes de instituciones cerradas. |
| ✓ Paciente que amerite hospitalización | ✓ Huésped inmunocomprometido |

(Behrman, Kliegman, 2008).

5.2.2 Ascariasis

La Ascariasis es una infección del intestino delgado causada por *Áscaris lumbricoides*, un gran nemátodo. Los huevos nemátodo se encuentran en el suelo contaminado con heces humanas o en alimentos crudos contaminados por suelos que contienen huevos. Una persona se infecta por accidente después de la ingestión de los huevos. Los huevos eclosionan las larvas en el intestino, luego las larvas penetran en el intestino grueso y llegan a los pulmones a través del torrente sanguíneo. Eventualmente llegan de nuevo a la garganta y se ingieren (OMS 2000).

En los intestinos, las larvas se desarrollan en parásitos adultos. El parásito adulto femenino que puede crecer hasta más de 30cm de longitud, pone los huevos que luego pasan a las heces. Si la tierra está contaminada con heces humanas o animales que contengan huevos, el ciclo comienza de nuevo. Los huevos se desarrollan en el suelo y volverse infectivos después de 2-3 semanas, pero puede permanecer infectivos durante varios meses o años (OMS 2000).

Los niños se infectan con más frecuencia que los adultos, el grupo de edad de 3-8 años. Es probable que la infección pueda ser más grave si tienen deficiencia en la nutrición. Suelen infectarse después de llevar sus manos contaminadas a la boca, comer alimentos cultivados en suelos contaminados sin cocer (OMS 2000).

El primer signo puede ser el paso de un gusano vivo, generalmente en las heces. En caso de una grave infección, obstrucción intestinal puede causar dolor abdominal, particularmente en los niños. Las personas también pueden experimentar tos, respiración sibilante y dificultad para respirar, o fiebre (OMS 2000).

La Ascariasis es una de las infecciones parasitarias más comunes en humanos. Hasta un 10% de la población de los países en desarrollo está infectada con nematodos intestinales, un gran porcentaje de ellos es causado por áscaris. Alrededor del mundo las infecciones severas por áscaris causan aproximadamente 60,000 muertes por año (OMS 2000).

5.2.3 Giardialamblia

Es el agente causal de la giardiosis y el único protozoo patógeno que aparece a menudo en el duodeno y en el yeyuno de los seres humanos. Giardia existe en dos formas: trofozoito y el quiste. Luego de su paso al colon se enquistan apareciendo así en las heces(C. George Ray; Kenneth Ryan,Sherris 2004).

GiardiaLamblia por lo común tiene una débil capacidad patógena para los seres humanos. Es posible identificar quistes en gran número en las heces de personas totalmente asintomáticas. Sin embargo, en algunos individuos el gran número de parásitos fijados a la pared intestinal puede irritar e inflamar en forma mínima la mucosa del duodeno o yeyuno, con aparición de diarrea aguda o crónica. El sujeto expulsa heces acuosas, semisólidas, grasientas, voluminosas y fétidas en varias ocasiones en el transcurso de la infección (C. George Ray; Kenneth Ryan, Sherris,2004).

G. Lambliaestá presente en todo el mundo. Las personas se infectan al ingerir agua o alimentos contaminados con heces que tienen quistes de Giardia. Los quistes viven en el agua hasta 3 meses (C. George Ray; Kenneth Ryan, Sherris, 2004).

Capítulo III

5.3 Estudio socioeconómico de proyectos

5.3.1. Introducción

Consiste en recoger información relevante de los diferentes aspectos relacionados con las condiciones sociales de los grupos afectados por el proyecto y los impactos en el bienestar que pueda causar el mismo. Está dirigido a identificar los distintos grupos de población que se ven implicados por el proyecto, tanto por el lado de la oferta de insumos como por el lado de la demanda del producto final, además estudia las características del comportamiento de los afectados en los mercados de los diferentes bienes y servicios involucrados en la ejecución de un proyecto (Silva, 2006).

5.3.2. Desarrollo

La Socio economía asume que la economía está inmersa en la realidad social y cultural y que no es un sistema cerrado, asume también que los mecanismos de decisión que usan los individuos están influenciados por valores, emociones, juicios y prejuicios, así como por afinidades culturales y otros condicionamientos, y no simplemente por un cálculo de interés propio.

Entonces decimos que el estudio Socioeconómico de un proyecto es la comparación de los beneficios y costos atribuibles a la ejecución del mismo desde el punto de vista de la sociedad con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución y el aporte al bienestar neto de la sociedad (Silva, 2006).

Más concretamente, el estudio socioeconómico tiene por objetivo la identificación del impacto de un proyecto **sobre el bienestar económico de un país, como un todo.**

Mediante las técnicas de **Evaluación Socioeconómica de Proyectos** se puede saber qué proyecto permite maximizar los beneficios.

Tradicionalmente los proyectos se justificaban utilizando las siguientes frases:

- El proyecto beneficiará a (cierto número) de familias
- El proyecto generará (cierto número) de empleos
- El proyecto ahorrará (cierto número) de divisas
- El proyecto evitará la contaminación de ríos o lagos
- El proyecto permitirá recuperar (cierto número) de hectáreas.

Lo cual es en cierta forma individual porque sólo se contempla una parte de los efectos del proyecto y no permitía comparar entre alternativas por no tener un mismo criterio de medición (Silva, 2006).

A. Evaluación socioeconómica

Consta de tres etapas fundamentales.

La primera etapa consiste en un estudio de mercado que tiene como objetivo identificar tanto las posibilidades de abastecimiento de materia prima para cada proyecto como de colocación de sus productos finales. El resultado de dicho estudio es determinante para decidir el financiamiento del proyecto: éste pasará a las etapas siguientes de evaluación sólo en el caso de que sea factible (Silva, 2006).

La segunda etapa corresponde a la evaluación cuantitativa del proyecto. Sobre la base de esta evaluación se realiza una categorización según la cual se decide si es recomendable su financiamiento.

Finalmente, la tercera etapa consiste en una evaluación cualitativa, la que permite una priorización de los proyectos dentro de cada categoría definida según la etapa anterior (Silva, 2006).

A continuación se presenta el detalle de los pasos seguidos en cada etapa de evaluación:

a) Estudio de mercado

Se analiza tanto la **oferta de los insumos** necesarios para ejecutar el proyecto como la **demanda de él o los productos finales**. Para estudiar la oferta de insumos en el mercado es necesario contar con un análisis de la evolución de la producción, de los rendimientos y de los precios de los mismos; mientras que por el lado de la demanda del producto es necesario conocer la evolución del volumen de ventas (en el país y/o en el exterior) y de los precios (nacionales o internacionales según corresponda). En el caso en que el proyecto implique la elaboración de un producto nuevo, el estudio de mercado deberá reflejar la posibilidad de ventas del mismo a precios competitivos (Silva, 2006).

b) Evaluación cuantitativa

La evaluación cuantitativa de proyectos está basada en el análisis costo-beneficio. Tomando en cuenta para la misma dos situaciones: **situación con proyecto** o sea el proyecto en cuestión, en relación con una situación hipotética que sería la alternativa más probable **situación sin proyecto**, obteniendo por diferencia entre ambas situaciones, los beneficios y costos. De la comparación entre beneficios y costos surge la conveniencia o no de adoptar la decisión de llevar adelante el proyecto que se evalúa(Silva, 2006).

Se entiende por **beneficios**, la generación de efectos que producen una mejora en el bienestar de la economía y la sociedad. Los beneficios son básicamente los siguientes:

1. **Liberación de recursos**, si el proyecto permite obtener una misma cantidad y calidad de producto utilizando menos recursos, o bien un aumento de aquél por un valor económico mayor que el de estos.
2. **Aumento del consumo**, siempre que el proyecto permita aumentar el consumo global de la economía, mediante la mayor disponibilidad de bienes en relación con la situación sin proyecto.
3. **Mayor disponibilidad de divisas**, dado que con ellas la economía podría adquirir más bienes en el mercado internacional, que pueden destinarse a consumo o a inversión. Este efecto se produce tanto cuando el proyecto exporta su producción como cuando sus ventas en el mercado interno sustituyen importaciones que, en ausencia del proyecto, se realizarían (Silva, 2006).

Se consideran **costos** todos los efectos del proyecto que implican un mayor uso de recursos y factores nacionales de la producción (edificios, equipos, insumos, servicios y reparaciones, recursos humanos, etc.), o una menor disponibilidad de divisas por la importación de los mismos(Silva, 2006).

Los costos y los beneficios se calculan año por año, durante la vida útil del proyecto o durante el período convenido para el análisis del mismo.

Es importante ser muy cuidadoso con las preguntas que se formulan y con la precisión de las respuestas que se buscan en cuánto a cuáles son los beneficios y costos de cada proyecto.

Una vez identificados los costos y beneficios de un proyecto dado para cada año dentro del período de análisis, en términos materiales o físicos, es necesario expresarlos en términos de sus valores económicos. Una vez obtenidos los valores se define un criterio para comparar beneficios y costos, con ese fin se calculan los indicadores de rentabilidad: la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) (Silva, 2006).

Para la **categorización de los proyectos** se adopta el criterio del **valor actual neto (VAN)**. Se construye además un indicador que relaciona el VAN y la inversión total (VAN/ IT), a fin de hacer comparables proyectos de distintos montos de inversión (Silva, 2006).

Un segundo indicador tomado en cuenta para la categorización de los proyectos es el **Balance de Divisas**. El mismo se construye en base al detalle de costos y beneficios en términos de divisas que implica el proyecto, es decir realizar la comparación de la moneda que se esté usando en la inversión del proyecto para así saber cuál es el costo a nivel internacional o conocer la cantidad de divisas nacionales que se están usando. Según los resultados de la evaluación cuantitativa, los proyectos pueden ubicarse en tres categorías diferentes, de cuya situación derivará la recomendación del evaluador:

Categoría I

Son los proyectos cuyo análisis costo-beneficio arroja tanto un VAN como un Balance de Divisas positivos. Dichos proyectos son recomendables desde el punto de vista socio-económico y tienen prioridad frente a los proyectos que no pertenecen a esta categoría.

Categoría II

Son los proyectos que presentan un VAN positivo pero su Balance de Divisas arroja un resultado negativo. Si bien estos proyectos pueden ser socioeconómicamente recomendables, el financiamiento de los mismos estará sujeto a la disponibilidad de fondos, pues tienen prioridad los pertenecientes a la Categoría I.

Categoría III

Son los proyectos cuya evaluación cuantitativa da como resultado tanto un VAN como un Balance de Divisas negativo. Dichos proyectos no son recomendables de financiación desde el punto de vista socioeconómico(Silva, 2006).

c) Evaluación cualitativa

La rentabilidad que se intenta medir ya no es financiera, sino una rentabilidad más intangible, en términos del bienestar de la población y de la sociedad(Silva, 2006).

Los proyectos pueden permitir obtener beneficios que no se incluyen en la evaluación cuantitativa por la dificultad de expresarlos en términos económicos, pero que deben ser tenidos en cuenta, ya que en buena medida constituyen los objetivos centrales del programa(Silva, 2006).

A cada una de las variables cualitativas antes mencionadas se le asignan los puntajes “1” o “0” dependiendo de si el proyecto tiene o no efectos positivos sobre la misma. Posteriormente se suman los valores asignados a cada una de estas variables, obteniéndose como resultado una puntuación cualitativa para cada proyecto que varía entre un mínimo de “0” (ninguna variable positiva) y un máximo de “5” (todas las variables positivas). Si bien la evaluación cualitativa no incide en la categorización de los proyectos, ésta afecta directamente su priorización dentro de cada categoría y por lo tanto es determinante en el caso de existir restricción de fondos (Silva, 2006).

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Transversal, analítico-descriptivo.

6.2 ÁREA DE ESTUDIO

Barrio El Jurgallón, Zona2, cabecera municipal de Chiquimula, departamento de Chiquimula.

6.3 UNIVERSO O MUESTRA

Para la presente investigación se realizaron dos diferentes tipos de muestreo, el primero de ellos dirigido a la calidad de agua en diferentes puntos estratégicos del sistema de agua que abastece al barrio Jurgallón, zona 2, ciudad de Chiquimula; el segundo muestreo se realizó a nivel de la población infantil menor de 5 años, con el fin de identificar la presencia de bacterias y parásitos intestinales. Estos procedimientos se describen en el inciso ANÁLISIS DEL AGUA.

A. ANÁLISIS DEL AGUA

La presente investigación contempló la recolección de agua mediante muestreos simples, considerando para ello la Norma COGUANOR NGO 29-001 AGUA POTABLE - 1985, *Inciso 5.4, Tabla 9 (Anexo 1)*, en donde se indica que deberá considerarse la densidad poblacional servida, y que para la presente investigación ésta se encuentra en el intervalo de 501 a 5000 habitantes, por lo que se recomienda realizar al menos cuatro (04) muestreos al año, es decir, dos (02) muestreos por semestre, que corresponde a un (01) muestreo por trimestre, criterio de frecuencia que deberá ser confirmado por las autoridades competentes, pero para la presente investigación, se reducirá a una única toma de muestra; ya que el objetivo no es la certificación del agua para consumo humano, sino la identificación en su situación actual en cuanto a sus componentes físico químicos y bacteriológicos; la cual se dividirá en dos, siendo (1) muestra para el análisis físico y químico, y (2) muestra para el análisis bacteriológico,

debiendo para cada una, recolectarse al menos diez (10) tubos de ensayo de 10 mL cada una, esto según el *Anexo 4* de la Norma COGUANOR 29-2011 AGUA POTABLE, *Tabla 13. Número más probable y límites de confianza de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 10 porciones de 10 mL cada una (Anexo 2)*, lo que contribuye a reducir el error estándar en la toma de datos; sin embargo, para efecto de practicidad se realizarán al menos cinco, en lo que respecta para el análisis físico y químico se tomará una sola muestra equivalente a 2,000 ml (2.0 Litros) que es lo menos requerido para el respectivo análisis, en lo que corresponde para el análisis bacteriológico, se recogió una muestra de 1,000 ml (1.0 Litro) que corresponde al mínimo de agua muestreada para su respectivo análisis, las que fueron enviadas al Laboratorio ambiental del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), en donde se realizó el análisis bacteriológico, y el análisis físico-químico.

Las operaciones de toma de muestras variaron según la naturaleza del agua a analizar y el punto de muestreo elegido:

Para análisis microbiológico

A. Grifos (llaves de paso)

- i. Retirar los filtros u otros accesorios y limpiar cuidadosamente con agua o alcohol;
- ii. Con el grifo cerrado se flameará el extremo del mismo, mediante algodón impregnado de alcohol y sostenido mediante unas pinzas o bien una lámpara de soldar;
- iii. Abrir el grifo (llave de paso) para que el agua fluya abundantemente durante al menos 3 minutos, con lo cual se removerán las impurezas contenidas en la tubería;
- iv. Destapar el envase esterilizado sin tocar la boca del mismo ni el interior del tapón;
- v. Las operaciones mencionadas se realizarán sin interrupciones, al abrigo de corriente de aire, y con la adecuada asepsia; y

- vi. En ningún caso, la muestra de agua debe llenar totalmente el frasco/envase, con el fin de facilitar su homogenización en el momento de iniciar el análisis.

B. Pozos y depósitos

- i. Si se dispone de una bomba de captación se operará como se ha indicado en el caso del grifo;
- ii. Si no existe sistema de bombeo, se introducirá en la masa de agua el recipiente o útil de muestreo (frasco/envase), sostenidos por una cuerda o pértiga telescópica, tomando la muestra tras agitación de la superficie del agua con el mismo recipiente; y
- iii. El recipiente utilizado deberá ser previamente esterilizado con alcohol, esperando el tiempo suficiente para la evaporación del mismo y enjuagando varias veces con el agua problema antes de la toma definitiva.

Para análisis físico-químico

- i. Las condiciones generales son las mismas que para el análisis microbiológico.

En lo que corresponde a la selección de los sitios de muestreo, se definen cinco puntos estratégicos para el proceso de muestreo, los cuales se encuentran ubicados dentro del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Jurgallón, zona 2, cabecera municipal de Chiquimula, departamento de Chiquimula, y que se describen a continuación:

- 1. Directamente de la Fuente Subterránea**, para lo cual se localizó el muestreo en la colonia Minerva, zona 2, municipio de Chiquimula, en la parte interna del tanque, previo a que el agua subterránea que es bombeada entre en contacto con el agua que ya se encuentra depositada dentro del reservorio aéreo;
- 2. En el Reservorio Aéreo**, en la primera válvula de salida (llave de paso) del reservorio, localizado en la colonia Minerva, zona 2, municipio de Chiquimula;

3. **En las primeras viviendas** con conexión al sistema de agua potable en el barrio Jurgallón, zona2;
4. **En las viviendas que se encuentran a mediación** con conexión al sistema de agua potable en el barrio Jurgallón, zona2; y
5. **En las últimas viviendas** con conexión al sistema de agua potable en el barrio Jurgallón, zona2.

La unidad de recolección de información fue la “VIVIENDA”, reuniendo las siguientes características: (1) Viviendas con conexión al sistema de agua potable; (2) Que la familia consume única y exclusivamente agua del sistema de conexión del barrio Jurgallón, zona 2; (3) Que dentro del núcleo familiar exista al menos un niño o niña menor de 5 años, siendo este la unidad para la toma de muestras de heces fecales, ello debido a que es en este grupo etáreo donde se presenta la mayor incidencia y alta vulnerabilidad a la prevalencia de enfermedades relacionadas con el agua.

Considerando, que el valor de la población (“N”) se conoce, es decir, es una población finita, y que “N” es menor a cien mil individuos, se estará trabajando bajo el concepto de diseño muestral (“n”), por lo que el cálculo de la muestra (“n”) será empleando la fórmula (Sierra Bravo, 1995):

$$n = \frac{Z^2 pq N}{(N - 1)E^2 + Z^2 pq}$$

En donde, “Z²” ($\alpha/0.95$, $1.959963985 \approx 1.96$) los niveles de confianza a estudiar, “p” (0.5) el éxito en proporción en que se encuentra en el universo (N) la característica a estudiar, “q” (0.5) el fracaso en proporción en que no se encuentra en el universo (N) la característica a estudiar, el “E²” el error de estimación admitido (0.1) y un “N” con valor a 134 viviendas, las cuales deberán calificar según criterios de inclusión, debiendo cumplir con la presencia de niños/as entre los 0 y 59 meses. Por lo anterior, la muestra “n” de la población para la presente investigación, y en donde se tomaron las muestras respectivas fue sobre 97 viviendas, las que se dividieron dentro de los últimos tres

puntos estratégico para toma de muestras de agua y toma de muestras de heces en niños menores a 5 años.

Considerando la naturaleza de la presente investigación, el diseño muestral a aplicarse fue probabilístico; y su forma de selección fue un muestreo aleatorio simple, habiendo seleccionado aquellas viviendas que cumpla con los criterios de inclusión definidos para la presente investigación.

B. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

En cuanto a la evaluación socioeconómica, se consideró a la población en su conjunto, que se beneficia directamente del servicio de agua potable en el barrio El Jurgallón, de la zona2, municipio de Chiquimula, por lo que su análisis no fue a nivel de muestreo, sino a nivel de universo, considerando a éste último como las 168 viviendas presentes en dicho barrio.

Para la realización del respectivo estudio de evaluación socioeconómica, se consideraron los aspectos relacionados a tres diferentes escenarios en cuanto al costo de oportunidad de cada uno:

(a) “INVERSIÓN ACTUAL EN SANEAMIENTO BÁSICO” vrs. “SITUACIÓN ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU COSTO DE OPORTUNIDAD”

Se evaluó si financieramente, en la actualidad ha sido o es efectiva la inversión por parte del gobierno local municipal, como de todas aquellas inversiones que conlleva el saneamiento básico o bien acciones relacionadas a éste, de parte del gobierno de turno, en diferentes niveles, siendo estos: municipales (Municipalidad), departamental (CODEDE), regional (CODEDUR), así mismo, se evaluó la inversión realizada por parte de fondos particulares o privados interesados en invertir en dicho tema; todo ello se comparó contra el costo de oportunidad e inversión que la población residente en el barrio Jurgallón, zona 2, municipio de Chiquimula, actualmente posee en las áreas de (a) salud integral (costo de inversión que la familia realizada por efecto de tratamientos), (b) oportunidad de trabajo (costo de permanencia en el trabajo y existencia de oportunidad), (c) retorno del capital (costo de retorno si la población joven baja sus

niveles de mortalidad efecto de prevalencia de enfermedades por consumo de agua no potable), (d) entre otros;

(b) “INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE” vrs. “SITUACIÓN FUTURA DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SU COSTO DE OPORTUNIDAD”

En ésta se evaluó si financieramente es viable la construcción de un sistema especializado y específico para el tratamiento de agua para consumo humano, que abastece al barrio Jurgallón, zona2, municipio de Chiquimula, esto con el fin de realizar un proceso comparativo similar al descrito anteriormente, solo que su diferencia se marcaría, con que el costo de oportunidad promovería a (a) una población completamente sana, (b) condiciones y estilos de vida ideales, y (c) oportunidades de empleo y trabajo de forma permanente, lo que repercute en un cambio de estilo de vida; y

(c) “INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA” vrs “SITUACIÓN ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA”

Sería la combinación de, SITUACIÓN FUTURA por efecto de la construcción de un sistema de agua para el tratamiento del agua, y el costo de oportunidad actual por parte de los residentes del barrio Jurgallón, zona2, municipio de Chiquimula, en donde predomina niveles altos de insalubridad y PREVALENCIA en niños menores de 5 años, así como, falta de oportunidades de trabajo por efecto de inconsistencia en permanencia de los lugares laborales, por de enfermedades relacionadas al consumo de agua no potable.

6.4 SUJETO U OBJETO DE ESTUDIO

Para la situación socioeconómica, se consideró como unidad de evaluación a la sociedad en conjunto; y para la evaluación de la condición del agua, se tomó la vivienda con conexión al sistema de agua potable, evaluándose al agua en los aspectos fisicoquímico y bacteriológico, y a los niños menores de 5 años que residan en las mismas, para su evaluación de coprologías.

6.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- i. Vivienda con conexión al sistema de agua potable, que abastece el tanque de captación localizado en colonia Minerva, zona 2, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula;
- ii. Que la familia que reside en la vivienda con conexión al sistema de agua potable, consume única y exclusivamente la misma; y
- iii. Que dentro del núcleo familiar exista al menos un niño o niña menor de 5 años, de donde se tomarán las muestras de heces.

6.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- i. Viviendas que aun cuando cuenten con la conexión al sistema de agua potable, que abastece el tanque de captación localizado en colonia Minerva, zona 2, la familia consume agua de otras fuentes distintas; y
- ii. Familias que dentro de su núcleo familiar, no cuenta con un miembro menor a 5 años de edad.

6.7 VARIABLES ESTUDIADAS

(1) Variable independiente:

- i. Calidad del agua para consumo humano; y
- ii. Costo socioeconómico para el sistema municipal de salud pública.

(2) Variable dependiente:

- i. Niveles de contaminación por presencia de elementos menores y mayores; y
- ii. Presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y fecales u otras bacterias relacionadas con las enfermedades relacionadas con el agua.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE				
Calidad del agua para consumo humano	Es la evaluación a partir de muestreos que se le realizará al agua que abastece a Barrio El Jurgallón, Zona 5, municipio de Chiquimula, con el fin de determinar sus niveles físico-químico y bacteriológicos para consumo humano, los cuales se realizarán en diferentes puntos de la conducción	(a) Presencia de elementos menores y mayores; (b) Presencia de bacterias	Cuantitativa	De Razón
Costo socioeconómico para el sistema municipal de salud pública	Se determinará mediante investigación de campo y bibliográfica, la inversión existente por parte del MSPAS y Gobierno Local, en el tema de Saneamiento Básico para el Barrio El Jurgallón, Zona 5, municipio de Chiquimula	(a) Inversión anual en saneamiento básico;	Cuantitativa	De Razón
VARIABLE DEPENDIENTE				
Niveles de contaminación	Se realizará un análisis de la muestra de agua recolectada en diferentes puntos a lo largo del sistema de abastecimiento de agua potable, del Barrio El Jurgallón, Zona 5, municipio de Chiquimula, en donde se determinará los niveles y presencia de elementos físico-químico y bacteriológicos, que indicarán si es o no apta para consumo humano	(a) Presencia de elementos menores y mayores; (b) Presencia de coliformes;	Cuantitativo	De Razón

6.8 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos, se consideró dos tipos de boletas: (1) se elaboró una boleta específica para la recolección de la muestra de heces en niños y niñas menores de cinco años, dentro de la cual se recolectó información sobre: (a) edad, (b) sexo, (c) nombre, (d) presencia de enfermedades gastrointestinales relacionadas con el agua, entre otros, dicha información se obtuvo mediante una entrevista dirigida a los padres bajo su autorización y mediante análisis de laboratorio coprológico, para luego proceder al registro de los mismos, de los niños (as) de entre 0-59 meses incluidos en la muestra; y (2) se tomó el formato de los resultados del análisis físico-químico y bacteriológico realizado a cada muestra de agua presentados a laboratorio ambiental, CUNORI, debiendo vaciar la información que dé respuesta a los objetivos planteados.

6.9 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tal y como se describe en los incisos 4.3.1 Análisis de Agua y 4.3.2 Evaluación Socioeconómica, se procedió a recolectar las muestras de agua y heces para su respectivo análisis, así mismo, y de forma paralela se realizó la evaluación socioeconómica correspondiente, con el fin de evaluar que escenario es el más viable técnica y financieramente.

Considerando la mejor alternativa de selección de las muestras idóneas, y alcanzar la mayor representatividad del grupo de habitantes y viviendas de la localidad sujeta de investigación, ésta se logró a partir del muestreo aleatorio simple, debiendo seleccionarse aquellas viviendas que cumpla con los criterios de inclusión.

6.10 PLAN DE ANÁLISIS

Para la realización de la presente investigación, se evaluaron de forma individual y conjunta los resultados de laboratorio físico-químico y bacteriológico, con el fin de establecer su mejor correlación entre sí y comprensión a los hechos que suceden:

(A) Análisis de correlación de los resultados de laboratorio

Primeramente se evaluaron de forma independiente los resultados de las muestras de agua y heces entre sí, en donde se empleó como valor de correlación la R, con el fin de determinar si los datos presentan estrecha relación entre sí con respecto a la recta, luego se procedió a realizar la respectiva evaluación de significancia, para aceptar o rechazar, si los resultados tienen o no relación entre sí.

Luego se procedió a realizar la misma prueba entre los valores de las pruebas de heces y agua, con el fin de determinar su valor de correlación R, y determinar en qué puntos de las muestras de agua se encuentran los mayores riesgos de contaminación y que sean sustentados con los datos del laboratorio de heces, con lo cual se determinaron los valores más significativos entre los resultados de laboratorio.

(B) Análisis económico

Tal y como se expuso en los incisos anteriores, éste método se evaluó de forma independiente en tres escenarios comparativos, para luego ser expuesto de forma individual si sus costos e ingresos, así como algunos indicadores tiene relación entre sí, de lo contrario no estaría dando cumplimiento con lo establecido en los objetivos.

Luego de realizado el análisis económico y bacteriológico, químico y físico, todos se evaluaron de forma conjunta, con el fin de evaluar la mejor opción económica contra las mejores condiciones de salud de la población sujeto de estudio.

6.11 PROCEDIMIENTOS PARA GARANTIZAR LOS ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se solicitó el consentimiento de los padres para poder ingresar al hogar y realizar las mediciones respectivas del estudio, previa información del procedimiento a realizar y su finalidad.

6.12 CRONOGRAMA

Actividad	Año 2012																			
	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1) Elección del problema																				
2) Solicitud y aprobación de la investigación																				
3) Elaboración del protocolo de investigación																				
4) Elaboración del marco teórico																				
5) Recolección de Datos y trabajo de campo																				
6) Tabulación y análisis de los resultados																				
7) Elaboración del informe final																				
8) Revisión final																				
9) Impresión y reproducción del informe final																				
10) Entrega y presentación del informe final																				

VII. RECURSOS

A. HUMANOS

- Investigadores
- Asesores de Investigación
- Revisores de investigación

B. FÍSICOS

- Recipiente para muestra de heces.
- Recipientes para muestras de agua.
- Computadoras
- Lapiceros
- Papel de escritorio
- Vehículo
- Escritorios
- Impresora

C. FINANCIEROS

Recurso	Inversión en Q.
1. Fotocopias	300.00
2. Impresiones	575.00
3. Servicio de Internet	400.00
4. Transporte	50.00
5. Combustible	100.00
6. Alimentación	100.00
7. Muestras de agua	3000.00
8. Muestras de heces	1000.00
Total ...	5525

VIII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.

TABLA 1. Distribución sobre las principales características físicas químicas del agua del pozo minerva y el sistema de distribución de agua del barrio el Jurgallón, Chiquimula, mayo 2012.

Parámetro	Valor Identificado (media)	Valor Máximo Identificado	Límite Máximo Aceptable	Límite Máximo Permisible
pH (unidad)	7.25	7.33	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos (mg/l)	0.8433	1.23	0.5	1.0
Nitratos (mg/l)	10.686	13.10	-----	10
Sulfatos (mg/l)	61.247	63.00	100	250
Dureza (mg/l CaCO ₃)	345.258	355.00	100	500

FUENTE: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

En cuanto a las características físico-químicas se observa que el valor de Nitratos esta sobre valores máximos permisibles, por lo que el agua no es apta para consumo humano.

TABLA 2. Distribución sobre las principales características bacteriológicas del agua del pozo minerva y el sistema de distribución de agua del barrio el Jurgallón, Chiquimula, mayo 2012.

Parámetro	Valor Identificado (media)	Valor de Referencia
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	460	3
EscherichiaColi (NMP/100 ml)	240	3
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	240	3

Fuente: boleta de recolección de datos.

En las muestras tomadas en el pozo Minerva y sistema de distribución de agua de Jurgallón se observa una elevada presencia de bacterias coliformes fecales y E. Coli, lo que demuestra una marcada contaminación del agua con heces.

A. COPROLOGÍA

TABLA 3. Presencia de enfermedad diarreica en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en niños menores de 5 años en el barrio el Jurgallón, Chiquimula

Edad Niño/a < 5 años	¿Ha padecido diarrea en los últimos 6 meses?		Total
	Si	No	
0 a 12 meses	10 (10.3%)	5 (5.2%)	15 (15.5%)
13 a 24 meses	7 (7.2%)	1 (1.0%)	8 (8.2%)
25 a 36 meses	10 (10.3%)	7 (7.2%)	17 (17.5%)
37 a 48 meses	12 (12.4%)	14 (14.4%)	26 (26.8%)
49 a 59 meses	17 (17.5%)	14 (14.4%)	31 (32.0%)
Total	56 (57.7%)	41 (42.3%)	97 (100.0%)

Fuente: Boleta de recolección de datos

El 57.7% de la población menor de 5 años refirió haber padecido de síndrome diarreicoagudo en los últimos 6 meses, siendo la población de 49 a 59 meses la más afectada con un 17.5%.

TABLA 4. Número de veces que ha padecido de enfermedad diarreica en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en niños menores de 5 años en el barrio el Jurgallón, Chiquimula

¿Ha padecido diarrea u otra enfermedad últimos 6 meses?	¿Cuántas veces?					Total
	0 a 1 veces	2 a 3 veces	3 a 4 veces	5 a 6 veces	7 veces o más	
Si	4 (4.1%)	30 (30.9%)	12 (12.4%)	7 (7.2%)	3 (3.1%)	56 (57.7%)
No	41 (42.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	41 (42.3%)
Total	45 (46.4%)	30 (30.9%)	12 (12.4%)	7 (7.2%)	3 (3.1%)	97 (100.0%)

Fuente: boleta de recolección de datos.

Del 57.7% de la población que refirió haber padecido síndrome diarreico agudo, un 10.3% refiere que presentó 5 episodios o más en los últimos 6 meses, presentando la mayoría de 2 a 3 episodios.

TABLA 5. Presencia de parásitos intestinales en muestras de heces en niños menores de 5 años, en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en el barrio el Jurgallón Chiquimula.

Edad Niño/a < 5 años AGRUPADA	Parásitos		Total
	Si Observados	No Observados	
0 a 12 meses	8	7	15 (15.5%)
13 a 24 meses	5	3	8 (8.2%)
25 a 36 meses	8	9	17 (17.5%)
37 a 48 meses	15	11	26 (26.8%)
49 a 59 meses	16	15	31 (32.0%)
Total	52 (53.6%)	45 (46.4%)	97 (100.0%)

Fuente: Boleta de laboratorio.

Del total de muestras de heces examinadas, 53.6% presenta parásitos intestinales, encontrándose en la mayoría hasta 3 parásitos diferentes. La mayoría se encuentra distribuido en las edades de 37 a 59 meses (n=31)

B. COSTO SOCIOECONÓMICO

Considerando el costo por el derecho de conexión al sistema de agua municipal para su consumo, el cánonde agua es de Q.15.00, siendo la cantidad de agua demandada diariamente de 0.3742 metros cúbicos, lo que indica que su costo por metro cúbico asciende a Q.0.05/m³ por día.

En cuanto a la relación costo-eficiencia (Relación C/E), es decir, considerando el número de familias residentes en el barrio El Jurgallón, las cuales ascienden a 140, si se distribuyera de forma equitativa por familia la inversión total anual que el estado realiza desde su dependencia municipal por efecto del tratamiento de forma preventiva del agua domiciliar, esta asciende a Q.2,001.51 al año (Anexo 10).

En cuanto al costo que el Estado también asume, referente al tratamiento curativo, este asciende a Q.36,820.90, lo que indica una Relación C/E de Q.263.01/familia al año (Anexo 11 a 12).

Así mismo, considerando al total de familias que asciende a 140, la pérdida de ingresos por efecto de inasistencia a los lugares de trabajo, este asciende a Q.116.07/familia en promedio al año.(Anexo 10).

Considerando el nivel de inversión anual por cada una de las familias, y cuyos fondos van directamente a formar parte de las arcas del gobierno municipal de Chiquimula, solamente el Barrio El Jurgallón, considerando las proyecciones de inversión por efecto del pago del cánon de agua, este asciende a Q.25,200.00/año, lo que indica que si todas las familias lo aportan de forma puntual y la cantidad contractual, éste financiamiento correspondería al 9.0% del monto global que el gobierno municipal contempla de financiamiento anualmente para el saneamiento básico del Barrio en mención, es decir, no se logra cubrir ni el 10% de los costos, por lo que no es significativo el aporte de los usuarios.

Considerando otras opciones, y dentro de las cuales, son tema de interés de la presente investigación, se ha considerado el costo para la construcción de un sistema para tratamiento de agua, la cual pueda ser empleada en promedio para el uso doméstico y no humano, ascendiendo éste a Q.400,000.00, así mismo, se deberá de dotar a dicho sistema de tratamiento de agua con hipoclorito de calcio, esto con el fin de tratar el agua siempre para uso doméstico, siendo éste el costo de Q.6,000.00, teniendo entonces una relación de costo-eficiencia de Q.2.896.42/familia, lo que indica que si se repartiera el total de la inversión dentro del total de familias (140) presentes en el barrio Jurgallón.(Anexo 5 y 10).

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Características físicoquímicas y bacteriológicas

Los resultados de la mayoría de parámetros analizados en el pozo y sistemas de distribución bajo estudio le confirieron al agua la condición de “apta para el consumo humano”, sin embargo, con un parámetro fuera de los límites permisibles su condición cambió a “no apta para el consumo humano”. Como lo muestran los resultados, el pH, dureza, conductividad, concentración de nitritos, sulfatos y fosfatos, no representan un riesgo para la salud; los problemas derivados de ellos están más relacionados con la palatabilidad. Sin embargo no es el caso de las bacterias coliformes y nitratos, en los cuales se encuentran concentraciones por encima de lo permitido, lo que es una señal de alerta debido a que se utiliza para consumo humano; así mismo, cabe destacar la significativa relación que se pudo observar entre la concentración de nitratos y la presencia de colonias de coliformes totales en el agua, que supone una fuente de contaminación común.

Según análisis estadístico, la población sin acceso a fuentes mejoradas es la más vulnerable y presenta mayores tasas de morbilidad en niños menores de 5 años por contaminación del agua.

B. Coprologías

Los pacientes presentaron contaminación por bacterias en las muestras de heces, que se relacionaría con la elevada contaminación de bacterias coliformes en el agua, y otras actividades propias de la población, como las escasas medidas de higiene y preparación de alimentos; hecho demostrado por la alta incidencia de parásitos intestinales, encontrándose hasta 3 parásitos diferentes en la mayoría de muestras.

C. Costo socioeconómico

El costo por cánon de agua es uno de los más bajos que hay en la región centro americana, el promedio de costo por metro cubico diario es de Q 2.50 en el Salvador y Honduras. Percibiendo similar cantidad por el cobro de agua se pudiera realizar

mejoras al sistema de distribución y almacenamiento, así como ahorrar el vital líquido, y se reducirían las enfermedades relacionadas con el agua.

Lo que muestra la importancia de realizar inversiones preventivas en la calidad del agua, a través de una planta de tratamiento, para evitar inversiones por parte de la Salud Pública, pérdida de horas de trabajo e inasistencias escolares relacionadas a enfermedades transmitidas por agua contaminada.

Se observa que la distribución de casos de diarrea se asocia a factores económicos y sociales, asimismo se verifica una correlación entre la calidad de agua y saneamiento con el ingreso de el encargado.

Contar con un servicio de buena calidad aumenta el tiempo para otras actividades económicas y permite ahorrar dinero, dado que un buen servicio puede ser adquirido a precio menor que provisiones alternativas.

Los problemas de salud derivados de la deficiente prestación hacen que tanto las familias como el Estado deban incurrir en costos adicionales como pueden ser los gastos en atención médica (análisis, consultas e internación). Además para la familia, la mala salud de los integrantes menores de 5 años impacta en menores ingresos ante la posibilidad de ir a trabajar o cuidar a los pacientes enfermos (Q.116.07/familia en 6 meses), así como también en gastos de transporte hasta el centro de salud, o médico privado, la compra de medicamentos y mayores gastos ante la necesidad de seguir dieta especial, explicados en los siguientes párrafos.(Anexo10)

Aplicando la fórmula de costos evitados en salud, $Q_{EDA} * \%_{mejora} * C_{EDA}$, se evitaría un impacto económico de Q. 4,367.13, en materia de reducción de morbilidad infantil, con una mejora del 10% de casos con la planta de tratamiento propuesta, asociada a educar a la población en medidas de higiene y saneamiento ambiental.(Anexo 13)

En el ámbito de impacto a la salud y el ingreso, aplicando la fórmula:

Costos evitados = $Q_{\text{transp}} * \%_{\text{transp}} * C_{\text{transp}} + C_{\text{vianda}}$, se obtiene un costo evitado de Q11,000.00 por concepto de gastos adicionales (transporte, alimentación y medicamentos) al asistir a servicios de salud públicos.(Consultas externas e ingresos). El ahorro por inasistencia al trabajo secundario al cuidado de niños menores de 5 años enfermos por síndrome diarreico agudo; aplicando la fórmula:
Beneficios no percibidos = $D_{\leq 5} * \frac{1}{2} w$, se obtiene un beneficio de Q. 21,000.00.

Con los datos expuestos anteriormente, la implementación de la planta de tratamiento de agua y cloración, asociado a plan educacional; esperando una mejoría del 10%, se obtiene un ahorro de Q. 36,367.13 en relación a enfermedad diarreica aguda, no incluyendo la mejora de otras enfermedades relacionadas con el agua, esto en población menor de 5 años en el barrio Jurgallón, de Chiquimula, en 6 meses.(Anexo 13).

En el costo a futuro, con la no implementación de la planta de tratamiento, continuando a éste mismo ritmo con los costos actuales y aplicando el ritmo inflacionario, a 5 años se estaría teniendo una inversión social actualizada (Valor Actual Neto) de Q.1,332,784.14; mientras que con la implementación de la planta de tratamiento, considerando un mantenimiento para 5 años, causaría un valor actual neto(VAN) de Q574,172.54 (Anexo 14).

X.CONCLUSIONES

Las características físico-químicas, según las medias de las muestras y sus valores permisibles, indican un pH, sulfatos y dureza del agua, aptos para el consumo humano; sin embargo el valor de los nitratos está encima de la media, lo que nos da un agua NO APTA para consumo humano.

En cuanto a las características bacteriológicas, según las medias de las muestras y sus valores de referencia, las coliformes totales, Escherichia Coli y coliformes fecales, se encuentran por encima en niveles que sobrepasan el 100% de lo permisible, lo que hace del agua muestreada, NO APTA para el consumo humano.

Según la prevalencia, el 53.6% (52) de los niños/as han padecido más de una vez síndrome diarreico agudo, de éstos, el 3.1% (3) presentaron síndrome diarreico agudo 7 veces o más.

Según la Relación Costo Eficiencia (C/E), y evaluando los diferentes costos de inversión existentes por parte del Estado y gobierno local, la inversión en el sector salud es de: Q.263.01/familia = USD.33.72/familia¹ por año, lo que está por debajo de lo propuesto por la OMS (USD. 60.00), y la inversión por el Gobierno Municipal Chiquimula es de Q.2,001.51/familia = USD.256.60/familia por año.

Con la implementación de una planta de tratamiento se ahorraría Q. 72,734.26 al año en relación de impacto en salud. Los costos de mantenimiento de esta planta y su construcción causan un valor actual neto de Q. 574,172.54 a 5 años, comparado con Q.1,332,784.14 que se gastarían al no implementar esta planta y no habiendo mejoras en la salud de la población.

¹ Tasa de cambio Q.7.80/USD.1.00. Información obtenida del Banco de Guatemala.

XI. RECOMENDACIONES

Realizar por parte de estudiantes de la Carrera Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, Universidad de San Carlos de Guatemala, continuidad a este tipo de estudio en la misma área durante la época de lluvia, con el fin de determinar la condición existente en ese momento bajo diferentes condiciones de precipitación, considerando que según la literatura los índices por enfermedades gastrointestinales se disparan en una relación 3:1, generando con ello información sobre las características físico-químicas y bacteriológicas de los pozos artesanales en viviendas del Barrio El Jurgallón.

Aplicar la misma investigación, con estudiantes de la Carrera Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, Universidad de San Carlos de Guatemala, fuera del área con radio promedio de por lo menos un kilómetro cuadrado al pozo que dota de agua al Barrio El Jurgallón, para determinar las características físico-químicas y bacteriológicas, determinando con ello, si solamente dicho sistema de agua es el afectado, o es el sistema a nivel de la cabecera municipal del departamento de Chiquimula, que posee la misma tendencia, evaluando entonces las condiciones de crear un sistema nuevo de tratamiento de agua para uso doméstico y de consumo humano.

Dar plan educacional por los estudiantes de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, sobre el manejo y almacenamiento del agua para consumo humano para fortalecimiento del agua y prevención de enfermedades en el barrio el Jurgallón, Chiquimula.

XII. PROPUESTA

- 1)** Socializar el tema del agua con autoridades de Consejos Departamentales de Desarrollo (CODEDE) como aporte de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, y a las autoridades de salud y municipales de agua, a través de boletines, haciendo ver la viabilidad económica de la construcción de la planta de tratamiento, utilizando programas de infraestructura en agua, saneamiento y ambiente del Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ), la Dirección de Gestión Social del instituto de Fomento Municipal (INFOM) y las diferentes cooperaciones internacionales. Para llevar a cabo esto se plantea un boletín así:

Agosto 2012



Guatemala se caracteriza por ser un país con altos índices de patologías gastrointestinales, ocupando el segundo lugar de morbilidad; un problema de salud perpetuado, por falta de conocimiento sobre el origen de los problemas relacionados con enfermedades transmitidas por agua contaminada y medidas preventivas que favorezcan su desarrollo.

Dentro de estas medidas, una de las más importantes es la calidad de agua, que

evidencia de manera técnica: es más económico

invertir en sistemas de tratamiento, que tratar problemas relacionados con enfermedades transmitidas por agua contaminada, que implica gastos que tendrán repercusiones socio-económicas de sub-desarrollo que caracterizan a nuestra población.

La incidencia de consultas por síndromes gastrointestinales es de 21.3%, afectando el desarrollo de los niños y causan muerte en 15% de menores de 5 años.

En el casco urbano se realizan controles de calidad de agua, cuando aumenta la incidencia de diarrea; tomando solo muestras para estudio bacteriológico, sin embargo no hay estudios del pozo que abastece El Barrio El Jurgallón.

Por tal motivo se realizó el estudio en dicha área, evaluando los parámetros físico-químicos indicando que sus niveles son aptos para el consumo humano, sin embargo las características bacteriológicas y nitratos se encuentran encima de los niveles permisibles, presentando valores de coliformes totales de 460NMP/100ml, catalogándola como **no apta** para consumo humano.

Por lo que se recomienda crear una planta de tratamiento para mejorar las condiciones a largo plazo y crear un plan de emergencia que incluya plan

Puntos de interés especial:

- Las características físico químicas y bacteriológica del agua la hacen no apta para consumo humano.
- La implementación de la planta de tratamiento es económicamente factible.
- 53% de la población a estudio presento 1 o mas episodios de síndrome diarreico agudo en los últimos 6 meses.
- La no implementación de una planta de tratamiento de agua tendría un valor actual neto Q.1,332,784.14, a 5 años, mientras la implementación de la planta costaría Q. 574,172.54 a 5 años, mejorando de 10% a 15% la salud de la población estudiada.





Presentación de resultados

Distribución sobre las principales características físicas químicas del agua del pozo minerva y el sistema de distribución de agua del barrio el Jurgallón, Chiquimula, mayo 2012.

Parámetro	Valor Identificado (media)	Valor Máximo Identificado	Límite Máximo Aceptable	Límite Máximo Permisible
pH (unidad)	7.25	7.33	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos (mg/l)	0.8433	1.23	0.5	1.0
Nitratos (mg/l)	10.686	13.10	-----	10
Sulfatos (mg/l)	61.247	63.00	100	250
Dureza (mg/l CaCO ₃)	345.258	355.00	100	500

"La elevada presencia de coliformes fecales y E. coli hacen al agua no apta para el consumo humano"

Distribución sobre las principales características bacteriológicas del agua del pozo minerva y el sistema de distribución de agua del barrio el Jurgallón, Chiquimula, mayo 2012.

Parámetro	Valor Identificado (media)	Valor de Referencia
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	460	3
Escherichia Coli (NMP/100 ml)	240	3
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	240	3



Presencia de enfermedad diarreica en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en niños menores de 5 años en el barrio el Jurgallón, Chiquimula

Edad Niño/a < 5 años	Ha padecido diarrea en los últimos 6 meses?		Total
	Si	No	
0 a 12 meses	10 (10.3%)	5 (5.2%)	15 (15.5%)
13 a 24 meses	7 (7.2%)	1 (1.0%)	8 (8.2%)
25 a 36 meses	10 (10.3%)	7 (7.2%)	17 (17.5%)
37 a 48 meses	12 (12.4%)	14 (14.4%)	26 (26.8%)
49 a 59 meses	17 (17.5%)	14 (14.4%)	31 (32.0%)
Total	56 (57.7%)	41 (42.3%)	97 (100.0%)

Presentación de resultados

Número de veces que ha padecido de enfermedad diarreica en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en niños menores de 5 años en el barrio el Jurgallón, Chiquimula

Ha padecido diarrea u otra enfermedad últimos 6 meses?	Cuántas veces?					Total
	0 a 1 veces	2 a 3 veces	3 a 4 veces	5 a 6 veces	7 veces o más	
Si	4 (4.1%)	30 (30.9%)	12 (12.4%)	7 (7.2%)	3 (3.1%)	56 (57.7%)
No	41 (42.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	41 (42.3%)
Total	45 (46.4%)	30 (30.9%)	12 (12.4%)	7 (7.2%)	3 (3.1%)	97 (100.0%)



Pre-sencia de parásitos intestinales en muestras de heces en niños menores de 5 años, en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en el barrio el Jurgallón Chiquimula.

Edad Niño/a < 5 años AGRUPADA	Parásitos		Total
	Si Observados	No Observados	
0 a 12 meses	8	7	15 (15.5%)
13 a 24 meses	5	3	8 (8.2%)
25 a 36 meses	8	9	17 (17.5%)
37 a 48 meses	15	11	26 (26.8%)
49 a 59 meses	16	15	31 (32.0%)
Total	52 (53.6%)	45 (46.4%)	97 (100.0%)

2012.

Resultado socioeconómico.

La implementación de una planta de tratamiento se ahorraría Q. 36, 367.13 en relación de impacto en salud. Los costos de mantenimiento de esta planta y su construcción causan un valor actual neto de Q. 574,172.54 a 5 años, comparado con Q.1,332,784.14 que se gastarían si no se implementaría esta planta, no habiendo mejoras en la salud de la población.



53.6% de las muestras de heces demuestran la presencia de parásitos intestinales.

Modelo de la planta de tratamiento de agua.

Autor:

Carlos Eduardo
Gándara Matheu

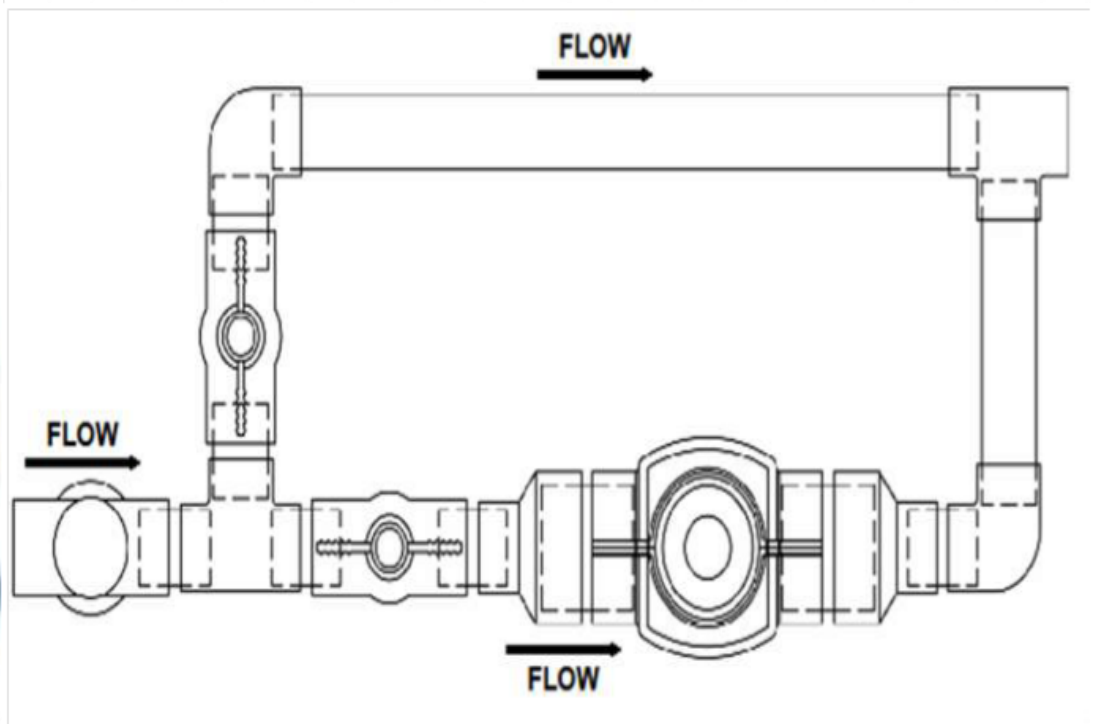
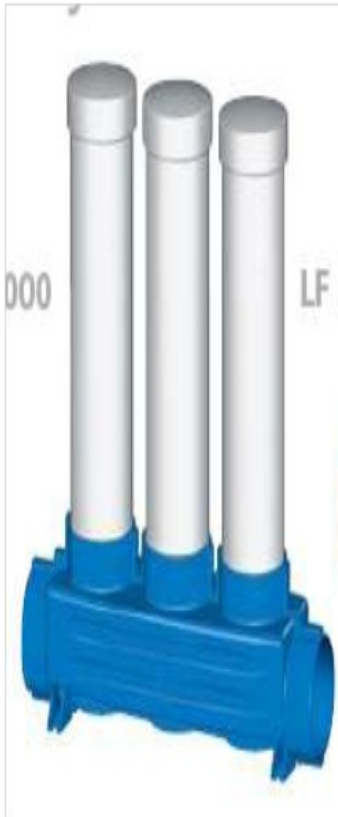
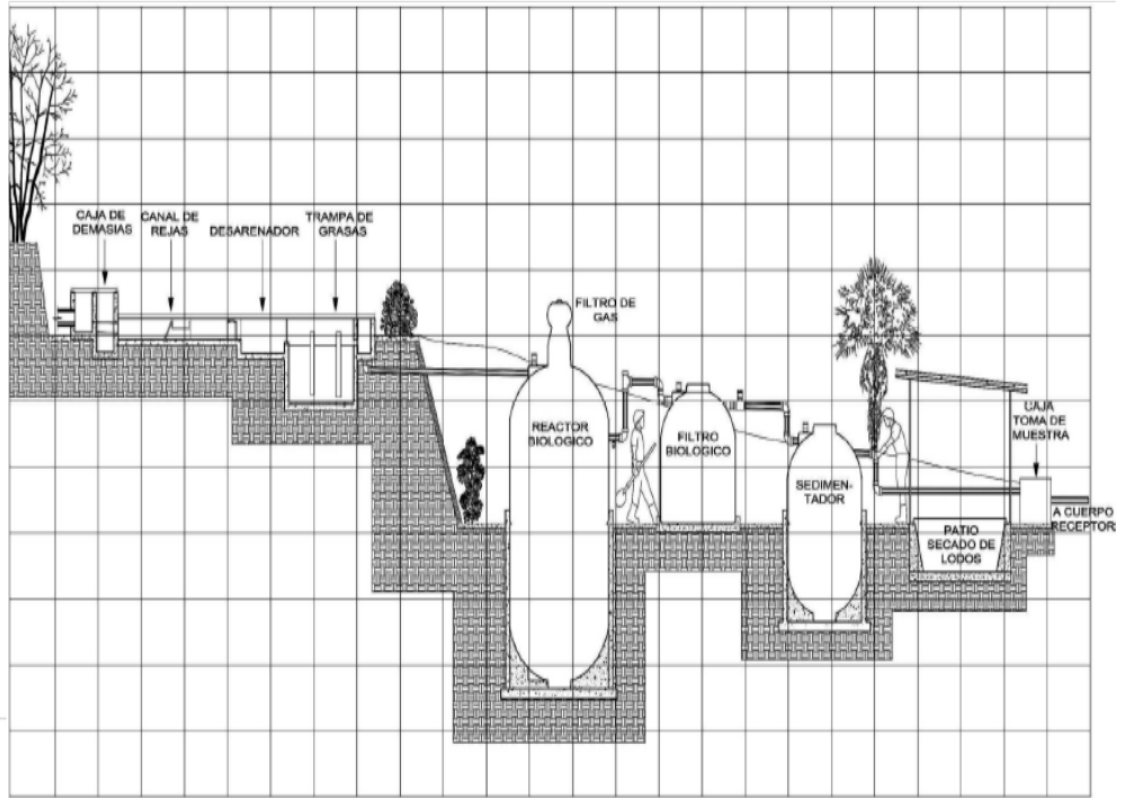
Autor y Revisor:

Dr. Carlos Iván Arriola

Revisores:

Dr. Edvin Mazariegos .

Dr. Rory René Vides



XIII. BIBLIOGRAFIA

Álvarez, J. 2005. Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de pozos municipales para uso doméstico en Chiquimula. Chiquimula, GT, Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 74.

Área de Salud de Chiquimula, GT. 2010. Memoria de labores (archivo Excel). Chiquimula, GT. 10 p.

_____. 2011. Base de datos Ministerio de Salud, (archivo Excel) Chiquimula, GT. 10 p.

_____. 2011. Memoria de labores (archivo Excel), Chiquimula, GT. 12 p.

AWWA (American Water Works Association, US). 2002. Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria. Trad. Invaring Ingeniería S.L. Madrid, ES, McGraw-Hill. p. 65-80,117.

Banco Mundial, ID. 2008. Economic impacts of sanitation in Southeast Asia: a four-country study conducted in Cambodia, Indonesia, the Philippines and Vietnam under the Economics of Sanitation Initiative (ESI). En línea. Jakarta, ID, Programa del

Banco Mundial de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. p. 222. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en http://www.wsp.org/UserFiles/file/Sanitation_Impact_Synthesis_2.pdf

Behrman, RE; Kliegman, RM. 2008. Nelson tratado de pediatría. España, Elsevier. v. 2. 3,200 p.

COGUANOR (Comisión guatemalteca de normas). 2003. Norma guatemalteca obligatoria agua potable. Guatemala. 20 p.

Congreso de la República de Guatemala. 2009. Reglamento para la certificación de la calidad de agua para consumo humano en proyecto de abastecimiento: acuerdo gubernativo 178-2009. Diario de Centro América. Guatemala. v. 287, p. 2.

Evans, B; Hutton, G; Haller, L. 2004. Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at a global level. Ginebra, CH, OMS. 50 p.

García Álvarez, MG. 2009. Determinación de las zonas potenciales de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó y Shusho, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 84p.

Gramajo Cifuentes, B. 2004. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y su uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 1, Mixco, Guatemala. Tesis Ing. Quím. Guatemala, USAC. 69 p.

INFOM-UNEPAR (Instituto de Fomento Municipal-Unidad Ejecutora de Acuerdos Rurales, GT). 1997. Programa de agua potable (en línea). Guatemala, Imprenta Nacional. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en: <http://www.infom.org.gt/index.php/normativos.html>

Lenntech, BV. 2006. Agua residual & purificación del aire. Holanda, OMS. 55 p.

López, A. 2006. Caracterizar las aguas residuales de los drenajes de mayor descarga en el río San José, teniendo como objetivo general la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas residuales de los drenajes municipales provenientes del área urbana de Chiquimula y el río Tacó, Chiquimula. Guatemala, USAC. 69 p.

MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, GT). 2011. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala. 64 p.

OMS (Organización Mundial de la Salud, IT). 2000. Celebración mundial del agua. Enfermedades relacionadas con el agua (en línea). Genova; IT, OMS. Consultado el 20 de feb. 2012. Disponible http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/es/

_____. 2008. Safer water, better health—costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health (en línea). Genova; IT, OMS. 200 p.

Consultado 16 feb. 2012. Disponible http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596435_eng.pdf.

_____. 2011. Revisión anual mundial de saneamiento y agua potable (GLASS) de ONU-AGUA, focalizando los recursos para mejores resultados. Italia, OMS. 98 p.

Ray, G; Ryan, RJ, Sherris. 2004. Microbiología Médica 4 ed. México, McGraw-Hill Interamericana. 1,059 p.

Silva, B. 2006. Validez y confiabilidad del estudio socio económico. México, UNAM, Escuela de Trabajo Social. 320 p.

WHO (World Health Organization, IT). 2000. Turning the tide of malnutrition: responding to the challenge of the 21st century. Geneva, IT. 56 p.

VII. Anexos

Anexo 1.c

5.4. Se establece el número de muestras en relación a la población servida de acuerdo a la tabla 7 siguiente.

Tabla 9. Frecuencias mínimas de la toma de muestras y análisis del agua para consumo humano en sistemas de distribución

Población servida en número de habitantes	Cantidad de muestras al año		
	Análisis E1	Análisis E2	Análisis E3
1 - 500	2	1	(1)
501 - 5 000	4	1	(1)
5 001 - 10 000	12	3	(1)
10 001 - 50 000	60	6	1
50 001 - 100 000	120	12	2
100 001 - 150 000	180	18	3
150 001 - 300 000	360	36	6
300 001 - 500 000	360 (2)	60	10
500 001 - 1 000 000	360 (2)	120 (2)	20 (2)
1 000 001 - 5 000 000	360 (2)	120 (2)	20 (2)

Anexo 2.

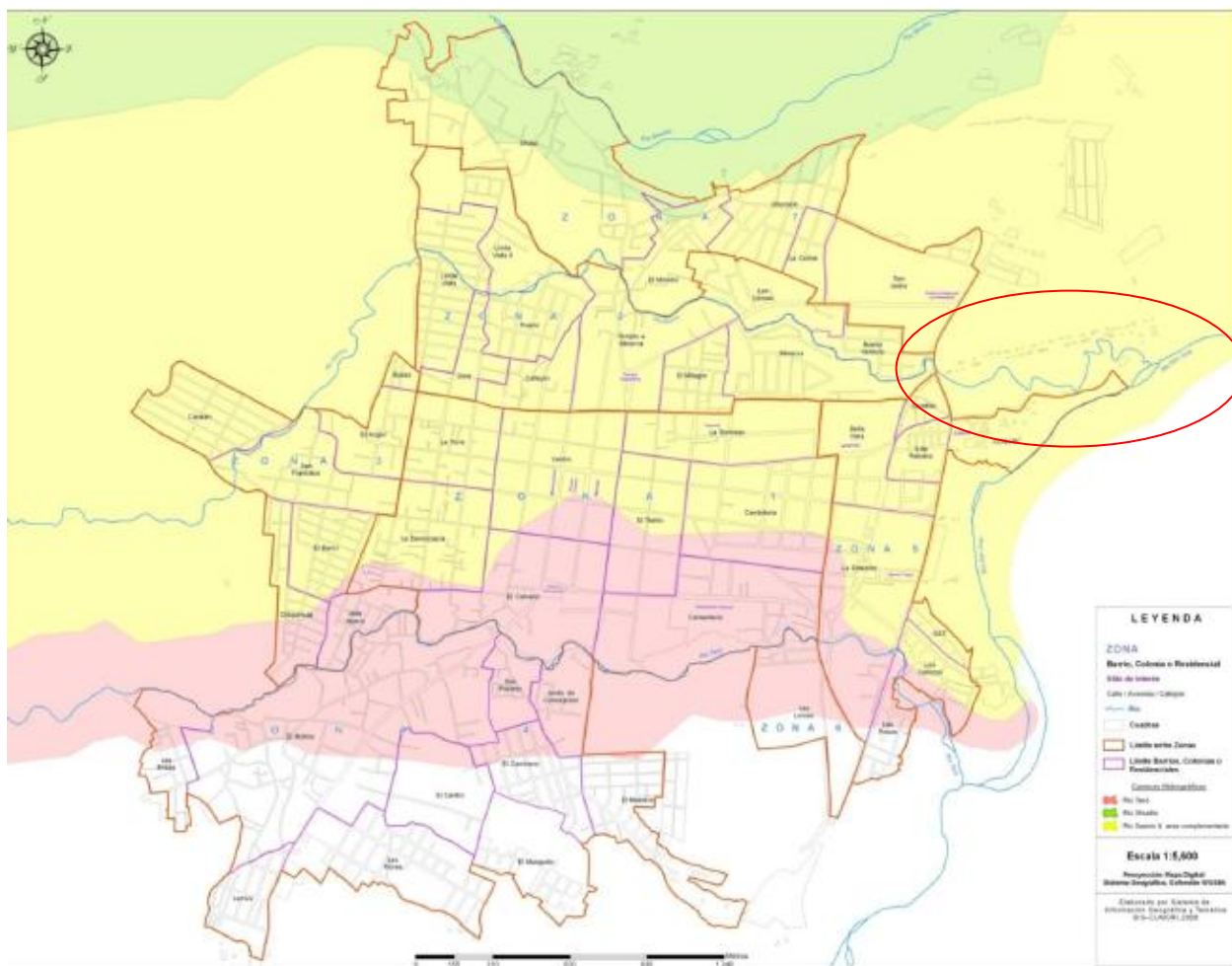
9.4. Anexo 4

Tabla 13. Número más probable y límites de confianza de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 10 porciones de 10 mL cada una.

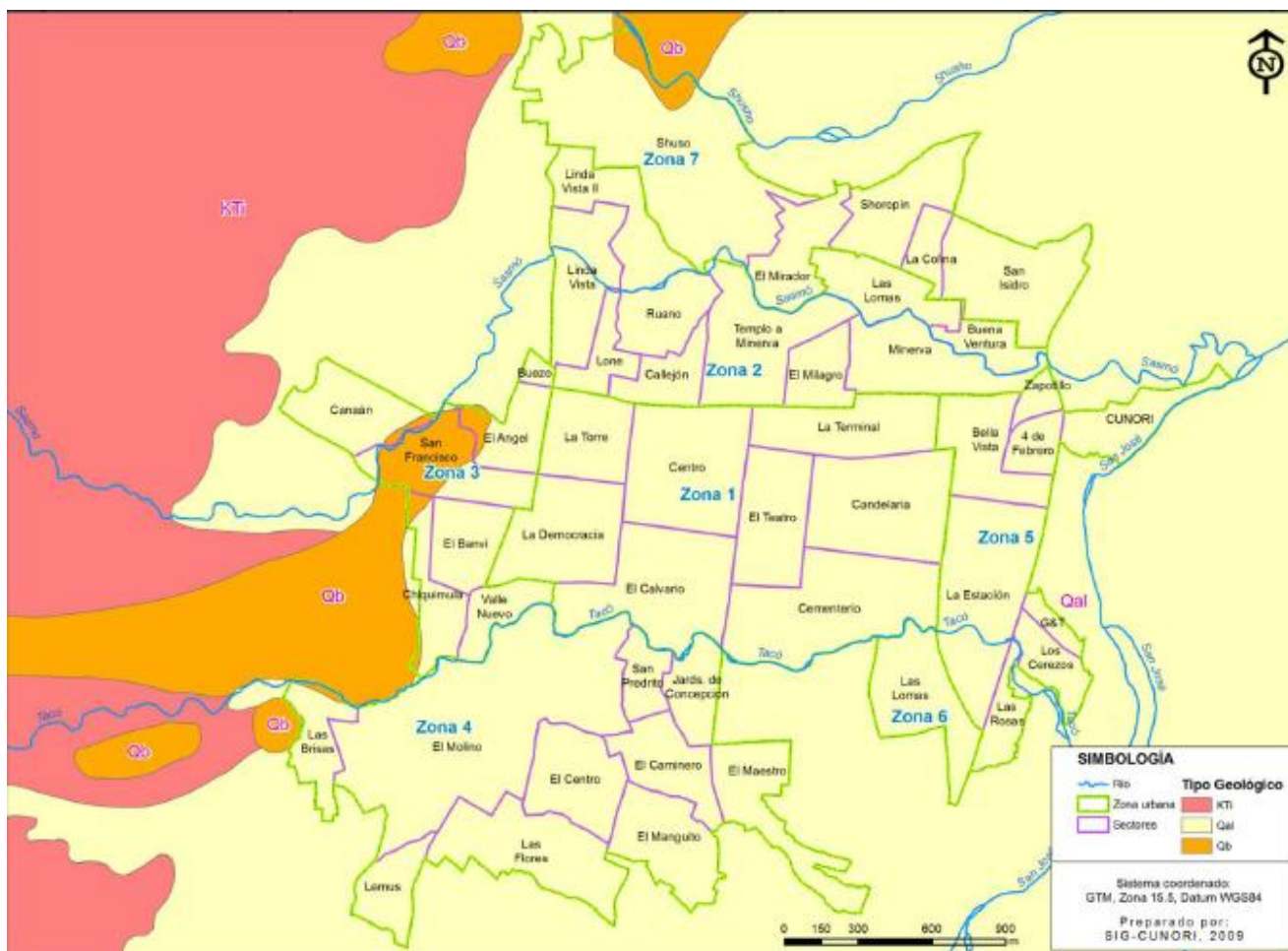
Número de tubos que dan reacción positiva	Número más probable	Límites de confianza de 95% (aproximados)	
		Inferior	Superior
0	< 1.1	0	3.0
1	1.1	0.03	5.9
2	2.2	0.26	8.1
3	3.6	0.69	10.6
4	5.1	1.3	13.4
5	6.9	2.1	16.8
6	9.2	3.1	21.1
7	12.0	4.3	27.1
8	16.1	5.9	36.8
9	23.0	8.1	59.5
10	> 23.0	13.5	Infinito

- (1) La frecuencia deberá ser determinada por las autoridades nacionales competentes.
- (2) Las autoridades nacionales competentes deberán esforzarse, de ser posible, por aumentar esta frecuencia.
- E1 Corresponde al programa de análisis básico, fácilmente ejecutable por cada laboratorio de control de calidad del agua autorizado. Los análisis en esta etapa de control son: coliforme fecal, cloro residual.
- E2 Corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los análisis de la etapa anterior ampliado con: olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, pH, conductividad, cloruros, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro, manganeso.
- E3 Corresponde a un programa de análisis avanzado de agua potable. Comprende la ejecución de los análisis de la segunda etapa, ampliado con: aluminio, cobre, sodio, potasio, amonio, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, antimonio, plomo, selenio, sulfuro de hidrógeno, zinc, sólidos totales disueltos, desinfectantes, subproductos de la desinfección y sustancias orgánicas (plaguicidas) de significado para la salud.

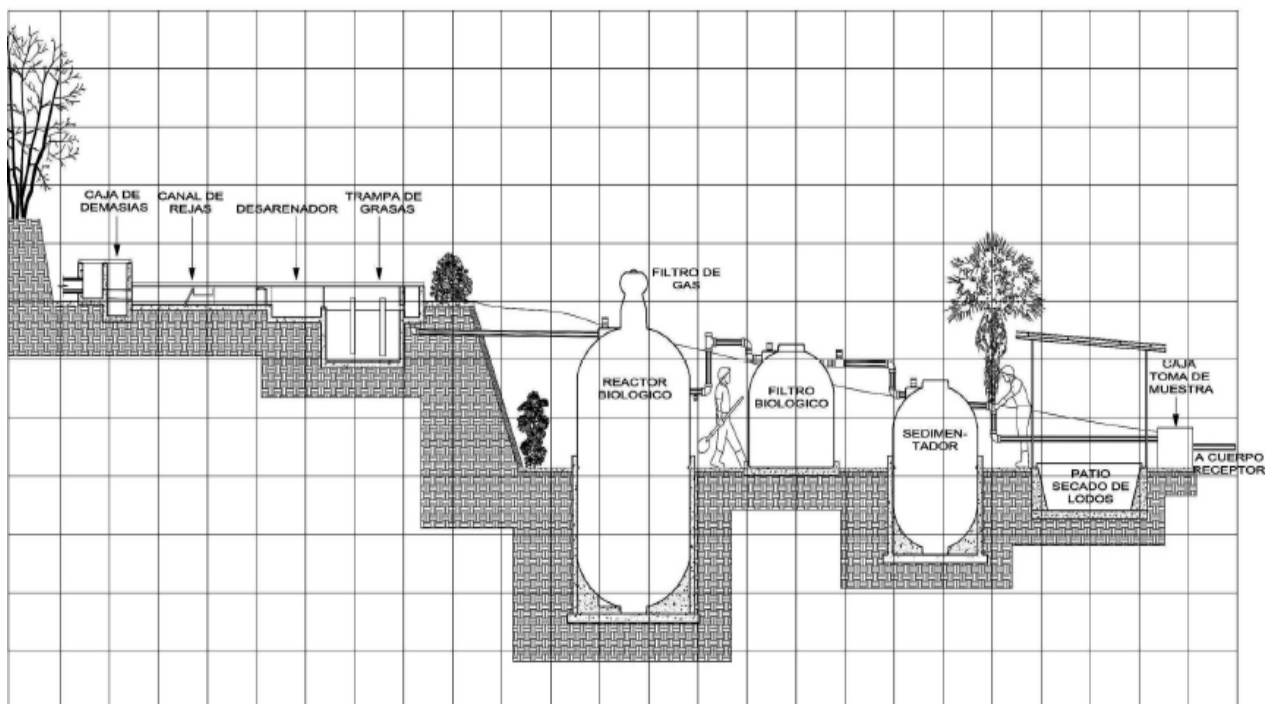
Anexo 3. Área de Cobertura



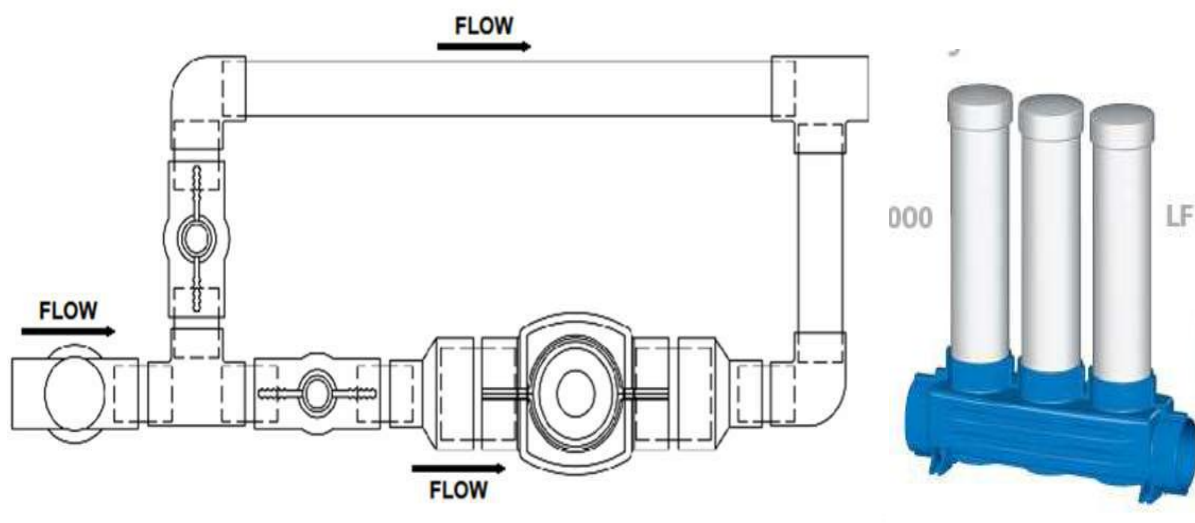
Anexo 4. Mapa geológico de la ciudad de Chiquimula. Detalle 1:50,000



Anexo 5: Planta de tratamiento de Agua



Anexo 6: Sistema de dispensador de tabletas de hipoclorito de calcio



Anexo 7: Boleta de recolección de datos

Centro Universitario Oriente
Médico y Cirujano
Calidad de Agua y su Costo Socioeconómico

Carlos Eduardo Gándara Matheu
2005040375
Boleta de recolección de datos

Datos generales:

Edad: _____

Sexo: _____

Ocupación del encargado:

Ingreso aproximado del encargado:

Q. _____

Datos de consumo

¿Su sistema de distribución de agua está conectado al municipal?

Si _____ No _____

¿Utiliza esta agua para consumo humano? Si: _____ No: _____

Datos de padecimientos

¿Ha padecido de diarrea u otra enfermedad relacionada con el consumo de agua en los últimos 6 meses? Si _____ No: _____

¿Cuántas veces?

¿Lo ha llevado al Centro o Puesto de Salud?

¿Cuántas veces?

¿Cuántas veces ha re consultado?

¿Lo ha llevado con médico privado?

¿Cuántas veces?

¿A cuánto asciende el gasto total por visita al Médico privado?

¿Ha estado hospitalizado por diarreas o enfermedades relacionadas con el agua?

Si _____ No _____

¿Estuvo internado en el servicio de Intensivo?

Si _____ No _____

¿Cuántos días duro en promedio esa estancia?

¿Estuvo internado en el servicio de pediatría?

Si _____ No _____

¿Cuántos días duro en promedio esa estancia?

¿Cuál es el gasto aproximado en medicamentos y otros relacionados con los episodios de enfermedad?

¿Cuántos días ha perdido el encargado por el cuidado del niño?

¿Ha muerto algún menor por diarrea o enfermedad relacionada con el agua?

Anexo8. Resultados fisicoquímico y bacteriológico de pozo y sistema de distribución en el barrio el Jurgallón en los mes de junio 2012, barrio el Jurgallón, Chiquimula.



LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
 Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
 Tel. 78730300



Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	01
Identificación de la Muestra:	Pozo 1 (chorro del Pozo)	Fecha:	18/06/2012
Localización:	11av. 2da calle A, Colonia Minerva, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo Mecánico		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permisible
Turbidez	NTU	0.34	5	15
Conductividad	µS/cm	841	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	24.2	15 a 25	34
Sólidos Totales	mg/l	952	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	538.24	---	500
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.8	8	4
Oxígeno Disuelto	% Sat.	132.7	---	80 a 100
pH	Unidades	7.39	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	1.050	0.5	1
Nitratos	mg/l	12.2	---	10
Nitritos	mg/l	0.0040	---	0.1
Sulfato	mg/l	45.00	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/l	817.20	---	25
BDOS				
Dureza	mg/l CaCO3	335	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	14.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	4.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALES	0 NMP/100 ml	3

Licda. Vilma Leticia Ramos López
 Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio





LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300



Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	02
Identificación de la Muestra:	Pozo 2 (Tanque de distribución)	Fecha:	18/06/2012
Localización:	11av. 2da calle A, Colonia Minerva, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo Mecánico		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA

PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permissible
Turbidez	NTU	0.29	5	15
Conductividad	µS/cm	838	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	23.9	15 a 25	34
Solidos Totales	mg/l	816	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	536.32	---	500
Oxigeno Disuelto	mg/l	8.68	8	4
Oxigeno Disuelto	% Sat.	128.8	---	80 a 100
pH	Unidades	7.45	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.390	0.5	1
Nitratos	mg/l	12	---	10
Nitritos	mg/l	0.0050	---	0.1
Sulfato	mg/l	50.00	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno BDO5	mg/l	412.80	---	25
Dureza	mg/l CaCO3	332	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA

PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	0.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	0.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALES	0.0 NMP/100 ml	3

Lieda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio





LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula

Tel. 78730300



Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	03
Identificación de la Muestra:	SD-1	Fecha:	18/06/2012
Localización:	Barrio Jurgayon, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permissible
Turbidez	NTU	0.32	5	15
Conductividad	$\mu S/cm$	887	---	menor de 1,500
Temperatura*	$^{\circ}C$	24	15 a 25	34
Sólidos Totales	mg/l	852	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	567.68	---	500
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.59	8	4
Oxígeno Disuelto	% Sat.	128.2	---	80 a 100
pH	Unidades	7.33	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.510	0.5	1
Nitratos	mg/l	13.1	---	10
Nitritos	mg/l	0.0040	---	0.1
Sulfato	mg/l	60.00	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno BDO ₅	mg/l	823.20	---	25
Dureza	mg/l CaCO ₃	353	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	Mayor o igual a 2,400.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	240.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALIS	240.0 NMP/100 ml	3

Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio





LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300

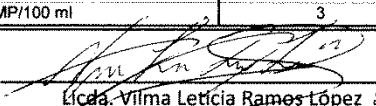


Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	04
Identificación de la Muestra:	SD-2	Fecha:	18/06/2012
Localización:	Barrio Jurgayon, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Máximo Aceptable	Limite Máximo Permisible
Turbidez	NTU	0.26	5	15
Conductividad	µS/cm	886	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	24.2	15 a 25	34
Sólidos Totales	mg/l	812	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	567.04	---	500
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.31	8	4
Oxígeno Disuelto	% Sat.	123.6	---	80 a 100
pH	Unidades	7.19	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	1.100	0.5	1
Nitratos	mg/l	12.3	---	10
Nitritos	mg/l	0.0040	---	0.1
Sulfato	mg/l	61.00	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno BOD ₅	mg/l	813.60	---	25
Dureza	mg/l CaCO ₃	355	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	240.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	23.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALES	240.0 NMP/100 ml	3


Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio





LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300



Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	05
Identificación de la Muestra:	SD-3	Fecha:	18/06/2012
Localización:	Barrio Jurgayon, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permisible
Turbidez	NTU	0.38	5	15
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	888	---	menor de 1,500
Temperatura*	$^{\circ}\text{C}$	24.2	15 a 25	34
Solidos Totales	mg/l	796	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	568.32	---	500
Oxigeno Disuelto	mg/l	8.16	8	4
Oxigeno Disuelto	% Sat.	121.4	---	80 a 100
pH	Unidades	7.31	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	1.230	0.5	1
Nitratos	mg/l	10.3	---	10
Nitritos	mg/l	0.0040	---	0.1
Sulfato	mg/l	63.00	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno BDO5	mg/l	823.20	---	25
Dureza	mg/l CaCO_3	344	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	460.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	240.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALES	240.0 NMP/100 ml	3

Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio





LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300



Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	06
Identificación de la Muestra:	SD-4	Fecha:	18/06/2012
Localización:	Barrio Jurgayon, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permisible
Turbidez	NTU	0.38	5	15
Conductividad	µS/cm	850	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	24.1	15 a 25	34
Solidos Totales	mg/l	828	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	544	---	500
Oxigeno Disuelto	mg/l	7.93	8	4
Oxigeno Disuelto	% Sat.	118.1	---	80 a 100
pH	Unidades	7.23	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.680	0.5	1
Nitratos	mg/l	11.5	---	10
Nitritos	mg/l	0.0050	---	0.1
Sulfato	mg/l	61.00	100	250
Demanda Biológica de Oxigeno BDO5	mg/l	374.40	---	25
Dureza	mg/l CaCO3	337	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	1100.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	460.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALES	240.0 NMP/100 ml	3

Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio





LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300



Referido por:	Carlos Eduardo Gándara Matheu	No. Muestra:	07
Identificación de la Muestra:	SD-5	Fecha:	18/06/2012
Localización:	Barrio Jurgayon, Chiquimula		
Tipo de Fuente:	Pozo		
Uso de Agua:	Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permissible
Turbidez	NTU	0.22	5	15
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	875	---	menor de 1,500
Temperatura*	$^{\circ}\text{C}$	24.5	15 a 25	34
Solidos Totales	mg/l	828	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	560	---	500
Oxigeno Disuelto	mg/l	8	8	4
Oxigeno Disuelto	% Sat.	119.6	---	80 a 100
pH	Unidades	7.15	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.450	0.5	1
Nitratos	mg/l	7.7	---	10
Nitritos	mg/l	0.0040	---	0.1
Sulfato	mg/l	60.00	100	250
Demanda Biológica de Oxigeno BOD5	mg/l	829.20	---	25
Dureza	mg/l CaCO_3	340	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra en el laboratorio, no en el campo

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	460.0 NMP/100 ml	3
ESCHERICHIA COLI	240.0 NMP/100 ml	3
COLIFORMES FECALIS	460.0 NMP/100 ml	3

Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



Anexo 9: Tabla de contingencia de la presencia de enfermedad diarreica en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en niños menores de 5 años en el barrio el Jurgallón, Chiquimula

Edad Niño/a < 5 años	¿Ha padecido diarrea u otra enfermedad últimos 6 meses?		Total
	Si	No	
0 a 12 meses	10 (10.3%)	5 (5.2%)	15 (15.5%)
13 a 24 meses	7 (7.2%)	1 (1.0%)	8 (8.2%)
25 a 36 meses	10 (10.3%)	7 (7.2%)	17 (17.5%)
37 a 48 meses	12 (12.4%)	14 (14.4%)	26 (26.8%)
49 a 59 meses	17 (17.5%)	14 (14.4%)	31 (32.0%)
Total	56 (57.7%)	41 (42.3%)	97 (100.0%)

Fuente: Boleta de recolección de datos

Anexo 10. Tabla de relación costo eficiencia en la situación actual del agua en el barrio el Jurgallón; Chiquimula, de diciembre 2011 a mayo 2012.

	Sector salud	Sector gasto	Sector municipalidad	Falta ingresos
Reparación y mantenimiento de pozo			Q 100,206.32	
Cloración de Pozos			Q 180,005.67	
Hospitalización INTENSIVOS	Q 14,400.00			
Hospitalización	Q 9,145.00			
Consultas CENTROS DE SALUD	Q 13,275.90			
Consultas privadas		Q 3,600.00		
Pérdidas por inasistencia al trabajo por cuidados				Q 16,250.00
Totales	Q 36,820.90	Q 3,600.00	Q 280,211.98	Q 16,250.00
Relación C/E	Q 263.01	Q 25.71	Q 2,001.51	Q 116.07

Anexo 11. Tabla de contingencia del número de días de hospitalización en el servicio de intensivo del Hospital Nacional Carlos Arana Osorio, por enfermedad diarreica aguda, en población menor de 5 años, en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en el barrio el Jurgallón, Chiquimula.

¿Cuántos días duró en promedio esa estancia?	¿Estuvo internado en el servicio de intensivo?		Total	Costo Diario Intensivo	Costo Total/N° Días
	Si	No			
0	0	93	93	Q 1,200.00	Q -
2	2	0	2	Q 1,200.00	Q 4,800.00
3	1	0	1	Q 1,200.00	Q 3,600.00
5	1	0	1	Q 1,200.00	Q 6,000.00
Total	4	93	97		Q 14,400.00

Fuente: Boleta de Recolección de Datos.
Informe mensual de producción y gastos de hospitales.

Anexo 12. Tabla de contingencia del número de días de hospitalización en el servicio de pediatría del Hospital Nacional Carlos Arana Osorio, por enfermedad diarreica aguda, en población menor de 5 años, en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en el barrio el Jurgallón, Chiquimula.

¿Cuántos días duró en promedio esa estancia?	¿Estuvo internado en el servicio de pediatría?		Total	Costo Diario Pediatría	Costo Total/N° Días
	Si	No			
0	0	88	88	Q 295.00	Q -
1	2	0	2	Q 295.00	Q 590.00
2	2	0	2	Q 295.00	Q 1,180.00
3	3	0	3	Q 295.00	Q 2,655.00
6	1	0	1	Q 295.00	Q 1,770.00
10	1	0	1	Q 295.00	Q 2,950.00
Total	9	88	97		Q 9,145.00

Anexo 13. Fórmulas de impacto en salud.

Impacto en salud e ingreso familiar: disminución de los gastos adicionales en los que incurre la familia.

$$\text{Costos evitados} = Q_{\text{transp}} * \%_{\text{transp}} * C_{\text{transp}} + C_{\text{vianda}}$$

$$\text{Donde } Q_{\text{transp}} = Q_{\text{EDA}} * \%_{\text{mejora}} * (\%_{\text{hosp}} * V_{\text{hosp}} + \%_{\text{amb}} * V_{\text{amb}})$$

Q_{transp} Cantidad de visitas al centro de salud. Debe estimarse cuál es la cantidad total de visitas requeridas por los pacientes, y por los familiares en el caso de las internaciones.

Q_{EDA} Cantidad de EDA.

$\%_{\text{mejora}}$ Porcentaje de reducción de casos esperado.

$\%_{\text{hosp}}$ Porcentaje de casos que requiere hospitalización.

V_{hosp} Visitas por caso de hospitalización.

$\%_{\text{amb}}$ Porcentaje de casos ambulatorios.

V_{amb} Visitas por caso ambulatorio.

$\%_{\text{transp}}$ Porcentaje que recurre a transporte público. En caso de contar con fácil acceso a un centro de salud cercano, se supone que los pacientes realizarán este trayecto por medios propios (a pie o en bicicleta).

C_{transp} Costo promedio de transporte por visita al centro de salud.

C_{vianda} Otros costos, como por ejemplo una vianda.

Impacto en salud: Reducción de los casos de morbilidad infantil.

$$\text{Costos evitados en salud} = Q_{\text{EDA}} * \%_{\text{mejora}} * C_{\text{EDA}}$$

$$\text{Donde } C_{\text{EDA}} = \%_{\text{hosp}} * C_{\text{hosp}} + \%_{\text{amb}} * C_{\text{amb}}$$

Q_{EDA} Cantidad de casos asociados a enfermedades de transmisión hídrica (aproximadamente, casos de EDA). Deben considerarse los casos que hubiesen podido evitarse de contar con una buena prestación de los servicios. Ante la dificultad de considerar todo el espectro de enfermedades hídricas, el indicador más utilizado es EDA. En algunos casos, al realizar la valuación sólo se concentra en los casos de morbilidad de niños menores de 5 años.

$\%_{\text{mejora}}$ Porcentaje de reducción de casos esperado. Dado que en muchos escenarios planteados no se cree llegar a erradicar completamente los episodios de enfermedades hídricas, debe estimarse el porcentaje de reducción esperado.

C_{EDA} Costo promedio por episodio de enfermedad de transmisión hídrica (aproximadamente, costo promedio EDA). Se utiliza como proxy el costo promedio de la EDA. Para esto debe ponderarse la frecuencia de ocurrencia de las distintas enfermedades que pertenecen a esta categoría, como así también considerar el tipo de tratamiento y costo asociado. Aquí se contabilizan los gastos en atención médica (análisis, consultas e internación entre otros), como así también los gastos adicionales en los que incurre el hogar como por ejemplo para adquirir alimentos para una dieta especial baja en grasas. Vale destacar también que algunos casos de EDA no reciben tratamiento, por ejemplo por falta de acceso a los centros de salud, y por lo tanto, no debe considerarse como un costo evitado.

$\%_{\text{hosp}}$ Porcentaje de casos que requiere hospitalización.

C_{hosp} Costo promedio por caso de hospitalización.

$\%_{\text{amb}}$ Porcentaje de casos ambulatorios.

C_{amb} Costo promedio por caso ambulatorio.

Impacto en salud e ingreso familiar: beneficios por la no pérdida de días de trabajo por cuidado de niños enfermos.

$$\text{Beneficios no percibidos} = D_{<5} * \frac{1}{2} w$$

Donde $D_{<5} = Q_{<5} * \%_{\text{mejora}} * D_{\text{trat}}$

$D_{<5}$ Cantidad de días laborales perdidos por el cuidado de niños enfermos.

$Q_{<5}$ Cantidad de casos de EDA en menores de 5 años.

$\%_{\text{mejora}}$ Porcentaje de reducción de casos esperado.

D_{trat} Cantidad promedio de días de tratamiento por caso.

w Costo de oportunidad de la población. En este caso por tratarse del cuidado de menores se considera, la mitad del costo de oportunidad.

Anexo 14. Tabla de Valor Actual Neto de la situación actual del agua en el barrio Jurgallón, Chiquimula

	Sector salud	Sector Gasto	Sector Muni	Falta Ingresos		
Actual	Q 263.01	Q 25.71	Q 2,001.51	Q 116.07		
Con mejora	Q 236.71	Q 23.14		Q 104.46		
Costo de la planta	Q 406,000.00					
Anual			Q 2,500.00			
Anual total	Q 364.31	Q 51,003.54	Q 53,503.54			
Situación actual (sin planta de tratamiento)						
Años	0	1	2	3	4	5
Costo		Q 336,882.00	Q 354,500.93	Q373,041.33	Q 392,551.39	Q 413,081.83
Tasa de Descuento (12%)		0.892857143	0.797193878	0.711780248	0.635518078	0.567426856
Valores Actualizados		Q 300,787.50	Q 282,605.97	Q 265,523.45	Q 249,473.50	Q 234,393.72
VANQ1,332,784.14						
Situación a Futuro (Con Planta de Tratamiento)						
Años	0	1	2	3	4	5
Costo		Q 459,503.54	Q56,301.78	Q 59,246.36	Q 62,344.94	Q 65,605.58
Tasa de Descuento (12%)		0.892857143	0.797193878	0.711780248	0.635518078	0.567426856
Valores Actualizados		Q 410,271.02	Q 44,883.43	Q 42,170.39	Q 39,621.34	Q 37,226.37
VANQ574,172.54						

Anexo 15: Tabla de contingencia del número de episodios de enfermedad diarrea presentados en los meses de diciembre a mayo, por la población menor de 5 años del barrio el Jurgallón, Chiquimula.

¿Ha padecido diarrea u otra enfermedad últimos 6 meses?	¿Cuántas veces?					Total
	0 a 1 veces	2 a 3 veces	3 a 4 veces	5 a 6 veces	7 veces o más	
Si	4 (4.1%)	30 (30.9%)	12 (12.4%)	7 (7.2%)	3 (3.1%)	56 (57.7%)
No	41 (42.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	41 (42.3%)
Total	45 (46.4%)	30 (30.9%)	12 (12.4%)	7 (7.2%)	3 (3.1%)	97 (100.0%)

Fuente: Boleta de recolección de datos.

Anexo 16. Tabla de contingencia de aspecto de las heces, con la presencia de bacterias y parásitos en población menor de 5 años, en los meses de diciembre 2011 a mayo 2012, en el barrio el Jurgallón, Chiquimula.

Aspecto	Parásitos	Bacterias			Total
		+	++	+++	
Formado	Si Observados		1	9	10
	No Observados	4	4	1	9
SemiDiarréico	Si Observados		1	10	11
	No Observados	0	0	15	15
Diarréico	Si Observados		0	2	2
	No Observados	0	0	1	1
Pastoso	Si Observados		2	20	22
	No Observados	5	5	6	16
Blando	Si Observados		2	5	7
	No Observados	1	2	1	4
Total	Si Observados		6	46	52
	No Observados	10	11	24	45

Anexo 17.Distribución de patógenos intestinales en pacientes menores de 5 años del barrio Jurgallón, en los meses de Diciembre 2011 a Mayo 2012.

BACTERIAS ABUNDANTES	19
GIARDIA LAMBLIA	16
IODAMOEBA BUTSCHILI	12
ENDOLIMAX NANA	9
ENTAMOEBA HISTOLYTICA	9
ASCARIS	5
HYMENOLEPIS NANA	4
LEVADURAS	3
ENTAMOEBA COLI	3
CHILOMASTIX MESNILI	2

Fuente: Boleta de resultados de coprologías