

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**



**EVALUACIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL DEL CONSUMO DE AGUA Y SU  
INCIDENCIA EN EL ÍNDICE DE LAS ENFERMEDADES  
GASTROINTESTINALES, EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE  
RABINAL, BAJA VERAPAZ.  
PERÍODO 2009-2013.**

**LICENCIADA ANA LUCIA PALACIOS**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**



**EVALUACIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL DEL CONSUMO DE AGUA Y SU  
INCIDENCIA EN EL ÍNDICE DE LAS ENFERMEDADES  
GASTROINTESTINALES, EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE  
RABINAL, BAJA VERAPAZ.  
PERÍODO 2009-2013.**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en el punto séptimo inciso 7.2 del acta 5-2005 de la sesión celebrada el veintidós de febrero de 2005, actualizado y aprobado por Junta Directiva en el numeral 6.1 punto SEXTO del acta 15-2009 de la sesión celebrada 14 de julio de 2009.

**Asesor**

**MSc. Mario Alejandro Arriaza Salazar**

**Autor:**

**Licenciada Ana Lucia Palacios**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA**

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán  
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales  
Vocal II: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez  
Vocal III: Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso  
Vocal IV: P.C. Oliver Augusto Carrea Leal  
Vocal V: P.C. Walter Obdulio Chigüichón Boror

**JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ**  
**EL EXAMEN GENERAL DE TESIS SEGÚN**  
**EL ACTA CORRESPONDIENTE**

Presidente: MSc. José Ramón Lam Ortiz  
Secretario: MSc. Tito Giovanni Ramírez Ramírez  
Vocal I: MSc. Aníbal Rogelio Sandoval Fabían



## ACTA No. 01-2015

En la Sala de Reuniones de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala del Edificio 5-11, nos reunimos los infrascriptos miembros del Jurado Examinador, el **13 de febrero** de 2015, a las **18:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** de la Licenciada **Ana Lucía Palacios**, carné No. **100019125**, estudiante de la Maestría en Economía Ambiental y de Recursos Naturales de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Economía Ambiental y de Recursos Naturales. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"EVALUACIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL, DEL CONSUMO DE AGUA Y SU INCIDENCIA, EN EL ÍNDICE DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES, EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RABINAL, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, PERÍODO 2009-2013"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **.75** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: **Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 15 días hábiles siguientes.**

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los trece días del mes de febrero del año dos mil quince.

MSc. José Ramón Lam Ortiz  
Presidente

MSc. Tito Germán Ramírez Ramírez  
Secretario



MSc. Anibal Rogelio Sandoval Fabián  
Vocal I

Licda. Ana Lucía Palacios  
Postulante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

## ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que la estudiante Ana Lucia Palacios, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por el Jurado Examinador.

Guatemala, 07 de julio de 2015.

MSc. José Ramón Lam Ortiz  
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA



FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONOMICAS

Edificio "54"

Ciudad Universitaria, Zona 12  
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS,  
GUATEMALA, VEINTICINCO DE AGOSTO DE DOS MIL QUINCE.**

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1, subinciso 5.1.2 del Acta 19-2015 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 17 de agosto de 2015, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 01-2015 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 13 de febrero de 2015 y el trabajo de Tesis de Maestría en Economía Ambiental y de Recursos Naturales, denominado: "EVALUACIÓN ECONOMICO-AMBIENTAL, DEL CONSUMO DE AGUA Y SU INCIDENCIA, EN EL ÍNDICE DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES, EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE RABINAL, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ. PERÍODO 2009-2013", que para su graduación profesional presentó la Licenciada ANA LUCIA PALACIOS, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES  
SECRETARIO

LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN  
DECANO

Smp.



*Maguid*  
Palacios

## ACTO QUE DEDICO

A: Sara Palacios  
Julio Palacios

A mis amigos: Marilyn Tzay  
Paola Salguero.  
Jorge Chapas

Y a todos esos amigos que de una u otra forma estuvieron en el momento y lugar oportuno, nuevamente.

## Índice

Resumen.....	i
Introducción.....	iii
1. Antecedentes.....	1
2. Marco teórico.....	11
2.1 Agua.....	11
2.2 Características generales del agua.....	12
2.3 Situación actual del agua.....	14
2.3.1 Agua a nivel mundial.....	15
2.3.2 Agua a nivel regional.....	23
2.3.3 Agua a nivel nacional.....	25
2.3.4 Agua a nivel local.....	27
2.4 Agua y salud.....	28
2.4.1 Agua y su relación con las enfermedades.....	29
2.4.2 Índice de la calidad bacteriológica del agua.....	31
2.4.3 Epidemiología de las enfermedades transmitidas por agua.....	31
2.4.4 Índice de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua.....	32
2.4.5 Enfermedades relacionadas con el agua a nivel regional.....	33
2.4.6 Enfermedades relacionadas con el agua a nivel nacional.....	33
2.5 Municipio de Rabinal, Baja Verapaz.....	35
2.6 Métodos de valoración ambiental.....	47
2.6.1 Costo de viaje.....	48
2.6.2 Precios hedónicos.....	48
2.6.3 Valoración contingente.....	49
2.6.4 Disposición a pagar.....	52
3. Marco Jurídico.....	53
3.1 Constitución Política de Guatemala.....	54

3.2	Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto número 68-86 .....	55
3.3	Política del Manejo y Conservación del Recurso Hídrico Forestal 2011-2021 departamento de Baja Verapaz, municipio de Rabinal .....	56
3.4	Algunas normativas importantes .....	57
3.5	Norma COGUANOR NGO 29 001 .....	57
3.6	Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de Purificación de Agua para Consumo Humano MSPAS .....	58
4.	Metodología .....	60
4.1	Diseño utilizado .....	61
4.2	Población .....	62
4.3	Muestra .....	62
4.4	Instrumentos de medición .....	64
4.5	Premisas Metodológicas .....	65
4.5.1	Variables de inclusión: .....	65
4.5.2	Variables de inclusión: .....	66
5.	Resultados y análisis .....	67
5.1	Características socioeconómicas de la población del municipio de Rabinal, Baja Verapaz.....	67
5.2	Componentes fisicoquímicos y biológicos del agua .....	75
5.3	Datos sobre las enfermedades gastrointestinales en el Municipio de Rabinal, Baja Verapaz.....	80
5.4	Relación entre el consumo de agua y enfermedades gastrointestinales .	83
5.5	Gastos que ocasionan las enfermedades gastrointestinales por consumo de agua .....	85
5.6	Disposición de las familias para disminuir el impacto de las enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de agua .....	89
5.7	Impacto en el ingreso familiar provocado por las enfermedades gastrointestinales .....	97

6	Conclusiones .....	102
7	Recomendaciones .....	104
8	Fuentes de información .....	105
	a. Bibliografía.....	105
	b. Documentos y normativos .....	106
	c. E-grafías .....	110
9.	Anexos .....	112

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Distribución del agua en kilómetros cuadrados, Nivel mundial, 2011 ....	21
Cuadro 2 Distribución del agua, América Latina, 2011.....	24
Cuadro 3 Utilización del agua en millones de m <sup>3</sup> , por grupos de actividades económicas y de consumo, Guatemala, período 2006-2010 .....	26
Cuadro 4 Clasificación de las enfermedades infecciosas relacionadas con el agua según su mecanismo de transmisión. ....	32
Cuadro 5 Comunidades donde se ubican los principales nacimientos de agua, municipio de Rabinal, área urbana, 2010.....	40
Cuadro 6 Caudales en litros por segundo de la microcuenca Xesiguan, departamento de Baja Verapaz, municipio de Baja Verapaz, período 2009-2011 .....	41
Cuadro 7 Disponibilidad potencial y demanda de agua, en metros cúbicos para el área urbana, departamento de Baja Verapaz, municipio de Rabinal, 2013 .....	42
Cuadro 8 Índice de enfermedades gastrointestinales, departamento de Baja Verapaz, municipio de Rabinal, período 2009-2013.....	45
Cuadro 9 Diseño, enfoque métodos y técnicas aplicadas en la metodología de la tesis.....	61
Cuadro 10 Distribución para el cálculo de boletas por zona, municipio de Rabinal, área urbana, 2013.....	63
Cuadro 11 Proyección de la población, municipio de Rabinal, período 2009-2014 .....	67
Cuadro 12 Tasa de incremento poblacional, municipio de Rabinal, período 2009-2014.....	68
Cuadro 13 Nivel de escolaridad, municipio de Rabinal, período 2009-2014 .....	69
Cuadro 14 Proyección de la población por género y tipo de ocupación, municipio de Rabinal, período 2009-2014 .....	70
Cuadro 15 Datos relevantes de la población que utiliza agua del sistema municipal, municipio de Rabinal, área urbana, 2013.....	71

Cuadro 16 Datos Relevantes del agua, municipio de Rabinal, 2013.....	73
Cuadro 17 Conceptos importantes de la norma COGUANOR ngo 29 001 .....	75
Cuadro 18 Características físicas del agua potable,parámetros de la norma COGUANOR ngo 29 001 .....	76
Cuadro 19 Características químicas del agua potable, parámetros de la norma COGUANOR ngo 29 001 .....	76
Cuadro 20 Sustancias no deseadas en al agua para consumo humano, parámetros de la norma COGUANOR ngo 29 001 .....	77
Cuadro 21 Principales características físicas, químicas y biológicas del agua del sistema municipal, municipio de Rabinal, área urbana .....	79
Cuadro 22 Enfermedades gastrointestinales más relevantes, municipio de Rabinal, período 2009-2013.....	80
Cuadro 23 Porcentaje de casos de enfermedades gastrointestinales presentados con respecto del total de la población, municipio de Rabinal, período 2009-2013.....	81
Cuadro 24 Enfermedades gastrointestinales relevantes, municipio de Rabinal, área urbana, período 2009-2013.....	82
Cuadro 25 Porcentaje de casos de enfermedades gastrointestinales presentados en habitantes del área urbana, municipio de Rabinal, período 2009-2013 .....	83
Cuadro 26 Gastos que se derivan del padecimiento de enfermedades gastrointestinales, municipio de Rabinal, área urbana, 2013.....	86
Cuadro 27 Comparación de las mediciones de calidad del agua con los límites de la norma COGUANOR ngo 29 001, municipio de Rabinal .....	98

## Índice de gráficas

Gráfica 1 Porcentaje de usos del agua dulce, nivel mundial, 2006.....	22
Gráfica 2 Cobertura del servicio de agua potable nivel nacional, Guatemala, área urbana y rural 2000, 2006 y 2011.....	27
Gráfica 3 Incidencia y mortalidad infantil por enfermedades de origen hídrico, número de casos por cada 10,00 habitantes, Guatemala, 2003 al 2010 .....	34
Gráfica 4 Departamento de Baja Verapaz, Municipio de Rabinal.....	36
Gráfica 5 Uso del suelo en kilómetros cuadrados, Departamento de Baja Verapaz Municipio de Rabinal, 2011 .....	37
Gráfica 6 Mapa de distribución de zonas, municipio de Rabinal, 2013 .....	64
Gráfica 7 Datos de ocupación laboral de la población encuestada, municipio de Rabinal, área urbana, 2013.....	72
Gráfica 8 Tendencia de las enfermedades gastrointestinales, municipio de Rabinal, área urbana, Período 2009-2013 .....	84
Gráfica 9 Días dejados de laborar por afección de enfermedades gastrointestinales, municipio de Rabinal, área urbana, 2013 .....	87
Gráfica 10 Importancia de la relación ambiente y agua, municipio de Rabinal, área urbana, 2013 .....	90
Gráfica 11 Disposición a pagar de los entrevistados, municipio de Rabinal, área urbana, 2013 .....	91
Gráfica 12 Disposición al pago en Quetzales, por mejorar la calidad del agua del Sistema Municipal, municipio de Rabinal, área urbana, 2013.....	93
Gráfica 13 Instituciones que deben manejar los fondos, municipio de Rabinal, área urbana, 2013 .....	94
Gráfica 14 Forma de realizar el pago para mejorar la calidad del agua del Sistema Municipal, municipio de Rabinal, área urbana, 2013.....	95
Gráfica 15 Tendencia y proyección de las enfermedades Gastrointestinales, municipio de Rabinal, área urbana, Período 2009-2015 .....	100

## Resumen

Los recursos naturales en el país, se han ido degradando por la falta de controles y sanciones que ayuden a su conservación y mantenimiento. El agua, recurso natural que se evaluó en esta investigación, es de gran importancia para la existencia en el planeta, pero por los usos que se le da, la mayoría del agua dulce del planeta se encuentra contaminada, haciéndola no apta para consumo humano; además se convierte en fuente de diversos tipos de enfermedades, en especial, afecta el índice de las enfermedades gastrointestinales, pues, al ser parte de la vida diaria, su uso afecta la calidad de vida de las personas.

Por los motivos anteriormente expuestos, fue necesario definir y delimitar el problema a investigar, llegando a la conclusión de que debido a las condiciones actuales del área de estudio seleccionada, Rabinal, Baja Verapaz, existe un sistema municipal de distribución de agua deficiente y la calidad del producto ambiental no era adecuado para el uso y consumo de la población del área urbana, así que se hizo necesario realizar una evaluación económica de la relación del consumo de agua y su incidencia en el índice de las enfermedades gastrointestinales que padece la población.

Fue necesario conocer los parámetros establecidos para los índices físicos, químicos y biológicos, que determinan cuándo el agua es apta para consumo humano, y no provocar daños a la salud. Además, fue necesario conocer el estado actual del sistema municipal de abastecimiento de agua, en el área urbana, y las características sociales, culturales y demográficas de las familias que están conectadas a dicho servicio.

La información que se analizó comprendió el período 2009-2013, para poder conocer las características generales de la población y la morbilidad<sup>1</sup> de las

---

<sup>1</sup> Proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado. Denver, A. (1991).

enfermedades gastrointestinales. Además, fue necesario tomar en cuenta factores socioeconómicos que afectan la toma de decisiones de los usuarios.

Para poder realizar la investigación, primero, fue necesario analizar la teoría relacionada con el tema, la cual ayudó a determinar la metodología utilizada. Dicha metodología, Valoración Contingente, VC, con el cual se pretendía determinar el valor que los usuarios del sistema municipal de agua de Rabinal, dan al recurso agua, esto se logró por medio de la obtención de información realizando encuestas y en donde se buscaba saber cuál era la Disposición a Pagar, DAP, por dicho recurso. Además, se hizo necesario averiguar el costo en que se incurre por las enfermedades gastrointestinales adquiridas, y así poder determinar si este costo afecta la situación económica de las familias.

Por medio del análisis de la información obtenida, se determinó que si existe disposición a pagar por mejorar el sistema municipal de agua, tanto en su estructura como en la calidad del producto, además que existe una fuerte relación entre la calidad del agua que se distribuye a los hogares del área urbana de Rabinal, con el índice de las enfermedades gastrointestinales, y que el costo de reponer la salud afecta los ingresos de las familias.

## **Introducción**

En la actualidad, el uso intensivo de los bienes y servicios ambientales, en especial el agua, ha hecho que los mismos hayan disminuido considerablemente, tanto en cantidad como calidad, y esta última no es la adecuada para el consumo humano.

Es posible que al evaluar económicamente la calidad del agua, se pueda determinar la disposición de las familias del área urbana del municipio de Rabinal, Baja Verapaz, para disminuir el impacto que la misma ocasiona en su salud y la distribución de sus ingresos.

Lo anterior se deriva de la necesidad actual de realizar estudios en zonas con alto crecimiento poblacional y en donde la distribución de un bien público como es el agua, no se presenta de la forma adecuada, ni tiene la capacidad de cubrir las necesidades tanto en área urbana como área rural.

La evaluación económico-ambiental del consumo de agua y su incidencia en el índice de enfermedades gastrointestinales, busca analizar varios aspectos, tales como: la calidad del agua apta para consumo humano y cuál es el impacto que puede tener en los ingresos familiares, si este bien ambiental, afecta la calidad de la salud de la población sujeto de estudio.

Se decidió realizar la investigación en el área urbana del municipio de Rabinal, departamento de Baja Verapaz, pues la población contaba con las características necesarias, principalmente, que el Sistema Municipal de Distribución de Agua, solamente cubre el área urbana de dicho municipio; y que en la actualidad la infraestructura es insuficiente para satisfacer las necesidades de la población.

La disponibilidad y calidad del agua de este Municipio, depende en su totalidad del Sistema Municipal de Distribución, siendo el único proveedor de este bien público.

Aunque en la actualidad, la Municipalidad no cuenta con los recursos, tanto humanos como económicos, para brindar un producto ambiental de calidad, que sea apto para el consumo de la población en general.

Lo más importante, es mostrar el impacto que tiene el consumo de un bien ambiental, en la salud de los usuarios, y con esto, cómo pueden verse afectados los ingresos familiares.

Debido a las condiciones actuales del Sistema Municipal de Distribución de agua y la calidad de la misma, se realizó un estudio para establecer la relación que existe entre consumo de agua y las enfermedades gastrointestinales.

Fue necesario conocer los parámetros establecidos de índices físicos, químicos y bacteriológicos aceptables y permisibles del agua para consumo humano, poder relacionar la calidad del agua con el índice de las enfermedades gastrointestinales, en una población determinada. Igualmente se conoció la situación actual del Sistema Municipal de Distribución de Agua del municipio de Rabinal, como las características principales de las familias que habitan el área urbana con acceso al agua municipal.

Según los Censos Nacionales XI de Población y VI de habitación Nacional de Estadística (2002-2003) la población del área rural, con acceso a agua entubada es de seis por cada diez habitantes. Esto no garantiza que el producto recibido sea apto para consumo humano.

La información analizada en esta tesis comprendió el período 2009-2013, para conocer las características generales de la población y la morbilidad de las enfermedades gastrointestinales.

Se decidió evaluar la incidencia del agua sobre el índice de las enfermedades gastrointestinales, debido a que en la actualidad, el vital líquido no cumple con los requerimientos mínimos para ser apto para consumo humano; además, es escaso, ocasionando problemas para la realización de las actividades diarias, dentro de los hogares del área urbana del municipio de Rabinal.

Actualmente, a nivel nacional, existen pocos estudios que evalúen económicamente la relación de un recurso natural con la incidencia en la salud de sus usuarios y/o consumidores, y que midan la disposición a pagar por mejorar las condiciones que afectan la calidad de la salud, se decidió obtener la opinión de los usuarios, verificar los parámetros de calidad del agua conforme a la normativa establecida y por medio de mediciones de los puntos de captación de agua; lo que permitió conocer la situación actual de los usuarios del Sistema Municipal de Distribución de Agua y la calidad del recurso que distribuye, así poder relacionar la incidencia tanto en la salud como en los ingresos familiares.

Según estudios a nivel latinoamericano<sup>2</sup>, se observó que la valoración económica del recurso agua y su relación con determinado tipo de enfermedades provocadas por la calidad de la misma, incentiva a los usuarios a reasignar recursos, para mejorar la calidad y disponibilidad de este recurso ambiental, teniendo como resultado, mejoras en la salud y una mejor redistribución de los ingresos de las poblaciones estudiadas.

El tener un valor económico de los efectos sobre la salud que puede causar un bien ambiental, es de suma importancia, pues permite no solo dar un valor de mercado al bien ambiental, para mejorar su calidad, sino para comprender la percepción de los usuarios sobre dicho bien, en este caso el agua, y si en algún momento están dispuestos a asignar recursos económicos para mejorar las condiciones del bien para que su economía no se vea afectada. Además, permite

---

<sup>2</sup> Corredor Biológico Centroamericano (2002); García, Vásquez, F. (2002); J., (2006).

conocer cuál es la disposición a pagar de los usuarios de dicho bien, el agua, para mejorar la calidad del mismo y en consecuencia, para esta tesis, mejorar la salud de las personas.

Valorar económicamente, estableciendo la disposición de las familias por disminuir el impacto que tiene la calidad del agua en el índice de enfermedades gastrointestinales, permitió tener un concepto más amplio de dicha relación, tomando en cuenta el conocimiento de la población sobre estas dos variables de estudio.

Para obtener el enfoque adecuado de la investigación, y saber cuál era la información que se necesitaba, fue necesario plantear algunas preguntas de investigación:

- a) ¿La cantidad y calidad del agua que abastece el sistema municipal de Rabinal, es la adecuada para abastecer las necesidades de la población?
- b) ¿El sistema de abastecimiento de agua de la municipalidad de Rabinal, cuenta con la infraestructura necesaria para satisfacer esas necesidades?
- c) ¿En qué gastos incurren los usuarios del sistema municipal, por las enfermedades gastrointestinales provocadas por el consumo de agua?
- d) ¿existe disposición de la población de Rabinal por mejorar el recurso agua?

Dichas preguntas fueron necesarias, para poder realizar la pregunta general del estudio y darle soporte a la misma.

La pregunta general del estudio fue la siguiente:

*¿Existe una alta relación entre el consumo de agua del sistema municipal de Rabinal y el índice de enfermedades gastrointestinales y cuál es el impacto en el ingreso familiar?*

La hipótesis planteada es la siguiente: *El consumo de agua no apta para consumo humano, que distribuye el sistema municipal, tiene relación con el índice de las enfermedades gastrointestinales y produce un impacto en el ingreso familiar, en la población del área urbana del municipio de Rabinal, Baja Verapaz, durante el período 2009-2013.*

Para la realización de este estudio, se plantearon los siguientes objetivos

- i.** Determinar la relación entre el consumo de agua y las enfermedades gastrointestinales.
  - a.** Establecer los componentes fisicoquímicos y biológicos del agua apta para consumo humano.
  - b.** Analizar las estadísticas del índice de las enfermedades gastrointestinales.
  
- ii.** Establecer el impacto en el ingreso familiar provocado por las enfermedades gastrointestinales.
  - a.** Establecer los gastos ocasionados por las enfermedades gastrointestinales derivadas del consumo de agua.
  - b.** Determinar la disposición de las familias para disminuir el impacto de las enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de agua.

Para elaboración de esta tesis, se encontraron las siguientes limitaciones:

**a.** De gabinete:

- Deficiencia en registros municipales.
- Falta de continuidad en los registros del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

**b. De campo:**

- Desconfianza de la población a brindar información de sus hogares.
- Falta de conocimiento ambiental.

El documento final, cuenta con los siguientes capítulos:

Antecedentes; en donde se hace referencia a algunos estudios que han utilizado la metodología que se plantea y los resultados que han obtenido al momento de establecer un valor económico para un bien o servicio ambiental, en este caso el agua.

Marco Teórico; hace referencia a las teorías y conceptos más importantes relacionados con el tema de investigación, tanto a nivel mundial, regional, nacional y local; es donde se hizo referencia a las principales variables de estudio, que fueron el agua, su calidad, las enfermedades gastrointestinales y los métodos de valoración de bienes y servicios ambientales.

Marco Jurídico; hace referencia a la legislación actual relacionada con el agua, marco jurídico; en donde fue posible comprender el porqué de muchos problemas relacionados con el agua a nivel nacional, y cómo la falta de una normativa específica agrava los problemas.

Metodología; fue muy importante, pues indicó los pasos necesarios a seguir para poder recopilar la información y establecer, tanto la disposición al pago, cómo la relación entre la calidad del agua y el índice de las enfermedades gastrointestinales, y si las mismas representan un monto significativo para el ingreso familiar.

Resultados y Análisis; en donde se pudo observar que la información recopilada fue útil para validar, tanto la hipótesis como analizar los objetivos planteados.

Conclusiones y Recomendaciones; se muestran conclusiones y recomendaciones relacionadas con los objetivos e hipótesis planteadas en esta tesis.

## 1. Antecedentes

Según Cifuentes, E. (2009) los antecedentes deben mostrar información de otros autores, relacionada con el tema y la metodología a utilizar.

En este capítulo se muestran diversos estudios a nivel internacional, relacionados con el tema, los cuales, abordan la relación existente entre el consumo de agua y la incidencia en el índice de las enfermedades gastrointestinales, por medio de diferentes métodos de valoración económica; dichos estudios, fueron de utilidad para poder establecer la metodología a utilizar en esta tesis. A continuación se muestran algunos ejemplos para entrar en contexto:

El informe **Valoración económica del efecto en la salud por el cambio en la calidad del agua en zonas urbano marginales de Lima y Callao, de Roger Loyola y Carlos Sonco Mamani, de la Universidad Nacional Agraria la Molina** (2006), tuvo como objetivo determinar la disponibilidad a pagar de las personas por mejorar la calidad de agua y convertirla en apta para consumo humano.

La metodología utilizada fue la función de producción en salud, con lo que se pretendía establecer el monto exacto de la disposición a pagar. La población estudiada fueron los hogares de los asentamientos humanos que no cuentan con sistemas de agua y saneamiento básico en las zonas urbano marginales de Lima Metropolitana 176,624 hogares. La unidad de análisis fue, los hogares y la unidad de muestreo los lotes o viviendas de dichos hogares. Establecieron una muestra de 383 hogares para poder realizar la encuesta.

En el estudio citado, estimaron una disposición a pagar mensual por familia de 16.39 soles y anual de 196.80 soles. El valor económico total anual que obtuvieron fue de 12,665,623.67 soles.

Las conclusiones indicaron que al establecer la disposición a pagar por el mínimo valor que las familias darían por mejorar las condiciones de la calidad del agua suministrada en sus hogares, sería el traslado de gastos en los que incurren para defenderse y mitigar las enfermedades producidas por el agua. Los recursos serían destinados a proyectos relacionados con el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado, así como la construcción de plantas de tratamiento.

Ortega, L. (2006). En el **Estudio de los instrumentos económicos en la gestión del agua, el caso de Costa Rica**, abordó el diseño y puesta en práctica de dos instrumentos económicos para la gestión del agua, estos fueron: el canon por aprovechamiento y el canon por vertidos contaminantes en el agua. Lo anterior debido a la necesidad de una política de Estado enfocada en el recurso hídrico, así como de un sistema institucional que elimine su manejo sectorial y disperso en varias entidades.

Se verificó que no se cuentan con suficiente inversión en infraestructura sanitaria para agua potable para mejorar las condiciones sanitarias de la población, y la falta de un sistema de contabilidad de costos para poder hacer una planificación a largo plazo para que el sistema pudiera funcionar.

Informa también que, el canon por aprovechamiento del agua fue establecido en Costa Rica desde 1942, cuando promulgaron la ley de aguas vigente y que la reglamentación más reciente es de 1998. En la actualidad, el Ministerio del Ambiente y Energía, analizó el pago obtenido por el canon actual, y concluyeron que como estaba estructurado, el monto era insignificante y anulaba las funciones de incentivo. Además, el aprovechamiento del agua se da por concesión, pero la ley de 1942 reglamentaba que ciertas instituciones públicas como Acueductos y Alcantarillados y el Instituto Costarricense de Electricidad no requerían solicitar agua y la gozarían con pleno derecho.

La estructura de la tarifa comprendía únicamente costos de administración. Además, se vio disminuida la atención al usuario y el control de la calidad del producto que se distribuía.

Debido a los problemas que mostraba el sistema, se decidió, que el canon se diseñaría en dos partes: pago por el derecho de uso de agua y el pago por el servicio ambiental hídrico. El primero, destinado para la gestión, control, monitoreo, planificación, mediciones de calidad, inversiones y gastos administrativos; mientras que el segundo, sería utilizado para cubrir costos de conservación y restauración de los ecosistemas.

Concluyó que los montos del servicio ambiental del agua, 2 colones/m<sup>3</sup>, el 42% corresponde al monto para financiar la conservación, establecido en 0.84 colones/m<sup>3</sup>, y el 58% restante, 1.16 colones/m<sup>3</sup>, se destinó para la restauración de los sistemas. Dicho canon entró en vigor en agosto de 2006.

Además, debido a la escasez relativa del agua, derivada de factores económicos, sociales y naturales, se cuenta con una nueva visión de la gestión de este recurso natural, donde se plantea la necesidad de una reforma profunda en el enfoque con que sociedades y gobiernos conciben el recurso. Y en el contexto a nivel centroamericano son importantes los esfuerzos realizados por Costa Rica.

Dimas, L. (2007). **El valor económico del agua en El Salvador**; buscaba contar con un indicador de la importancia en el bienestar de la sociedad que permitió evaluar el recurso hídrico para darle un valor que beneficiara a la sociedad. La gestión integrada de recursos hídricos, buscó darle al agua un valor de beneficio social, que incluyen pagos de tarifas asociadas con el recurso hídrico.

Se planteó dos objetivos básicos: promover la eficiencia económica y recuperar los costos totales; por medio de mantener y/o aumentar la provisión de agua y

proveer el abastecimiento de agua potable. Por medio de la curva de demanda del agua representó los beneficios brutos que reciben los usuarios por la provisión del servicio de agua. Para estimar el valor económico del servicio de agua potable en El Salvador, se necesitó conocer la tarifa de agua y el nivel de consumo en un período determinado. El mayor proveedor del servicio tiene una tarifa de \$0.30/m<sup>3</sup>, y el consumo para el año 2005 (período evaluado) fue de 244.95 m<sup>3</sup> de agua potable. El valor económico total del agua potable fue estimado en \$170.25 millones.

El estudio concluyó que para avanzar hacia el esquema de gestión integrada del agua, es necesario reconocer dicho bien ambiental, como un bien económico y como derecho humano. Estimar el valor económico del agua es útil para una asignación eficiente, y que los cobros, pagos y tarifas permitan recuperar los costos de proveer el servicio. Además, es necesario crear las condiciones que permitan asegurar el suministro de agua potable como derecho humano. Considera que una estrategia importante es promover la cultura del pago de agua, en los sectores que cuentan con la capacidad de hacerlo.

Sainz Zamora, R. y Ortega Flores, M. (2011) realizaron un estudio en México, sobre la **Calidad del agua y daños evitados**, efectuaron una investigación sobre la relación que tienen las enfermedades provocadas por la mala calidad del agua y los gastos adicionales en que se incurren por mejorar y/o conservar la salud.

El mismo tuvo como objetivo principal mostrar la relación que existe entre la pobreza y la calidad del agua que se consume. Llegó a la conclusión que es común que la calidad del agua y sus efectos económicos se manifiestan más y de forma severa en los estratos más pobres de la población, debido a que se ven ajenos a la toma de decisiones en políticas públicas, pagan en proporción a sus ingresos mucho más que los grupos sociales de mayor poder adquisitivo, muchas

veces requiere de gastos extra al adquirir agua embotellada, clorar el agua o agregarles cloro.

Los investigadores se basaron en la metodología de daños evitados, para determinar de forma objetiva los efectos directos e indirectos de las externalidades. Además considera que metodológicamente es necesario evaluar los impactos económicos de los proyectos a implementar para mejorar la calidad del agua por medio de un análisis económico con criterios tales como precios sombra, mano de obra y divisas. Por último indica que las enfermedades identificadas que afectan la salud del ser humano por medio del consumo de agua de mala calidad no son posibles de cuantificar de forma independiente, motivo que dificulta determinar el costo social de las mismas.

A nivel nacional, es importante mencionar los siguientes estudios; **Estudio Valoración del agua como servicio ambiental para el abastecimiento de agua potable en el casco municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz**; elaborado por la Cooperación Técnica Alemana en su programa para la Descentralización y Desarrollo Municipal, (2005); y el **Estudio de voluntad, disponibilidad y capacidad de pago para la conservación y manejo de la microcuenca Xesiguan, Rabinal Baja Verapaz, Guatemala**, elaborado por el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio (2011).

La valoración de los servicios ambientales es una aproximación monetaria, altamente subjetiva, y se fijará en relación al nivel de bienestar que los mismos provean a la población. Así, el valor económico que las personas asignan a los servicios ambientales está estrechamente relacionado con el tipo y nivel de información que éstas tengan sobre los beneficios directamente atribuibles a tales servicios.

El estudio **Valoración del agua como servicio ambiental para el abastecimiento de agua potable en el casco municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz**; elaborado por la Cooperación Técnica Alemana en su programa para la Descentralización y Desarrollo Municipal, (2005); tuvo como objetivos principales: estimar el valor del agua como servicio ambiental proveído por la parte alta de la microcuenca, como parte del sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano; y definir el valor de la infraestructura, operación, mantenimiento y administración del sistema de agua potable del casco urbano de San Jerónimo, Baja Verapaz.

El desarrollo de los procesos de consulta con la población, fueron realizados para obtener los siguientes elementos de valoración: el agua como servicio ambiental; la operación e infraestructura del sistema de agua potable del casco urbano; y la investigación de la voluntad de pago de parte de la población usuaria.

La idea central del estudio, fue que los proveedores de servicios ambientales reciban compensación por el mantenimiento de éstos, por parte de los beneficiarios de los servicios. La compensación deberá ser igual o superior a los beneficios que actualmente obtienen los usuarios de la tierra, más los costos de transacción implícitos. El pago debe ser lo suficientemente alto para que el proveedor no tenga pérdidas al cambiar sus prácticas de uso de los recursos y moderado para que quienes pagarán por el servicio lo consideren adecuado para los beneficios que reciben.

Es decir, que los costos de asumir nuevas prácticas o de no usar sus recursos naturales, sean compensados por los nuevos ingresos pagados por los usuarios. Los costos cambiarán a través del tiempo, las condiciones del contexto y las tecnologías que se apliquen. Los beneficiarios estarán dispuestos a pagar en función de las percepciones que tengan sobre el valor de lo que reciben.

Para ello realizó primero una propuesta de zonificación territorial para el manejo sostenible de la cuenca y luego estimaron de la valoración de la inversión en infraestructura del sistema de distribución de agua potable del casco urbano. Conforme a esto, estimaron que el costo de mantenimiento anual del sistema de distribución sería de Q. 194,400, y un costo por m<sup>3</sup> para el usuario de Q. 28.23 más Q. 3.00 adicionales para incluir un costo ambiental.

Además, el estudio midió la disposición a pagar de los usuarios de dicho servicio, estableciendo un monto de pago seis de cada diez usuarios, de Q. 6.00, que en ese momento era la tarifa municipal, pues consideran que el agua que llega a sus hogares proviene de una fuente limpia, y no toman en cuenta los costos ambientales.

Continuando con el **Estudio de voluntad, disponibilidad y capacidad de pago para la conservación y manejo de la microcuenca Xesiguan, Rabinal Baja Verapaz, Guatemala**, elaborado por el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio (2011); en dicho estudio se plantearon los siguientes objetivos: realizar un estudio que incluya la voluntad, disponibilidad y capacidad de pago de los usuarios del servicio hídrico, para la conservación y manejo de la microcuenca Xesiguan; establecer la disponibilidad de pago de los usuarios por mejoras en el servicio de agua potable en el área urbana del Municipio de Rabinal Baja Verapaz; determinar la voluntad de pago, por el servicio hídrico, por conservar y manejar la microcuenca Xesiguan; de la cual proviene el agua que abastece al área urbana del Municipio de Rabinal; determinar la disponibilidad de pago, de los usuarios del servicio de agua potable del área urbana de Rabinal Baja Verapaz, para conservar y manejar la microcuenca Xesiguan; y evaluar la capacidad de pago, de los usuarios del agua en el área urbana del municipio de Rabinal, para lograr el manejo y conservación de los recursos naturales existentes dentro de la microcuenca Xesiguan.

Dicho estudio realizó un análisis de la información general del Municipio, estableció cuales eran las principales fuentes de agua que abastecen el área urbana identificando 154, y determinó que a nivel rural, dentro de las comunidades que se encuentran en la microcuenca Xesiguan existe un estimado de 2,500 personas que utilizan el agua para uso domiciliar; mientras que para el área urbana, existen alrededor de 9,000 personas que son beneficiarias del recurso agua para uso domiciliar. Por lo tanto dentro de la microcuenca existen un estimado de 11,500 personas que consumen el recurso agua para fines de uso domiciliar.

Para establecer la voluntad, disponibilidad y capacidad de pago, en el estudio antes mencionado, utilizaron el método de valoración contingente, elaboraron una encuesta para una muestra de 158 personas con un nivel de confianza del 93%. Las encuestas fueron distribuidas equitativamente dentro de las avenidas que componen las diferentes zonas, esto con el objeto poder obtener información de casas que estén conectadas al sistema de agua potable, las cuales fueron elegidas al azar, en todas las calles que forman parte de las avenidas, para que con ello lograr que la información obtenida con la muestra fuera lo más representativa posible de la zona. Para obtener datos estadísticos utilizaron la media aritmética y el índice de correlación de Pearson.

Se obtuvieron los siguientes resultados para la disponibilidad de pago: El 58% de los encuestados respondieron, que la tarifa vigente por la obtención del servicio de agua potable es la justa, ya que reciben un servicio deficiente tanto por la calidad como por la continuidad del servicio; la cantidad de horas al día que tienen es de 3.5 horas diarias; un 28% manifiestan que la calidad es mala porque una de las mayores razones es que argumenta que el agua que les abastecen está contaminada; el 72.14% podrían pagar más por el servicio de agua potable, pero si se le realizan mejoras al sistema o la ejecución de un proyecto nuevo, lo cual garantice una buena prestación del servicio; continuó el estudio referido.

Mientras que para la voluntad de pago se reportó que el 99% tiene conocimiento de la relación bosque-agua y que el 59% considera que es responsabilidad de todos los actores que se encuentran dentro de la micro cuenca o reciben algún beneficio de ella, participar en los procesos que conlleven a la protección del bosque, ya que de ello depende en gran parte la calidad y la cantidad del agua que puede producir dicha microcuenca.

La capacidad de pago está relacionada con los ingresos mensuales que poseen las familias encuestadas y por la cantidad de personas que dependen de esos ingresos. Un 40% de encuestados poseen ingresos menores a Q. 1,000.00; un 11% poseen ingresos mayores de Q. 4,000.00; por lo cual, los ingresos promedio son de Q1, 596.77 por familia al mes. El estudio asume que, las personas con mayores ingresos mensuales promedio sí tienen la capacidad de pago para aportar a la protección de bosque y las fuentes de agua de la microcuenca.

Con los datos anteriores, el estudio concluyó que: la disposición a pagar por las mejoras en el servicio de agua potable, en el área urbana de Rabinal, es de Q. 14.00 mensuales. Esta disponibilidad es aceptada si el servicio de agua es mejorado en cuanto a la calidad y a la continuidad del mismo. La disponibilidad de pago para conservar y manejar la microcuenca del río Xesiguan, por parte de los usuarios del sistema de agua potable del área urbana de Rabinal, es de Q. 6.45 al mes. La cuota resultante de la unificación de la disposición de pago por mejoras en el servicio de agua potable y pago para la conservación de la Microcuenca es de Q. 20.45. Obtuvo un coeficiente de correlación de  $r=0.26$ , entre los ingresos promedio mensual por familia y la disponibilidad a pagar para proteger el bosque, es una correlación positiva pero débil y por eso no se puede confirmar que hay una relación de dependencia entre la variable ingresos y la disponibilidad a pagar.

Los dos estudios anteriores, elaborados en dos municipios del departamento de Baja Verapaz, sirvieron de base para establecer la metodología de valoración contingente, por medio de la disposición a pagar, para esta tesis.

## **2. Marco teórico**

Busca relacionar la teoría de forma directa con el tiempo y el espacio donde se ubica el tema de estudio. Se realiza en función de las necesidades del investigador. La importancia del marco teórico radica en dar valor a la investigación, una guía, coordinación y coherencia de conceptos; además, permite obtener mayor información sobre el tema por medio del conocimiento científico. Ayuda a analizar y explicar la información obtenida. (Cifuentes, E. 2009).

En este estudio, se expone la relación que existe entre el agua y las enfermedades gastrointestinales, para lo cual se examinaron las variables: calidad del agua e índice de enfermedades gastrointestinales. Todo lo anterior, por medio del análisis de información bibliográfica y de campo, que se obtuvo del municipio de Rabinal, departamento de Baja Verapaz, Guatemala.

### **2.1 Agua**

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, RAE, es: “Una sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales”.

García, J., Guier, E., y Chacón, I. (2006). Indican que el ciclo del agua, océano-atmósfera-tierra-océano, es la forma que permite que, por más que se consuma el agua no muestra pérdidas significativas en el volumen total en la tierra, optimizando la distribución. Además, una tercera parte del agua de lluvia vuelve a la atmósfera por procesos de evaporación y transpiración.

## **2.2 Características generales del agua**

Sin el agua, el hombre no podría vivir, motivo por el cual todas las poblaciones buscan asentarse cerca de las fuentes de agua. Sierra, C. (2011).

Igualmente, Sierra, C. (2011) dice que el agua posee ciertas características físicas y sustancias orgánicas e inorgánicas, y la calidad depende de las variaciones en cuanto a cantidad de las mismas, así como a cambios climáticos y otros factores externos e internos de los cuerpos de agua.

Continuando con el mismo autor, los cuerpos de agua del planeta están conectados por medio del ciclo hidrológico; además se caracterizan por tres componentes: hidrología, características fisicoquímicas y características biológicas. También existe una clasificación para los cuerpos de agua: ríos, o corrientes, que fluyen unidireccionalmente con un flujo variable que depende de las condiciones climáticas; lagos, el agua permanece en el sistema desde unos pocos días hasta varios años; y aguas subterráneas, mantienen un flujo de agua estable.

Según IARNA-URL, en el Perfil Ambiental (2012), el agua cubre el 70% de la superficie de la tierra. Los océanos representan el 97.5% de agua, y el agua dulce es un 2.5%.

Continuando con Sierra, C. (2011), la calidad del agua se puede medir por medio de: variables físicas como la turbiedad y sólidos totales, entre otros y utilizando un parámetro para la calidad del agua. Además, existen parámetros de medición de la calidad del agua que pretenden: diagnosticar los problemas relacionados con la calidad del agua, relacionar los problemas de la calidad con los diferentes usos del agua y establecer variables para controlar y medir la calidad del agua.

El agua, es un bien escaso fundamental para la vida y para el bienestar de la población. Su buen uso y gestión por parte de todos los usuarios es hoy más imprescindible que nunca. Según el IARNA, en el Perfil Ambiental, (2012), el agua tiene diversos usos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: agricultura, ganadería, casa, silvicultura, pesca, explotación minera, manufactura y agroindustria, construcción, comercio, servicios varios y el hogar.

Además, es una sustancia de suma importancia para la vida con excepcionales propiedades, consecuencia de su composición y estructura. Es una molécula sencilla formada por tres átomos, uno de oxígeno y dos de hidrógeno, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes.

Dicho enlace tiene una gran importancia porque le da al agua propiedades que se corresponden con mayor masa molecular, de ahí sus elevados puntos de fusión y ebullición, necesarios para que el agua se encuentre en estado líquido a la temperatura ambiente.

Su alto calor específico la convierte en amortiguador y regulador de los cambios térmicos, manteniendo la temperatura corporal constante. El alto valor del calor de vaporización permite eliminar, por medio del sudor, grandes cantidades de calor evitando los golpes de calor en el cuerpo humano.

Otra propiedad que hace que el agua sea única, es su capacidad como disolvente de sustancias polares. Considerando que la mayor parte de los componentes del cuerpo humano están formados por agua, casi todas las reacciones químicas producidas en el cuerpo, se realizan en medio acuoso. El transporte de nutrientes

y metabolitos<sup>3</sup> y la excreción de sustancias de desecho también se realiza a través del agua.

Según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (por sus siglas en inglés) dice que: “Casi 110,000 km<sup>3</sup> de precipitación caen sobre la tierra, sin incluir los océanos. De esta cantidad casi dos tercios se evapora de la tierra, o transpira de la vegetación (bosques, praderas, tierras de cultivo). Los restantes 40,000 km<sup>3</sup> por año, se convierten en escorrentía superficial (ríos y lagos) y en aguas subterráneas (acuíferos). Juntos, representan los recursos renovables de agua. Parte de esta agua se remueve mediante infraestructura instalada por humanos.”

“Este concepto se denomina extracción de agua. La mayor parte del agua extraída es posteriormente devuelta al medio ambiente, luego de un cierto tiempo, después de que se ha utilizado. La calidad del agua de retorno puede haber cambiado durante el uso.”

“Tres tipos de extracción de agua se distinguen: agropecuarias, municipales (incluido la doméstica), y la industrial. Un cuarto tipo de uso del agua antropogénico, es el agua que se evapora de los lagos artificiales o embalses asociados con represas.” Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014).

### **2.3 Situación actual del agua**

Azqueta, D. (2007), refiere que: “el agua es esencial para la vida y puede convertirse en el principal problema mundial en el corto o mediano plazo”.

---

<sup>3</sup> Producto del metabolismo. Diccionario Mosby (2003).

También es necesario tomar en cuenta, como lo indica Sierra, C. (2011), que la causa más importante en la variación de la calidad del agua es la actividad humana, industria, uso de pesticidas en la agricultura, explotación minera, desechos sólidos; las fuentes de agua han sufrido una contaminación gradual.

De lo anterior deriva que la disponibilidad de la cantidad y calidad del agua, es una de las principales necesidades de cualquier población, además, introduce en el contexto de la situación del agua a nivel mundial.

### **2.3.1 Agua a nivel mundial**

En la actualidad, el mayor problema que enfrenta el agua, es el deterioro por los altos niveles de contaminación que sufre el planeta, debido a que se dificulta disponer de agua en condiciones aptas para ser utilizada. Es necesario tomar en cuenta que, es un recurso natural vital, y a pesar de esto se desperdicia y contamina, reduciendo de forma rápida la cantidad de agua utilizable. García, J., Guier, E., y Chacón, I. (2006).

Gilpin, A. (2003). “En las naciones en vías de desarrollo, en muchos lugares no cuentan con acceso a agua entubada ni instalaciones sanitarias en los hogares, por lo cual utilizan letrinas y fosas sépticas.” Continúa exponiendo que esto genera problemas de valoración y recuperación de costos, así como las políticas necesarias para garantizar estos servicios básicos a la población.

Basado en lo anterior, indica que la urbanización es un proceso que se caracteriza por el movimiento de personas de áreas rurales a zonas urbanas o ciudades, en donde se concentran de forma permanente en distritos densamente poblados y que la Organización de Naciones Unidas, ONU, recomienda que los países consideren todas las áreas con más de 20,000 habitantes como zonas urbanas. Durante siglos el consumo del recurso hídrico ha ido en aumento debido al

desarrollo progresivo de la población y al aumento creciente del consumo per cápita.

Relacionado con el agua y saneamiento, también indica que las aguas subterráneas representan más del 95% del agua dulce útil del planeta y tienen la función de mantener la humedad del suelo, el flujo de los ríos y tierras húmedas.

En 1977 se introdujo el Programa de Control de Calidad del Agua como parte importante del Sistema Global Ambiental de Monitoreo de las Naciones Unidas, GEMS (Global Environmental Monitoring System), considera los problemas globales de calidad del agua a través de una red de estaciones de monitoreo de ríos, lagos, represas y mantos freáticos en todos los continentes.

La conferencia de 1992 de Río sobre medio ambiente y desarrollo, reiteró la importancia de monitorear la calidad del agua y de la información para la toma de decisiones. Requirió el fortalecimiento de GEMS/agua para mejorar la disponibilidad de la información sobre la calidad del agua.

GEMS/agua designa Puntos Focales Nacionales, PNF, que buscan proveer la información de la calidad del agua en el medio ambiente nacional y servicio informacional desde la base operacional de un centro gubernamental de monitorización de la calidad del agua. El centro nacional debería proveer acceso público fácil a información válida y de largo alcance sobre los datos con respecto a la calidad del agua e información sobre el estado y las tendencias del medio acuático. PNUMA.

A nivel mundial, la mayor demanda de agua proviene de los países industrializados, donde existen grandes sistemas de riego en las plantaciones. García, J., Guier, E., y Chacón, I. (2006), agregan que en los países en

desarrollo, no funcionarían los sistemas de agua y salubridad de muchos países desarrollados, debido al elevado costo de los mismos.

Continúan exponiendo que en las naciones en vías de desarrollo, en muchos lugares no cuentan con acceso a agua entubada ni instalaciones sanitarias en los hogares, por lo cual utilizan letrinas y fosas sépticas. Esto genera problemas de valoración y recuperación de costos, así como las políticas necesarias para garantizar estos servicios básicos a la población.

Es necesario tomar en cuenta que existen diversos tipos de problemas ambientales a nivel mundial que afectan el bienestar de la humanidad, son cuatro los más importantes: calentamiento global, pérdida de la capa de ozono, pérdida de la diversidad biológica y agotamiento y contaminación de los recursos hídricos. Azqueta, D. (2007).

Algunos datos de la UNESCO (2010) indican que: “La población mundial está creciendo a un ritmo de 80 millones de personas al año, lo que implica una demanda de agua dulce de aproximadamente 64,000 millones de metros cúbicos anuales. Se estima que el 90% de los 3,000 millones de personas que se espera se añadan a la población mundial de aquí al 2050 estará localizada en países en desarrollo, muchas de ellas en regiones donde la población actual no tiene un acceso sostenible al agua potable ni a un saneamiento adecuado.”

La mayor parte del crecimiento poblacional ocurrirá en países en desarrollo, principalmente en regiones con estrés hídrico y en áreas con acceso limitado a agua potable segura y a servicios sanitarios adecuados. Más del 60% del crecimiento mundial de la población entre el 2008 y el 2100 ocurrirá en África Subsahariana, 32% y en Asia del Sur, 30%; juntas, se espera que estas regiones representen más o menos la mitad de la población mundial para el 2100.

La demanda de recursos naturales, incluyendo el agua dulce, se incrementará debido a una mayor esperanza de vida, a la globalización del comercio y a la publicidad sugestiva que estimula el consumo por parte de la gente joven tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo.

Se prevé que la población urbana se duplique entre el 2000 y el 2030 en África y Asia. Para el 2030 las ciudades y pueblos de los países en vías desarrollo representarán aproximadamente un 81% de la población urbana mundial.

Se estima que para el 2030 habrá 1,8 millones de habitantes urbanos más que en 2005, los que constituirán cerca de un 60% de la población mundial.

Actualmente, hay aproximadamente 192 millones de migrantes en todo el mundo, a diferencia de los 176 millones que había en el 2000. Se espera que las zonas costeras, donde se concentran 18 de las 27 megalópolis, ciudades con más de 10 millones de habitantes que hay en el mundo, deberán afrontar las mayores presiones migratorias.

Cerca de un 75% de la población localizada en áreas bajas está en Asia, teniendo en cuenta que el colectivo más vulnerable son las personas de bajos recursos. La implicación de estos procesos demográficos es clara, el mundo tendrá mucha más gente en zonas urbanas y costeras vulnerables en los próximos 20 años.

FAO (2014), se sabe que a nivel mundial, las proporciones de extracción son aproximadamente 70% agropecuaria, 11% municipal y 19% industriales. Estos números, sin embargo, están fuertemente influenciados por pocos países que tienen una extracción de agua muy alta en comparación con otros países.

Calculando las proporciones en cada país y tomando el promedio de estas proporciones globalmente demuestra que, “para un dado país” estas proporciones son 59, 23 y 18 por ciento, respectivamente.

Con el rápido crecimiento de la población, las extracciones de agua se han triplicado en los últimos 50 años. Esta tendencia se explica en gran medida por el rápido incremento del desarrollo de sistemas de irrigación, estimulados por la alta demanda de alimentos en los años 70 y por el continuo crecimiento de economías basadas en la agricultura.

Tendencias previstas en los próximos 50 años: Todavía existe una gran incertidumbre sobre la magnitud de las demandas futuras. Se estima que la población mundial aumentará de 6 mil a 9 mil millones entre el 2000 y el 2050, y que la demanda de alimentos y otros bienes se incrementará significativamente. El Plan de Acción para el Mediterráneo está explorando posibles escenarios futuros para las economías basadas en la agricultura, ya que son las más vulnerables a los efectos anticipados del cambio climático.

Azqueta, dice que “el agua no se encuentra repartida de forma uniforme en el planeta, existen 26 países con déficit y 18 en situación precaria”. Es posible observar la gran cantidad de la población mundial, que carece de acceso a agua potable, cómo se deteriora la calidad del agua que es utilizada para beber y en las actividades diarias, teniendo como consecuencia efectos negativos sobre la salud.

Además, Azqueta, también indica que al existir sobreexplotación de acuíferos hay mayores posibilidades de que el agua salada se desplace hacia el interior y llegue a contaminar pozos para consumo humano, así como degradar la calidad de las tierras agrícolas costeras. Siendo la actividad agrícola, la que consume la mayor cantidad de agua en el mundo, seguido por el sector industrial.

Sierra, C. (2011), dice que la desigualdad del reparto de agua sobre la tierra depende del clima y la densidad poblacional, tomando en cuenta dos factores: precipitaciones y fluidos locales, tanto superficiales y subterráneos.

En el 2006, el 54% de la población mundial disponía de una canalización a su vivienda, parcela o patio, el 33% utilizaba otro tipo de fuentes de abastecimiento de agua potable mejorada y el 13% restante (884 millones de personas) dependían de fuentes de abastecimiento no mejoradas.

En Asia Oriental se han observado grandes progresos, con un incremento de la cobertura de fuentes de abastecimiento de agua potable mejorada del 68% en 1990 al 88% en el 2006. A excepción del África Subsahariana y Oceanía, todas las regiones van por buen camino para cumplir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio en materia de agua potable. Sin embargo, si las tendencias actuales se mantienen habrá 2,5 mil millones de personas sin acceso a saneamiento básico de aquí al 2015. La cobertura de abastecimiento de agua y saneamiento es mucho mayor en las zonas urbanas que en las rurales. Los datos a nivel mundial y regional sobre cobertura del agua y saneamiento no muestran grandes diferencias entre países.

**Cuadro 1**  
**Distribución del agua en kilómetros Cúbicos**  
**Nivel mundial**  
**2011**

Clasificación del agua	Volumen del agua en kilómetros cúbicos		Porcentaje
	Agua dulce	Agua salada	
Océanos y mares	---	1,338,000,000	96.5
Casquetes y glaciares polares	24,064,000	---	1.74
Agua subterránea salada	---	12,870,000	0.94
Agua subterránea dulce	10,530,000	---	0.76
Glaciares continentales	300,000	---	0.022
Lagos de agua dulce	91,000	---	0.007
Lagos de agua salada	---	85,400	0.006
Humedal del suelo	16,500	---	0.001
Atmósfera	12,900	---	0.001
Embalses	11,470	---	0.0008
Ríos	2,120	---	0.0002
Agua biológica	1,120	---	0.0001
<b>Total</b>	<b>35,029,110</b>	<b>1,350,955,400</b>	<b>100</b>

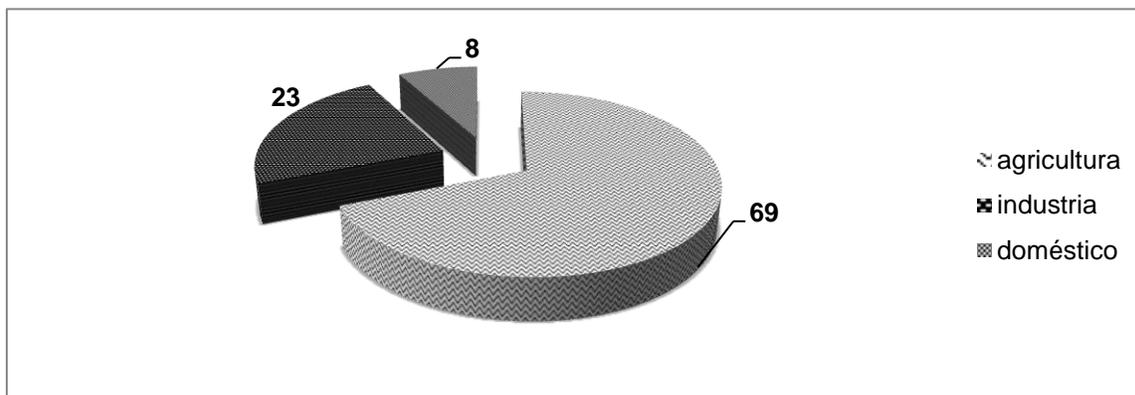
Fuente: Sierra, C. (2011) Calidad del agua, evaluación y diagnóstico.

La información que aparece en el cuadro anterior, muestra que, en el planeta, la mayor proporción de agua que lo cubre es agua salada; motivo por el cual no puede ser utilizada para las actividades humanas, tanto para consumo como para la industria. El mayor porcentaje de agua dulce se encuentra en los casquetes y glaciares polares y bajo la tierra.

Demostrando que, el agua que puede ser tratada para volverla apta para el consumo humano representa menos del 5% a nivel global.

Entre los diversos usos del agua, los que se describen a continuación son los más importantes a nivel mundial: (ver gráfica 1)

**Gráfica 1**  
**Porcentaje de usos del agua dulce**  
**Nivel mundial**  
**2006**



Fuente: García, J., Guier, E., y Chacón, I. (2006). Ambiente: problemática y opciones de solución.

En la gráfica 1, es posible observar cuales son los mayores usos del agua a nivel mundial. El porcentaje más alto de consumo de agua a nivel mundial se presenta en la agricultura y la industria. Motivo por el cual es fácil darse cuenta que, el agua restante disponible para consumo humano, no necesariamente cuenta con las características físicas, químicas y biológicas necesarias para que sea apta para dicho propósito; tomando en cuenta que en la mayoría de la producción agrícola e industrial se utilizan productos químicos, y sus residuos son desechados en el agua sin mayor control y regulación, en especial en países en vías de desarrollo.

Azqueta, D. (2007), indica que en un país, pueden presentarse problemas ambientales específicos, en áreas administrativas autónomas o en espacios geográficos más reducidos.

La Organización Mundial de la Salud, OMS, “considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano, beber, cocinar, higiene personal y limpieza del

hogar, es de 50 litros/habitante-día. A estas cantidades debe sumarse el aporte necesario para la agricultura, la industria y, por supuesto, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fluviales y, en general, dependientes del agua dulce. Teniendo en cuenta estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 100 litros/habitante-día.”

“El destino aplicado al agua dulce consumida varía mucho de una región a otra del planeta, incluso dentro de un mismo país. Por regla general, el consumo elevado de agua potable se da en países ricos y, dentro de estos, los consumos urbanos duplican a los consumos rurales. A nivel mundial, se extraen actualmente unos 3,600 km<sup>3</sup> de agua dulce para consumo humano, es decir, 1,600 litros/habitante-día, de los cuales, aproximadamente la mitad no se consume sino que se evapora, infiltra al suelo o vuelve a algún cauce y, de la otra mitad, se calcula que el 65 % se destina a la agricultura, el 25 % a la industria y, tan solo el 10% a consumo doméstico.” Ambientum, (2006).

La contaminación del agua puede provocar la aparición de intoxicaciones, dermatitis, enfermedades gastrointestinales, entre otros. Ya sea por el consumo de agua para beber, bañarse o cocinar, o por el consumo de productos contaminados por el agua. Azqueta, D. (1994).

### **2.3.2 Agua a nivel regional**

A nivel regional, es posible mencionar que la situación actual del agua en América Latina, es presenta diversos problemas ambientales que afectar a varios países de la región, tales como la contaminación atmosférica y la contaminación hídrica. Se les denomina regionales, debido al hecho de que se manifiestan en una determinada región del planeta que abarca varios países.

Esto, puede facilitar la búsqueda de soluciones debido a que entre dichos países existe algún tipo de cooperación debido a su cercanía. Azqueta, D. (2007).

**Cuadro 2**  
**Distribución del agua**  
**América Latina**  
**2011**

Región	Kilómetros cúbicos	
	Precipitación anual	Por persona
México	1,512	409
América Central	1,194	6,889
Antillas Mayores	288	82
Antillas Menores	17	4
Subregión Guayanesa	897	329
Subregión Andina	9,394	5,186
Brasil	15,026	5,418
Subregión Sur	3,488	1,313
América Latina y Caribe	31,816	13,429
Mundo	110,000	41,022
América Latina y el Caribe como % del mundo	29	33

Fuente: Sierra, C. (2011) Calidad del agua, evaluación y diagnóstico.

A nivel latinoamericano, como se muestra en el cuadro 2, es posible ver, que el país con mayor precipitación pluvial es Brasil, y que el 29% de la lluvia anual del mundo cae y se acumula en la región. América Central tiene la mayor proporción por persona 6,889 m<sup>3</sup>, pero esto no quiere decir que sus habitantes cuenten con esta cantidad, en su mayoría, las personas de la región tienen poco acceso al agua apta para su consumo humano.

Field, B. y Field, M. (2003). "A lo largo de la historia, una de las formas en que las sociedades se han defendido de la destrucción de su medio ambiente local ha sido la migración".

De estos problemas, a nivel de América Latina, uno de los más importantes es la contaminación hídrica así como la de los suelos. Corresponde a las autoridades locales enfrentar el problema y tomar las medidas necesarias para que no vuelva a presentarse. Además, en la región latinoamericana, existen diversos estudios relacionados con el tema, los cuales, abordan la relación del consumo de agua y la incidencia en el índice de las enfermedades gastrointestinales, por medio de diferentes métodos de valoración económica.

### **2.3.3 Agua a nivel nacional**

En Guatemala existe suficiente disponibilidad de agua, el problema se encuentra en la mala gestión existente. Los usos del agua, en sus distintas actividades, representan una cuarta parte de la disponibilidad del recurso.

Los conflictos se derivan del poco acceso a fuentes no contaminadas, en especial en el área rural donde la mayoría de personas carece del servicio de agua potable.

El costo promedio mensual del servicio de agua entubada del año 2006 se estimó en Q.37.70 para el área urbana y Q. 10.31 para el área rural. La demanda de agua actual en Guatemala, aumenta conforme incrementa la economía y la población; y la contaminación de los ríos y lagos limita la disponibilidad del agua.

Es posible ver que gran parte de la contaminación de los cuerpos de agua en el país, proviene de aguas residuales de los centros urbanos, que son vertidas en los ríos sin ningún tipo de tratamiento (IARNA-URL, 2012).

**Cuadro 3**  
**Utilización del agua en millones de metros cúbicos**  
**Por grupos de actividades económicas y de consumo**  
**Guatemala**  
**Período 2006-2010**

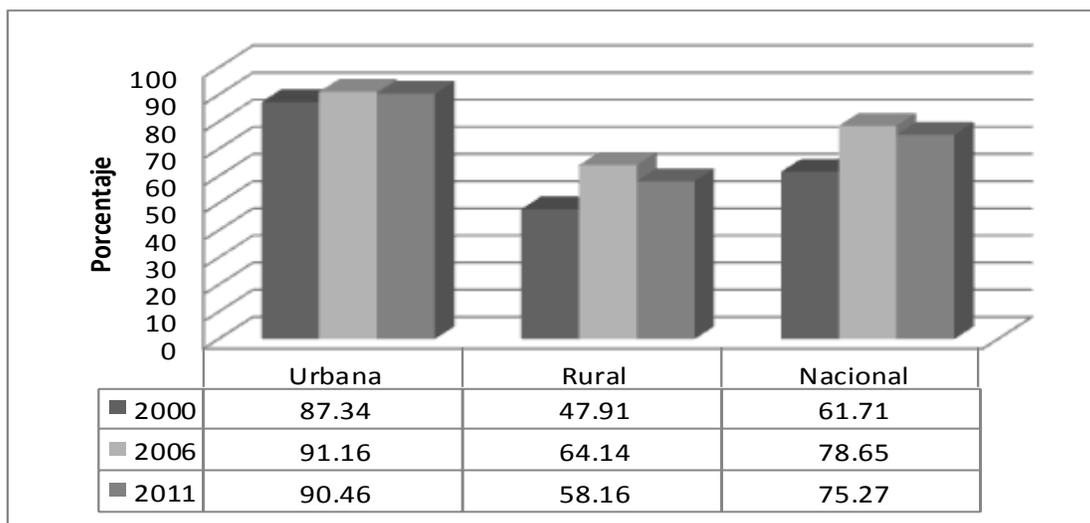
Actividades económicas y de consumo	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Agricultura, ganadería y silvicultura</b>	5,042.00	5,490.10	6,003.62	6,254.08	6,496.56
<b>Pesca</b>	427.06	535.24	527.52	511.90	514.62
<b>Minería</b>	6.13	6.93	6.22	6.34	6.19
<b>Manufactura y agroindustria</b>	7,473.39	8,185.56	8,296.74	7,604.04	7,643.17
<b>Electricidad, gas y agua</b>	4,765.13	5,184.56	5,516.04	5,110.16	5,057.33
<b>Construcción</b>	93.17	104.36	102.94	87.29	76.26
<b>Comercio</b>	51.33	44.36	44.94	47.27	48.22
<b>Servicios varios</b>	52.33	51.71	59.30	68.16	69.85
<b>Hogares</b>	422.93	433.51	444.35	455.45	461.68
<b>Total</b>	18,333.47	20,036.33	21,001.67	20,144.69	20,373.88

Fuente: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, IARNA-URL. (2012). Perfil ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo.

En el cuadro anterior, se observa que la demanda de agua en sus diferentes usos a nivel nacional, se ha ido incrementando año con año. Como ya se ha mencionado anteriormente, el mayor consumo de este bien ambiental, es hecho por la industria y agricultura, representando dicho consumo para el 2010 el 69.4% del uso del agua dulce a nivel nacional, mientras que el uso doméstico representó únicamente el 2.27%, según datos del IARNA.

La demanda de agua en Guatemala, para sus diferentes usos, se incrementa proporcionalmente al crecimiento poblacional y económico, siendo la contaminación de los principales ríos y lagos del país la principal limitante de la disponibilidad real del agua.

**Gráfica 2**  
**Cobertura del servicio de agua potable nivel nacional**  
**Guatemala**  
**Área urbana y rural**  
**2000, 2006 y 2011**



Fuente: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, IARNA-URL. (2012). Perfil ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo.

La gráfica anterior muestra que, la cobertura del servicio de agua potable a nivel nacional para el 2011 disminuyó en gran proporción con el año base de la misma que fue el 2000, esto se debe principalmente, a que, como se ha explicado anteriormente, la disponibilidad está en función del crecimiento poblacional y económico, además del aumento en los niveles de contaminación cerca de las principales fuentes de agua que abastecen las comunidades.

#### **2.3.4 Agua a nivel local**

Según la Política de Manejo y Conservación del Recurso Hidroforestal del Municipio de Rabinal (2011), el principal problema que afronta este Municipio es la disminución de los caudales de agua, además de la contaminación de las principales fuentes de abastecimiento del mismo, así como la mala calidad del

producto; derivada esta “calidad” de los contaminantes que se encuentran alrededor o cerca de dichas fuentes de abastecimiento.

Además, esta política también indica que, la calidad del agua en las distintas fuentes y ríos del Municipio es deficiente, y la mayoría se encuentran contaminados por de desechos sólidos y el mal manejo de la basura, principalmente por defecación al aire libre y basureros clandestinos.

Para continuar con el análisis de información, relacionado al tema que se investigó, se tomó en cuenta, la relación existente entre el agua y la salud. Tema que continúa.

#### **2.4 Agua y salud**

La Organización mundial de la salud, OMS, (2008), considera que: “las metas de protección de la salud son un componente fundamental del marco para la seguridad del agua de consumo. Debe establecerlas una autoridad de alto nivel responsable de la salud, tras consultar a otros interesados, como los proveedores de agua y las comunidades afectadas.”

Es necesario tener en cuenta la situación general de la salud pública y la contribución de la calidad del agua de consumo a la transmisión de enfermedades debidas a microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua, como parte de la política general sanitaria e hidrológica; así como la importancia de garantizar el acceso al agua, sobre todo de quienes carecen de suministro.

“Dada la variedad de componentes presentes en el agua, su modo de acción y la naturaleza de las fluctuaciones en su concentración, las metas de protección de la salud en las que se basa la determinación de los requisitos de inocuidad se clasifican en cuatro tipos principales: metas sanitarias, cuando la enfermedad

transmitida por el agua genera una carga de morbilidad mensurable, una reducción de la exposición por medio del agua de consumo puede reducir de forma apreciable la morbilidad general; metas relativas a la calidad del agua, se establecen para determinados componentes del agua que constituyen un riesgo para la salud cuando se produce una exposición prolongada a los mismos; metas relativas a la eficacia, para componentes que constituyen un riesgo para la salud pública en caso de exposición breve o cuya abundancia o concentración puede sufrir grandes variaciones en poco tiempo con consecuencias significativas para la salud; y metas relativas a técnicas especificadas, aplicación de medidas concretas en sistemas de abastecimiento de agua de consumo de menor tamaño, municipales, comunitarios o domésticos.”

“Los componentes del agua de consumo pueden producir efectos adversos para la salud con una sola exposición, por ejemplo, microbios patógenos o por exposiciones, prolongadas por ejemplo, numerosas sustancias químicas.”

#### **2.4.1 Agua y su relación con las enfermedades**

Azqueta, D. (2007), considera como un caso particular la valoración de los impactos sobre la salud de las personas por un cambio en la calidad de un bien ambiental. Ocurre con muchos cambios en los niveles de la contaminación atmosférica como el agua. Los cambios en la salud pueden tener consecuencias irreversibles y modificar la tasa de mortalidad de la población expuesta. Recomienda averiguar la incidencia que tendría el cambio en la calidad del bien ambiental sobre la población objeto de estudio, y analizar el costo que para la sociedad representa que las personas enfermas recuperen la salud.

McJunkin, F. (1982), el riesgo de contraer una enfermedad por vía del agua depende del tipo y número de organismos vivos ingeridos. La evaluación del tratamiento del agua como herramienta para proteger la salud pública se debe

comprender dentro del contexto de medidas existentes para controlar el impacto de los sistemas de agua potable en la salud. Deben considerarse las condiciones locales para que exista un abastecimiento satisfactorio con o sin tratamiento.

Continuando con McJunkin, F. (1982), la relación entre el abastecimiento de agua y saneamiento y las enfermedades se puede dividir en: sabiduría de los antepasados, experimentos naturales, revolución sanitaria, plausibilidad biológica, estudios sobre enfermedades epidémicas y estudios sobre enfermedades endémicas.

Concluye que el riesgo de contraer una enfermedad por vía del agua depende del tipo y número de organismos vivos ingeridos. Las variables a tomar en cuenta son: tipo de organismo patógeno en consideración, virulencia de la cepa, número de organismos vivos ingeridos, edad de la víctima potencial, estado de la salud general del individuo, medida en la cual el individuo puede quedar inmunizado al organismo patógeno mediante una exposición anterior, y otros factores que afectan la relación entre el patógeno y el individuo.

Sierra, C. (2011). Las aguas sin tratamiento poseen una gran variedad de microorganismos patógenos y no patógenos. Los patógenos que causan daño al ser humano, y que se encuentran presentes en el agua son bacterias, virus, algas, hongos y algunos protozoos.

Las enfermedades transmitidas por medio del agua son: amebiasis, disentería bacilar, enteritis capilobacteriana, cólera, enfermedades diarreicas, diarrea por *Escherichia Coli*, diarrea de los viajeros, virus, rotavirus, guarduasus, fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, salmonelosis, filiaríais , leptosporosis, tularemia, enfermedades cardiovasculares y dureza del agua potable, y cancerígenos en el agua potable.

### **2.4.2 Índice de la calidad bacteriológica del agua**

Se basa en el número de colonias del grupo de las bacterias coliformes. Esto indica la presencia de contaminación fecal y una alta posibilidad de que existan otros organismos patógenos. Sierra, C. (2011).

Por último, la evaluación del tratamiento del agua como herramienta para proteger la salud pública se debe comprender dentro del contexto de medidas existentes para controlar el impacto de los sistemas de agua potable en la salud.

### **2.4.3 Epidemiología de las enfermedades transmitidas por agua**

Existen muchas variables y factores no controlables que afectan los informes de dichas enfermedades, tales como el interés de los consumidores, acceso a la información de clínicas médicas privadas y acceso a la información de las instituciones encargadas de la salud pública. Sin embargo, los datos proporcionados por estos últimos (salud pública) son útiles y permiten apreciar el problema pues encausan el rumbo hacia los agentes etiológicos y los errores que ocurren en el manejo del agua. Pelczar, M. (1982).

En el cuadro siguiente, se muestran las enfermedades infecciosas con el agua, como mecanismo de transmisión, así como los factores que favorecen la transmisión y cuáles son las mejores medidas de prevención:

**Cuadro 4**  
**Clasificación de las enfermedades infecciosas relacionadas con el agua según su mecanismo de transmisión.**

Mecanismos de transmisión	Factores que favorecen la transmisión	Enfermedades	Medidas de prevención
<b>Propagadas por el agua</b>	El agua actúa como vehículo de transporte pasivo del elemento patógeno. La infección se produce al beber agua o al ingerir alimentos contaminados	Enfermedades diarreicas, cólera, fiebre tifoidea, polio, leptospirosis, giardiasis, amebiasis, hepatitis infecciosa	Mejorar la calidad del agua
			Evitar el uso de fuentes no protegidas
			Mejorar las condiciones sanitarias
			Evitar la contaminación de los sistemas de abastecimiento
<b>Lavadas por el agua</b>	Son enfermedades causadas por la falta de higiene o por una higiene precaria (Su eliminación depende más de la cantidad de agua que de la calidad)	Enfermedades diarreicas (lavado de manos)	Aumentar la cantidad de agua disponible
			Mejorar la accesibilidad al agua
			Mejorar la higiene personal
<b>Con base en el agua</b>	En regiones endémicas, el mero contacto con aguas contaminadas por organismos (moluscos y copépodos) que actúan como huéspedes de ciertos parásitos es suficiente para contraer la infección	Esquistosomiasis, dracontiasis (gusano de Guinea)	Reducir el contacto con aguas contaminantes
			Control de la población de moluscos
			Protección de fuentes y pozos

Fuente: Elaboración con datos del Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo, (2006).

#### 2.4.4 Índice de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua

Recordando que el indicador de la calidad bacteriológica del agua que se basa en el número de colonias del grupo de las bacterias coliformes, el indicador de las enfermedades gastrointestinales provocadas por agua contaminada, se mide por medio de los brotes (números de casos presentados) en una población determinada y en un período determinado, generalmente de un año. Pelczar, M. (1982).

#### **2.4.5 Enfermedades relacionadas con el agua a nivel regional**

Diversos estudios avalan la relación existente entre la calidad del agua y el índice de enfermedades, las cuales, para esta tesis, fue necesario basarse en la relación con las gastrointestinales. A continuación se detallan algunos de esos estudios:

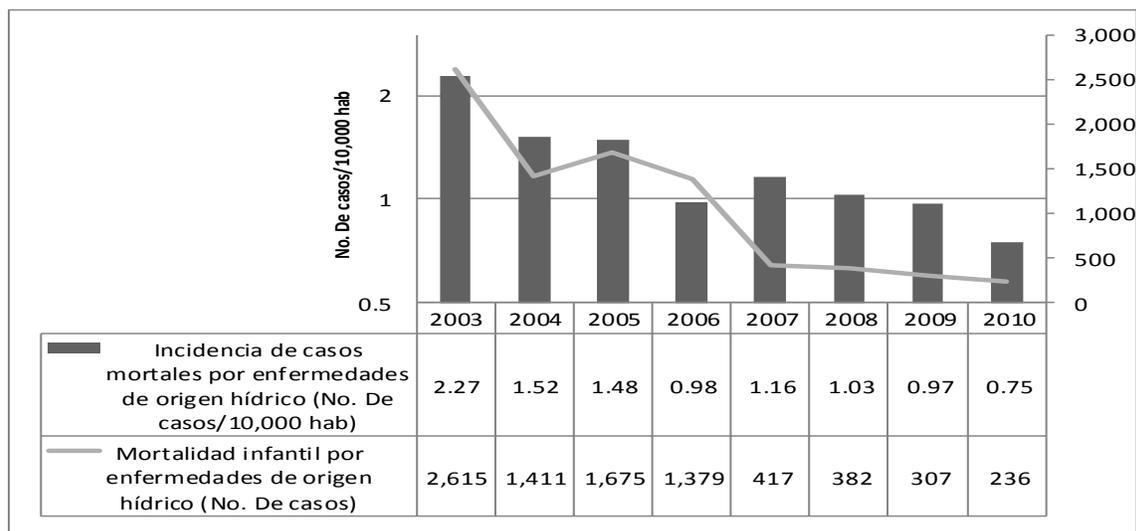
Como el informe Valoración económica del efecto en la salud por el cambio en la calidad del agua en zonas urbano marginales de Lima y Callao, de Roger Loyola y Carlos Sonco Mamani, de la Universidad Nacional Agraria la Molina (2006), que al estableció la disposición a pagar por el mínimo valor que las familias darían por mejorar las condiciones de la calidad del agua suministradas en sus hogares, trasladando gastos en que incurren para defenderse y mitigar las enfermedades producidas por el agua.

Y el estudio de Sainz Zamora, R. y Ortega Flores, M. (2011) realizaron un estudio en México, sobre la Calidad del agua y daños evitados, realizaron una investigación sobre la relación que tienen las enfermedades provocadas por la mala calidad del agua y los gastos adicionales en que se incurren por mejorar y/o conservar la salud. Concluyó que es común que la calidad del agua y sus efectos económicos se manifiestan más y de forma severa en los estratos más pobres de la población.

#### **2.4.6 Enfermedades relacionadas con el agua a nivel nacional**

Según información proporcionada por el IARNA, en su Perfil Ambiental 2010-2012, indica que según a nivel nacional, los casos de enfermedades provocadas por el agua han disminuido de forma considerable, del 2003 al 2010, de tres casos por cada 10,000 habitantes, a un caso en las muertes de personas adultas. Aunque las muertes infantiles continúan siendo significativas. Datos que se pueden observar en la gráfica siguiente:

**Gráfica 3**  
**Incidencia y mortalidad infantil por enfermedades de origen hídrico, número de casos por cada 10,00 habitantes**  
**Guatemala**  
**2003 al 2010**



Fuente: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, IARNA-URL. (2012). Perfil ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo.

“Mathews (2009), analizó la calidad del agua del lago de Atitlán para consumo humano, enfocándose en ocho comunidades ubicadas dentro de la cuenca. Con ese fin, realizó estudios de 2007 a 2009, con un método cualitativo de análisis de bacterias (*Escherichia coli*) para determinar la presencia de heces fecales en el agua. Se establecieron 300 puntos de muestreo dentro del lago y en comunidades periféricas. Los resultados fueron contundentes: todas las muestras obtenidas a menos de 100 metros de la playa (a excepción de un punto frente al Cerro de Oro, al sur del lago) reportaron presencia de *E. Coli* con cantidades más allá de las permitidas para el consumo humano”.

Siguiendo con el informe de Mathews “la parte norte de la cuenca del lago es la que genera la mayor contaminación por descargas domésticas –drenajes de Sololá y de la zona turística-, mientras que la parte sur arroja la mayor cantidad de

nutrientes provenientes de fertilizantes. Los resultados confirman que la mayoría de bacterias fecales fueron encontradas en lugares poblados, o en sitios de desfogues de las aguas de drenajes al lago. Esto coincide con el hecho de que la zona sur, frente al Cerro de Oro, es el lugar menos poblado y, por lo tanto, menos contaminado con material fecal.”

Después de describir la relación entre el agua y las enfermedades, a continuación se muestran las características principales del área de estudio:

### **2.5 Municipio de Rabinal, Baja Verapaz**

Rabinal, es el Municipio más antiguo del departamento de Baja Verapaz; fue fundado en 1537 por Fray Bartolomé de Las Casas. La ocupación en el período prehispánico se observa en importantes sitios arqueológicos dentro de este municipio, y que se ve evidenciado en crónicas de la época colonial.

Se encuentra ubicado a una distancia de 175 km. de la ciudad de Guatemala y a 28 km. de la cabecera departamental de Baja Verapaz, Salamá. Este municipio tiene una extensión territorial de 504 km<sup>2</sup>. (SEGEPLAN 2010).

**Gráfica 4**  
**Departamento de Baja Verapaz**  
**Municipio de Rabinal**



Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Plan de Desarrollo Municipal, Rabinal, Baja Verapaz, 2010.

La mayoría de su población es de descendencia maya<sup>4</sup>, y vive en situación de pobreza, contando con poco acceso a servicios básicos tales como el agua y energía eléctrica. Relacionado a salud, la mayor parte de la población cuenta con acceso a los servicios de salud pública, y las principales enfermedades que padece la población son: neumonía, bronconeumonía, infecciones respiratorias agudas, hepatitis virales, tuberculosis, intoxicación por plaguicidas e infecciones intestinales.

Debido a que son personas de escasos recursos económicos, su nivel de educación no alcanza a concluir los estudios primarios, y dedican la mayor parte de su tiempo a actividades agrícolas, muchas de estas son temporales y se ven en la necesidad de migrar a otros departamentos para poder subsistir. (SEGEPLAN 2010).

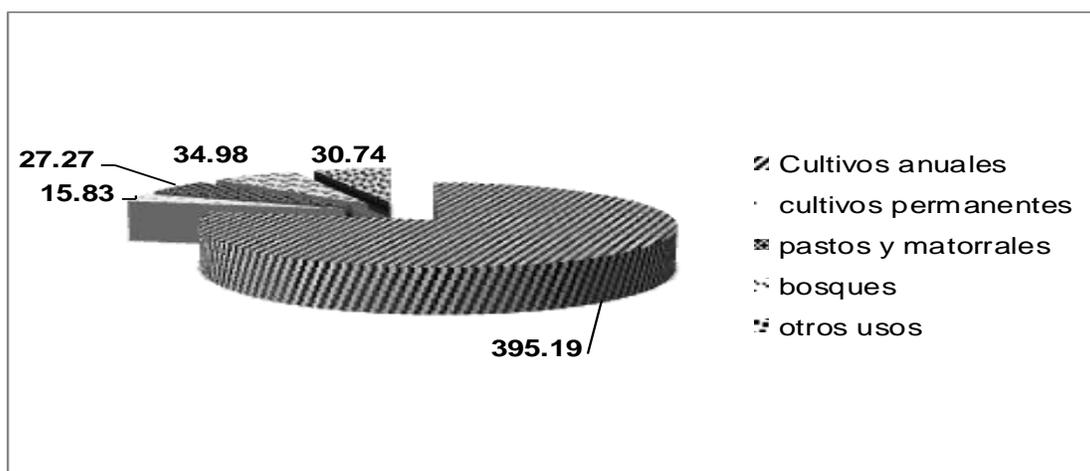
---

<sup>4</sup> Datos de los Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación, 2002; del Instituto Nacional de Estadística, INE.

El total de la población para el 2013 era de 36,874, según estimaciones de la Población total por municipio, período 2009-2020, según el Instituto Nacional de Estadística, INE. La población en área urbana era de 11,062 y la población económicamente activa, era de 9,195 personas. Su actividad principal es la agricultura.

En los últimos años se ha practicado una agricultura de supervivencia, siendo su producción principal: maíz y frijol.

**Gráfica 5**  
**Uso del suelo en kilómetros cuadrados**  
**Departamento de Baja Verapaz**  
**Municipio de Rabinal**  
**2011**



Fuente: Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio. Ficha técnica Municipio de Rabinal, Baja Verapaz. Programa Conjunto 2011.

En la gráfica anterior, se observa uso del suelo en el municipio de Rabinal se presenta de la siguiente forma: cultivos anuales 78.41%; cultivos permanentes 3.14%; pastos 5.41%; bosques 6.94% y otros usos 6.10%. Programa Conjunto (2011).

Entre los problemas ambientales más importantes se puede mencionar la deforestación (la tasa de deforestación anual es del 6%,(Programa Conjunto 2010) y degradación de los recursos naturales.

Además, la falta de sistemas de saneamiento (letrinas, drenajes, basureros clandestinos, entre otros), condición que pone en riesgo las fuentes de agua superficiales que abastecen al municipio y sus comunidades. La disposición de aguas servidas se hace por medio de tuberías hacia desfuegos que van directamente a los ríos Rabinal y Saj Cap, en este último se encuentra en construcción una planta de tratamiento de aguas servidas.

En cuanto a los desechos sólidos, la municipalidad de Rabinal cuenta con el servicio de “El tren de aseo”, en el área urbana y comunidades circunvecinas, cobrando una tarifa mensual de Q. 15.00.

SEGEPLAN (2010). Otros daños que está causando la problemática ambiental en las comunidades son los siguientes: retardo en aprendizaje, pérdida de peso talla, y años de vida perdidos.

Continuando con información de SEGEPLAN, la cobertura de los servicios comunitarios varía según las áreas dentro de una misma comunidad, debido a la orografía de la zona; familias que no acceden a los proyectos por tener fuentes de agua alternativas cercanas, especialmente en las áreas bajas de las comunidades; y familias que a la hora de ejecutar el proyecto no contribuyeron con mano de obra, condición necesaria para acceder al mismo.

En la actualidad existen familias que no acceden a ningún tipo de sistema de abastecimiento de agua comunitario, el abastecimiento familiar en su mayoría se obtiene de quebradas, ojos de agua y pozos artesanales, con un alto riesgo sanitario debido a la poca o nula protección de las fuentes, lo que determina altos

índices de contaminación fecal. Pese a que las acciones a tomar podrían pasar por la protección de estas vertientes mediante cajas de captación a la espera de contar con un proyecto de abastecimiento comunitario, el hecho de que la propiedad del suelo sea particular dificulta esta opción.

Según SEGEPLAN (2010), el área urbana, que se abastece por medio del Sistema Municipal, la cobertura real del mismo, es muy baja, obligando a las familias a conseguir el agua en fuentes no seguras, también la dotación de agua por persona/día es muy baja. Pueden pasar hasta 30 días sin recibir el servicio, y éste se presenta unas pocas horas al día. Según datos de la Municipalidad al 2013, dicho sistema no ha tenido ningún tipo de mantenimiento desde su instalación.

El potencial hídrico, en su gran mayoría, es aprovechado por medio de la captación de agua proveniente de nacimientos de agua existentes en el área montañosa, y algunos ríos que recorren el territorio; y proviene básicamente de agua por medio de brotes de manantiales existentes en su área montañosa y de los ríos que recorren su territorio.

Rabinal se encuentra irrigado por 18 ríos, cuyos niveles de caudal varían según la época del año, alcanzando su máximo nivel en la época lluviosa. Los ríos son: Concul, Rabinal, Saj-Cap, Negro, Ixchel, Chiac, Nimacabaj, Chipacapox, Pachicá, Pachirax, El Arco, Pantulul, Pachalum, Xococ, San Rafael, Salamá, Vegas y Chipuerta. Programa Conjunto, (2011).

Los principales nacimientos de agua que abastecen a la población urbana y rural del municipio se ubican en la Finca las Cañas, y desembocan en la microcuenca de Xesiguan, estos son: Cabrera, Cerro Caritas, San Luis, Guachipilin y Citicoy. En el cuadro siguiente es posible observar las comunidades donde se encuentran

los principales nacimientos de agua que abastecen al área urbana del municipio de Rabinal:

**Cuadro 5**  
**Comunidades donde se ubican los principales nacimientos de agua**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2010**

Nacimientos de agua	Comunidades
Finca Las Cañas	Área urbana y Concul
Cabrera	Pichec, La Ceiba, Chuaperol, Nimacabaj y Vega de Santo Domingo
Cerro Caritas	Guachipilin, San Rafael y San Luis
Chixim	Chixim
Chichupac	Chichupac

Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Plan de Desarrollo Municipal, Rabinal, Baja Verapaz, 2010.

El Inventario de fuentes de agua (recurso hídrico) dentro del Municipio, identifica a 154 fuentes de agua, de las cuales 136 son nacimientos de brote definido (Vertiente) y 18 son quebradas.

Las zonas de recarga hídrica, tales como las microcuencas, ríos y nacimientos de agua, son utilizados para el abastecimiento de la población urbana y rural, además para sistemas de riego.

Como se puede observar en el cuadro siguiente, la microcuenca de Xesiguan, es la principal proveedora de agua del área urbana de Rabinal, y los caudales en tres puntos de medición son muy variables, dependiendo la época del año.

**Cuadro 6**  
**Caudales en litros por segundo de la microcuenca Xesiguan**  
**Departamento de Baja Verapaz**  
**Municipio de Baja Verapaz,**  
**Período 2009-2011**

Caudales	Año	2009		2010										2011				Promedio mensual
	Mes	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	
Xesiguan		141	204	90	75	60	51	186	203	314	174	728	165	135	77	61	55	160
Los Chorros		79	106	59	15	7	44	5	543	851	657	1282	293	102	83	67	86	252
Pachirax		1	0	6	0	0	0	0	260	540	432	932	411	36	17	9	9	156

Fuente: Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio. Ficha técnica Municipio de Rabinal, Baja Verapaz. Programa Conjunto 2011

Según información obtenida por las Fichas Técnicas del Programa conjunto del Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio (2011), existen tres puntos de control de medición de caudales en dicho río (ver cuadro anterior); y de acuerdo al monitoreo, el promedio mensual fue estimado 295 litros/segundo, si esto fuera constante, se estaría en la capacidad de abastecer a 127,440 personas con 200 litros/día. Pero es posible observar que existen meses en los que prácticamente no hay caudal. Con la información anterior, se estaría cuadruplicando la cantidad de litros/día que la OMS indica, pues informa que una persona debe vivir con 20 a 50 litros/día.

La gestión del recurso hídrico en el área urbana debe incluir la sensibilización social, el uso racional y la protección de las fuentes de agua mediante la implementación de leyes y reglamentos, propuestos tanto por las comunidades como por la Municipalidad.

Existen algunas fuentes superficiales que han sido captadas y aprovechadas para consumo humano. Así mismo, es posible aprovechar, por gravedad o por bombeo para los habitantes que carecen de este servicio, otras fuentes que aún no han sido captadas. La mayoría de la comunidades cuentan con sistemas de agua por

gravedad que suministran agua a nivel domiciliario. (Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio 2011).

**Cuadro 7**  
**Disponibilidad potencial y demanda de agua, en metros cúbicos área urbana**  
**Departamento de Baja Verapaz**  
**Municipio de Rabinal**  
**2013**

<b>Período</b>	<b>Disponibilidad potencial en metros cúbicos</b>	<b>Consumo promedio en metros cúbicos de los usuarios del sistema municipal</b>	<b>Diferencia en metros cúbicos</b>
Mensual	1,734,048	83,640	1,650,408
Anual	20,808,576	1,003,680	19,804,896

Fuente: Ficha técnica Programa Conjunto 2011 y Municipalidad de Rabinal 2013

Con los datos del cuadro anterior, es posible observar que: existe suficiente disponibilidad del recurso hídrico para abastecer no sólo al área urbana, sino a muchas comunidades rurales, el problema está en que los caudales no son constantes durante todo el año, y durante la época seca son muy bajos; y los sistemas de captación y distribución son ineficientes, y no cuentan con el mantenimiento necesario.

Además, no se cuenta con plantas de tratamiento para potabilizar el agua, lo que se observa en las características biológicas para el agua potable determinan el número permisible de microorganismos coliformes, fecales en términos de las porciones normales de volumen y número que se examinan.

De acuerdo al registro del 2014, la Municipalidad de Rabinal, tiene 2,927 hogares conectados de forma legal al Servicio de Distribución de Agua entubada, los cuales pertenecen a las cuatro zonas del casco urbano. La cantidad asignada para

cada usuario del servicio municipal es de 30 m<sup>3</sup> de agua al mes. (Esta información fue obtenida por medio de entrevista a personal la oficina de agua de la Municipalidad).

La Municipalidad también informa que, debido a la carencia de recursos financieros y humanos para el mantenimiento del sistema de distribución, el servicio no es constante, y cuando falla, han recurrido a la utilización de camiones cisterna para abastecer a la cabecera municipal.

Según la Oficina de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Rabinal, cuentan con un promedio de 9,288.70 m<sup>3</sup> de agua por día, con un aproximados de 107.51 litros/segundo por persona al día, pero esta cantidad no es suficiente para abastecer a la población actual. Indica que para el 2008, tenía (la Municipalidad) una cobertura del 89.33% y solamente el 10.67% no contaba con el servicio.

La mayoría de las comunidades necesitan implementar proyectos de protección de fuentes de agua y algunas mejoras en su infraestructura, debido a la contaminación que existe actualmente en las fuentes de aprovisionamiento, principalmente derivadas de la contaminación por heces fecales. En la actualidad la calidad de agua, no cumple los requisitos para considerarse apta para consumo humano, y la municipalidad no cuenta con plantas de tratamiento para manejo de aguas residuales ni con planes para evitar la contaminación de las fuentes superficiales.

En cuanto a las fugas, se toma en cuenta un 20% (200,736 m<sup>3</sup>) anual de pérdida de agua debido al mal estado y el nulo mantenimiento del sistema de distribución, pues según indican empleados municipales, desde su introducción no han habido cambios ni modificaciones en las tuberías.

Con esta información, se puede estimar que, para satisfacer la demanda anual de 2,927 hogares conectados de forma legal al Sistema Municipal de Distribución de agua, que se encuentran en las cuatro zonas del caso urbano, y están integrados por cinco personas en promedio, se necesitaría contar con 33,999,660 m<sup>3</sup>/año; y utilizando la información de la Municipalidad y el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio, no podría satisfacerse la demanda potencial.

De las comunidades incluidas en el plan municipal de agua y saneamiento del 2009, 30 cuentan con sistemas de agua por conexión domiciliar, 22 de estas comunidades tienen cobertura entre el 90% al 100%, ocho están cubiertas en un porcentaje de 29% al 89%. El total de hogares beneficiados con el servicio de agua entubada suma en total 29,993 habitantes distribuidos en 5,946 viviendas, según estimaciones de los integrantes de Comité de Agua y Centro de Salud Local. Los restantes 3,649 habitantes distribuidos en 710 viviendas carecen del servicio. (Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio, Programa conjunto 2011).

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, del 2005 al 2010 hubo una reducción bastante significativa de las enfermedades de origen hídrico, a nivel nacional, de 86 a 37 casos por cada mil habitantes. (IARNA-URL, 2012).

El municipio de Rabinal, cuenta con 17 centros de salud, tanto en área urbana como rural, pero la población acude en una misma proporción tanto a los centros de salud como al médico privado debido a las deficiencias y carencias del sistema de salud nacional. (SEGEPLAN 2010; Programa conjunto 2011).

Las principales enfermedades que afectan al municipio son: neumonía, bronconeumonía, infecciones respiratorias agudas, hepatitis virales, tuberculosis pulmonar, intoxicación por plaguicidas infecciones gastrointestinales.

En el cuadro siguiente, se muestra el índice de enfermedades gastrointestinales presentes en la población del municipio de Rabinal para el período 2009-2013:

**Cuadro 8**  
**Índice de enfermedades gastrointestinales**  
**Departamento de Baja Verapaz**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2013**

<b>Enfermedad</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Amebiasis</b>	1,784	3,746	3,925	4,460	1,157
<b>Diarreas</b>	2,070	5,258	5,796	3,933	1,052
<b>Disentería</b>	140	52	0	184	165
<b>Parasitosis Intestinal</b>	3,115	2,724	3,427	1,231	1,607
<b>Total</b>	<b>7,109</b>	<b>11,780</b>	<b>13,147</b>	<b>9,808</b>	<b>3,981</b>

Fuente: Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014

\* Ver 2.2.4 Índice de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua, página 40

Las condiciones socioeconómicas y culturales actuales del Municipio, han creado un ambiente propicio para la proliferación de enfermedades, especialmente por los altos niveles de contaminación que presentan las fuentes superficiales de agua, entre otros.

La defecación a cielo abierto existente en las comunidades y la falta de prácticas higiénicas por parte de los habitantes, así como también la carencia de una práctica de desinfección del agua para beber, está provocando en la población, daños tales como padecimientos de diarreas y parasitismo intestinal, éstas, a nivel familiar se presentan con una frecuencia de dos casos por persona al año, es

decir que en una familia promedio (cinco integrantes) se reportan 10 casos anuales; el número de familias evaluadas fue de 7,295; se registran 72,950 casos de diarrea por año. Fondo para el Logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Plan de Agua y Saneamiento, Rabinal, Baja Verapaz (2009). Mientras que el gasto por enfermedad fue de Q. 20.00 por tratamiento. Lo que para el 2009 dio un gasto de Q. 1,459,000.00, monto reportado por SEGEPLAN (2010).

Para poder determinar la relación que existe entre el índice de enfermedades gastrointestinales y la calidad del agua, además, si dicha relación tiene una alta incidencia en los ingresos familiares, se evaluó el concepto de evaluación económica, y cuales con los métodos de valoración más convenientes para establecer los costos.

Field, B. y Field, M. (2003), indican que, normalmente no existe un mercado para los bienes y servicios ambientales, y que para tener una idea del valor de los mismos, recomiendan averiguar lo que las personas están dispuestas a pagar por éstos. Aunque cuando se trata de los efectos en la salud es necesario utilizar técnicas de valoración indirecta.

También mencionan que, debido al crecimiento descontrolado de las áreas urbanas, se crea un problema con la relación que existe entre el uso de la tierra y la calidad de vida. Existen repercusiones en el paisaje y grandes efectos en el ambiente. Ya que la contaminación de la atmosfera se relaciona con la cantidad de personas que se desplazan a diario en automóviles o hacen uso del servicio de transporte público para llegar a sus trabajo.

Concluyen que desde el punto de vista económico, el crecimiento descontrolado, es necesario crear políticas más eficientes y equitativas para mejorar y/o conservar la calidad del ambiente.

## **2.6 Métodos de valoración ambiental**

Es posible mencionar que dentro de los bienes que proporcionan los ecosistemas naturales se encuentran: materias primas para diversos usos productivos y bienes de consumo final, como alimentos para consumo humano. Dichos ecosistemas contribuyen a diluir, almacenar y transformar sustancias emitidas en la atmósfera, vertidas en cuerpos de agua o depositadas en el suelo. Vásquez, F. Cerda, A. y Orrego, S. (2007).

El ambiente presenta problemas de escasez debido a sus diferentes usos, lo cual origina un problema económico, debido a la necesidad de decidir el mejor uso de los recursos naturales. La toma de decisiones sobre el valor de los recursos naturales busca elegir la mejor alternativa para la sociedad. La teoría económica valora los bienes y servicios ambientales según las preferencias subjetivas de los individuos de la sociedad. Para buscar la eficiencia económica es necesario comparar costos y beneficios asociados a los usos de los bienes y servicios ambientales.

Azqueta, D. (2007), considera que es posible analizar por diversos métodos de valoración ambiental, cómo las personas muestran sus preferencias relevadas en cuanto a los bienes y servicios ambientales, en cuanto a salud se refiere, es posible utilizar el método de la función de producción en salud; ésta, combina los insumos que la persona necesita para mantener o mejorar su estado de salud, y con ella se puede medir la pérdida de bienestar que la persona experimenta. Esta metodología se complementa con la valoración contingente, que intenta averiguar el valor que las personas otorgan a un determinado recurso ambiental, preguntándoselos de forma directa, por medio de una encuesta; se construye un mercado simulado para tratar de averiguar la disposición a pagar.

También indica que existen diversos métodos de valoración ambiental, entre los indirectos los más importantes son: costo de viaje y precios hedónicos; mientras

que la valoración contingente es un método de valoración directa ampliamente utilizado, los mismos se explican a continuación.

### **2.6.1 Costo de viaje**

“Método indirecto de valoración utilizado para valorar servicios recreativos proporcionados por la naturaleza. Toma en cuenta los gastos en que la persona incurre para desplazarse al lugar, así como la frecuencia de las visitas. Además, se deben considerar: el costo por acceder al lugar, alimentación y hospedaje.” Azqueta, D. (2007).

Continuando con Azqueta, D. (2007), “se necesita estimar en qué medida se demandan los servicios del bien; se requiere información sobre el costo de acceder al lugar y establecer una curva de demanda que permite valorar en términos monetarios, el bienestar de las personas por disfrutar del sitio que piensan visitar.”

### **2.6.2 Precios hedónicos**

Otro de los métodos indirectos de valoración y el más utilizado para valorar bienes intangibles. En éste, el bien ambiental forma parte de las características del bien privado, siendo bienes multiatributo que satisfacen diversas necesidades al mismo tiempo, estos precios descubren los atributos del bien para explicar su precio y averigua la importancia cuantitativa del bien. Azqueta, D. (2007).

Recoge categorías relevantes a la hora de escoger uno de los bienes multiatributo, y busca las más importantes para poder explicar su precio. Indica la disposición marginal a pagar por una unidad adicional que se agregue al bien. Utiliza un análisis diagonal, en el que analiza un conjunto determinado de bienes en un instante de tiempo y recogen precios y características. Trabaja con funciones no

lineales, para suponer que el precio implícito de cierta característica cambia con la cantidad de referencia de la misma.

Después de haber explicado brevemente los métodos indirectos, es necesario ampliar sobre la importancia que tiene en este estudio el método de valoración directa.

### **2.6.3 Valoración contingente**

Azqueta, D. (2007). Método directo de valoración que intenta averiguar el valor que otorgan las personas a un determinado bien ambiental preguntándolo de forma directa.

“El punto de partida obligado del método lo constituyen las encuestas, entrevistas o cuestionarios, en los que el entrevistador construye un mercado simulado para el bien ambiental objeto de estudio, y trata de averiguar el precio que pagaría el entrevistado por el mismo. Éstas suelen venir estructuradas en tres bloques: el primero contiene la información relevante sobre el objeto de la valoración; el segundo se dirige a intentar averiguar la disposición a pagar de la persona por el mismo; y el tercero indaga sobre algunas de sus características socioeconómicas más relevantes, de acuerdo al problema objeto de estudio (renta, edad, estado civil, nivel de estudios).”

Continuando con el mismo autor, indica que la encuesta se puede realizar de tres formas alternativas: mediante entrevistas personales, telefónicas, enviando los cuestionarios por correo o una combinación entre ellas; recordando que cada una presenta ventajas e inconvenientes. Después de decidir la forma de realizar las entrevistas, al entrevistador le interesa averiguar la valoración económica que para la persona abordada tiene el recurso ambiental objeto de estudio.

Field, B. y Field, M. (2003) este método es utilizado para para conocer la disposición a pagar de las personas por ciertas características que se encuentran en su entorno. Consiste en preguntar qué harían las personas ante ciertas contingencias. Comprende los siguientes pasos: identificación y descripción de la característica ambiental que se desea evaluar, identificación de los sujetos de investigación, diseño y aplicación del cuestionario y análisis de resultados.

“El punto de partida obligado del método los constituyen las encuestas, entrevistas o cuestionarios, en los que el entrevistados construye un mercado simulado para el bien ambiental objeto de estudio, y trata de averiguar el precio que pagaría el entrevistado por el mismo.” Azqueta, D. (2007).

Vásquez, F. Cerda, A. y Orrego, S. (2007). Indican que en la disposición a pagar debe existir un escenario donde se provee el bien por valorar, y se definen las alternativas y derechos de propiedad. Se pregunta la disposición a pagar por una mejora en la calidad o cantidad del bien ambiental.

Riera, P. (1994). En este método, los cuestionarios crean un mercado hipotético, en donde la oferta se representa por el entrevistador y la demanda por el entrevistado; a esta persona se le plantea una situación similar a la que enfrenta diariamente en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio determinado. El mercado es hipotético, y no se debe de pagar la cantidad revelada. Además, puede medir los efectos de los no usuarios del bien, en comparación con los métodos de costo de viaje y precios hedónicos, que no pueden hacerlo.

Continuando con el mismo autor, uno de los más importantes es la forma de agregar los resultados de este método, pues se pregunta a una muestra de la población, la Disposición a Pagar, por conservar o mejorar la calidad de un bien ambiental determinado. Entonces, la encuesta aporta un conjunto de valores por

cada persona entrevistada y que haya respondido la pregunta de valoración. Para manejar el valor correspondiente para el conjunto de la población se puede optar por la media o la mediana del valor obtenido en la muestra, luego, ese valor (de la media o la mediana) se multiplica por el total del tamaño de la población objeto de estudio.

Este método tiene un comportamiento estratégico, pues se pregunta a personas interesadas, en proteger o conservar un bien o servicio ambientales específico, y ellas afirmarán que están dispuestas a pagar un monto mayor que el esperado si están convencidos de que se realizará la conservación, sabiendo que no tendrán que realizar el pago del monto establecido en la encuesta. Este comportamiento se debe a la naturaleza hipotética del mercado simulado. Mientras que en un mercado real, las personas estarían contribuyendo a un fondo para la protección y/o conservación. Dadas sus preferencias y capacidades económicas. Debido a esto, no es posible introducir un sesgo estratégico en el comportamiento real.

Las entrevistas pueden realizarse de tres formas: entrevista personal, entrevista telefónica y cuestionario por correo. Debe tomarse en cuenta el tipo de entrevista para establecer, tanto el tamaño de la muestra como la del cuestionario.

Cabe recordar que la valoración contingente, es importante debido a que permite investigar sobre bienes ambientales, de los cuales no existe información de mercado. Además, implica la toma de decisiones reales sobre recursos naturales, utilizando dinero "real". Pero su realización implica costos elevados, ya que con frecuencia requiere el uso de muestras no seleccionadas al azar. Kolstad, C. (2001).

#### **2.6.4 Disposición a pagar**

La disposición a pagar depende de los gustos y preferencias individuales, además de su nivel de ingresos. Existen métodos directos e indirectos para estimar la disposición a pagar: el método indirecto se refiere cuando se incurren en gastos adicionales para reducir las consecuencias del deterioro del bien y/o servicio ambiental y el método directo consiste en encuestar a los usuarios y preguntar cuánto están dispuestos a pagar por conservar y/o mejorar los bienes y servicios ambientales. Field, B. y Field, M. (2003).

Se necesita establecer las preferencias del consumidor, y así conocer cuánto éstos están dispuestos a pagar por conservar y/o mantener la calidad de un bien o servicio ambiental de su elección. El valor que tiene un bien para una persona, es la cantidad que está dispuesta a sacrificar por el mismo.

Para concluir, es de suma importancia, tomar en cuenta que la contaminación del agua, puede producir diferentes enfermedades, y las personas muchas veces incurren en gastos para evitar o mejorar la salud, debido a estas enfermedades, estos gastos defensivos reflejan la cantidad que están dispuestos a aportar disminuir el impacto de las enfermedades gastrointestinales, relacionadas con este importante bien ambiental.

### **3. Marco Jurídico**

“Conjunto de disposiciones reglamentarias de todo tipo, tales como: leyes, reglamentos, directivas, entre otros, a las que deben apegarse tanto empresas como personas particulares.” Universidad en línea(2014).

El agua como elemento abiótico es introducido al ordenamiento legal nacional por la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (1987) cuya aplicación corresponde al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Vengoechea, A. (2012). Río +20 (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo) en sus 20 años, abordó un plan de acción sobre los impactos ambientales a nivel local. El cual fue adoptado por 178 países.

Dicho plan de acción indica en relación al agua potable que: “el mundo cumplirá o incluso excederá, la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio sobre el acceso a agua potable; indicando que para el 2015 cerca de 90% de la población en regiones en vías de desarrollo tendrán acceso a fuentes mejoradas de agua potable, aumentando desde 77% en 1990.”

La Ley de Áreas Protegidas (1989), cuya aplicación corresponde al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), incorpora genéricamente las aguas como parte de procesos ecológicos esenciales y sistemas naturales vitales.

El no tener una ley de aguas se refleja en la ausencia de una entidad responsable directamente del manejo integrado de los recursos hídricos, entendiendo el manejo integrado como el proceso para fomentar la administración y el desarrollo coordinado del agua, la tierra y demás recursos relacionados, para maximizar el bienestar social y económico de la población, bajo el criterio de equidad y sin comprometer la existencia de los ecosistemas estratégicos para el alcance de este

objetivo. (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente Naturales, IARNA; Universidad Rafael Landívar, Síntesis del Perfil Ambiental (2006).

No existe en Guatemala legislación específica sobre pago de servicios ambientales ni una ley que regule la propiedad, distribución y uso del agua. Ninguna de las principales leyes ligadas con el ambiente mencionan el pago de servicios ambientales. (CINPE, 2002).

Debido a lo anterior, es necesario recurrir a la normativa vigente en el país, para poder normar y regular el uso del agua a nivel nacional. A continuación se describe dicha normativa:

### **3.1 Constitución Política de Guatemala**

La Constitución Política de Guatemala establece que el agua es propiedad del Estado y ordena la emisión de una ley específica para el tema del Agua; sin embargo a la fecha no existe esta ley.

Dentro de la Constitución de la República de Guatemala, es posible encontrar algunos artículos que permiten sustentar los derechos de los ciudadanos en cuanto a la salud y calidad de vida. Se mencionan los siguientes:

Dentro de artículo 97, se menciona que el Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del agua, dictando normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la misma se realice racionalmente, evitando su deterioro.

En Guatemala, no existe una ley que regule el uso y distribución del agua. Motivo por el cual se dificulta: el acceso a la misma, el establecimiento de precios de

mercado y el contar con un producto de calidad apta para consumo humano en la mayor parte del territorio nacional.

Existen algunas leyes y normativas que permiten, en cierta forma, que se pueda regular la distribución y uso del agua, debido a que están enfocadas a la protección y conservación del medio ambiente. Entre dichas leyes, se pueden mencionar las siguientes:

Durante los últimos diez años han sido admitidos en el Congreso de la República cuatro proyectos de ley de aguas, pero ninguno ha prosperado. Entre los artículos constitucionales reconoce la propiedad privada del agua, que en conjunto con el Código Civil parecen contradecir o al menos debilitar el artículo que establece la propiedad del Agua por el Estado.

### **3.2 Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto número 68-86**

Esta ley fue creada con el propósito de normar, asesorar, coordinar y aplicar la política nacional y las acciones tendientes a la prevención del deterioro ecológico y mejoramiento del medio ambiente; en ella, se pueden encontrar los siguientes artículos relacionados con el agua y salud:

En el artículo 1, el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente. Por lo tanto, del agua, deberá realizarse racionalmente.

Además, en el artículo 6, se menciona que el suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radiactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que

esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos en el territorio nacional. Dicho artículo fue reformado por el Artículo 1 del Decreto Número 75-91 del 23 de noviembre de 1991, del Congreso de la República.

Mientras que en el artículo 13 se menciona que para los efectos dicha ley, el medio ambiente comprende al sistema hídrico (agua); el artículo 15 indica que el Gobierno velará por el mantenimiento de la cantidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para: evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento, mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas; ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental; promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas; y propiciar en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para mantener la capacidad reguladora del clima en función de cantidad y calidad del agua.

### **3.3 Política del Manejo y Conservación del Recurso Hídrico Forestal 2011-2021 departamento de Baja Verapaz, municipio de Rabinal**

Ésta, tiene como principio la sostenibilidad del recurso hídrico, por medio del aprovechamiento y manejo del agua, que busca el desarrollo económico de beneficio social ambiental a través del manejo racional e integral evitando condiciones de riesgo derivadas del cambio climático.

El objetivo general es promover el manejo integral del agua para mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio de Rabinal; por medio de: manejo integrado del agua en el municipio para protección, buen uso y conservación de las zonas de recarga hídrica; promover normas y reglamentos municipales para el manejo y uso del agua; e impulsar la educación ambiental en el municipio para

hacer conciencia del problema de la degradación de los recursos naturales, especialmente el agua.

### **3.4 Algunas normativas importantes**

Continuando con algunas normativas que han existido en el país, relacionadas con el agua, es posible mencionar que, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, contó con un “gabinete del agua” presentado en el 2009. Este gabinete, se enfocó en tres ejes de trabajo: gobernabilidad y planificación del agua; agua y saneamiento para desarrollo humano; manejo de bosque, suelo y calidad del agua en cuencas y aguas internacionales. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, 2009).

Mientras que para el 2011, la Secretaría de Planificación de la Presidencia, SEGEPLAN, presentó la política nacional del agua y su estrategia, en la cual mostraron los hallazgos de la situación actual del agua, los objetivos y principios de dicha política.

Dicha política busca la equidad social, eficiencia económica, sostenibilidad ambiental, administración integral y solidaridad, para el cumplimiento de metas y objetivos nacionales que descentralicen la toma de decisiones en cuanto a la gestión del agua, para asegurar el acceso de este bien ambiental a los sectores más vulnerables de la sociedad.

### **3.5 Norma COGUANOR NGO 29 001**

Dicha norma indica que el agua para ser potable, debe contar con características de calidad específicas para que sea apta para consumo humano. Las características físicas indican el límite máximo aceptable y el límite máximo permisible que debe presentar el agua apta para consumo humano. El agua

potable debe tener una conductividad eléctrica<sup>5</sup> de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a una temperatura de 15 a 25 grados centígrados.

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante de obtención de agua de calidad sanitaria segura y potable; al utilizar el cloro o sus derivados disminuye la cantidad de virus y bacterias a una concentración inocua.

### **3.6 Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de Purificación de Agua para Consumo Humano MSPAS**

En dicho manual se hace constar que el abastecimiento de agua sanitariamente segura a la población en general, es una acción fundamental de promoción y prevención de la salud; la cual constituye un derecho humano garantizado por la Constitución Política de la República de Guatemala.

En el artículo 28 indica que son las Direcciones de Área de Salud y Distritos Municipales de Salud, quienes deben realizar las acciones de vigilancia que aseguren el estricto cumplimiento de las disposiciones del presente acuerdo; con base en los mecanismos establecidos por el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano y cualquier otra que establezca el Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y Ambiente. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2009).

En los últimos cincuenta años ha habido tres grandes momentos en la administración del recurso agua. Entre 1959 y 1979 se promovió el uso energético, entre 1979 y 1990 el uso estuvo enfocado en la producción agrícola y en la actualidad la inclinación es hacia el uso del agua potable y el saneamiento.

---

<sup>5</sup> Capacidad del agua para dejar pasar la corriente eléctrica y su aptitud para dejar circular libremente las cargas eléctricas. Su unidad de medida es el S/m (siemens por metro).

En el ámbito institucional: se resalta que en la administración del agua ha sido históricamente sectorial y con base en la división político-administrativa del país, sin tomar en cuenta el concepto de cuencas. En este contexto, existe una diversidad de instituciones que intervienen en el manejo de recursos hídricos, cada una, con distintas responsabilidades, entre ellas:

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), por su propia naturaleza, ha sido el encargado del tema riego en el país, su rol actual es el de promover el acceso a crédito para la construcción de proyectos de sistemas de riego de agricultores individuales o asociaciones.

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) es el encargado de la política energética y de la explotación minera, que afectan el tema de hidroelectricidad, la primera, y la extracción de agregados para la construcción de los cauces de los ríos, la segunda.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) tiene a su cargo la elaboración de las políticas de Recursos Naturales incluyendo el recurso hídrico y la legislación respectiva.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) tiene a su cargo la política de agua potable y saneamiento, el ejecutor de esta política es INFOM. (Perfil Ambiental 2012).

#### **4. Metodología**

Para llevar a cabo una investigación, es necesario definir el problema a resolver, así como los objetivos y la forma o estructura que va a guiar la recopilación de datos de la forma más exacta posible. Benassini, M. (2001).

La investigación exploratoria, fue importante para establecer un panorama amplio y general del tema que se investigó. Es una etapa previa de la investigación y tuvo el propósito de sentar las bases y lineamientos generales para hacer de la misma, un estudio completo, así también poder plantear la hipótesis.

El método seleccionado para realizar la evaluación económica fue la Valoración Contingente (VC)<sup>6</sup>; y para esto Field, B. y Field, M. (2003), indican que éste es utilizado para conocer la disposición a pagar de las personas por ciertas características que se encuentran en su entorno. La valoración contingente determina la Disposición a Pagar (DAP)<sup>7</sup>.

Para aplicar la metodología se utilizó un enfoque cuantitativo, hipotético deductivo.

Para desarrollar el método seleccionado, fue necesario la observación de los sujetos y variables de estudio, utilización de la encuesta para la recopilación de información; además de la revisión bibliográfica y análisis de textos, documentos, informes entre otros, obteniendo la información por medio de fuentes primarias y secundarias que apoyen los datos de la investigación y el análisis los resultados obtenidos. Ver cuadro siguiente:

---

<sup>6</sup> Nota: Véase Valoración Contingente en la página 57 (nota del autor).

<sup>7</sup> Nota: véase Disposición a Pagar en la página 59 (nota del autor).

Cuadro 9

**Diseño, enfoque métodos y técnicas aplicadas en la metodología de la tesis**

<b>Diseño</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Métodos</b>	<b>Técnicas</b>
a. No experimental	a. Cuantitativo	a. Disposición a pagar	a. Recopilación de datos existentes
b. Documental		b. Encuestas	
c. Descriptiva	b. Hipotético-deductivo	-Encuesta piloto	b. Análisis de contenido de documentos y textos
d. Correlacional		-Encuesta final	

Fuente: elaboración propia.

En los incisos siguientes se detalla la información del cuadro anterior:

**4.1 Diseño utilizado**

El diseño de la metodología del estudio fue documental, debido a que se analizó información relacionada con el tema; descriptiva, pues fue posible conocer datos relevantes de la población, características principales de la población objetivo; y correlacional, debido a que fue posible realizar una medición de la relación entre las variables, calidad del agua e índice de enfermedades gastrointestinales y como ambas pueden afectar el ingreso familiar.

El establecimiento de la disposición por mejorar las condiciones del servicio municipal de agua actual, se llevó a cabo por medio de los siguientes pasos: se definió el bien ambiental a valorar; se seleccionó la población sujeto de estudio; se determinó que la encuesta era el instrumento indicado para recopilar información; se estableció el tamaño de la muestra; se elaboró el cuestionario; se realizó la entrevista; se obtuvieron los resultados estadísticos; y se presentaron los resultados.

## 4.2 Población

Se identificó a la población objeto de estudio así como conocer las características sociales, económicas y culturales de la misma. Se observó la escasez del agua en el área urbana, cuáles podrían ser los distintos problemas derivados de dicha condición y cómo intentan evitar este problema los habitantes del municipio buscando formas alternas de satisfacer esa necesidad.

Con las características mencionadas previamente, se tomó la decisión de utilizar como población del estudio a 2,927 hogares del área urbana del municipio de Rabinal, conectados de forma legal al sistema municipal de agua; pues son las personas que habitan en estos hogares quienes pueden dar información de la calidad y regularidad del servicio.

## 4.3 Muestra

Johnson, R. & Kuby, P. (2003) indican que la muestra consta de los individuos seleccionados de la población por el recolector de la muestra.

Se utilizó el tipo de muestreo no probabilístico<sup>8</sup>, ya queda la oportunidad de seleccionar un elemento determinado de la población; de conveniencia, por qué los elementos se seleccionan sólo por ser accesibles o fáciles de medir en una forma determinada, por ejemplo, la entrevista que se realiza con una persona que se encuentra en la calle; intencional, debido a que toda la población estaba determinada por el número de usuarios conectados de forma legal al sistema municipal de agua, y que eran de más fácil acceso para realizar encuesta; y estratificado, ya que se dividió la muestra en grupos proporcionales a la población, como se podrá observar en el cuadro 10.

---

<sup>8</sup>A diferencia del muestreo no probabilístico en donde es posible seleccionar por conveniencia a las personas, el "muestreo probabilístico, selecciona sus elementos con base en la probabilidad que tiene cada elemento de una población de ser elegido como parte de una muestra. Todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos." Johnson, R. y Kuby, P. (2004)

**Cálculo del tamaño de la muestra  
Municipio de Rabinal  
Área urbana  
2013**

$$n = \frac{((2,927)(1.96^2)(0.50*0.50))}{((0.10^2)(2,927-1)) + (1.96^2 0.50*0.50)} = 93$$

Tomando como población objetivo, los 2,927 hogares con acceso al servicio de agua entubada, se obtuvo una muestra poblacional de 93 hogares. En el siguiente cuadro se observa la distribución de las encuestas por zona:

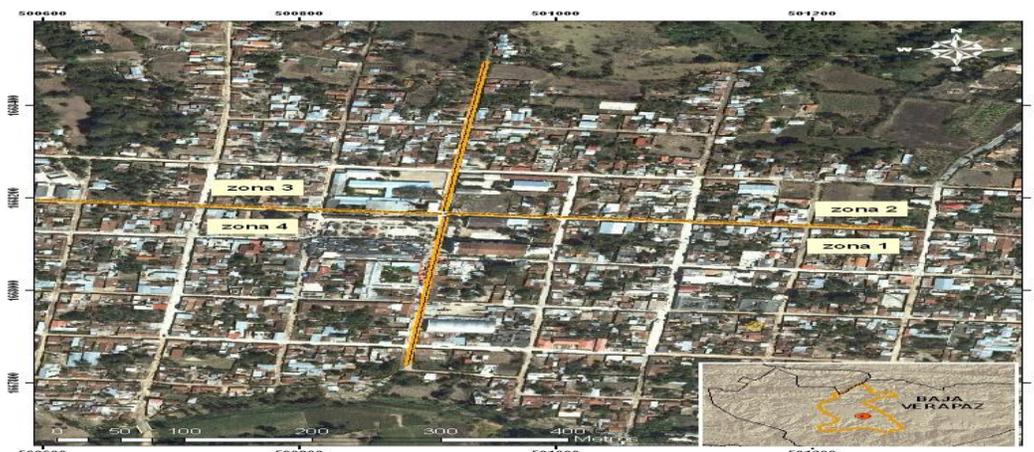
**Cuadro 10  
Distribución para el cálculo de boletas por zona  
Municipio de Rabinal  
Área urbana  
2013**

Zona	Barrio	Número de hogares conectados por zona	Porcentaje que representa cada zona	Número de boletas por zona
1	San Pedro Apóstol	895	0.31	28
2	Santo Domingo	696	0.24	22
3	San Sebastián	782	0.27	25
4	San Pedro Mártir	554	0.19	18
<b>Total</b>		<b>2,927</b>	<b>1</b>	<b>93</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la Oficina de agua y de la Municipalidad de Rabinal, al 2013.

Para la distribución anterior, se utilizó el mapa del municipio de Rabinal, en donde se puede observar la división administrativa por zonas, cabe mencionar, que por sus creencias religiosas, cada zona o barrio tiene el nombre de uno de los santos que representan cada uno de los cuatro sagrarios que se encuentran en el centro del municipio. El mapa se muestra a continuación:

**Gráfica 6**  
**Mapa de distribución de zonas**  
**Municipio de Rabinal**  
**2013**



Fuente: Proporcionado por la municipalidad de Rabinal, 2013.

#### 4.4 Instrumentos de medición

Para la elaboración del cuestionario, se hizo necesario tomar en cuenta las preguntas que surgieron durante el planteamiento del problema, las mismas plantearon la idea original del estudio, que se relaciona con la calidad del agua y las enfermedades que se pueden adquirir a través de la misma; y cuál sería la información necesaria para poder resolverlas.

En cuanto a la metodología de la valoración contingente, los temas relevantes que se buscó dar respuesta por medio del cuestionario fueron: el bien que se valoró, el valor que los usuarios dan al bien valorado y la información relevante de la persona que se encuestó. Tomando en cuenta que la información que se desea obtener, es el valor económico que las personas le asignan a un bien ambiental, en este caso el agua, y si tienen disposición a pagar por conservar, mantener y mejorar, tanto el sistema municipal de agua, como la calidad del agua, lo que conlleva a disminuir el gasto que realizan para conservar y reponer la salud; esto, por medio del gasto en agua embotellada y tratamientos médicos.

Previo a la elaboración del trabajo de campo, se llevó a cabo una prueba piloto (ver anexo 3) consistente en 12 boletas. La misma se realizó dentro de las cuatro zonas del municipio de Rabinal, y tuvo como objetivo principal el verificar la información contenida en el cuestionario para evitar dudas y confusiones al momento de la realizar el cuestionario final (ver anexo 4). Con los datos de las 12 boletas fue posible revisar la preguntas y observar cuales eran las que su contenido era difícil de comprender para la población, mejorando el cuestionario final en redacción y utilizando vocabulario sencillo y de fácil comprensión.

A continuación se muestran los resultados obtenidos durante el trabajo de campo, así como el análisis de datos estadísticos obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

#### **4.5 Premisas Metodológicas**

Para delimitar bien el problema y evitar confusiones en cuanto a los resultados se plantearon las siguientes variables de inclusión y exclusión:

##### **4.5.1 Variables de inclusión:**

- Enfermedades gastrointestinales,
- Calidad del agua,
- Ingreso familiar,
- Costo de tratamiento de la enfermedad,
- Área urbana, y
- Hogares conectados de forma legal al sistema municipal de agua.

**4.5.2 Variables de exclusión:**

- Modelo econométrico
- Costos defensivos
- Efectos del cambio climático
- Enfermedades de la piel y respiratorias provocadas por el agua contaminada
- Conflictos sociales

## 5. Resultados y análisis

Los resultados de la investigación, y su respectivo análisis, fueron agrupados según la información necesaria que trata de validar la hipótesis y analizar los objetivos; los mismos se muestran a continuación, para una mejor comprensión. Además, Para poder tener una mejor visión socioeconómica de la población objeto de estudio, se presentan los datos más relevantes de la misma

### 5.1 Características socioeconómicas de la población del municipio de Rabinal, Baja Verapaz

En el municipio predominan tres idiomas: el achí, variante del idioma quiché, el pocomchí y el español como idioma franco en todo el territorio. Su economía se basa en la agricultura y la producción pecuaria y artesanal.

Cuenta con 11,248 habitantes en área urbana y 26,246 en área rural, según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística para el año 2014. Posee una tasa de natalidad de 22 personas por cada 1,000 habitantes. La densidad poblacional es de 69 habitantes por km<sup>2</sup>. (SEGEPLAN 2010).

**Cuadro 11**  
**Proyección de la población**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2014**

Población	Porcentaje	Proyecciones por año					
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Total</b>	100	<b>34,601</b>	<b>35,124</b>	<b>35,680</b>	<b>36,267</b>	<b>36,874</b>	<b>37,494</b>
<b>Rural</b>	70	24,221	24,587	24,976	25,387	25,812	26,246
<b>Urbana</b>	30	10,380	10,537	10,704	10,880	11,062	11,248
<b>Masculina</b>	46	15,916	16,157	16,413	16,683	16,962	17,247
<b>Femenina</b>	54	18,685	18,967	19,267	19,584	19,912	20,247
<b>Indígena</b>	82	28,373	28,802	29,258	29,739	30,237	30,745
<b>No Indígena</b>	18	6,228	6,322	6,422	6,528	6,637	6,749

Fuente: Elaborado con las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto Nacional de Estadística, INE, 2009.

Como es posible observar en el cuadro anterior, la mayoría de su población es indígena, conformada por mujeres y habitan en área rural.

Para efectos de esta tesis, se trabajó con el 30% de la población urbana, 11,062 habitantes, pues es la que cuenta con el servicio de agua entubada.

Con la información del INE, además fue posible conocer la tasa de crecimiento poblacional para el período 2009-2014, como se muestra a continuación:

**Cuadro 12**  
**Tasa de incremento poblacional**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2014**

<b>Año</b>	<b>2009-2010</b>	<b>2010-2011</b>	<b>2011-2012</b>	<b>2012-2013</b>	<b>2013-2014</b>
<b>Porcentaje</b>	1.49	1.56	1.62	1.65	1.65

Fuente: Elaborado con las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto Nacional de Estadística, INE, 2009.

Debido a que son personas de escasos recursos económicos, un alto porcentaje de sus habitantes no alcanza a concluir los estudios primarios, quienes alcanzan este nivel de educación, por lo regular logran terminar hasta el tercer año. En el cuadro siguiente, se observa la proyección del nivel de escolaridad para el período 2009-2014: (a este cuadro se agrega el año 2014, ya que fue el año en que se llevó a cabo el estudio).

**Cuadro 13**  
**Nivel de escolaridad**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2014**

Nivel de escolaridad	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Porcentaje
Ninguno	10,688	10,850	11,021	11,203	11,390	11,582	31
Preprimaria	613	622	632	642	653	664	2
Primaria 1o. a 3er. Grado	10,093	10,245	10,407	10,579	10,756	10,937	29
Primaria 4o. A 6o. Grado	7,887	8,006	8,133	8,267	8,405	8,546	23
Media 1o. a 3er. Grado	2,811	2,854	2,899	2,947	2,996	3,046	8
Media 4o. a 6o. Grado	2,121	2,153	2,187	2,223	2,261	2,299	6
Superior	388	394	400	407	413	420	1
<b>Total</b>	<b>34,601</b>	<b>35,124</b>	<b>35,680</b>	<b>36,267</b>	<b>36,874</b>	<b>37,494</b>	<b>100</b>
Hombres	15,808	16,047	16,301	16,569	16,847	17,130	46
Mujeres	18,793	19,077	19,379	19,698	20,027	20,364	54

Fuente: Elaborado con información de los Censos Nacionales Integrados, 2002-2003 y las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto Nacional de Estadística, INE, 2009.

Sus habitantes, se dedican la mayor parte del tiempo a las actividades agrícolas, muchas de estas son temporales y se ven en la necesidad de migrar a otros departamentos para poder subsistir.

El total de la población económicamente activa, del municipio de Rabinal, se observa en el cuadro siguiente:

**Cuadro 14**  
**Proyección de la población por género y tipo de ocupación**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2014**

<b>Población económicamente activa</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Porcentaje</b>
Hombres	24,548	24,919	25,314	25,730	26,161	26,601	71
Mujeres	10,053	10,205	10,366	10,537	10,713	10,893	29
Patrono	1,293	1,312	1,333	1,355	1,378	1,401	4
Cuenta Propia	19,020	19,307	19,613	19,936	20,269	20,610	55
Empleado Público	2,227	2,260	2,296	2,334	2,373	2,413	6
Empleado Privado	7,335	7,446	7,564	7,688	7,817	7,948	21
Familiar no Remunerado	4,727	4,798	4,874	4,954	5,037	5,122	14
<b>Total</b>	<b>34,601</b>	<b>35,124</b>	<b>35,680</b>	<b>36,267</b>	<b>36,874</b>	<b>37,494</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaborado con información de los Censos Nacionales Integrados, 2002-2003 y las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto Nacional de Estadística, INE, 2009.

Existe una marcada diferencia de género entre la población económicamente activa, ya que únicamente tres de cada diez mujeres realizan alguna actividad remunerada económicamente.

SEGEPLAN (2010) indica que el municipio de Rabinal, cuenta con un nivel de pobreza general del 78.6% y de pobreza extrema del 31.5%.

La agricultura es su principal actividad y fuente de ingresos.

Relacionado a salud, cabe mencionar que la población, en su mayor parte, cuenta con acceso a los servicios de salud pública, y las principales enfermedades que padece la población son: neumonía, bronconeumonía, infecciones respiratorias agudas, hepatitis virales, tuberculosis, intoxicación por plaguicidas e infecciones intestinales.

En cuanto a las características generales de la población del área urbana del Municipio de Rabinal, obtenidas por medio del trabajo de campo, se destacaron los datos siguientes:

**Cuadro 15**  
**Datos relevantes de la población que utiliza agua del sistema municipal**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**

<b>Porcentaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>70</b>	de las personas encuestadas fueron mujeres
<b>53</b>	de la muestra se encuentra en un rango de edad entre 17 y 39 años de edad
<b>62</b>	cuenta con nivel de estudios básico y/o diversificado
<b>8</b>	posee título universitario
<b>58</b>	de los encuestados tienen un oficio
<b>6</b>	se dedica a actividades relacionadas con el comercio
<b>31</b>	se desempeña en actividades técnicas
<b>61</b>	son personas que prestan mano de obra no calificada y jubilados
<b>57</b>	indica que en su hogar habitan de tres a cinco personas
<b>57</b>	cuenta con un ingreso familiar promedio de Q. 1,800.00 a Q. 2,500.00

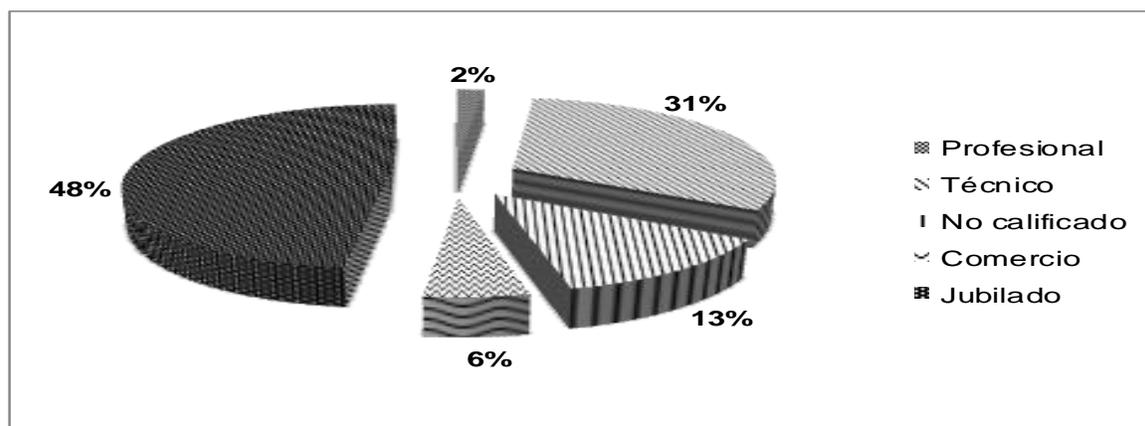
Fuente: Elaboración con datos obtenidos de la encuesta, 2013.

Como resultado del trabajo de campo, se pudo observar que la mayoría de la población del área urbana encuestada fueron mujeres, siete de cada diez personas; se encuentra en un rango de edad de 17 a 39 años, cinco de cada diez personas, siendo esta población relativamente joven y que seis de cada diez personas cuenta con un nivel de estudios básico y/o diversificado, desempeñando la mayoría actividades técnicas.

Dentro del nivel de ingresos, seis de cada 10 de las personas entrevistadas, indicaron estar en un promedio de Q. 1,800.00 a Q. 2,500.00 como ingreso familiar mensual, (aproximadamente el salario mínimo de Q. 2,280.34) que, en la mayoría

de hogares únicamente el jefe de hogar es quien aporta los ingresos y viven prácticamente con un salario mínimo; siendo en promedio el núcleo familiar integrado por tres a cinco personas, de cada seis de diez personas entrevistadas. En cuanto a trabajo, es posible observar en la siguiente gráfica, cómo se encuentra distribuido por clasificación de ocupación laboral:

**Gráfica 7**  
**Datos de ocupación laboral de la población encuestada**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**



Fuente: Elaboración con datos obtenidos de la encuesta, 2013.

Es posible observar que tres de cada 10 habitantes del área urbana de Rabinal, cuentan con un título superior, siendo la mayoría médicos o abogados. A pesar de que es un municipio en donde la mayoría de su población se dedica a la agricultura, esta gráfica mostró resultados diferentes, debido a que se realizó la encuesta únicamente con las personas que habitan los sectores del municipio de Rabinal que cuentan con agua entubada proveniente del sistema municipal (área urbana). (ver anexo 4 pregunta No. 19)

Cinco de cada 10 habitantes se dedican al comercio, especialmente en la venta de productos de la canasta básica, así como ropa, teléfonos celulares y accesorios para los mismos. La mayoría de personas adultas entrevistadas cuenta con una pensión del Estado.

Uno de los objetivos generales de la investigación fue establecer la relación que existe entre el consumo de agua y las enfermedades gastrointestinales. Con base a los resultados de la encuesta, fue posible establecer lo siguiente:

**Cuadro 16**  
**Datos Relevantes del agua**  
**Municipio de Rabinal**  
**2013**

<b>Porcentaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>100</b>	de los encuestados, utiliza agua del sistema municipal, para sus actividades diarias
<b>67</b>	utiliza agua embotellada para beber
<b>26</b>	hierva el agua que toma
<b>94</b>	gasta entre Q. 50.00 y Q. 200.00 mensuales en agua embotellada

Fuente: Elaboración con datos obtenidos de la encuesta, 2013.

La población objetivo del estudio de estudio fue: los usuarios del sistema municipal de agua en el área urbana del municipio de Rabinal, Baja Verapaz. La recopilación de información se realizó por medio de la encuesta (93 encuestas).

A través de los resultados se observó que los usuarios pagan una tarifa municipal mensual por servicio de agua entubada de Q. 3.00 y que el servicio es irregular. Además, estos mismos usuarios, consideran que, el agua que reciben en sus hogares, no es apta para su consumo (nueve de cada 10 entrevistados); motivo por el cual, siete de cada 10 familias, tienen un gasto extra y mayor en agua

embotellada generando un gasto mensual entre Q. 50.00 y Q. 200.00, para los nueve de cada 10 entrevistados que utilizan agua embotella; y por medio de dicho consumo, consideran poder evitar enfermarse a consecuencia de la calidad del agua.

Debe tomarse en cuenta, que dos de cada 10 de las personas hierven el agua para tomar, y debido a los alcances de este estudio, no se midió el gasto en la adquisición de gas y/o electricidad para poder hervir dicha agua, dato que aumentaría los costos, debido a que dicho tema se encuentra fuera de los alcances de este documento.

Nueve de cada 10 entrevistados, están seguros de que cuentan con un sistema de distribución de agua deficiente, pues consideran que la tarifa que pagan no es suficiente para el mantenimiento y mejora de dicho sistema. Además, creen que el agua de dicho sistema está contaminada, tanto por la falta de un sistema adecuado de desechos sólidos en las áreas urbana y rural, así como la no existencia de un buen control de desechos en las áreas donde se capta el agua para su distribución.

Para comprender mejor la relación entre la calidad del agua que se consume en el municipio de Rabinal y las enfermedades gastrointestinales, es necesario conocer cuáles son las características que el agua debe presentar para considerarse apta para consumo humano.

Para este estudio, se utilizó como base la información de la norma COGUANOR ngo 29 001, datos que se muestran a continuación, junto con información de análisis realizados en la microcuenca de Xesiguan donde se obtiene el agua para el área urbana:

## 5.2 Componentes fisicoquímicos y biológicos del agua

Según la norma COGUANOR ngo 29 001, el agua debe de presentar ciertas características físicas que la hacen apta para para el consumo humano, y las cuales se pueden observar en el cuadro siguiente:

**Cuadro 17**  
**Conceptos importantes de la norma COGUANOR**

<b>Concepto</b>	<b>Definición</b>
<b>Agua potable</b>	características de calidad específicas en la norma adecuada para consumo humano
<b>Cloro</b>	es el desinfectante más importante, debido a que es de fácil utilización y menos costosos que otros agentes desinfectantes
<b>Límite máximo aceptable, LMA</b>	valor de concentración de cualquier característica del 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
<b>Limite máximo permisible, LMP</b>	valor de concentración de cualquier característica de la calidad del agua, cuando no es adecuada para consumo humano
<b>Características físicas</b>	características relativas al comportamiento físico del agua que determinan su calidad
<b>Características químicas</b>	características relativas a sustancias químicas contenidas en el agua, que determinan su calidad
<b>Características bacteriológicas</b>	características relativas a la presencia de bacterias en el agua, que determinan su calidad
<b>Escherichia Coli</b>	bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos

Fuente: Elaboración con datos de la norma COGUANOR ngo 29 001.

En el cuadro anterior, se muestran los conceptos básicos de la norma COGUANOR ngo 29 001, los cuales permitieron el análisis y mejor comprensión de las características físicas, químicas y biológicas que presentó el agua que distribuye el sistema municipal de Rabinal, en los diferentes puntos de medición.

**Cuadro 18**  
**Características físicas del agua potable, según parámetros norma**  
**COGUANOR ngo 29 001.**

<b>Características</b>	<b>Límite Máximo Aceptable</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Color*	5.0 u	35.0 u
Olor	no rechazable	no rechazable
Sabor	no rechazable	no rechazable

Fuente: Elaboración con datos de la norma COGUANOR ngo 29 001.

\*Unidades de color en la escala de platino-cobalto

\*\*Unidades nefelométricas de turbiedad

Como se observa en el cuadro anterior, tanto el olor como el sabor son las características físicas más importantes del agua, pues la misma, debe ser completamente transparente y no tener sabor en lo absoluto, de lo contrario, no se debe consumir, considerándose no potable y no apta para consumo humano.

Continuando con la información de dicha norma, a continuación se muestran las características químicas que debe presentar el agua:

**Cuadro 19**  
**Características químicas del agua potable**  
**Parámetros de la norma COGUANOR ngo 29 001**

<b>Características</b>	<b>Límite Máximo Aceptable</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
<b>Cloro residual libre mg/l</b>	0.5	1.0
<b>Cloruro mg/l</b>	100.000	250.000
<b>Dureza Total mg/l</b>	100.000	500.000
<b>Potencial de hidrógeno ph</b>	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
<b>Sólidos Disueltos Totales mg/l</b>	500.000	1000.000
<b>Sulfato mg/l</b>	100.000	250.000
<b>Aluminio mg/l</b>	0.050	0.100
<b>Calcio mg/l</b>	75.000	150.000
<b>Zinc mg/l</b>	3.000	70.000
<b>Cobre mg/l</b>	0.050	1.500
<b>Magnesio mg/l</b>	50.000	100.000

Fuente: Elaboración con datos de la norma COGUANOR ngo 29 001.

mg/l = miligramos por litro

Las características químicas que debe presentar el agua, según la norma, cuentan con límites máximos aceptables y permisibles, los cuales se explicaron anteriormente.

Así como la norma establece los componentes físicos y químicos y sus límites, para hacer apta para consumo humano el agua, también indica que existen otros tipos de sustancias que no deben ser encontradas dentro de ésta. Esto se observa en el cuadro siguiente:

**Cuadro 20**  
**Sustancias no deseadas en al agua para consumo humano**  
**Parámetros de la norma COGUANOR ngo 29 001**

<b>Características</b>	<b>Límite Máximo Aceptable</b>	<b>Límite Máximo Permissible</b>
Fluoruro mg/l	---	1.700
Hierro Total mg/l	0.1000	1.000
Manganeso mg/l	0.5000	0.500
Nitrato mg/l	---	10
Nitrito mg/l	---	1

Fuente: Elaboración con datos de la norma COGUANOR ngo 29 001.  
mg/l = miligramos por litro

La importancia sobre la salud pública, indica que es significativo no sobrepasar los valores de referencia y debe tenerse en cuenta lo siguiente: la información en la que se basa el cálculo del valor de referencia; la exposición a la sustancia en cuestión por otras vías (por ejemplo, los alimentos) en el ámbito local; los posibles subgrupos de población vulnerables; y las medidas de protección pertinentes en el ámbito local para evitar que la sustancia química contamine el agua de la fuente o el suministro si se produce un vertido. (OMS 2006).

En cuanto a las características biológicas, la norma COGUANOR ngo 29 001 indica qué son las características relativas a la presencia de bacterias, y las cuáles determinan la calidad del agua.

Estas son: grupo coliforme<sup>9</sup> total, son bacterias y bacilos aerobios<sup>10</sup> y anaerobios<sup>11</sup>, grampositivos<sup>12</sup>, no esporulados<sup>13</sup> que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas; grupo coliforme fecal, son las bacterias que forman parte del grupo coliforme total que fermentan la lactosa con producción de gas; y *Escherichia Coli*<sup>14</sup>, que son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos con producción de gas y que también producen indol<sup>15</sup> a partir del triptófano. Dichas bacterias, no pueden estar presentes en el agua, su presencia debe ser 0 colonias por cada 100 mililitros.

En el cuadro siguiente, se encuentran valores de las características físicas, químicas y biológicas del agua que distribuye el sistema municipal del agua de Rabinal, las cuales fueron obtenidas en tres puntos de medición diferentes:

---

<sup>9</sup> Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a 35° C en un período de 24 a 48 horas. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

<sup>10</sup> Organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno diatómico. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

<sup>11</sup> Organismos que no utilizan oxígeno en su metabolismo. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

<sup>12</sup> Son bacterias que se tiñen de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram. Esta característica Química está íntimamente ligada a la estructura de la envoltura celular por lo que refleja un tipo natural de organización bacteriana. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

<sup>13</sup> Cuerpo microscópico unicelular o pluricelular que se forma con fines de dispersión y supervivencia por largo tiempo en condiciones adversas. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

<sup>14</sup> Son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

<sup>15</sup> Es un compuesto orgánico heterocíclico, con estructura bicíclica que consiste en un anillo de seis miembros (benceno) unido a otro de cinco miembros (pirrol). Es sólido a temperatura ambiente. (Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud, 2003).

**Cuadro 21**  
**Principales características físicas, químicas y biológicas del agua del**  
**sistema municipal**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**

Características	Puntos de medición			Valores Promedio
	Xesiguan	Los Chorros	Paxirax	
	Valores			
<b>Temperatura °C</b>	20.6	21.8	24.7	22.37
<b>Conductividad Eléctrica <math>\mu</math>S/cm</b>	67	81	128	92
<b>Sólidos Disueltos Totales ppm</b>	33	40	63	45
<b>Potencial Hidrogeno pH</b>	8.7	8.9	8.9	8.83
<b>Fosfato mg/l</b>	0.39	0.26	0.3	0.32
<b>Nitrito mg/l</b>	0.001	0.001	0	0.001
<b>Nitrato mg/l</b>	1	1.1	0.9	1.00
<b>Amonio mg/l</b>	0	0.05	0.02	0.02
<b>Sulfato mg/l</b>	0	0	0	0.00
<b>Hierro mg/l</b>	0.30	0.29	0.28	0.29
<b>Dureza mg/l</b>	34	51	85	57
<b>Coliformes Totales NMP/100 ml</b>	>23.0	>23.0	---	>23.0

Fuente: Elaboración con datos, de mediciones realizadas por el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio, Programa Conjunto, "Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental ante el Riesgo Climático en Guatemala. 2012.

Como se puede ver en el cuadro anterior, a excepción de la temperatura y el potencial de hidrogeno (ph) que se encuentran en los límites máximos permisibles, las demás sustancias presentes en el agua están dentro del límite máximo aceptable. (ver anexo 2).

El problema se presenta al existir coliformes totales y E. Coli, ya que su valor es mayor a 23 colonias por cada 100 mililitros de agua, lo cual la convierte en no apta para consumo humano.

### 5.3 Datos sobre las enfermedades gastrointestinales en el Municipio de Rabinal, Baja Verapaz

La principal fuente de contaminación del agua son los coliformes totales, debido a que en el momento de existir la presencia de estos contaminantes, el agua se vuelve no apta para consumo humano (0 colonias por cada 100 mililitros de agua).

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, las principales enfermedades transmitidas<sup>16</sup> por agua y alimentos contaminados que se presentaron en Rabinal, en el período 2009-2013, son: amebiasis, diarreas, disentería y parasitosis intestinal (casos presentados)<sup>17</sup>.

Por la información presentada en el cuadro 8, se decidió trabajar con las enfermedades más relevantes presentes en la población en el período 2009-2013, las cuales fueron: amebiasis, diarreas y parasitosis intestinal. Los casos o brotes presentados en dicho período se muestran a continuación:

**Cuadro 22**  
**Enfermedades gastrointestinales más relevantes**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2013**

Enfermedad	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Amebiasis</b>	1,784	2,141	3,925	4,460	1,157
<b>Diarreas</b>	2,070	3,188	4,347	2,650	1,052
<b>Parasitosis Intestinal</b>	3,115	4,143	3,427	1,231	1,607
<b>Total</b>	6,969	9,472	11,698	8,341	3,816

Fuente: Elaboración con datos de la Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014.

<sup>16</sup> Ver cuadro No. 4 mecanismos de transmisión, página 40. (nota del autor)

<sup>17</sup> ver cuadro No. 8 índice de enfermedades gastrointestinales, página 53. (nota del autor)

A continuación es posible observar el porcentaje anual de la población del municipio de Rabinal, que padeció de algún tipo de enfermedad gastrointestinal, durante el período analizado:

**Cuadro 23**  
**Porcentaje de casos de enfermedades gastrointestinales presentados con respecto del total de la población**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2013**

<b>Año</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Población</b>	<b>34,601</b>	<b>35,124</b>	<b>35,680</b>	<b>36,267</b>	<b>36,874</b>
<b>Casos municipio</b>	6,969	11,728	13,147	9,624	3,816
<b>Porcentaje anual</b>	20.14	33.39	36.85	26.54	10.35

Fuente: Elaboración con datos de la Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014.

En el cuadro anterior, se muestra qué porcentaje de la población del Municipio ha presentado enfermedades gastrointestinales en el período 2009-2013, y cómo aumentaron dichos casos para el 2010 y 2011, por lo cual, epidemiológicamente, no es posible proyectar casos, sino únicamente ver una tendencia para el año siguiente, con fines de previsión.

Es importante recordar, que la Municipalidad no tiene cobertura total en el Municipio en cuanto a distribución de agua, por lo cual sabe que, solamente el área urbana cuenta con el servicio de agua entubada; esto quiere decir que los 2,927 hogares conectados de forma legal, forman parte del 30% de la población u 11,062 personas que tienen acceso a este servicio.

Por lo anterior, se estimó que el 30% de los casos de las enfermedades gastrointestinales presentados en los usuarios del Sistema Municipal de Agua de la Municipalidad de Rabinal, en el período 2009-2013 fueron los siguientes:

**Cuadro 24**  
**Enfermedades gastrointestinales relevantes**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**Período 2009-2013**

<b>Enfermedad</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Amebiasis</b>	535	1,124	1,177	1,338	347
<b>Diarreas</b>	621	1,577	1,739	1,180	316
<b>Parasitosis Intestinal</b>	935	817	1,028	369	482
<b>Total</b>	2,091	3,518	3,944	2,887	1,145

Fuente: Elaboración con datos de la Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014.

Es importante el dato que, a pesar de que este 30% de la población cuenta con el servicio de agua entubada, pero no existe una planta de purificación de agua, por lo cual, la calidad de dicho bien ambiental no varía con la que es consumida en las áreas rurales, ya que sus fuentes de aprovisionamiento son las mismas.

Además, la información del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, indica que para el 2013, seis de cada diez casos se presentaron en mujeres.

Estos datos no incluyen los casos que son atendidos por médico privado, recordando que, por medio de la información obtenida en el trabajo de campo, siete de cada diez personas reportan visitar al médico privado, debido a las carencias de las instituciones públicas. Si estos casos se contabilizaran, los brotes serían mayores.

También se determinó el porcentaje de la población del área urbana que padeció de este tipo de enfermedades en el periodo de tiempo establecido. La información es posible observarla a continuación:

**Cuadro 25**  
**Porcentaje de casos de enfermedades gastrointestinales presentados en**  
**habitantes del área urbana**  
**Municipio de Rabinal**  
**Período 2009-2013**

<b>Año</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Casos Municipio</b>	6,969	11,728	13,147	9,624	3,816
<b>Casos área urbana</b>	2,091	3,518	3,944	2,887	1,145
<b>Porcentaje anual casos área urbana</b>	6.04	10.02	11.05	7.96	3.10

Elaboración con datos de la Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014 y con las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto

El cálculo del porcentaje anual de enfermedades, se realizó con el total de la población del área urbana, del municipio de Rabinal, dato relevante para tener una idea de cuantos casos de enfermedades gastrointestinales se presentan en el período dentro de los usuarios del sistema municipal de agua, 2,927 hogares, con aproximadamente 11,062 habitantes para el 2013<sup>18</sup>.

#### **5.4 Relación entre el consumo de agua y enfermedades gastrointestinales**

Por medio de la información obtenida, fue posible determinar que existe una relación positiva entre la calidad del agua que es distribuida en el área urbana del municipio de Rabinal, por medio del sistema municipal, y las enfermedades gastrointestinales. Por lo que es evidente que a menor calidad del agua mayor número de enfermedades.

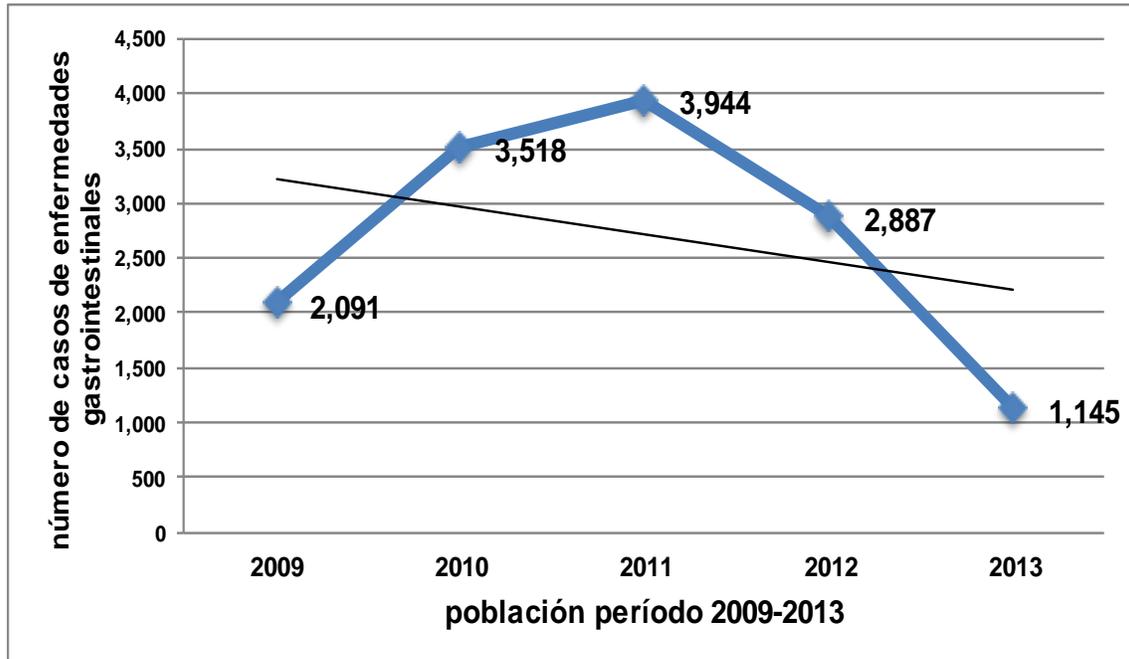
Lo anterior se debe a que el resto de actividades que requieren la utilización del agua, tales como el baño diario, higiene personal, cocinar, limpieza del hogar,

<sup>18</sup>Ver cuadro No. 11. Proyección de la población, página75. (nota del autor)

entre otros, se realizan utilizando el agua municipal, provocando la contaminación de todo lo que toca.

Para tener una mejor idea de dicha relación se elaboró la siguiente gráfica:

**Gráfica 8**  
**Tendencia de las enfermedades gastrointestinales**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**Período 2009-2013**



Fuente: Elaboración con datos de la Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014 y con las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto Nacional de Estadística, INE, 2009.

Datos epidemiológicos demuestran que las enfermedades gastrointestinales son cíclicas, y su morbilidad se ve afectada constantemente por el cambio en el

ambiente, tanto épocas de sequía como tormentas. Si el agua que se consume no tiene ningún tipo de tratamiento, afectará en mayor forma la salud de los usuarios.

Es por eso que en la gráfica anterior, se observa el comportamiento de las enfermedades gastrointestinales en un periodo establecido, y que para el 2010 la tormenta Agatha ocasionó grandes daños en el área de estudio, y provocando un aumento en el número de casos de las enfermedades, las mismas, alcanzaron un punto máximo para el 2011 y de ahí han disminuido.

Por los motivos anteriormente expuestos, la epidemiología se basa en mediciones de morbilidad como indicadores más exactos de la salud de la población, así que por medio de la tasa de incidencia, se puede estimar que para el 2014 los casos presentados fueron 11,165; lo que indica que de continuar con las condiciones actuales, los casos continuarían aumentando (ver anexo 5).

Es importante recordar que la morbilidad de las enfermedades gastrointestinales, no es predecible y su comportamiento tenderá a variar por muchos factores. Por lo cual, se decidió establecer qué impacto tienen las mismas en el ingreso familiar de las personas que habitan en el área urbana de Rabinal, lo que se explicará a continuación.

### **5.5 Gastos que ocasionan las enfermedades gastrointestinales por consumo de agua**

Debido a que las personas tratan de mejorar y conservar su salud, y a que la calidad del agua que utilizan en sus hogares, ha provocado cierto tipo de enfermedades gastrointestinales mencionadas anteriormente, de éstas se derivan ciertos gastos que pueden provocar un impacto en los ingresos familiares; considerando que la mayoría de los entrevistados cuentan con un salario mínimo como ingreso mensual y que el núcleo familiar está conformado por cinco

personas en promedio además que dichos ingresos por lo general son aportados únicamente por el jefe de familia las enfermedades los hacen incurrir en gastos fuera de su presupuesto.

Algunos de los resultados relevantes obtenidos por medio de la encuesta, aparecen a continuación:

**Cuadro 26**  
**Gastos que se derivan del padecimiento de enfermedades**  
**gastrointestinales**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**

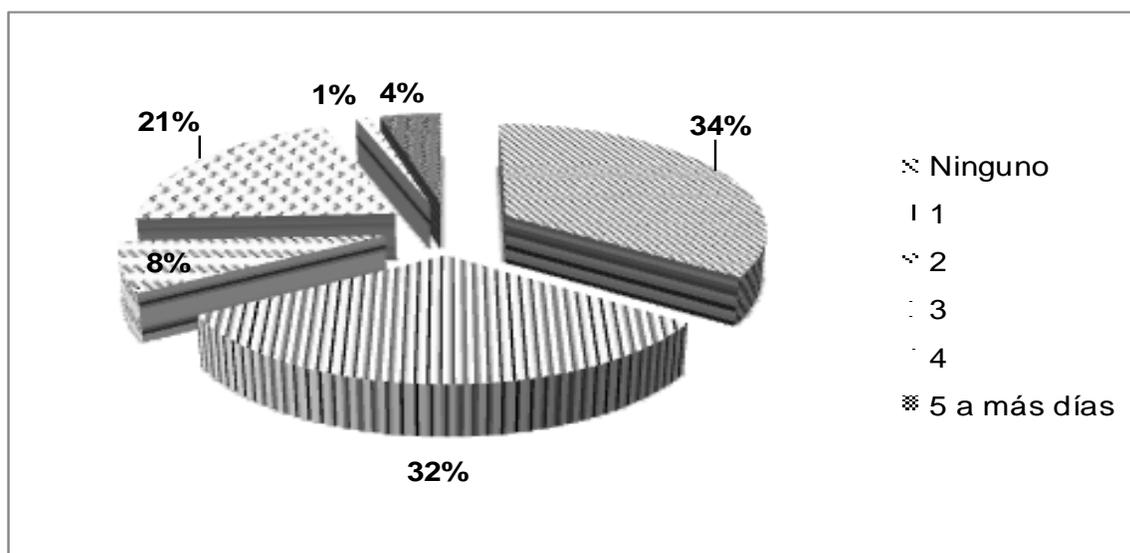
<b>Porcentaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>57</b>	de las personas indican que los miembros de su hogar, se han enfermado entre tres y cuatro veces en lo que va del año
<b>19</b>	se ha enfermado entre siete a más veces
<b>32</b>	ha faltado al trabajo por lo menos un día debido a enfermedades gastrointestinales
<b>67</b>	de las personas que se han enfermado en los últimos seis meses, acude a un médico privado en busca de tratamiento
<b>76</b>	del gasto de la mayoría de los entrevistados es en consulta médica y medicamentos
<b>62</b>	gasta Q. 300.00 en tratamiento cada vez que se enferman
<b>94</b>	de los entrevistados gasta entre Q. 50.00 y Q.200.00 mensuales en agua embotellada para consumo en el hogar

Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2014.

Según se pudo observar, en los últimos seis meses, ocho de cada 10 personas reportan haber adquirido alguna enfermedad gastrointestinal; de estos, seis de cada 10 se han enfermado entre tres y cuatro veces.

Otro de los problemas que representa la enfermedad, es la ausencia en el trabajo, tres de cada 10 personas se han ausentado de sus labores por lo menos un día a causa de los malestares provocados por las enfermedades (ver anexo 4 pregunta No. 13). Lo cual es posible observar en la gráfica siguiente:

**Gráfica 9**  
**Días dejados de laborar por afección de enfermedades gastrointestinales**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**



Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2014.

Se debe tomar en cuenta que la mayoría de la población encuestada, se dedica a la actividad comercial, esto quiere decir que por cada día que no trabajen, sus ingresos familiares, no sólo se ven afectados por la falta de los mismos, sino por el gasto en que se incurre por el costo de tratamiento.

A esto se le puede sumar que, debido a la deficiencia de los servicios públicos, las personas prefieren asistir a consulta con un médico privado, siete de cada 10, y

por lo general el gasto que realizan, además de la consulta, incluye exámenes, medicamentos y transporte.

Debido a las deficiencias de las instituciones públicas, la mayoría de las personas prefiere acudir directamente al médico privado, pues pueden perder un día completo en el centro de salud y no los atienden debidamente por la falta de recursos y medicamentos.

En cuanto al gasto que representa el tratamiento de la enfermedad, seis de cada 10 personas encuestadas, indican tener un promedio por tratamiento de enfermedad de Q. 300.00. El porcentaje más alto de este gasto, se realiza en el medicamento, según cinco de cada 10 encuestados; mientras que en los otros gastos en que incurrieron, fueron: transporte, consulta médica y exámenes.

Además, las personas incurren en otro gasto adicional para tratar de conservar su salud, éste es el gasto en agua embotellada; como se vio anteriormente, siete de cada 10 personas compran ésta, y el monto gastado que reportan por mes, se encuentra entres Q. 50.00 y Q. 200.00 lo que depende de, por lo general, de la cantidad de personas que integran la familia.

Para poder establecer de mejor forma, cómo se pueden ver afectados los ingresos familiares, por los costos que producen las enfermedades gastrointestinales, se obtuvo la siguiente información:

Gramajo (2014), indica que para las enfermedades más frecuentes transmitidas por agua y alimentos contaminados los diagnósticos se encuentran agrupados pero los exámenes de diagnóstico y tratamiento son diferentes.

Asimismo, dice que, los exámenes de heces y coprocultivo son los más utilizados para dar un diagnóstico, mientras que en el caso de los virus y rotavirus, ese tipo

de examen no se realiza en el país así que es necesario descartar otro tipo de enfermedades por medio de los dos exámenes mencionados para poder dar un diagnóstico clínico.

El precio que tienen los exámenes que recomiendan los médicos para establecer el tipo de enfermedad gastrointestinal que puedan padecer las personas, se encuentra en un rango de Q. 25.00 a Q. 100.00 dependiendo en tipo de examen y el lugar donde se realice. En base a esto, los médicos pueden dar un diagnóstico y su respectivo tratamiento.

Con los resultados de los exámenes clínicos, y al obtener el diagnóstico, es posible indicar el tipo de tratamiento a seguir. Todos los tratamientos incluyen tres días de rehidratación oral; pero, debido a que los mismos varían en tipo de medicamento, frecuencia de la dosis y días necesarios, dependiendo el tipo de enfermedad contraída, los costos varían entre Q. 150.00 a Q. 500.00.

Con la información, fue posible concluir que el precio promedio obtenido en la encuesta, Q. 300.00, se encuentra en el rango de los precios de mercado, y con dicho costo se cubre el tratamiento de cada vez que una persona se enferma.

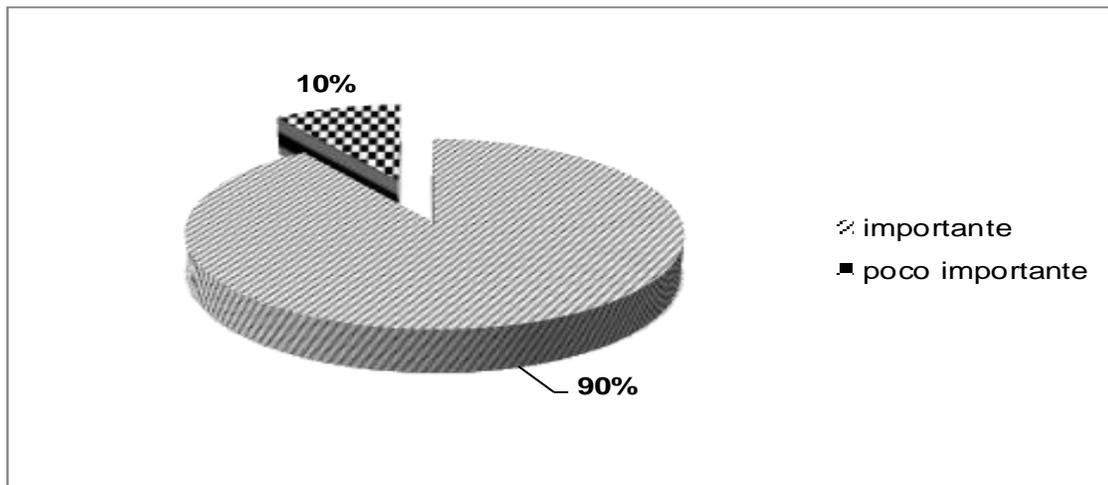
De la información anterior, es necesario continuar con la disposición a pagar por mejorar la calidad del agua que consumen los habitantes de Rabinal, ya que se estableció el gasto en que se incurre por cada vez que una persona se enferma.

#### **5.6 Disposición de las familias para disminuir el impacto de las enfermedades gastrointestinales relacionadas con el consumo de agua**

Con los resultados mostrados previamente, fue posible desarrollar la metodología seleccionada, y los resultados de la misma se muestran a continuación.

Para poder establecer la disposición al pago, se les preguntó a los entrevistados si tenían conocimiento de la relación que tiene el ambiente que los rodea y la calidad y disponibilidad de agua con la que cuentan (ver anexo 4 pregunta No. 14), en la gráfica siguiente es posible ver sus respuestas:

**Gráfica 10**  
**Importancia de la relación ambiente y agua**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**

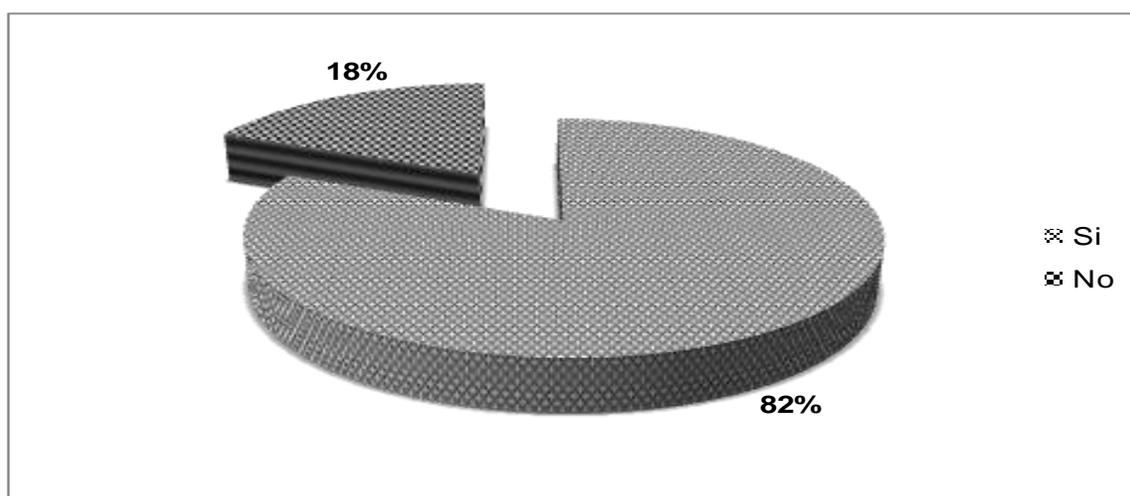


Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2014.

Se pudo establecer que nueve de cada 10 entrevistados tienen conocimiento de la relación existente entre el ambiente y la calidad y disponibilidad de agua, muchos hicieron referencia que se deben de cuidar los bosques en donde se encuentran sus principales fuentes de abastecimiento, y además hacer conciencia a las personas que habitan dentro de estas áreas para ir disminuyendo la contaminación y mejorar la calidad de sus productos ambientales, en especial el agua.

En la gráfica siguiente, se muestra cual es la disposición al pago de los habitantes del área urbana del municipio de Rabinal (ver anexo 4 pregunta No. 15):

**Gráfica 11**  
**Disposición a pagar de los entrevistados**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**



Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2014.

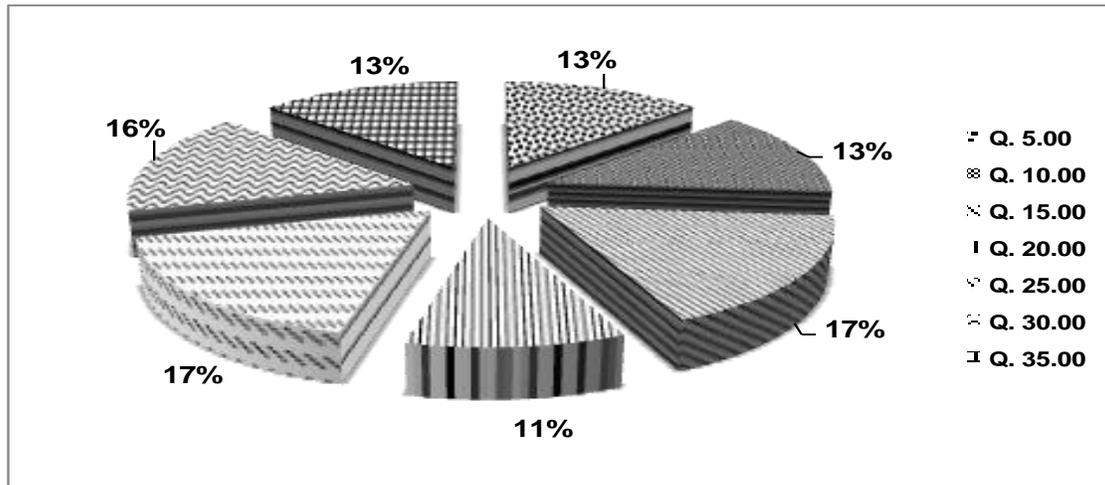
Ocho de cada 10 personas, cuentan con la disposición al pago para mejorar la calidad del agua que reciben en sus casas, ya que están consientes de las deficiencias actuales y de los problemas que conlleva continuar de esta forma, consideran que los Q. 3.00 que pagan a la Municipalidad por estar conectados de forma legal, no es suficiente para satisfacer las demandas actuales, tanto de calidad, como disponibilidad.

El principal motivo de la no disposición al pago, es la limitante del ingreso familiar, ya que como en la mayoría de comunidades de la provincia de Guatemala, las personas subsisten con un salario mínimo o menor, para una familia de cinco miembros, deben de cuidar los pocos ingresos que poseen.

Pero la mayoría de estas personas, indicaron que de mejorar su situación económica, si estarían en la disposición de pagar por mejorar, tanto el producto como el servicio, además, algunas de estas personas, informaron que aunque no pueden contribuir de forma económica, están dispuestos a donar su mano de obra para cualquier actividad que puedan realizar en beneficio de su comunidad.

En cuanto al monto que estaban dispuestos a pagar, se establecieron siete cantidades, para que el entrevistado se sintiera más cómodo en dar una respuesta, y se pensó que los montos deberían empezar por una cantidad similar a la actual cuota del servicio de agua municipal (Q. 3.00), por lo que el rango se estableció desde los Q. 5.00 hasta los Q. 35.00 (ver anexo 4 pregunta No. 16). Ver gráfica siguiente:

**Gráfica 12**  
**Disposición al pago en Quetzales, por mejorar la calidad del agua del**  
**Sistema Municipal**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**

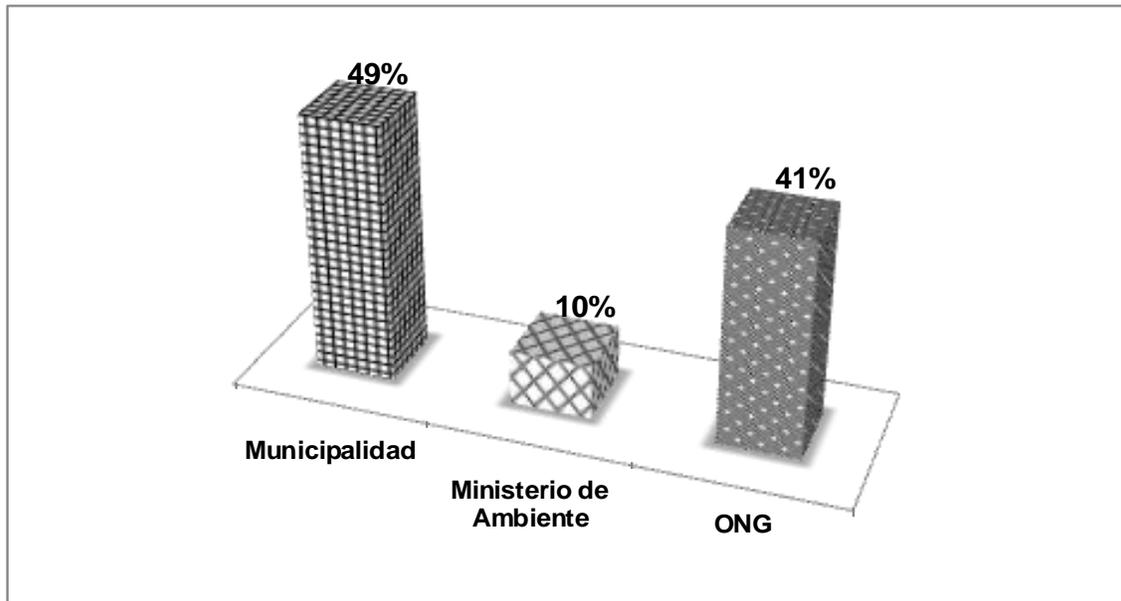


Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2013.

La disposición a pagar, no tiene mucha variación entre los montos que se utilizaron para preguntar a los entrevistados. Como se mencionó anteriormente, a pesar de la limitante de los ingresos para la mayoría de las personas, sigue existiendo ese interés por mejorar el servicio, y si es posible ver una diferencia significativa entre el monto de la disposición a pagar y el gasto actual que están teniendo en el consumo de agua embotellada y el gasto en medicamentos cuando han adquirido alguna enfermedad gastrointestinal que se puede relacionar con el agua no apta para consumo humano.

Además, se les preguntó cuál sería la entidad idónea para recaudar y manejar el dinero (ver anexo 4 pregunta No. 18), y a continuación se muestran las respuestas:

**Gráfica 13**  
**Instituciones que deben manejar los fondos**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**

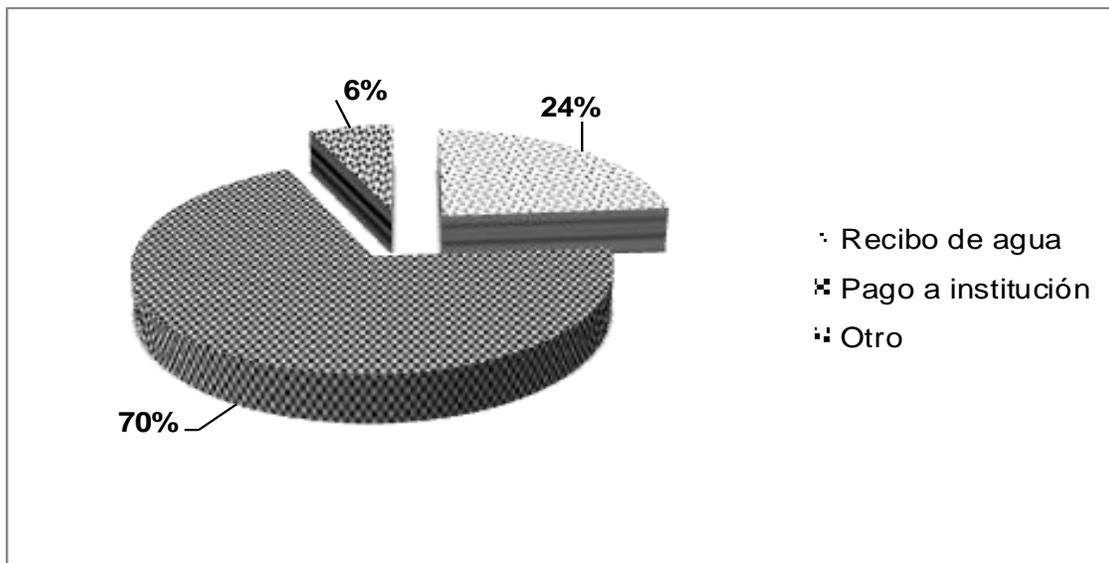


Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2013.

La mayoría de los entrevistados considera que es necesario que exista otra institución que se encargue del manejo de los fondos que se puedan recaudar, debido a que no confían mucho en las instituciones actuales, a pesar de eso, creen que si la Municipalidad de Rabinal, pudiera tener los fondos necesarios, y se les diera el uso correcto, se podrían mejorar los sistemas de captación y distribución de agua, así como implementar una planta de tratamiento.

A partir de esto, también se les preguntó cuál era la mejor forma de poder realizar el pago (ver anexo 4 pregunta No. 17), para lo cual se muestra la siguiente gráfica con la información obtenida:

**Gráfica 14**  
**Forma de realizar el pago para mejorar la calidad del agua del Sistema**  
**Municipal**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**2013**



Fuente: Elaboración con datos de la encuesta, 2013.

Siete de cada 10 entrevistados con disposición a pagar, considera que la mejor forma de realizar el pago, es directamente en las instalaciones de la institución que estaría encargada de la recaudación de los fondos, mientras que las personas que preferirían realizar su pago de otra forma, dos de cada 10, consideran que quien se encargue de la recolección de fondos, realice el cobro directamente en las casas de los contribuyentes, o se tenga un número de cuenta para depósitos directos en las agencias bancarias.

Sólo una de cada 10 personas está de acuerdo con que el cobro se haga por medio del recibo de agua, a pesar de que la mayoría de personas considera que la mejor institución para manejar los fondos es la Municipalidad.

El método de valoración contingente, siendo un método de valoración directa, permitió trabajar por medio de un cuestionario, en donde al entrevistado se le planteó un mercado hipotético en donde existía un precio de mercado para un bien ambiental, en este caso, el agua, sus disponibilidad y calidad.

Por medio de dicho método, fue posible medir el valor monetario que los usuarios del sistema de agua entubada de Rabinal, asignan al agua y lo que estarían dispuestos a pagar por mejorar dicho sistema.

Como se observó con anterioridad, en el área objeto de estudio existe la disposición a pagar, de un bien de uso, y por el cual, en la actualidad se está gastando más en tratar de mantener y/o conservar la salud.

Debido a que la calidad actual del agua que llega a los hogares conectados al sistema municipal, no es apta para consumo humano y su uso ha afectado de forma negativa los ingresos familiares, presentando una pérdida del consumidor, pues el uso de agua embotellada y el gasto en medicamentos por restablecer la salud, debido a la frecuente aparición de enfermedades gastrointestinales en los miembros de las familias, hace que el ingreso familiar tenga que ser reasignado para cubrir los costos de dichas enfermedades.

La teoría de la valoración contingente, establece que existen dos formas de medir la disposición a pagar, por medio de la media y la mediana. En este caso, los resultados dieron el mismo dato en ambas medidas de tendencia central, por lo cual se estima que la Disposición a pagar de los usuarios del sistema municipal de agua de Rabinal, por mejorar la disponibilidad y calidad del agua para evitar contraer enfermedades es de Q. 20.00.

Además se obtuvo una distribución de frecuencias normal o simétrica, según los montos de la disposición a pagar, y con el valor de Q. 20.00 establecido como un monto sin sesgo de la población para la misma.

El valor total que la población está dispuesto a pagar por el bien evaluado se obtuvo al multiplicar la población total, 2,927 usuarios del sistema municipal de agua, por los Q. 20.00 de la disposición a pagar, siendo de Q. 58,540.00. Debe de recordarse que éste monto se obtuvo por medio de un ejercicio, que tuvo como uno de sus objetivos conocer la disposición a pagar de los usuarios del servicio municipal de agua, y que para tales efectos la metodología creó un mercado hipotético (poner un valor económico al servicio de agua), así que el valor total de dicho bien es un monto aproximado, útil para esta investigación.

Con la información obtenida, es posible determinar si la hipótesis planteada se puede validar, así como los objetivos planteados, lo cual se observa en la siguiente sección.

### **5.7 Impacto en el ingreso familiar provocado por las enfermedades gastrointestinales**

De los resultados obtenidos con anterioridad, se estimó que, cada vez que un miembro de la familia se enferma, se tiene un gasto promedio de Q. 300.00; con un ingreso familiar promedio que representa el salario mínimo para el 2014 de Q. 2,280.34; el gasto en enfermedad representa el 13% del ingreso familiar mensual.

Según el INE, para 2014, el precio de la canasta básica vital era de Q. 3,012.30. Así es, que si el ingreso familiar no cubre el costo de la canasta básica, el tener que reasignar un 13% de dicho ingreso por cada vez que un integrante de la familia adquiere algún tipo de enfermedad gastrointestinal,

provoca que se reasigne el 87% restante los recursos, y adquirir, ya sea o menos alimentos o únicamente los que representen menor costo; lo que podría provocar otro tipo de afecciones en estas personas, lo que afecta la calidad de su salud.

Por todo lo anterior, es posible decir que se cumple con los objetivos específicos, los cuales llevan al cumplimiento de los objetivos generales.

En cuanto al objetivo general 1, en el siguiente cuadro se observan los valores de las características físicas químicas y biológicas del agua, de las mediciones obtenidas en diferentes puntos de medición y se pueden comparar con los Límites Máximos Aceptables –LMA- y Límites Máximos Permisibles –LMP- de la norma COGUANOR:

**Cuadro 27**  
**Comparación de las mediciones de calidad del agua con los límites de la norma COGUANOR ngo 29 001**  
**Municipio de Rabinal**

<b>Características Físico-Químicas y Biológicas</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>	<b>Promedio mediciones Rabinal*</b>
<b>Sólidos Disueltos Totales ppm</b>	500	1000	45
<b>Potencial Hidrogeno pH</b>	7	8.5	9
<b>Nitrito mg/l</b>	0	10	0
<b>Nitrato mg/l</b>	0	1	1
<b>Sulfato mg/l</b>	100	250	0
<b>Hierro mg/l</b>	0.1	1	0
<b>Dureza mg/l</b>	100	500	57
<b>Coliformes Totales NMP/100 ml</b>	0	0	>23
<b>E. coli NMP 100/ml</b>	0	0	>23

Fuente: Elaboración con datos, de mediciones realizadas por el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio, Programa Conjunto, "Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental ante el Riesgo Climático en Guatemala. 2012.

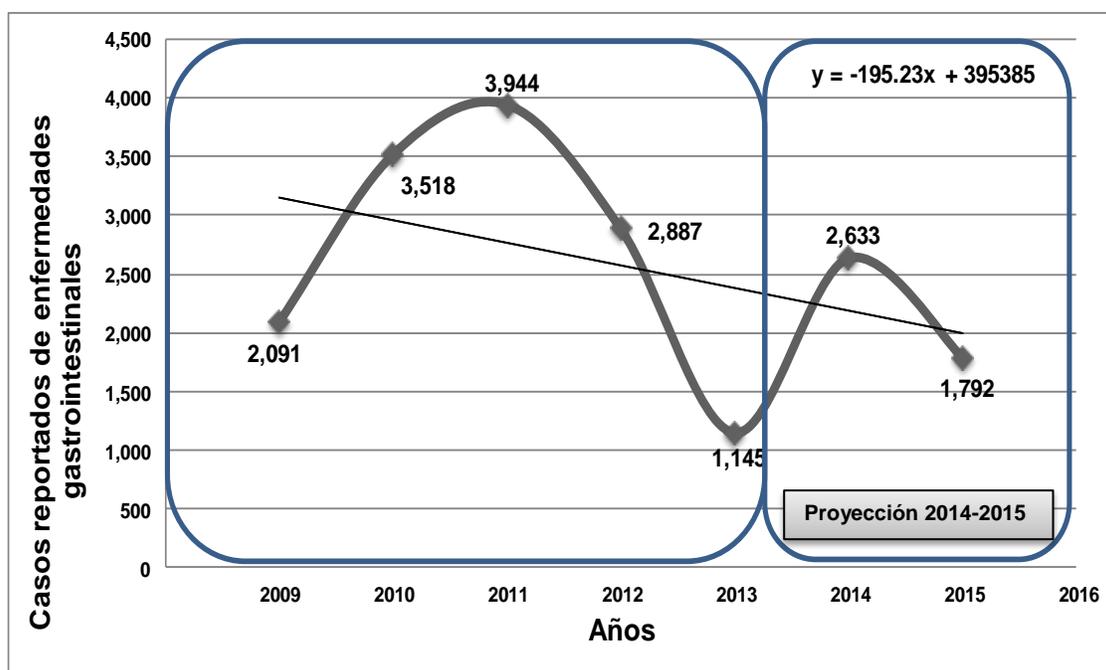
\*ver cuadro No. 21, principales características físicas, químicas y biológicas del agua del sistema municipal, página 87 (nota del autor).

Con los datos del cuadro anterior y el análisis previo de las estadísticas de las enfermedades gastrointestinales, durante el período 2009-2013, fue posible establecer que la mayoría de enfermedades gastrointestinales están relacionadas con la calidad del agua, debido a que la misma se encuentra contaminada.

Como fue posible observar anteriormente, el problema de la contaminación se encuentra en las características biológicas del agua, esto se debe en gran parte a que en las comunidades rurales, de donde se obtiene el agua para el área urbana del municipio, no cuentan con los servicios básicos, y los desechos fisiológicos y la basura, son depositados de forma directa en las principales fuentes de agua, lo que produce un ciclo repetitivo evitando la disminución de los casos de las enfermedades gastrointestinales.

Además, de continuar así, la tendencia de las enfermedades será la siguiente:

**Gráfica 15**  
**Tendencia y proyección de las enfermedades Gastrointestinales**  
**Municipio de Rabinal**  
**Área urbana**  
**Período 2009-2015**



Elaboración con datos de la Unidad de Libre Acceso a la Información, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS, 2014 y con las Estimaciones de la Población Total por Municipio. Período 2009-2020. Del Instituto Nacional de Estadística, INE, 2009.

En la gráfica anterior se observa la tendencia que seguirán las enfermedades gastrointestinales, en cinco años, es de considerar los efectos del ambiente, que podrían provocar un aumento; y si en algún momento, las autoridades consideran implementar campañas de concientización y/o capacitaciones para mejorar la calidad del agua, que podrían hacer disminuir la presencia de estas enfermedades en la población. Con las proyecciones se obtuvo la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$y = -195.24x + 395385$$

Dónde:

**y** = variable dependiente = número de brotes o casos

**-195.24** = pendiente negativa

**x** = variable independiente = diversos factores como variaciones en el clima en  
cada año

**395383** = intercepto

En cuanto al objetivo 2, se estableció un costo por enfermedad de Q. 300.00 y Q. 20.00 es la disposición a pagar, por mejorar un servicio. Entonces, el costo de la enfermedad representa el 13% del ingreso familiar, mientras que la disposición a pagar representa el 0.9%, por lo que se observa una variación significativa entre ambos montos, y siendo la disposición a pagar, un costo fácil de asignar al presupuesto familiar.

Continuando, fue necesario establecer la validación o no validación de la hipótesis planteada.

Por todo lo expuesto anteriormente, se acepta la hipótesis planteada al inicio de la tesis.

## **6. Conclusiones**

Después de la información expuesta, fue posible establecer las siguientes conclusiones:

- a.** Evaluada y analizada la información, fue posible establecer los componentes físicos, químicos y biológicos, del agua que se utiliza en el área urbana del municipio de Rabinal, Baja Verapaz y se comprobó que el principal contaminante es el E. Coli.
- b.** El análisis de las estadísticas de las enfermedades gastrointestinales, mostró que seis de cada 10 personas del área urbana ha padecido alguna enfermedad gastrointestinal en los últimos seis meses. Las más frecuentes fueron: amebiasis, diarreas y parasitosis intestinal.
- c.** Se evidenció una relación directa entre el consumo de agua y las enfermedades gastrointestinales.
- d.** El costo promedio por enfermedad gastrointestinal es de Q. 300.00; lo que representa un 13% del ingreso familiar mensual (tomando como base el salario mínimo de Q. 2,280.34, para el año 2013) por cada vez que un integrante de la familia se enferma.
- e.** Con los resultados obtenidos, fue posible determinar cuál es la Disposición a Pagar que tienen los habitantes del área urbana del Municipio de Rabinal; dicha disposición es de Q. 20.00, lo que representa el 0.9% de los ingresos familiares mensuales.

- f.** El impacto en el ingreso familiar, provocado por las enfermedades gastrointestinales es bastante significativo, pues cada vez que una persona se enferma, la mayoría de las familias deben de reasignar sus recursos.
  
- g.** Al establecer la relación de las enfermedades gastrointestinales con el consumo de agua, y observar que el mayor contaminante es biológico, se determinó el costo de las mismas y cómo dicho costo afecta los ingresos familiares mensuales.

## **7. Recomendaciones**

- a.** Evaluar los sistemas de captación y distribución de agua, para poder presentar mejoras, que permitan contar con un servicio que satisfaga la necesidad de los usuarios actuales y poder ampliar la cobertura.
  
- b.** Crear plantas de tratamiento, tanto de purificación para consumo humano, como de aguas residuales, para evitar la contaminación del agua.
  
- c.** Proponer un modelo de gestión de los recursos hídricos del Municipio, para que el manejo sostenido de los mismos, contribuya con las mejoras en la cantidad de captación y la calidad del producto.
  
- d.** Elaborar un plan de información, que incluya la capacitación a amas de casa, en cuanto al uso del agua entubada en el hogar, ya que aunque se utilice agua embotellada, hervida o clorada para beber, la contaminación continua al momento de utilizar el agua entubada para la limpieza diaria, tanto personal como del hogar.

## 8. Fuentes de información

### a. Bibliografía

1. Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. 2ª. Edición. Madrid, España: McGraw-Hill.
2. Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. 1ª. Edición. Madrid, España. McGraw-Hill.
3. Ferguson, C. & Gould, J. (1978). *Teoría Microeconómica*. 2ª. Edición. México, México. Fondo de Cultura Económica.
4. Dever, A. (1991). *Epidemiología y administración de servicios de salud*. 1ª. Edición. Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud.
5. Field, B & Field, M. (2003). *Economía ambiental*. 3ª. Edición. Madrid, España: McGraw-Hill/interamericana.
6. Gilpin, A. (2003). *Economía Ambiental, un análisis crítico*. México, México: : Alfaomega. 1ª. Edición.
7. Johnson, R y Kuby, P. (2003). *Estadística elemental, lo esencial*. 3ª. Edición. México. Thomson.
8. Kolstad, C. (2001). *Economía Ambiental*. 1ª. Edición. México. Oxford University Press.
9. Martínez, J. y Roca, J. (2001). *Economía ecológica y política ambiental*. México, México. Fondo de Cultura Económica.
10. McJunkin, F. (1982). *Agua y Salud Humana. Organización Panamericana de la Salud*. México, México: Editorial Limusa, S.A. de C. V.
11. Pelczar, M. (1982). *Microbiología*. 2ª. Edición. México. McGraw-Hill.
12. Romero, C. (1997). *Economía de los recursos ambientales y naturales*. 2ª. Edición ampliada. España, Madrid. Alianza Editorial.
13. Sierra, C. (2011). *Calidad del agua, evaluación y diagnóstico*. 1ª. Edición. Colombia, Medellín. Editores de la U.

14. Vázquez, F. Cerda, A. y Orrego, S. (2007). *Valoración económica del ambiente*. 1ª. Edición. Buenos Aires, Argentina. Thomson Learning.

**b. Documentos y normativos**

1. Asamblea Nacional Constituyente, Congreso de la República de Guatemala. (1993). *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala.
2. Congreso de la República de Guatemala. (1986). *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto número 68-86*. Guatemala.
3. Cooperación Técnica Alemana, Programa para la Descentralización y Desarrollo Municipal. (2005). *Valoración del agua como servicio ambiental para el abastecimiento de agua potable en el casco municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz*. Guatemala.
4. Corredor Biológico Centroamericano. (2002). *Guía metodológica de valoración de bienes, servicios e impactos ambientales*. Managua.
5. De La Torre, J. (1996). *Análisis del impacto de la calidad del agua en los índices de prevalencia e incidencia de las enfermedades diarreicas agudas del municipio de Magdalena Milpas Altas, en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala*. Estudio de caso. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina.
6. Dimas, L. (2007). *El valor económico del agua en El Salvador*. Boletín 257. El Salvador.
7. Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio. (2011). *Estudio de voluntad, disponibilidad y capacidad de pago para la conservación y manejo la microcuenca Xesiguan, Rabinal Baja Verapaz*. Guatemala.

8. Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio. (2011). *Política de manejo y conservación del recurso hidroforestal 2011-2021. Departamento de Baja Verapaz, municipio de Rabinal. Guatemala.*
9. Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio. Programa Conjunto: Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental Ante el Riesgo Climático en Guatemala. (2011). *Ficha Técnica Microcuenca Río Xesiguan, Rabinal, Baja Verapaz. Autor.*
10. Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio. Programa Conjunto: Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental Ante el Riesgo Climático en Guatemala. (2012). *Valoración económica de los servicios ambientales de tres microcuencas del corredor seco de Guatemala. Autor.*
11. García, J., Guier, E., y Chacón, I. (2006). *Ambiente: Problemática y opciones de solución. Antología. San José, Costa Rica. EUNED.*
12. Herrera, K. (1994). *Calidad del Agua y Medicamentos Consumidos en Hospitales Nacionales. (Cuaderno de Investigación). Guatemala, Guatemala. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala.*
13. Herrera, M. (2009). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades Productivas y propuestas de inversión. Municipio de Rabinal, departamento de Baja Verapaz. Tema: Organización empresarial (crianza y engorde de ganado Bovino) y proyecto: producción de chile pimiento. (EPS). Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Administración de Empresas.*
14. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar. (2009). *Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.*
15. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, IARNA-URL. (2012). *Perfil ambiental de Guatemala 2010-*

2012. *Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
16. Instituto Nacional de Estadística. (2009). *Anuario estadístico ambiental 2008, enfoque de desarrollo sostenible*. Guatemala, Guatemala.
  17. Instituto Nacional de Estadística. (2003). *Censos nacionales XI de población y VI de habitación 2002*. Guatemala, Guatemala.
  18. Instituto Nacional de Estadística. (2004). *Proyecciones 2009-2020*. Guatemala, Guatemala.
  19. Loyola, R. y Soncco Mamani, C. (2006). *Valoración económica del efecto en la salud por el cambio en la calidad del agua en las zonas urbano marginales de Lima y Callao*. (informe final). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consorcio de investigación económica y social, CIES.
  20. Mejías, R. y Segura, O. (2002). *El pago de servicios ambientales en Centro América*. Centro Internacional de Política Económica para el desarrollo sostenible, CINPE. Heredia, Costa Rica.
  21. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN. (2009). *Ordenamiento institucional y conceptual en Guatemala, gabinete específico del agua*. Guatemala.
  22. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS. (2009). *Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo urbano*. Guatemala.
  23. Moreno, M. (2001). *Valoración económica de bienes y servicios ambientales*. Costa Rica, San José. Centro Internacional De Política Económica Para El Desarrollo Sostenible, CINPE. Universidad de Costa Rica.
  24. Norma COGUANOR ngo 20 001.
  25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014). *Base de datos AQUASTAT*.

26. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO. (2010). *El agua en un mundo en constante cambio. 3er informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.*
27. Ortega, L. (2006). Los instrumentos económicos en la gestión del agua. El caso de Costa Rica. Serie estudios y perspectivas No. 59. CEPAL. México, D.F.
28. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. (2002). *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales.*
29. Riera, P. (1994) Manual de Valoración Contingente. Instituto de Estudios Fiscales. España.
30. Sainz, R. y Ortega, M. (2011). *Calidad del agua y daños evitados.* México, México. Ideas CONCYTEG. México.
31. Sánchez, A. (2008). *Valoración económica, a través del método de coste de enfermedad, de las enfermedades respiratorias presentes en los niños menores de cinco años de tres barrios de la localidad de Bosa, producidas por la contaminación del humedal de Tibanica.* Colombia, Bogotá. (Tesis). Universidad Nacional de Colombia. Economía.
32. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo departamental 2011-2025, Baja Verapaz.* Guatemala, Guatemala.
33. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. (2010). *Plan de desarrollo municipal 2011-2025, Rabinal, Baja Verapaz.* Guatemala, Guatemala.
34. Vásquez, F., Cerda, A. & Orrego, S. (2002). *Valoración económica del ambiente.* Buenos Aires, Argentina: Thomson.
35. Vengoechea, A. (2012). Río +20, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Colombia: Proyecto de energía y clima de la Fundación Friedrich Ebert.

### c. E-grafías

1. Ambientum. (2006). El consumo de agua en porcentajes. <http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-09/aguas.htm> Recuperado el 10 de junio de 2014.
2. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente Naturales, IARNA; Universidad Rafael Landívar, Síntesis del Perfil Ambiental 2006 [http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/2/2\\_5.htm](http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/2/2_5.htm) Recuperado el 03 de mayo de 2014.
3. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP; Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS (2005). *Manual para el manejo higienico de alimentos en situaciones de emergencia*. Recuperado de: <http://bvssan.incap.int/local/file/MDE156.pdf>. Recuperado el 15 de noviembre de 2013.
4. Nuñez, O. (2001). *El efecto del cambio climático en el recurso hídrico y su disponibilidad para la industria. Defensores de la Naturaleza*. Recuperado de: <http://www.cgpl.org.gt/imagenes/congreso2011/conferencias/5.%20DN%20O.Nu%C3%B1ez.pdf>. Recuperado el 03 de enero de 2014.
5. Organización Mundial de la Salud, OMS. (2006). *Guía para la calidad del agua potable*. (3ª. Edición). Recuperado de: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf) Recuperado el 18 de diciembre de 2013.
6. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. Sistema Global de Monitorización del Medio Ambiente/Programa de Agua, GEMS/agua. [www.unep.org](http://www.unep.org) recuperado de: <http://www.unep.org/gemswater/Portals/24154/pdfs/new/GEMS%20NFP%20Specifications-Spanish.pdf> recuperado el 15 de abril de 2015.

7. Sainz Zamora, R. y Ortega Flores, M. (2011). *Calidad del agua y daños evitados*. Recuperado de: <http://www.concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/75-SAINZ%20Y%20ORTEGA.pdf>. Recuperado el 22 de octubre de 2013.
8. Universidad en línea, qué es marco jurídico <http://www.definicion-de.es/marco-juridico/> recuperado el 14 de abril de 2014)

## **9. Anexos**

**Anexo 1****Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra “n”**

$$n = \frac{NZ^2 p^*q}{e^2(N-1) + z^2 p^*q}$$

En donde:

n = tamaño de la muestra

N = universo o población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de error

e = nivel de error

## Anexo 2

### Toma de muestras para determinar características físicas, químicas y biológicas del agua que se utiliza en el área urbana del municipio de Rabinal

Lugar	Feb-12	Feb-12	Feb-12	Abr-12	Abr-12	Abr-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Ago-12	Ago-12	Ago-12
<b>Temperatura °C</b>												
Xesiguan	17.7	17.4	17.7	18.7	0	21.2	-----	21.3	19.9	19.8	20.6	20.1
Los Corros	17.6	17.2	17.4	19.8	0	21.6	-----	21.1	20.9	19.9	21.8	20
Pachirax	21.7	21.3	21.4	0	0	0	-----	24.1	22.9	21.7	24.7	23.4
<b>Conductividad Eléctrica CE µS/cm</b>												
Xesiguan	86	98	110	80	0	131	-----	80	65	70	67	81
Los Corros	107	125	180	208	0	200	-----	101	79	86	81	95
Pachirax	286	335	354	0	0	0	-----	164	114	149	128	207
<b>Sólidos Disueltos Totales TDS ppm</b>												
Xesiguan	43	49	55	40	0	65	-----	40	35	35	33	40
Los Corros	53	62	90	104	0	100	-----	50	39	43	40	47
Pachirax	144	167	177	0	0	0	-----	81	58	74	63	105
<b>Potencial Hidrogeno pH</b>												
Xesiguan	6.5	8	7.7	8.2	0	8.2	-----	9	8.9	9.9	8.7	8.6
Los Corros	7.2	8.1	7.6	8.4	0	8.2	-----	9.1	9	10.4	8.9	8.8
Pachirax	7.1	7.7	7.2	0	0	0	-----	9	8.9	9.5	8.9	9.1
<b>Fosfato PO4 3- mg/l</b>												
Xesiguan	0.37	0.39	0.56	0.62	0	0.26	-----	-----	-----	-----	0.39	-----
Los Corros	0.37	0.44	0.24	0.45	0	0.41	-----	-----	-----	-----	0.26	-----
Pachirax	0.21	0.21	0.4	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0.3	-----
<b>Nitrito NO2 -N mg/l</b>												
Xesiguan	0.002	0.001	0.003	0.001	0	0.004	-----	-----	-----	-----	0.001	-----
Los Corros	0.003	0.004	0.006	0	0	0.001	-----	-----	-----	-----	0.001	-----
Pachirax	0.004	0.001	0.002	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0	-----
<b>Nitrato NO3 -N mg/l</b>												
Xesiguan	2.2	1.5	0.2	1.3	0	0	-----	-----	-----	-----	1	-----
Los Corros	2.1	3.2	0	1	0	0.6	-----	-----	-----	-----	1.1	-----
Pachirax	1.8	3.1	0	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0.9	-----
<b>Amonio NH3 mg/l</b>												
Xesiguan	0.06	0	0.16	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0	-----
Los Corros	0.05	0.01	0.18	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0.05	-----
Pachirax	0.06	0.02	0.13	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0.02	-----
<b>Sulfato SO4 mg/l</b>												
Xesiguan	0	0	0	1	0	0	-----	-----	-----	-----	0	-----
Los Corros	0	0	2	2	0	1	-----	-----	-----	-----	2	-----
Pachirax	1	0	2	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0	-----
<b>Hierro Fe mg/l</b>												
Xesiguan	0.05	0.08	0	0.08	0	0.02	-----	-----	-----	-----	0.3	-----
Los Corros	0.08	0.12	0.12	0.16	0	0.25	-----	-----	-----	-----	0.29	-----
Pachirax	0.31	0.27	0.08	0	0	0	-----	-----	-----	-----	0.28	-----
<b>Dureza CaCO3 mg/l</b>												
Xesiguan	51	51	51	68	0	85	-----	-----	-----	-----	34	-----
Los Corros	68	68	102	119	0	119	-----	-----	-----	-----	51	-----
Pachirax	204	187	221	0	0	0	-----	-----	-----	-----	85	-----
<b>Coliformes Totales NMP/100 ml</b>												
Xesiguan	23	>23.0	>23.0	>23.0	0	>23.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Los Corros	>23.0	>23.0	>23.0	>23.0	0	>23.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Pachirax	>23.0	>23.0	>23.0	0	0	0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
<b>E. coli NMP 100/ml</b>												
Xesiguan	<1.1	>23.0	>23.0	>23.0	0	>23.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Los Corros	5.1	>23.0	>23.0	>23.0	0	>23.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Pachirax	16.1	>23.0	>23.0	0	0	0	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración con datos, de mediciones realizadas por el Fondo para el Logro de los Objetivos del Milenio, Programa Conjunto, "Fortalecimiento de la Gobernabilidad Ambiental ante el Riesgo Climático en Guatemala. 2012. En los espacios vacíos no se realizaron mediciones

El programa conjunto realizó diversos trabajos de carácter ambiental en seis departamentos del corredor seco de Guatemala, entre ellos, Baja Verapaz, y para efectos de esta tesis, proporcionó información para la elaboración de la misma, por medio de las mediciones de calidad de agua de las principales fuentes de abastecimiento para el área urbana del municipio de Rabinal.

## Anexo 3

### Encuesta prueba piloto

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Economía Ambiental y Recursos Naturales

Encuesta sobre: Evaluación de la Incidencia del consumo de agua con enfermedades gastrointestinales.

buenos días, mi nombre es: \_\_\_\_\_, y estoy realizando el trabajo de campo de la tesis para optar al título de la Maestría en Economía Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El día de hoy solicito su apoyo para poder llenar unas encuestas en donde podrá conocer su opinión a cerca del agua que utiliza en su hogar y la calidad de la misma. Agradeceré me pueda brindar unos minutos para contestar las siguientes preguntas

PRIMERA PARTE: información general del sistema de agua.

1. ¿Cuál es la principal fuente de agua en su casa? (respuesta 1 pasar a pregunta 2, sino pasar a pregunta 6)
- 1 municipal  2 chorro público  3 camión sistema  4 pozo propio  5 otros
2. ¿Cuánto paga por tarifa de agua mensual?
3. Con las condiciones actuales, ¿Cuál cree que es el precio justo que debería pagar?
- 1 ninguno  2 Q.5.00  3 Q.10.00  4 Q. 15.00  5 Q25.00  6 Q. 30.00 a más

SEGUNDA PARTE Valoración ambiental.

El agua es un producto ambiental que tiene muchos usos en la vida diaria, y su consumo, dependiendo de su calidad, puede afectar nuestra salud.

4. ¿ Cree usted que las fuentes de agua que abastecen Rabinal están contaminadas?
- 1 si  2 no
5. El agua que consume en su hogar es:
- 1 del chorro  2 clorada  3 hervida  4 filtrada  5 compra garrafrones  6 otros
6. Si compra agua para beber, ¿Cuánto gasta al mes?
7. En lo que va del año, ¿Usted o algún miembro de su familia han padecido enfermedades intestinales?
- 1 si  2 no  (respuesta no, pase a pregunta 12)
8. ¿Cuántas veces se han enfermado en los últimos seis meses?
9. ¿Cree que estas enfermedades han sido provocadas por el agua proveniente del sistema municipal?
- 1 si  2 no
10. ¿A dónde acude en busca de tratamiento?
1. Hospital Nacional  2. Centro de Salud  3. Médico Privado
11. ¿Cuánto ha gastado en tratamientos?
12. ¿En que ha gastado, cuando se ha enfermado?
1. Consulta Médica  2. Exámenes  3. Medicamentos  4. Transporte
13. Cuando el jefe de familia se ha enfermado, ¿Cuántos días ha dejado de trabajar?
14. ¿Cómo considera usted la relación que existe entre la calidad y disponibilidad del agua con la conservación del medio ambiente?
1. importante  2. poco importante  3. no es importante
15. ¿Estaría dispuesto a pagar por conservar las fuentes de agua que abastecen el área urbana de Rabinal?
- 1 si  2 no  (pasar a pregunta 19)
16. ¿Cuál sería el monto que usted está dispuesto a pagar?
17. ¿De que forma le gustaría pagar este monto?
- 1 en recibo de agua  2 pago a una institución  3 otro
18. ¿Qué institución considera debería de manejar los fondos recaudados?
- 1 municipalidad  2 ministerio de ambiente  3 ONG  4 otra

TERCERA PARTE: información socioeconómica.

La siguiente información es muy importante para este estudio, agradeceré su respuesta sincera y le recuerdo que sus respuestas son confidenciales, motivo por el cual no le solicito nombre ni ningún otro dato para identificar en la boleta. Gracias por su comprensión.

19. Sexo
- 1 mujer  2 hombre
20. Rango de edad.
- 1 17 a 20 años  2 21 a 29 años  3 30 a 39 años  4 40 a 49 años  5 50 a 59 años
- 6 60 a 69 años  7 70 a 79 años  8 80 años en adelante
21. Nivel de estudios.
- 1 ninguno  2 primaria  3 básicos  4 diversificado  5 universitario
22. Tiene empleo.
- 1 ocupación  2 no tiene empleo
23. Integrantes de la familia.
24. Nivel de ingresos.
- 1 Q.1,800.00 a Q.2,500.00  2 Q.2,501.00 a Q.3,500.00  3 Q. 3,501.00 a Q.5,000.00
- 4 Q.5,001.00 a Q.10,000.00  5 Q. 10,001.00 en adelante

## Anexo 4

### Encuesta final

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Económicas  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Economía Ambiental y Recursos Naturales

Encuesta sobre: Evaluación de la Incidencia del consumo de agua con enfermedades gastrointestinales.

buenos días, mi nombre es: \_\_\_\_\_, y estoy realizando el trabajo de campo de la tesis para optar al título de la Maestría en Economía Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El día de hoy solicito su apoyo para poder llenar unas encuestas en donde podré conocer su opinión a cerca del agua que utiliza en su hogar y la calidad de la misma. Agradeceré me pueda brindar unos minutos para contestar las siguientes preguntas

PRIMERA PARTE: información general del sistema de agua.

1. ¿Cuánto paga por tarifa de agua mensual?
2. Con las condiciones actuales, ¿Cuál cree que es el precio justo que debería pagar?  
1 ninguno  2 Q.5.00  3 Q.10.00  4 Q. 15.00  5 Q25.00  6 Q. 30.00 a más

SEGUNDA PARTE Valoración ambiental.

El agua es un producto ambiental que tiene muchos usos en la vida diaria, y su consumo, dependiendo de su calidad, puede afectar nuestra salud.

3. ¿ Cree usted que las fuentes de agua que abastecen Rabinal están contaminadas?  
1 sí  2 no
4. Si compra agua para beber, ¿Cuánto gasta al mes?
5. En los últimos seis meses, ¿Usted o algún miembro de su familia han padecido enfermedades intestinales?  
1 sí  2 no  (respuesta no, pase a pregunta 9)
6. ¿Cuántas veces se han enfermado en los últimos seis meses?
7. ¿A dónde acude en busca de tratamiento?  
1. Hospital Nacional  2. Centro de Salud  3. Médico Privado
8. ¿Cuánto ha gastado en tratamientos?
9. ¿En que ha gastado, cuando se ha enfermado?  
1. Consulta Médica  2. Exámenes  3. Medicamentos  4. Transporte
10. Cuando el jefe de familia se ha enfermado, ¿Cuántos días ha dejado de trabajar?
11. ¿Cómo considera usted la relación que existe entre la calidad y disponibilidad del agua con la conservación del medio ambiente?  
1. importante  2. poco importante  3. no es importante
12. ¿Estaría dispuesto a pagar por conservar las fuentes de agua que abastecen el área urbana de Rabinal?  
1 sí  2 no  (pasar a pregunta 16)
13. ¿Cuál sería el monto que usted está dispuesto a pagar?
14. ¿De que forma le gustaría pagar este monto?  
1 en recibo de agua  2 pago a una institución  3 otro
15. ¿Qué institución considera debería de manejar los fondos recaudados?  
1 municipalidad  2 ministerio de ambiente  3 ONG  4 otra

TERCERA PARTE: información socioeconómica.

La siguiente información es muy importante para este estudio, agradeceré su respuesta sincera y le recuerdo que sus respuestas son confidenciales, motivo por el cual no le solicito nombre ni ningún otro dato para identificar en la boleta. Gracias por su comprensión.

16. Sexo  
1 mujer  2 hombre
17. Rango de edad.  
1 17 a 20 años  2 21 a 29 años  3 30 a 39 años  4 40 a 49 años  5 50 a 59 años   
6 60 a 69 años  7 70 a 79 años  8 80 años en adelante
18. Nivel de estudios.  
1 ninguno  2 primaria  3 básicos  4 diversificado  5 universitario
19. Tiene empleo.  
1 ocupación  2 no tiene empleo
20. Integrantes de la familia.
21. Nivel de ingresos.  
1 Q. 1,800.00 a Q.2,500.00  2 Q.2,501.00 a Q.3,500.00  3 Q. 3,501.00 a Q.5,000.00   
4 Q.5,001.00 a Q.10,000.00  5 Q. 10,001.00 en adelante

## Anexo 5

### Siglas y acrónimos

VC	Valoración Contingente
DAP	Disposición a Pagar
INE	Instituto Nacional de Estadística
FAO	Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IARNA-URL	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar
ONU	Organización de Naciones Unidas
GEMS	Sistema Global Ambiental de Monitoreo de Naciones Unidas
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PNF	Puntos Focales Nacionales GEMS/agua
OMS	Organización Mundial de la Salud
DRAE	Diccionario de la Real Academia Española
UNESCO	Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
PSA	Pagos por Servicios Ambientales
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
FLOM	Fondo para el Logro de Los Objetivos del Milenio
PC	Programa Conjunto

## Anexo 6

## Base de datos Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DIAGNOSTICO	2009
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis, no especificada	1,846
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	3,687
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Amebiasis, no especificada	151
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Diarrea funcional	63
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Disenteria amebiana aguda, amebiasis aguda, Amebiasis Intestinal SAI.	1
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	73
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis, no especificada	571
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	658
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis, no especificada	117
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	5,006
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Amebiasis, no especificada	1,784
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Diarrea funcional	2,070
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Disenteria amebiana aguda, amebiasis aguda, Amebiasis Intestinal SAI.	140
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	3,115
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis, no especificada	1,091
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Disenteria amebiana aguda, amebiasis aguda, Amebiasis Intestinal SAI.	4
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	4,027
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Amebiasis, no especificada	672
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	1,153
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Amebiasis, no especificada	1,063
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	855
<b>TOTAL</b>			<b>28,147</b>

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DIAGNOSTICO	2010
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis, no especificada	1,907
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	3,334
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Amebiasis, no especificada	396
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Diarrea funcional	9
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Disenteria amebiana aguda, amebiasis aguda, Amebiasis Intestinal SAI.	175
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	404
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis, no especificada	441
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	844
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis, no especificada	5,411
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	2,062
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Amebiasis, no especificada	2,007
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Diarrea funcional	52
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Disenteria amebiana aguda, amebiasis aguda, Amebiasis Intestinal SAI.	2,724
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	1,491
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis, no especificada	12
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Disenteria amebiana aguda, amebiasis aguda, Amebiasis Intestinal SAI.	23
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	4,549
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Amebiasis, no especificada	1,025
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	1,243
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Amebiasis, no especificada	1,417
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Parasitosis intestinal, sin otra especificacion	1,104
<b>TOTAL</b>			<b>30,630</b>

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DIAGNOSTICO	2011
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Acantamebiasis	15
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis	191
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis, no especificada	183
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Ameboma intestinal	10
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Diarrea funcional	132
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Disentería amebiana aguda	22
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Otras enfermedades diarreicas agudas	26
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	289
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis	59
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis, no especificada	93
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Diarrea funcional	10
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis	108
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis, no especificada	377
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	971
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Amebiasis	3,925
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	3,426
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Diarrea funcional	5,796
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis	690
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis, no especificada	352
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	12
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Disentería amebiana aguda	3
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Parasitosis intestinales, sin otra especificación	1,469
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	346
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Amebiasis, no especificada	188
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	103
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Amebiasis	27
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Amebiasis, no especificada	82
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Diarrea funcional	14
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Otras enfermedades diarreicas agudas	66
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Parasitosis intestinales, sin otra especificación	13
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	205
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Diarrea funcional	151
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Diarrea funcional	102
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Diarrea funcional	38
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Diarrea funcional	72
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Diarrea funcional	386
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Diarrea funcional	7
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Diarrea funcional	3
TOTAL			19,962

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DIAGNOSTICO	2012
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis	4
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis intestinal crónica	8
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis, no especificada	971
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Diarrea funcional	43
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	73
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Disentería (diarrea con sangre)	506
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Enfermedad parasitaria, no especificada	18
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Paratosis intestinales, sin otra especificación	1
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Paratosis intestinal, sin otra especificación	2,323
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Shigelosis de tipo no especificado	2
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Amebiasis	2
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Amebiasis intestinal crónica	1
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Amebiasis, no especificada	1,507
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Diarrea funcional	146
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	20
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Disentería (diarrea con sangre)	26
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Enfermedad parasitaria, no especificada	162
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Paratosis intestinal, sin otra especificación	573
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis, no especificada	1,423
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	12
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Disentería (diarrea con sangre)	36
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Paratosis intestinal, sin otra especificación	734
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Shigelosis de tipo no especificado	70
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis	2
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis, no especificada	2,063
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	84
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Disentería (diarrea con sangre)	46
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Paratosis intestinal, sin otra especificación	2,298
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Amebiasis, no especificada	4,460
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	3,933
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Disentería (diarrea con sangre)	184
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Paratosis intestinal, sin otra especificación	1,231
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Shigelosis de tipo no especificado	1
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis, no especificada	497
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Diarrea funcional	407
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	51
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Disentería (diarrea con sangre)	34
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Paratosis intestinal, sin otra especificación	3,083
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Amebiasis, no especificada	832
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Diarrea funcional	2
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	26
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Disentería (diarrea con sangre)	3
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Paratosis intestinal, sin otra especificación	1,405
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Shigelosis de tipo no especificado	1
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Amebiasis, no especificada	1,026
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	61
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Disentería (diarrea con sangre)	126
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Paratosis intestinal, sin otra especificación	1,832
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Shigelosis de tipo no especificado	1
TOTAL			32,350

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	DIAGNOSTICO	2013
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis	21
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Amebiasis, no especificada	661
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Diarrea funcional	36
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	145
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Shigelosis de tipo no especificado	14
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Tricomoniasis	1
BAJA VERAPAZ	CUBULCO	Tricomoniasis, no especificada	2
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Amebiasis	159
BAJA VERAPAZ	EL CHOL	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	39
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis	2
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Amebiasis, no especificada	883
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	273
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Shigelosis de tipo no especificado	36
BAJA VERAPAZ	GRANADOS	Tricomoniasis, no especificada	1
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis	97
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Amebiasis, no especificada	1876
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	900
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Tricomoniasis	2
BAJA VERAPAZ	PURULHÁ	Tricomoniasis, no especificada	9
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Amebiasis	1157
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	1052
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Disenteria (diarrea con sangre)	50
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Otras enfermedades diarreicas agudas	35
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Shigelosis de tipo no especificado	52
BAJA VERAPAZ	RABINAL	Tricomoniasis	2
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis	109
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Amebiasis, no especificada	539
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	874
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Tricomoniasis	1
BAJA VERAPAZ	SALAMÁ	Tricomoniasis, no especificada	4
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Amebiasis	10
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Amebiasis, no especificada	396
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Diarrea funcional	1
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	505
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Shigelosis de tipo no especificado	2
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Tricomoniasis	1
BAJA VERAPAZ	SAN JERÓNIMO	Tricomoniasis, no especificada	15
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Amebiasis, no especificada	1037
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	1864
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Shigelosis de tipo no especificado	263
BAJA VERAPAZ	SAN MIGUEL CHICAJ	Tricomoniasis, no especificada	7
TOTAL			13,133

**Anexo 7**

**Acta de envío de información de la Unidad de Libre Acceso a la Información del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, base de datos enfermedades provocadas por agua y alimentos contaminados durante el período 2009-2013, para el departamento de Baja Verapaz.**