

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN
GUATEMALA: CASO MUNICIPIO DE SANSARE, EL PROGRESO, GUATEMALA**

LICENCIADA LAURA ALICIA AGUILAR CAÑAS

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

**ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN
GUATEMALA, CASO: MUNICIPIO DE SANSARE, EL PROGRESO GUATEMALA**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestría 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 de Tesis

MSc. Lic. CARYL ORLANDO ALONSO JIMÉNEZ

Autor:

LICDA. LAURA ALICIA AGUILAR CAÑAS

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. José Rolando Secaida Morales
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I: Lic. Luis Antonio Suarez Roldán
Vocal II: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal III: Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
Vocal IV: P.C. Oliver Augusto Carrera Leal
Vocal V: P.C. Walter Obdulio Chiguichón Boror

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

Presidente: MSc. Lic, José Ramón Lam
Secretario: MSc. Ing. Hugo Romeo Arriaza Morales
Vocal I: MSc. Ing. Edwin Antonio García Ovalle



ACTA No. 17-2014

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 S-11, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **09 de abril** de 2014, a las **17:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** de la Licenciada **Laura Alicia Aguilar Cañas**, carné No. **100015707**, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos. 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 **"ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN GUATEMALA: CASO MUNICIPIO DE SANSARE, EL PROGRESO, GUATEMALA"**, 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 **80** 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 nueve días del mes de abril del año dos mil catorce.



MSc. José Ramón Lam
Presidente



MSc. Hugo Romeo Arreza Morales
Secretario



MSc. Edwin Antonio García Ovalle
Vocal I



Licda. Laura Alicia Aguilar Cañas
Postulante

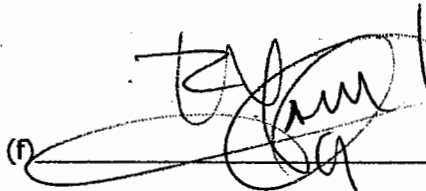



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que la estudiante Laura Alicia Aguilar Cañas, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 7 de mayo de 2014.


MSc. José Ramón Lam
Presidente





FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS

Edificio "S-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS.
GUATEMALA, VEINTIDOS DE JULIO DE DOS MIL CATORCE.

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1, subinciso 5.1.2 del Acta 11-2014 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 10 de julio de 2014, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 17-2014 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 9 de abril de 2014 y el trabajo de Tesis de Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos, denominado: "ALCANCES DE LA APLICACIÓN DE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN GUATEMALA: CASO MUNICIPIO DE SANSARE, EL PROGRESO, GUATEMALA", que para su graduación profesional presentó la Licenciada LAURA ALICIA AGUILAR CAÑAS, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. JOSE ROBERTO SECAIDA MORALES
DECANO



Smp.

Ingrid
PRENSADO

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios	Por darme Fortaleza, Inteligencia y Sabiduría para alcanzar uno de mis objetivos, y estar presente en cada momento de mi vida.
Mi madre	Alicia Cañas Vda. de Aguilar Ejemplo para mi vida.
Mi sobrina	MSc. Inga. Mónica Lisette Aldana Aguilar Gracias por tu ayuda.
Mi familia	Por apoyarme y acompañarme durante el trayecto de mi vida con sabios consejos y amor incondicional.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por contribuir a mi formación profesional y darme las herramientas para alcanzar una más de mis metas.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	1
INTRODUCCIÓN.....	3
I. ANTECEDENTES	6
1. Disponibilidad del Agua.....	6
2. Distribución del Agua	2
3. Crisis de Agua en el Mundo	3
II. MARCO TEÓRICO.....	6
1. Agua Potable	6
1.1 Problema Agua y Saneamiento	7
2. Usos del Agua	7
3. Gestión del Agua	8
4. Evolución de los Sistemas de Potabilización	9
5. Tratamientos para potabilizar el agua	10
6. Directrices para la calidad del agua potable	11
7. Marco Legal Internacional del Agua.....	13
III. EL RECURSO HÍDRICO EN GUATEMALA	15
1. Sistema Hídrico	15
2. Disponibilidad	15
3. Extracción.....	16
4. Abastecimiento	16
5. Sistemas de Producción de Agua	17
6. Protección del Agua en Guatemala.....	19
6.1 Políticas Públicas en el uso del Agua	21
6.2 El rol de los Ministerios y el Recurso Hídrico.....	23
6.3 Formas de administración	24

IV.	MARCO LEGAL Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA.....	27
1.	Administración de los servicios del Agua y Saneamiento.....	27
2.	Control de la calidad del agua.....	28
2.1	Constitución Política de República de Guatemala:.....	29
2.2	Código Municipal:.....	29
2.3	Código de Salud:.....	29
2.4	Acuerdo Gubernativo 113-2009.....	30
2.5	Acuerdo Gubernativo 178-2009.....	30
2.6	Acuerdo Ministerial SP-M-278-2004.....	30
2.7	Acuerdo Ministerial 1148-09.....	30
2.8	Acuerdo Ministerial 572-2011.....	30
2.9	Acuerdo Ministerial 523-2013.....	30
2.10	COGUANOR NTG 29001.....	31
3.	Proceso para potabilizar el Agua.....	32
4.	Tecnología aplicada en la desinfección del Agua.....	33
4.1	Insumos para potabilizar el Agua.....	33
4.2	Etapas por las que pasa el agua en una planta.....	33
5.	Logros a nivel General en Guatemala.....	35
6.	Implicaciones y su impacto en la Salud.....	36
V.	DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO EN ESTUDIO.....	41
1.	Aspectos geográficos, sociales y económicos.....	41
1.1	Localización.....	41
1.2	División Territorial Administrativa.....	42
1.3	Indicadores Sociales.....	42
1.4	Hidrografía.....	45
VI.	ESTUDIO.....	46
1.	Municipio de Sansare.....	46
1.1	Abastecimiento de Agua Potable.....	46

1.2	Proceso de Potabilización del agua	50
1.3	Cobertura y costo del servicio	51
2.	Municipio de Guatemala.....	52
2.1	Abastecimiento de agua potable.....	52
2.2	Proceso de Potabilización del agua.....	53
2.3	Cobertura y costo del servicio.....	54
3.	Resultados.....	55
	CONCLUSIONES.....	58
	RECOMENDACIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA.....	61
	ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE SIGLAS

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CAAP	Comité Administrador de Agua Potable
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
COPECAS	Consejo Permanente de Coordinación de Agua y Saneamiento
DIGI	Dirección General de Investigación
DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua
ENCOVI	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FUNDESA	Fundación para el Desarrollo en Guatemala
GEA	Gabinete Especifico del Agua
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
MAGA	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
OMC	Organización Mundial de Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud

PAYSA	Programa de Agua y Saneamiento del Altiplano
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROVIAGUA	Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua
RASGUA	Red de Agua Potable y Saneamiento de Guatemala
SEGEPLAN	Secretaría General de Planificación Económica
SIAGUA	Sistema de Información del Agua de Guatemala
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UNESCO	Organización de Naciones Unidas para la Educación Ciencia y la Cultura.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Iniciativas de las Naciones Unidas relacionadas con el agua.	14
Cuadro 2 Sistemas de abastecimiento de Agua en Guatemala	16
Cuadro 3 Instituciones que Administran el agua y sus atribuciones en Guatemala.....	28
Cuadro 4 Uso de fuentes mejoradas y no mejoradas de agua en Guatemala.	35
Cuadro 5 Sistemas de abastecimiento de aguas, vigilados por MSPAS en 2011	37
Cuadro 6 PEA Municipio de Sansare El Progreso 2010.....	41
Cuadro 7 Aldeas de Sansare, distancia en Kilómetros. al municipio.....	42
Cuadro 8 Sistemas de agua y Sistemas de Potabilidad del Municipio de Sansare.	49
Cuadro 9 Monitoreo para el control de la calidad del agua en aldeas de Sansare año 2013	51
Cuadro 10 Valor del m ³ según consumo, en la ciudad de Guatemala año 2014.....	55
Cuadro 11 Variables Analizadas municipios de Sansare y Guatemala.....	55
Cuadro 12 Examen Bacteriológico, muestra de agua en Corral Viejo Sansare 2013.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándares de Calidad establecidos por OMS para el agua	12
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Distribución del agua Terrestre.	6
Gráfica 2 Usos del Agua por sectores.	8
Gráfica 3. Producción de agua por planta en la ciudad de Guatemala.	18
Gráfica 4. Forma de abastecimiento de Agua en Guatemala.....	18
Gráfica 5. Fuentes de Abastecimiento de agua en Guatemala.	24
Gráfica 6. Casos de diarrea reportados del 2009-2011.....	37
Gráfica 7 Cloración del agua en Guatemala	38
Gráfica 8. Municipios por departamento que no cloran el agua.	38
Gráfica 9. Reporte de Enfermedades Gastrointestinales en Guatemala año 2011.....	39
Gráfica 10. Enfermedades frecuentes en Sansare, año 2013.....	43
Gráfica 11 Fuentes de abastecimiento de agua en el municipio de Sansare.....	45
Gráfica 12 Producción de agua en el municipio de Sansare	48
Gráfica 13 Índice de cloración del agua en Sansare año 2013	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de los recursos hídricos en el mundo	3
Figura 2 Países con problemas de agua en el mundo.	3
Figura 3 Flujo-grama proceso de Potabilización en la ciudad de Guatemala	53

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Mapa del Sistema Hídrico de Guatemala	68
Anexo 2 Capítulo II Normas Sanitarias	69
Anexo 3 Características Físicas, Organolépticas y Químicas de Agua Potable	72
Anexo 4 Característica microbiológica del Agua Potable	73
Anexo 5 Mapa del municipio de Sansare.....	74
Anexo 6 Nacimiento de Agua El Bosque en Sansare.....	75
Anexo 7 Planta de Tratamiento en Sansare	77
Anexo 8 Tanque que recibe agua del Nacimiento Chical en Sansare.....	79
Anexo 9 Control de Aplicación de cloro en casco urbano de Sansare	81
Anexo 10 Informe del Examen Bacteriológico, San Felipe, Sansare	82

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación siguiendo la metodología descriptivo/exploratoria, se abordó el estudio de las condiciones del uso y disposición del agua, se buscó analizar el nivel de institucionalidad municipal y alcances en el proceso de potabilización de la misma. Asimismo, explicar las condiciones actuales de la aplicación de la potabilización del agua y como la falta de esta pone en riesgo la salud de los habitantes de los municipios de Guatemala. El análisis y discusión crítica de la investigación se centró en el sistema de potabilización utilizado en el municipio de Sansare, departamento de El Progreso.

El estudio a través de fuentes primarias y secundarias previstas en la investigación: entrevistas, tesis, proyectos e informes, consideró temas como: Disponibilidad, Extracción, Protección y Marco Legal para la potabilización del agua y saneamiento, hizo énfasis en la Dirección de las Políticas nacionales buscando demostrar hasta dónde los estándares de calidad del agua para uso doméstico se realizan bajo criterios normativos nacionales.

Para establecer la relevancia del proceso de potabilización del agua en el municipio de Sansare, se realizó un análisis comparativo con el municipio de Guatemala.

Basado en la técnica comparativa se seleccionó el municipio de Guatemala como variable semejante con el municipio sujeto de estudio. Esta selección consideró como característica principal, el siguiente aspecto: el nivel de relevancia en los sistemas de captación, tratamiento y distribución, en el que se destacan procesos que responden a estándares nacionales e internacionales.

El análisis permitió determinar: limitaciones y alcances de la potabilización del agua potable en ambos municipios.

De acuerdo a la investigación se determinó que el incumplimiento con la cloración del agua por parte de las municipalidades, es para Guatemala un problema que ha generado una serie de complicaciones, debido a que entre las causas principales de la mortalidad infantil pueden señalarse: la neumonía, diarrea, infección intestinal y desnutrición, las que están vinculadas de manera directa con las condiciones socioeconómica y el medio ambiente en el que se desenvuelve la población del país, y donde factores como: la falta de fuentes de abastecimiento de agua potable y saneamiento son elementos que influyen directamente en la salud de la misma.

El artículo 68 del Código Municipal en el inciso a), estipula que es competencia de la comuna el abastecimiento de agua potable debidamente clorada, por lo que las municipalidades están

obligadas a proteger y conservar las fuentes que proporcionan este líquido de gran importancia para la vida.

De acuerdo a la Política Nacional del Agua y su Estrategia (mayo 2011), Se estima que Guatemala tiene una disponibilidad de más de 97 mil millones de metros cúbicos anuales de agua, cantidad siete veces mayor al límite de riesgo hídrico establecido por estándares internacionales al relacionarla con la población, sin embargo aún no ha podido lograr cobertura universal de los servicios de agua potable permanente y de buena calidad.

Considerando que el agua es un bien necesario para la vida, así como una fuente importante para la generación de energía eléctrica, del mismo modo en el uso agrícola, en Guatemala no se le ha puesto la debida atención, tanto por las autoridades nacionales y locales, así como por la población que hace un uso y manejo inadecuado de la misma y ambos no contribuyendo a su conservación y protección, se consideró importante investigar: Los Alcances de la potabilización del agua en Guatemala, tomando como caso de estudio el municipio de Sansare, El Progreso Guatemala.

El estudio contribuirá a generar información que sirva de base para elaboración de trabajos nuevos que impulsen la aplicación de la norma, debido a que hay carencia de información en este campo y existe demanda de proyectos que estimulen la aplicación de normas de potabilización, lo que será de beneficio para la población, especialmente en el área rural en donde la mayoría de municipalidades no cloran el agua.

INTRODUCCIÓN

La falta de agua potable está relacionada con muchas de las enfermedades que afectan a la humanidad, las cuales son responsables de las tres causas principales de muerte en el mundo. El agua contaminada causa enfermedades como la diarrea, que puede ser mortal, pues más de 1.8 millones de personas mueren al año por este motivo, de los cuales el 90% son menores de 5 años, principalmente en países en desarrollo. (Organización Mundial de la Salud, 2013)

En Guatemala existe limitada disponibilidad de agua y altos niveles de contaminación de las fuentes superficiales empleadas para la producción de agua potable, debido al deterioro acelerado de la infraestructura de saneamiento, además no se cuenta con información real y concisa de la calidad de agua que se consume, es por ello que se plantean nuevos desafíos en relación al tema de la potabilización del agua y el abastecimiento.

EL Plan Nacional de Servicio Públicos de Agua Potable y Saneamiento para el Desarrollo Humano 2008-2011¹, indica que aún cerca de tres millones de guatemaltecos carecen de servicios públicos de agua potable y aproximadamente seis millones de saneamiento, y que aunque no se cuenta con evaluaciones generales y periódicas acerca de la calidad de los mismos, evidencia empírica señala que a nivel nacional, estos servicios son de baja calidad. En el área rural el déficit de cobertura con mejores servicios de saneamiento se acerca al 83%.

La desinfección del agua es de vital importancia, porque cumple con la función de eliminar de ella todas las impurezas para que pueda ser consumida sin que afecte la salud, por lo que, dicho proceso debe ser un factor de preocupación constante entre los sectores involucrados y darle la importancia que tiene. Considerado lo anterior se planteó como problema de estudio el siguiente:

Las instituciones municipales no cumplen con las regulaciones establecidas para los sistemas y procedimientos de aplicación para la potabilización del agua en Guatemala, debido a que carecen de recursos económicos, no tienen personal calificado y desconocen la normativa que establece los lineamientos y estándares de calidad que debe cumplir el agua para que esta esté apta para consumo humano.

Para conocer el procedimiento de potabilización del agua se consideró como caso de estudio el municipio de Sansare El Progreso. Asimismo se realizó el estudio comparativo en relación a los procedimientos utilizados para potabilizar el agua con el municipio de Guatemala.

¹ Aprobado por el Gabinete del Agua el 18 de marzo de 2008

Para lo cual se planteó como objetivo general:

- A) Analizar la aplicación de potabilización del agua en Guatemala a fin de fortalecer este servicio a nivel municipal en el área de estudio.

Objetivos específicos:

- a) Determinar alcances, mecanismos legales y técnicos de la potabilización del agua en el municipio de Sansare,
- b) Establecer los tipos y estándares seguidos en la aplicación de tratamientos de potabilización del agua en el municipio en estudio y
- c) Comparar los sistemas y estándares de potabilización de agua el municipio objetivo con el municipio de Guatemala.

La metodología utilizada en el estudio fue de tipo descriptivo-exploratorio, en el que se buscó analizar el nivel de institucionalidad municipal y alcances en el proceso de potabilización de agua y de esta forma, explicar las condiciones actuales de la aplicación de la potabilización del agua y como la falta de esta pone en riesgo la salud de la población de los municipios de Guatemala.

El estudio se basó en fuentes primarias, como entrevistas con personas vinculadas con el tema objeto de investigación, y secundarias, informes, tesis, boletines, proyectos, revistas y artículos científicos, relacionados con el agua y su potabilización.

Considerando la técnica comparativa se seleccionó el municipio de Guatemala como variable semejante con el municipio sujeto de estudio, con el propósito de darle relevancia al proceso de potabilización.

El trabajo de gabinete incluyó datos recopilados en las municipalidades e instituciones que tienen relación con la problemática planteada, utilizando técnicas como: observación directa, que permitió interactuar con la realidad y así conocer la forma de captación del agua en el municipio en estudio, a través del análisis se procedió a destacar los aspectos fundamentales del problema que permitieron encontrar los procedimientos apropiados que servirán de base para desarrollar el tema de la potabilización del agua.

En la investigación y resultados del estudio se comprobó que la ausencia de un ente que regule y asuma la responsabilidad del control, organización y registro del recurso hídrico ha demostrado que las municipalidades no cumplen con las regulaciones establecidas, lo que se explica por dos razones:

- a) La dispersión de los sistemas de control y regulación en donde no se cuenta con procedimientos de coordinación y ordenamiento, lo que se traduce en la falta de sistemas apropiados de información, por lo que se desconocen las verdaderas condiciones físicas, técnicas, financieras y administrativas de los sistemas existentes y por consiguiente las necesidades de la población.
- b) No existe responsabilidad para el control lo que debilita el sentido sancionatorio de las medidas provocando con esto dificultades para hacer que se cumpla lo establecido en las normas.

El aporte principal del estudio será generar información que sirva de base para la investigación de temas relacionados con la aplicación de la norma para la potabilización del agua, debido a que existe desconocimiento en relación a esto y demanda de proyectos que estimulen la aplicación de normas de potabilización, lo que será de beneficio para la población, especialmente en el área rural en donde la mayoría de municipalidades no cloran el agua.

El estudio está dividido en seis capítulos, el primero hace referencia a los antecedentes relacionados con el problema objeto de investigación. El segundo describe la teoría en la cual se fundamenta la investigación, enfocándose en temas como, usos y gestión del agua, directrices de calidad, evolución de los sistemas de potabilización, tratamiento para potabilizarla y problemas de agua y saneamiento. El capítulo tres se enfoca en el recurso hídrico en Guatemala, su disponibilidad, extracción, así como los sistemas de producción existentes en Guatemala, se explica también el rol de los ministerios en función del agua potable y las formas de administración de la misma.

El cuarto está dirigido al estudio de las instituciones encargadas de manejo del agua, al control de su calidad, a los procesos para potabilizarla, tecnología aplicada, logros e implicaciones. En el capítulo cinco se hace una breve descripción del municipio en estudio. El seis presenta la comparación de los sistemas de potabilización del municipio de Sansare con el municipio de Guatemala, desde tres parámetros a confrontar. a) Abastecimiento de agua, b) Proceso de potabilización y c) Cobertura y Costo del servicio. Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivas, bibliografía y anexos.

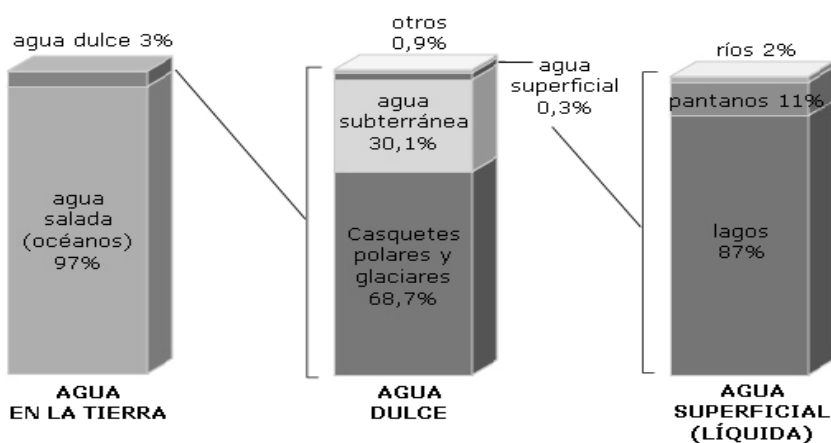
I. ANTECEDENTES

Este capítulo señala temas que se relacionan con la problemática planteada, como: disponibilidad, distribución y crisis del agua en el mundo, y como la falta de esta ha sido y sigue siendo causa de enfermedades en muchos lugares del mundo.

1. Disponibilidad del Agua

Se ha estimado que del total de agua existente en el planeta, únicamente el 3% es agua dulce y el 97% restante es agua salada que se encuentra en el mar y los océanos. El porcentaje de agua dulce disponible se reduce, debido a que un promedio de dos tercios de ella se encuentra casi inmovilizado en forma de hielo o nieve en los polos, glaciares y otros, esto indica que el agua dulce de la cual la humanidad puede disponer para satisfacer sus necesidades se reduce a un 1% del agua total del planeta, encontrándose la mayor parte en las capas subterráneas. (Campos, 2012). En la Gráfica 1 se muestra la distribución del agua en el mundo.

Gráfica 1 Distribución del agua Terrestre.



Fuente: Datos públicos del Untad Otates Geological Surrey 2011

Hoy en día 1.1 millones de personas viven sin agua potable, 2.4 millones de personas carecen de Saneamiento, debido a esto la mortalidad infantil se ha multiplicado, aproximadamente 3,900 niños mueren a diario por enfermedades transmitidas a través del agua. A nivel mundial, cada día mueren 1.8 millones de personas a causa de diarrea por consumo de agua contaminada (Organización Mundial de la Salud, 2013)

El agua puede considerarse como el único recurso natural que está presente en todos los aspectos de la civilización humana. Desde el principio de la historia de la humanidad, el agua ha sido una necesidad y por ende la demanda de la misma se ha convertido en un elemento principal en aspectos como: salud, prosperidad económica y desarrollo.

Todas las sociedades han necesitado estar siempre cercanas al recurso hídrico, esencialmente cuando los grupos humanos dejaron de ser nómadas, este asentamiento estaba determinado principalmente por la presencia de una fuente de agua que les permitiera satisfacer sus necesidades.

Una de las grandes civilizaciones en el mundo que controló el recurso hídrico, fue la Cultura Roma, aplicando desde los más sencillos procedimientos para almacenar y extraer agua hasta técnicas hidráulicas. Muchas de las grandes ciudades y construcciones eran abastecidas con agua que recorría grandes distancias aplicando una amplia red de distribución.

Los romanos idearon diferentes maneras para abastecerse de agua entre los cuales se pueden mencionar: creación de depósitos en donde guardaban el agua procedente de la lluvia pues consideraban que esta era más saludable que la de los ríos y lagos. Por lo que en el siglo VI aC.- las casas en Roma estaban dotadas de cisternas. También construyeron estanques cerca de las fuentes naturales, en los cuales almacenaban grandes cantidades de agua, para transportarla a las grandes ciudades se crearon los acueductos. (Històrico Digital, s/f)

A través de la historia se ha podido establecer que los mayas tenían los manantiales como principal fuente de agua, los cuales eran auto-rellenables, en gran parte debido a la composición porosa caliza del paisaje, que permitió al agua pasar a través del suelo hacia el manantial.

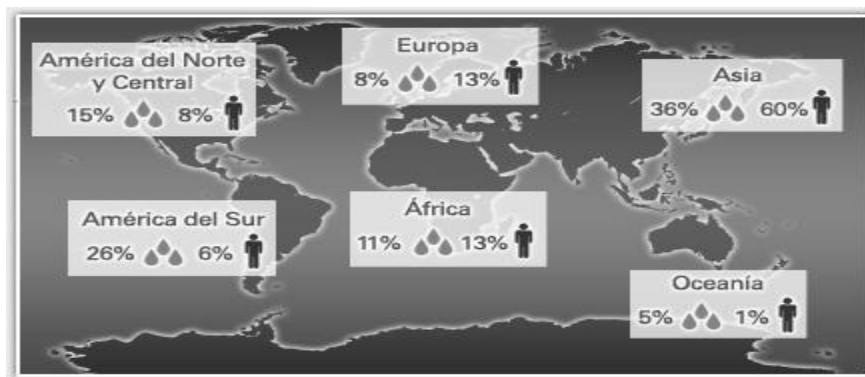
Asimismo pudieron construir un extenso sistema de agua, repleto de canales, tanques para almacenar el agua recogida durante los meses lluviosos, represas para racionarla gradualmente durante los meses secos, compuertas para controlar mejor la distribución y cambiar las estaciones que controlaban el flujo direccional. (Històrico Digital, s/f)

2. Distribución del Agua

Datos aportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO – indican que el 8 % de los recursos hídricos del mundo se encuentran en Europa disponibles para una población que representa el 13 % del total mundial, el 15 % en América del Norte y Central para el 8 %, el 26 % en América del Sur para el 6 %, el 11 % en África

para el 13 %, el 35 % en Asia para el 60 % y, por último, el 5 % de los recursos se ubican en Australia y Oceanía para menos del 1 % de la población total. (Fernández Vázquez, s/f). En la figura 1 se puede observar esta distribución.

Figura 1 Distribución de los recursos hídricos en el mundo

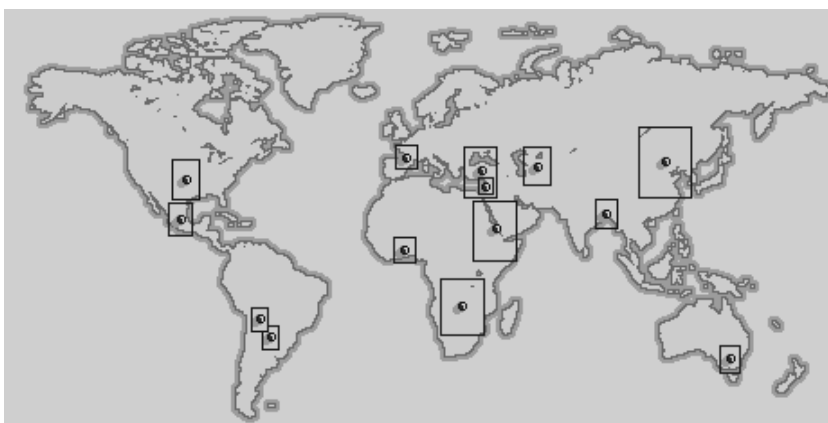


Fuente: Agua y Saneamientos Argentinos S.A. A y SA 2005

3. Crisis de Agua en el Mundo

El suministro de agua dulce está disminuyendo a nivel mundial. Una persona de cada cinco ya no tiene acceso al agua potable. Casi una de cada tres no dispone de medios de saneamiento adecuados. En el siguiente mapa se presentan algunas zonas a nivel mundial en donde el agua está siendo motivo de preocupación.

Figura 2 Países con problemas de agua en el mundo.



Fuente: BBC.mundo.com / Crisis Mundial del Agua 2011

- a) En Estados Unidos el 95% del agua potable es subterránea. El acuífero más grande de Estados Unidos, el Ogallala, se está empobreciendo a una tasa de 12.000 millones de metros cúbicos (m³) al año. Las fuentes de agua se están secando debido a que los granjeros de las praderas altas tejanas bombean el líquido más rápido de lo que la lluvia la rellena. (BBC.mundo.com, 2011)
- b) México Distrito Federal una de las ciudades más grandes y pobladas del mundo se está hundiendo debido a la cantidad de agua extraída de debajo de sus cimientos.
- c) La zona del Altiplano o Puna es una vasta región que abarca Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina, caracterizada por ser una zona árida. La escasez de agua ha generado tensiones en el pasado, como los recientes diferendos entre Bolivia y Chile por un pequeño curso de agua conocido como el Silala.
- d) En Europa más de la mitad de sus ciudades explotan el agua subterránea en forma insostenible. La escasez crónica de agua está afectando ya a 4.5 millones de personas en Cataluña, donde las autoridades presionan para que se construya un acueducto para desviar las aguas del Ródano en Francia, hacia Barcelona. (BBC.mundo.com, 2011)
- e) La cuenca del río Zambeze, en el sur de África, es uno de los sistemas fluviales más sobre utilizados del mundo. Los países que componen la cuenca compiten usualmente por las aguas del Zambeze, aunque también muchas veces han sufrido inundaciones y lluvias torrenciales.
- f) Los tres ríos que alimentan las planicies del norte de China están altamente contaminados, causando perjuicios a la salud y limitando la irrigación de cultivos.
- g) Australia es el continente más seco del mundo. Sus colonos buscaron durante años la posibilidad de revertir el flujo de los ríos costeros hacia el mar. (BBC.mundo.com, 2011)

En Guatemala la población que tiene acceso a agua es del 75% (90% en el área urbana y 60% en el área rural). Según estadísticas oficiales en el área rural, mayoritariamente indígena, casi el 70% del agua que se consume está contaminada, lo que provoca importantes efectos sobre la salud de las personas, especialmente entre la niñez, ya que las enfermedades gastrointestinales, sobre todo las diarreicas, constituyen una de las primeras causas de morbimortalidad a nivel nacional. (SEGEPLAN, 2011)

En el municipio de Sansare, ubicado en la parte sur del departamento de El Progreso en la Región III, con una superficie aproximada de 118 Km², localizado al noroeste de la ciudad de Guatemala a una distancia de 70 Kms la población no tiene acceso a agua de calidad, pues casi el 90% que se consume está contaminada.

El acelerado crecimiento urbano, la poca organización de los diferentes sectores, la falta de inversiones adecuadas y los cambios climatológicos son factores que han provocado que la disponibilidad, aprovechamiento, cobertura y calidad del agua se conviertan en un problema constante entre los actores interesados, puesto que este afecta seriamente a la población mundial, debido a esto el hombre ha realizado esfuerzos por mejorar el medio ambiente en el que habita, pero esto depende en gran parte de la disponibilidad de agua, luego que existe una estrecha relación entre la calidad de agua que se consume y la salud pública.

II. MARCO TEÓRICO

Esta parte del estudio se refiere a la teoría que se relaciona con el tema objeto de investigación, para lo cual se describen temas como: agua potable, problemas de agua y saneamiento, usos y gestión del agua, evolución de los sistemas de potabilización, directrices para la calidad del agua entre otros.

1. Agua Potable

Según datos de FAO, cerca de 1. 200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive hoy en regiones con escasez de agua, y otros 500 mil se están aproximando a esta situación, 1.100 millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a agua corriente limpia, y 2 600 carecen de instalaciones de saneamiento aceptables.

El agua potable está volviéndose un bien escaso y cada vez más costoso, debido a la limitada cantidad de agua dulce disponible en proporción al total del agua en la tierra, aunado a esto los problemas de contaminación de los recursos acuíferos por las diferentes actividades humanas, el crecimiento de la población, las actividades de deforestación que afectan en gran escala la distribución del ciclo de agua, la disminución en las reservas de agua de fácil disponibilidad y de consumo seguro y cambios climáticos.²

Es importante mencionar que la problemática del agua no se limita únicamente a la situación geográfica, climática o demográfica de los países, la falta de recursos económicos igualmente crea desigualdades a la hora de enfrentarse a este problema. Otro dato preocupante sobre la disponibilidad actual del agua potable en la tierra es que:

En los países en desarrollo, más de 2.200 millones de personas, la mayoría de ellos niños, mueren cada año a causa de enfermedades asociadas con la falta de acceso al agua potable, saneamiento inadecuado e insalubridad (Rodríguez, 2012).

La Comisión Mundial del Agua estima que en los próximos 30 años, el uso del recurso hídrico aumentará un 50%. Si esto se cumple, la mitad de la población mundial sufrirá severas restricciones de agua potable. Dos de los factores que influirán serán el constante cambio climático y la contaminación ambiental.

² El informe Mundial del Desarrollo del Agua de la UNESCO (2013) en el Programa mundial para la estimación del agua, señala que en los próximos 20 años la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en 30%

1.1 Problema Agua y Saneamiento

Este puede ser analizado en función de tres indicadores importantes: crecimiento demográfico, deterioro de la calidad de los servicios y cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento.

a) Crecimiento Demográfico:

Los países del mundo a partir de los años 50 han experimentado un crecimiento demográfico sin precedentes en la historia puesto que de 2,500 millones de habitantes a casi 6,900 millones en el año 2012, la población casi se ha triplicado, alcanzando una enorme concentración en las áreas urbanas, provocando con esto problemas de tipo social como marginación, pobreza, incremento de la violencia, aumento de la demanda de agua potable, así como un impacto negativo sobre el ambiente, debido a las actividades que realizan los sectores productivos. (Rodríguez, 2012)

b) Deterioro de la calidad de los servicios:

Los sistemas de agua potable y alcantarillado son totalmente obsoletos o necesitan de rehabilitación y ampliación en la mayoría de casos, también es importante mencionar que en muchos países del mundo existen todavía serias dificultades en la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, lo que ocasiona interrupciones en el servicio, pérdida en los sistemas de distribución, fallas en la desinfección y otros problemas, lo que afecta la calidad de los servicios prestados a la población. (Rodríguez, 2012)

c) Cobertura de los servicios de Agua Potable y Saneamiento:

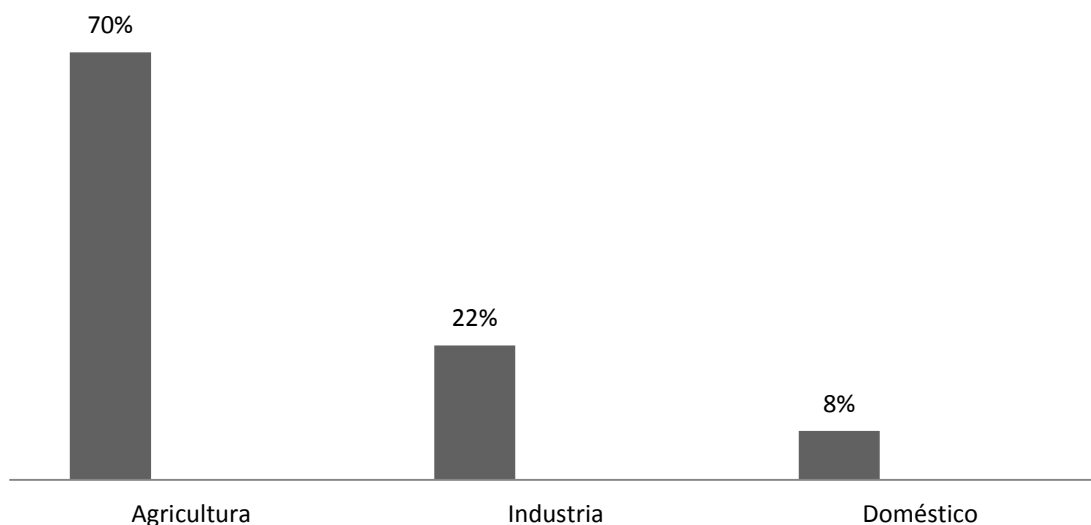
Unos 2.600 millones de personas, la mitad del mundo en desarrollo carecen hasta de una letrina sencilla mejorada, y 1.100 millones de personas carecen de acceso a cualquier tipo de fuente mejorada de agua de bebida. Como consecuencia directa de ello: 1.8 millones de personas mueren cada año de enfermedades diarreicas (incluido el cólera) atribuibles a la falta de acceso a agua potable salubre y al saneamiento básico, y un 90% de esas personas son menores de 5 años, principalmente de países en desarrollo. (OMS, 2009)

2. Usos del Agua

A través de la investigación se estableció que: El uso que se hace del agua en el mundo ha ido aumento con relación a la cantidad de agua dulce disponible. Los habitantes del planeta consumen al año un 54% del agua disponible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos. Según estimaciones de acuerdo al crecimiento demográfico para el año 2025 el hombre consumirá el 70% de la

disponibilidad, pero si el consumo de recursos hídricos per-cápita sigue creciendo al ritmo acelerado que va, se estima que dentro de 25 años el hombre podría estar consumiendo el 90% de la disponibilidad de agua, dejando únicamente el 10% para las especies que pueblan la tierra. (Revista Ambiente, 2006) En la gráfica siguiente se muestra el uso del agua por sectores a nivel mundial.

Gráfica 2 Usos del Agua por sectores.



Fuente: Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos UNESCO 2009

3. Gestión del Agua

En los últimos años los conflictos generados por la necesidad de agua potable y saneamiento han sido objeto de preocupación y debate en el plano internacional de tal manera que se han llevado a cabo algunas gestiones para tratar el problema:

- a) Del 26 al 31 de enero de 1992 tuvo lugar en Dublín (Irlanda) La Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, patrocinada por el sistema de las Naciones Unidas. En la cual se destacó la necesidad de métodos innovadores para evaluar, desarrollar y manejar los recursos de agua dulce. También asesoramiento normativo para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992. La CNUMAD, a su vez, puso de relieve la necesidad de reformar los sectores de los recursos hídricos en todo el mundo.

- b) En 1993 el Banco Mundial publicó un documento de política en el que se definían sus nuevos objetivos en el sector de los recursos hídricos.
- c) La FAO ha establecido recientemente un Programa de Acción Internacional sobre el Agua y el Desarrollo Agrícola Sostenible (PAI-ADAS).
- d) De la misma manera el PNUD, la OMS, el UNICEF, la OMM, la UNESCO, el PNUMA están coordinando programas especiales relacionados con los recursos de aguas o bien participando en ellos.
- e) Otras organizaciones locales e internacionales están dándole mayor énfasis a los problemas hídricos. La reunión celebrada en Montreal en 1990 con el nombre de NGOs Working Together centralizó su atención en el abastecimiento de agua potable y saneamiento. El Organismo Canadiense de Desarrollo Internacional, el Ministerio de Cooperación y Desarrollo de Francia, la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), la Administración del Reino Unido para el Desarrollo de Ultramar y la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) de los Estados Unidos han formulado en los últimos tiempos estrategias para la asistencia exterior en materia de recursos hídricos. (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas ONU-DAES, 2012)

4. Evolución de los Sistemas de Potabilización

El agua en su estado natural contiene bacterias, partículas coloides, así como impurezas, que impiden que esta sea utilizada para diversos fines, por lo que es necesario llevar a cabo procesos de tratamientos para purificarla y ponerla en condiciones óptimas para su consumo. El acceso al agua potable era y sigue siendo una dificultad para todas las sociedades del mundo, a través de la historia se ha podido conocer cómo han evolucionado los procesos de purificación del agua.

En escritos antiguos los egipcios muestran los procesos que se siguieron para la purificación del agua, tales como: la ebullición, calentamiento bajo el sol o por inmersión de hierro caliente en el agua.

En Grecia Hipócrates descubrió los poderes curativos del agua y llevó a cabo sus propios experimentos para la purificación de agua, creó su propio filtro al que denominó la manga de Hipócrates el cual consistía en pasar el agua por un filtro de tela después de haberla hervido, cuya función era atrapar cualquier sedimento que causara mal gusto u olor. (swiss-cleanwater-group, 2012)

Durante la edad media se hicieron varios experimentos para purificación y filtración del agua. En este periodo, conocido como la Era de los Descubrimientos, se dieron varios inventos los cuales cambiaron al mundo. Uno de estos cambios fue la invención del microscopio, una innovación científica que definitivamente cambió la historia en los filtros de agua. (swiss-cleanwater-group, 2012)

El efecto del uso del microscopio en el tratamiento del agua es el uso del cloro para matar las bacterias de cólera, este nos llevó al aumento de cloración del agua como un proceso eficaz de desinfección.

La contaminación del agua no es nada nuevo, pues ha acompañado al hombre a lo largo de la historia. Pero con el inicio de la revolución industrial a partir del siglo XVIII y la implementación de una variedad de procesos que empleaban grandes volúmenes de agua y, en consecuencia, también generaban enormes cantidades de agua de desecho que contaminaba los ríos y lagos donde se vertía, han provocado un deterioro más severo y extendido de los ríos y lagos del mundo. (swiss-cleanwater-group, 2012)

A finales del siglo XIX, el tratamiento de aguas municipales empezó a tomar fuerza en los Estados Unidos. Los técnicos comenzaron a experimentar con métodos rápidos de filtración con arena y se encontró que el proceso era mucho más eficiente y eficaz. Como el tratamiento y cloración de agua aumentó en varias ciudades de los Estados Unidos y en el resto del mundo, el brote de enfermedades transmitidas por el agua como el cólera y la fiebre tifoidea disminuyó rápidamente en el siglo XX. (swiss-cleanwater-group, 2012)

A finales de 1990 los métodos de tratamiento de agua empezaron a enfocarse a la creación de agua más suave y menos mineralizada que a la prevención de enfermedades

5. Tratamientos para potabilizar el agua

Se denomina agua potable aquella que puede ser utilizada para el consumo humano sin ningún riesgo de contraer enfermedades. El término de potabilidad se aplica a aquella agua que ha sido tratada de acuerdo los estándares de calidad determinados por entidades nacionales e internacionales.

Con los tratamientos de agua se trata de disminuir, controlar o eliminar aquellos elementos que alteren las condiciones originales del agua, esto permitirá volverla potable. El tratamiento de las aguas permite un mayor aprovechamiento y abastecimiento del agua, ya sea para usos domésticos, industriales o de riego. Los tratamientos para potabilizar el agua se pueden clasificar según:

a) Componentes o impurezas a eliminar

Los principales componentes disueltos en el agua superficial y subterránea son los sulfatos, los cloruros, los bicarbonatos de sodio y potasio, y los óxidos de calcio y magnesio. Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos. Otro método es el tratamiento con ciertos compuestos, como el carbón activado, que eliminan los sabores y olores desagradables. También se puede purificar el agua por filtración, o por cloración o irradiación que matan los microorganismos infecciosos. (Ivan, 2005)

b) Parámetro de calidad

Los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable) para usos agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental³

c) Grados de tratamiento del agua

Se dispone de distintos métodos de tratamiento del agua que emplean tecnología simple, de bajo costo. Estos métodos incluyen tamizado; aeración; almacenamiento y sedimentación; desinfección mediante ebullición, productos químicos, radiación solar y filtración; coagulación y floculación; y desalinización.

Los sedimentos orgánicos e inorgánicos se pueden eliminar a través de diversos procesos. En la actualidad existen diferentes métodos para la purificación del agua, entre los que se pueden mencionar: Desbaste, Coagulación + Floculación + Decantación, Filtración, Afino con carbón activo, Desinfección y Cloración al *Breakpoint*, que es el más utilizado y consiste en la aplicación del cloro o bien de sustancias que contienen cloro, todos estos sistemas de tratamiento tienen ventajas y desventajas y se aplican dependiendo de las circunstancias particulares de cada cual. (Ivan, 2005)

6. Directrices para la calidad del agua potable

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), establecen las directrices para la calidad del agua potable, que son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad. Las últimas directrices publicadas

³ Los límites tolerantes de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la OMS y por la OPS y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar levemente de uno a otro.

por la OMS son las acordadas en las Guías para la calidad del agua tercera edición. A continuación se presenta una tabla con directrices de la OMS para la calidad de agua potable.

Tabla 1 Estándares de Calidad establecidos por OMS para el agua

Sustancia	Valores normales en el agua	Directriz de la OMS
Aluminio	----	0,2 mg/l
Amonio	< 0,2 mg/l	No hay directriz
Antimonio	< 4 mg/l	0,005 mg/l
Arsénico	----	0,01 mg/l
Bario	----	0,3 mg/l
Berilio	< 1 mg/l	No hay directriz
Boro	< 1 mg/l	0,3 mg/l
Cadmio	< 1 mg/l	0,003 mg/l
Cloro	----	250 mg/l
Cromo	< 2mg/l	0,05 mg/l
Cobre	----	2 mg/l
Cianuro	----	0,07 mg/l
Flúor	< 1,5 mg/l	1,5 mg/l
Dureza		No hay directriz
Hierro	0,5 - 50 mg/l	No hay directriz
Plomo	----	0,01 mg/l
Manganeso	----	0,5 mg/l
Mercurio	< 0,5 mg/l	0,001 mg/l
Molibdeno	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
Níquel	< 0,02 mg/l	0,02 mg/l
Nitratos y nitritos	----	50 mg/l nitrógeno total
Turbidez	----	No hay directriz
pH	----	No hay directriz
Selenio	< < 0,01 mg/l	0,01 mg/l
Plata	5-50 mg/l	No hay directriz
Sodio	< 20 mg/l	200 mg/l
Sulfato	----	500 mg/l
Estaño	----	No hay directriz
SDT	----	No hay directriz
Uranio	----	1,4 mg/l
Zinc	----	3 mg/l

Fuente: Directrices de la OMS para la calidad del agua 2010

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una acción fundamental que se realiza mediante productos químicos reactivos al cloro.

7. Marco Legal Internacional del Agua

Las Naciones Unidas declaro el año 2013 como el “Año Internacional de Cooperación en la Esfera del Agua”, con el objetivo de crear conciencia, tanto en las posibilidades de una mayor cooperación, como en los desafíos que enfrenta la gestión de los recursos hídricos, a la luz de la creciente demanda de acceso de agua para los distintos usos, su distribución y los servicios relacionados (GWP CENTROAMÉRICA-ACCIONES 2013)

GWP Asociación Mundial para el Agua (por sus siglas en Ingles) es una red mundial de organizaciones involucradas en el manejo de los recursos hídricos, Está constituida por 13 asociaciones regionales, 84 asociaciones nacionales y más de 2.770 miembros. GWP Centroamérica es una de las 13 asociaciones regionales. Las asociaciones nacionales para el agua en la región incluyen a: Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala. Promueve la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) para alcanzar la seguridad hídrica y el uso sostenible del agua. (GWP CENTROAMÉRICA-ACCIONES 2013)

El derecho humano al agua y saneamiento tiene como objetivo: Conocer las convenciones y tratados internacionales ratificados por el estado y las correspondientes disposiciones relativas al derecho humano al agua y saneamiento.

Es importante considerar que reconocer formalmente un derecho humano al agua y expresar la voluntad de hacer efectivo dicho derecho, puede constituirse en una motivación a la comunidad internacional y a los gobiernos para que dupliquen sus esfuerzos para satisfacer las necesidades humanas básicas y para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. (ONU-DAES, 2013)

A continuación se presentan un cuadro que señala algunas iniciativas de Naciones Unidas relacionadas con el agua.

Cuadro 1 Iniciativas de las Naciones Unidas relacionadas con el agua.

Resolución	Fecha	Contenido
Resolución del Consejo de Derechos Humanos A/HRC/RES/18/1	El 28 de septiembre de 2011	La resolución hace un llamamiento a los Estados para que garanticen la suficiente financiación para el suministro sostenible de servicios de agua y saneamiento.
Resolución de la Asamblea Mundial de la Salud 64/24	En mayo de 2011,	La Organización Mundial de la Salud (OMS), mediante su Resolución 64/24, hacía un llamamiento a los Estados Miembros "para garantizar que las estrategias de salud nacionales contribuyen al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en materia de agua y saneamiento al tiempo que apoyan la progresiva realización del derecho humano al agua y al saneamiento"
Resolución 64/292	El 28 de julio de 2010	La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que el agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.
Nombramiento de un experto independiente	En marzo de 2008	Mediante la Resolución 7/22, el Consejo de Derechos Humanos decidió "nombrar, por un período de tres años, a un experto independiente sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el acceso al agua potable y al saneamiento". En abril de 2011, mediante la Resolución 16/2, el Consejo de Derechos Humanos decidió extender el mandato por un periodo de tres años. El Experto Independiente supervisa e informa sobre la implementación por parte de los Estados del derecho humano al agua así como sobre las violaciones relacionadas.

Fuente: Elaboración propia con base a información del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas ONU-DAES, 2013

III. EL RECURSO HÍDRICO EN GUATEMALA

Este capítulo hace referencia a la disponibilidad, extracción, abastecimiento, sistemas de producción, protección y políticas públicas en el uso de agua en Guatemala, así como al rol de los ministerios en el recurso hídrico.

1. Sistema Hídrico

Este se divide en tres vertientes: La Vertiente del Océano Pacífico con 18 cuencas, algunos ríos de esta arrastran sedimentos de origen volcánico que al depositarse en la planicie costera causan inundaciones periódicas y ocupa el 22% del territorio, la Vertiente del Mar Caribe con 10 cuencas siendo el Río Motagua el principal, con un 31% del territorio y la Vertiente del Golfo de México con 10 cuencas cuyos ríos son los más caudalosos y tributan hacia territorio mexicano, con 47% del territorio. El país cuenta con 23 lagos y 119 pequeñas lagunas con un área global de 950 km². (Portal de Recursos Hídricos en Guatemala, 2012)

Dentro de las cuencas que conforman la vertiente del Pacífico están: Cuilco, Suchiate, Acosito y el Salamá y los ríos se origina en la Sierra madre, llegando a alcanzar caudales de muchas decenas de metros cúbicos. En la vertiente del Mar Caribe se originan en la Sierra Madre. En la vertiente del Golfo de México los ríos son caudalosos destacando el Usumacinta. En el Anexo 1 puede observarse las vertientes que conforman el país.

2. Disponibilidad

Del total del caudal que tiene Guatemala, alrededor de 97,000 metros cúbicos de agua al año, existe una reducción natural atribuible al mantenimiento que hacen de sí mismos los ecosistemas, especialmente en las zonas de recarga hídrica (25% del caudal bruto disponible). Sin embargo, existe un fuente de reducción del caudal muy preocupante en el país, y es la provocada por la contaminación del recurso, la cual es de alrededor del 40% del caudal bruto disponible. Esto deja un remanente del 35% del caudal disponible para usos diversos, siendo alrededor de 32,700 m³ de agua al año. (FUNDESA, 2012)

Guatemala cuenta con suficiente agua, tiene 18 ríos principales que se originan en las partes altas de los volcanes. Gracias a la lluvia y a la abundancia el recurso se puede satisfacer la demanda, pero el manejo inadecuado que se le dado, no permite desarrollar y mantener los requerimientos de suministro de agua. La disponibilidad aproximada es de 97 mil m³, de los cuales sólo se aprovecha un 10 por ciento, lo que provoca que se tenga una demanda social insatisfecha, así como una baja capacidad de regulación. (SEGEPLAN, 2011)

La población que tiene acceso a agua es del 75% (90% en el área urbana y 60% en el área rural). Según estadísticas oficiales en el área rural, mayoritariamente indígena, casi el 70% del agua que se consume está contaminada, lo que provoca importantes efectos sobre la salud de las personas, especialmente entre la niñez, ya que las enfermedades gastrointestinales, sobre todo las diarreicas, constituyen una de las primeras causas de morbilidad a nivel nacional. (SEGEPLAN, 2011)

3. Extracción

Según la investigación se estableció que en Guatemala los servicios de agua potable se abastecen de aguas superficiales en un 70% para las áreas urbanas y 90% para el área rural, los porcentajes restantes son cubiertos con agua subterránea.

Algunas zonas del país, sin embargo, tienen marcadas deficiencias hídricas, en especial para el abastecimiento de agua potable de los principales centros urbanos, hecho que causa conflictos de uso con el riego en las regiones del altiplano, y en las áreas costeras entre los grandes y pequeños usuarios del riego que utilizan una misma fuente.

4. Abastecimiento

De 329⁴ municipalidades, el 66.26% utilizan sistemas por gravedad, 18.54% con bombeo y 15.20% usan sistemas mixtos, esta distribución se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 2 Sistemas de abastecimiento de Agua en Guatemala

Sistemas	No.	Porcentaje
Gravedad	218	66.26 %
Bombeo	61	18.54 %
Mixto	50	15.20 %
Total	329	100.00 %

Fuente: EMPAGUA.

Para la utilización del agua en la ciudad, la Empresa Municipal de Agua EMPAGUA cuenta con siete fuentes. Tres sistemas de agua superficial por gravedad: Xayá-Pixcayá, La Brigada y Santa Luisa, un sistema con agua superficial combinado gravedad y bombeo El Cambray, y un sistema de agua superficial por bombeo las Ilusiones, para el líquido subterráneo dispone de campos de

⁴ Actualmente existen 337 municipalidades, pero aún no se cuenta con información actualizada

extracción y bombeo como Ojo de Agua, y pozos que han sido perforados en diferentes zonas de la ciudad.

5. Sistemas de Producción de Agua

a) Sistema Xayá-Pixcayá

Este acueducto es la obra más grande en materia de abastecimiento de agua en Guatemala, el cual abastece a la planta de tratamiento Lo de Coy y que a la vez produce el 39% del agua potable que distribuye Empagua en la ciudad de Guatemala. Producción diaria 140,000 metros cúbicos.

b) Sistema La Brigada:

Este sistema está compuesto por la Presa La Brigada, la línea de conducción de la presa a la planta La Brigada, ocho pozos (seis en el predio de la planta y dos en la Colonia El Rodeo), planta de tratamiento que incluye vertederos de entrada, caseta de dosificación de químicos, canales de mezclas y floculación, sedimentadores, dos unidades de filtración, caseta de cloración, tanques de distribución y bodegas. Ubicado en la Calzada San Juan y 47 avenida de la zona 7, con una producción diaria de 40 mil metros cúbicos.

c) Santa Luisa

Empezó a funcionar en 1938 como planta de tratamiento al introducirle las aguas de la presa. EL Teocinte, en 1954 se le aumentó la capacidad para tratar mayores caudales. En la actualidad, la planta de tratamiento Santa Luisa consta de cuatro vertederos de entrada, un punto para dosificación de químicos, un floculador, dos sedimentadores, y seis filtros, tanque elevado y dos tanques de almacenamiento. Está situado en la zona 16, aldea Acatan, Santa Rosita. Producción diaria 10,000 m³.

d) Cambray

El Sistema El Cambray consta de una Presa de Captación del Río Pínula, la Estación de Bombeo Hincapié, que incluye una presa de captación, un tanque de alimentación, desarenador y cuatro unidades de bombeo. Ubicado en el km. 7 de la Carretera a Santa Catarina Pínula. Produce diariamente 25,000 m³ de agua. Adicionalmente, cuenta con el manantial Agua Bonita, que abastece independientemente a la Colonia San Lázaro de la zona 15.

e) Sistema Las Ilusiones

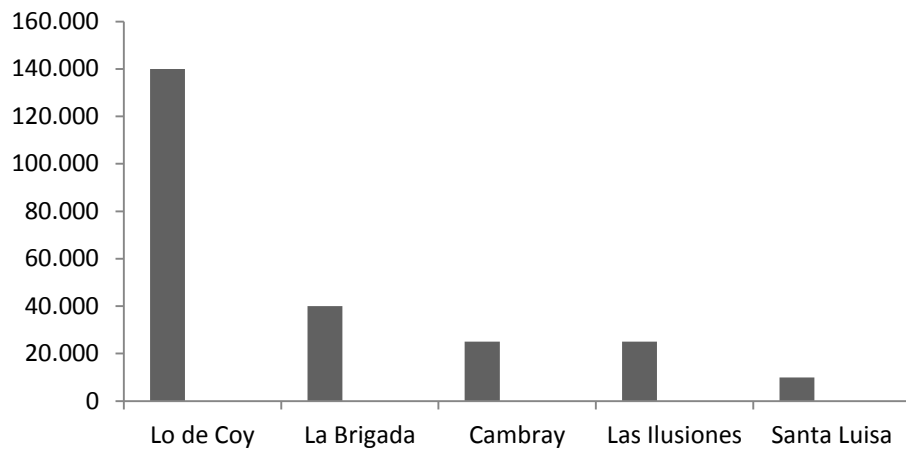
El sistema está compuesto actualmente por la Estación de Bombeo El Atlántico, la presa de captación de los ríos Bijague y Ocotes, Desarenador, casa de mandos, cuatro unidades de bombeo, bodega y taller, una planta de tratamiento con capacidad de 25 mil metros cúbicos al día,

con tecnología francesa que consiste en canal de entrada pulsador, dos sedimentadores y otro semi-enterrado. Está ubicado al final de la Colonia Kennedy, zona 18.

f) Estación de Bombeo Ojo de Agua:

La estación de bombeo consta de 13 pozos profundos, un tanque circular usado inicialmente de regulación y actualmente de desinfección de 8,500 metros cúbicos de agua, unidad de dosificación de cloro, casa de máquinas que incluye ocho unidades de bombeo. Ubicada al final de la avenida Petapa finca El Frutal, zona 12, produce casi 90 mil metros cúbicos diarios. En la gráfica se muestra la extracción de agua por día en metros cúbicos de las plantas.

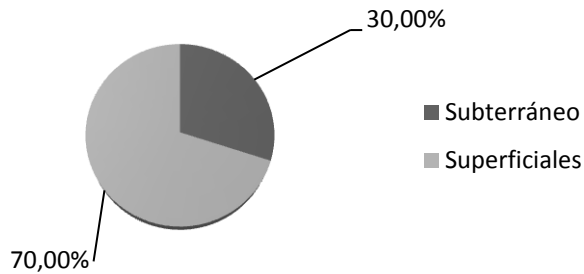
Gráfica 3. Producción de agua por planta en la ciudad de Guatemala.



Fuente: Elaboración propia con base a la información de EMPAGUA.

El origen del abastecimiento de agua puede ser subterráneo y superficial, siendo un 70% superficial el que predomina, se puede observar en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Forma de abastecimiento de Agua en Guatemala



Fuente: Elaboración propia con información de EMPAGUA.

6. Protección del Agua en Guatemala

La Fundación para el desarrollo de Guatemala explica que: Históricamente, la disponibilidad, el aprovechamiento y la compensación por el uso adecuado de los recursos hídricos en Guatemala se han constituido como una constante fuente de conflictividad entre los actores interesados. Siendo un país con potencial productor de agua por encima de las necesidades de la población, una deficiente organización del sector ha llevado a que hoy en día se enfrenten grandes debilidades en cuanto a acceso, calidad y conservación del agua.

De acuerdo a SEGEPLAN Guatemala no cuenta con capacidad instalada para regular y almacenar el agua, el índice estacional de almacenamiento equivale al 1.5% de su capital hídrico, lo que significa precarias posibilidades de asegurar la dotación de agua a las diversas demandas y la gestión apropiada de los riesgos naturales todo lo cual complica la salud, el ambiente y las oportunidades productivas.

A pesar de esto el agua representa una contribución real y directa a la economía del país, ya que su aprovechamiento está relacionado estrechamente con salud, agricultura, energía eléctrica, la industria y el turismo, pero dicha contribución no es consistente para lograr los objetivos nacionales que trascienden los diversos sectores usuarios, ya que las políticas públicas, la seguridad alimentaria y la de desarrollo rural, asumen que habrá agua para satisfacer las demandas, pero no prevén las estrategias necesarias ni los lineamientos que les permiten asegurarlo. (SEGEPLAN 2011)

De acuerdo a SEGEPLAN para dar respuesta a los desafíos hídricos antes mencionados es preciso visualizar la oportunidades que tiene Guatemala, en cuanto a su riqueza hídrica y aprovechar así el capital hídrico en beneficio del desarrollo humano y productivo en función de mejorar y recuperar el ambiente a través de desarrollar capacidades nacionales de gestión y gobernanza.

La gestión del agua para consumo humano se ha basado históricamente en políticas del lado de la oferta, centradas en satisfacer el abastecimiento de la demanda. Pero actualmente y debido a su impacto ecológico y económico están siendo sustituidas por políticas basadas en la demanda. (SEGEPLAN 2011)

El compromiso por la administración y gestión de los servicios de agua potable y saneamiento es asumido por un número significativo de instituciones y organismos gubernamentales, no gubernamentales y las propias municipalidades.

En Guatemala aún no se aprueba Ley de Aguas, por lo que no hay ningún organismo responsable de su gestión y coordinación. A nivel nacional la gestión del agua depende de 19 instituciones diferentes. No se cuenta con programas nacionales de desarrollo integral destinados a dar más servicio de agua a la población y a mejorar su calidad.

Los principales gestores del agua son los municipios, y en algunas zonas rurales las propias comunidades. Es por ello que los municipios como responsable de prestar el servicio de agua potable y saneamiento deben formular sus propias políticas y planes de desarrollo rural según sea su caso, esto se complica cuando no hay suficientes recursos y tampoco se tiene experiencia para poder realizar este tipo de proyectos, especialmente en los lugares más aislados o muy pobres. (SEGEPLAN 2011)

Vale la pena mencionar que la capacidad de gestión de las municipalidades es bastante restringida, debido a que no cuentan con personal calificado en las áreas administrativas, técnicas y financieras, por consiguiente la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento son deficientes e ineficaces en cuanto a calidad, cobertura y sostenibilidad, haciendo muy difícil las proyecciones de mejoramiento para el futuro.

En la mayoría de poblaciones del interior del país, existen muchas dificultades en la administración y gestión de los sistemas de agua potable y saneamiento, entre las que se pueden mencionar: mala calidad del agua suministrada, falta de tecnologías apropiadas, ausencia de sistemas apropiadas de tarifas y recaudación, falta de personal calificado, sistemas de control, operación y mantenimiento deficiente, entre otros.

No existen normas y criterios técnicos revisados y actualizados que regulen y unifiquen las actividades de gestión de los servicios que desarrollan las diferentes instituciones; tampoco existen planes y programas técnicos que asuman soluciones integrales para la problemática del sector en el país.

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.

La fundación para el Desarrollo en Guatemala, (FUNDESA) señala que más del 22% de la población no cuenta con acceso a fuentes mejoradas de agua, cerca de un 40% de los recursos hídricos presentan algún grado de contaminación y la inversión que hace el estado por habitante en cuanto a Abastecimiento de Agua y Saneamiento es menos de Q75.00 al año esto en el 2012.

6.1 Políticas Públicas en el uso del Agua

La responsabilidad de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento ha sido competencia de los gobiernos municipales. En lo referente al ordenamiento institucional del sector, ha habido falta de claridad cuando se describen las funciones de construcción, rectoría y regulación de dichos servicios.

Entre las medidas generales gubernamentales que los gobiernos de Guatemala han adopta para darle prioridad al tema “agua” por su relevante contribución al desarrollo del país están las siguientes:

En 1985 se crea el Consejo Permanente de Coordinación de Agua y Saneamiento COPECAS, cuya función primordial fue la coordinación de las instituciones del Sector Público que realizaban actividades relacionadas con el suministro de agua potable a las poblaciones del país y la adecuada disposición de excretas.

En 1997 el INFOM se encarga de la gestión de las políticas y estrategias del Sector Agua Potable y Saneamiento, asimismo la implementación y ejecución de las acciones que de ellas se deriven. En el mismo año UNEPAR y PAYSA se trasladaron al INFOM, pues pertenecían al MSPAS

En el año 2000 se disuelve COPECAS y se crea la Comisión intersectorial encargada del proceso de Reforma y Modernización del Sector de Agua Potable y Saneamiento. Esta Comisión actuó hasta el año 2005 cuando, por acciones orientadas a fortalecer el uso y manejo integral de los recursos hídricos es disuelta. (MSPAS, 2013)

En el año 2008 crea el Gabinete Específico del Agua-GEA (Acuerdo Gubernativo 204-2008) asignándole entre sus objetivos y funcionamiento la revisión y actualización de la propuesta política y Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. (SEGEPLAN 2011)

De esta manera, el Gabinete Específico del Agua da vida a la Política Nacional del Agua y a la Estrategia Nacional del Agua como referente en Guatemala para contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del país confirmando la adopción del paradigma de la gestión integrada de

los recursos hídricos, y reafirmando la soberanía del estado sobre las aguas de su territorio, de brindar agua para todos con paz social (SEGEPLAN 2011)

La que consistía en un documento basado en cuatro líneas estratégicas en las que deberán participar los diferentes ministerios y organizaciones del Estado para ejecutar las acciones necesarias para el mejoramiento de la calidad, administración y conservación del agua.

Las líneas estratégicas comprendían: a) Agua potable y saneamiento para el desarrollo humano; b) Conservación, protección y mejoramiento de fuentes de agua, bosques, suelos, riberas de ríos y cuencas; c) Planificación hidrológica, obras hidráulicas de regulación y gobernabilidad del agua y d) La política pública y régimen legal e institucional de aguas internacionales. Este gabinete dejó de funcionar en agosto de 2012 al vencer la vigencia del acuerdo.

En el año 2010, el MSPAS creó la Unidad Especial de Ejecución Administrativa para el Control del Agua Potable y Saneamiento, con el objeto de fortalecer el rol del Ministerio en el diseño de las políticas y planificación que regirán la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento. (MSPAS, 2013)

En 2012 el Gobierno de la República a través del Ministerio de Relaciones exteriores desarrolla la política de Estado en materia de Cursos de Agua Internacionales con el propósito de coadyuvar a salvaguardar el territorio nacional y proteger dentro sus fronteras, la vida y el desarrollo integral de la población, y los derechos de agua que les correspondan.

La política reconoce la efectiva gestión y gobernanza de las aguas como bienes y servicios hídricos, para contribuir al mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, al acceso a un ambiente sano y seguro, al crecimiento económico, al cumplimiento de los objetivos del desarrollo del milenio y a la mejora de la calidad de vida para la presente y futuras generaciones.

El 27 de noviembre del año 2013 se publicó en el Diario Oficial de Centroamérica el Acuerdo Gubernativo 418-2013, en el cual se aprueba la Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento propuesta por MSPAS, cuyo objetivo es: *“Contribuir al mejoramiento de las condiciones de calidad de vida, bienestar individual y social de los habitantes de la República de Guatemala, como parte del desarrollo humano, mediante el mejoramiento de la gestión pública sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento y de las buenas prácticas de higiene y de manejo del agua para el consumo humano”*

6.2 El rol de los Ministerios y el Recurso Hídrico

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) se encarga de la elaboración de las políticas relacionadas con el recurso hídrico y su legislación, sin embargo a la fecha no existe la oficialización de una política nacional sobre el recurso hídrico, a pesar de que el ministerio tiene representación en los diferentes municipios del país, lo que no permite la integración de las políticas sectoriales

El Ministerio de Energía y Minas, por su parte, es el encargado de la política energética y de la explotación minera, que afecta el tema de hidroelectricidad, la primera y la extracción de agregados para la construcción de los causes de los ríos, la segunda. Le corresponde también fomentar el desarrollo de hidroeléctricas.

El Ministerio de Comunicaciones, Transporte, Obras Públicas y Vivienda es responsable de construir canales de navegación, el dragado de los ríos y de la medición hidrológica.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación es el encargado de promover el riego en el país.

EL Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) tiene a su cargo la política de agua potable y saneamiento, el ejecutor es el INFOM. Sin embargo, en el tema del agua potable y saneamiento son importantes las acciones que desarrollan los Fondos Sociales, la Secretaría Ejecutiva de la Presidencia, el Instituto de Fomento Municipal, las municipalidades, las organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales, las empresas privadas y la cooperación internacional.

Es importante indicar que las municipalidades no cuentan con políticas, estrategias y planes que definan como atender eficientemente el suministro de agua en sus localidades, situación que generara muchas complicaciones tales como:

- a. Falta de cobertura, pues muchas comunidades que forman parte del territorio no tienen acceso al agua potable, tampoco tienen registro de la población atendida.
- b. Servicio irregular del sistema de agua, esto debido a problemas técnicos y administrativos, muchos de los usuarios protestan constantemente por la falta de agua.
- c. Poca capacidad de las comunidades para la gestión del suministro de agua, las organizaciones presentan muchas dificultades en la dirección de la gestión del abastecimiento de agua.

- d. Las autoridades municipales no cuentan con una perspectiva de sostenibilidad ni con planes integrados del manejo del recurso hídrico.
- e. Falta de información del sector agua en el municipio, la mayoría de éstos no cuentan con información básica sobre la situación del abastecimiento de agua, ni con conocimiento y diseño del recurso hídrico en el municipio.

6.3 Formas de administración

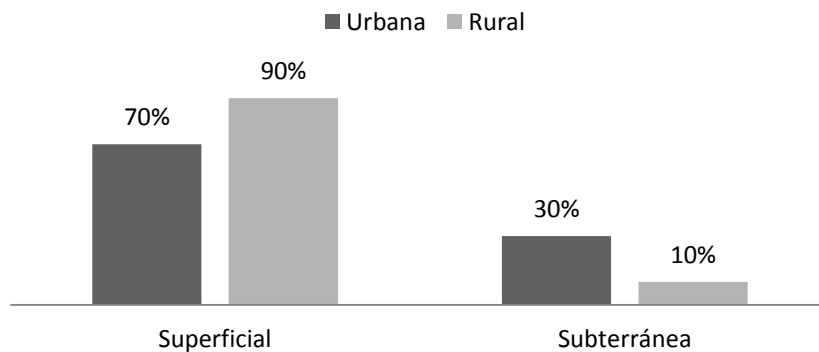
a) Captación

La captación de las aguas superficiales se realiza por medio de las bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes, paralelas o perpendiculares al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtro preliminar. La captación de las aguas subterráneas se hace a través de pozos o galerías filtrantes.

La variedad de sistemas existentes incluyen sistemas por gravedad que tienen como fuentes nacimientos que, en su mayoría, no reciben tratamiento; aguas superficiales por gravedad o por bombeo que, en general, tienen tratamiento por filtración y desinfección, aunque en algunos casos sólo tienen la cloración; aguas subterráneas extraídas de pozos profundos. En muchos casos, se tuvieron sistemas por gravedad pero, con el crecimiento de la demanda, se ha tenido que recurrir al agua subterránea, convirtiéndose así en sistemas mixtos.

Existen dos tipos de fuentes de abastecimiento: superficiales (ríos, lagos, lagunas, embalses o presas) y subterráneas (pozos y nacimientos). En la gráfica 5 se muestran las fuentes de abastecimiento, en el área urbana y en la rural

Gráfica 5. Fuentes de Abastecimiento de agua en Guatemala.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Municipalidad de Guatemala

b) Distribución

En el área metropolitana de la ciudad de Guatemala los servicios de agua potable los presta EMPAGUA, los cuales estaban limitados al área urbana, pero debido a la demanda de las poblaciones de las municipalidades colindantes, también son proporcionados en esas áreas. El servicio es prestado por conexiones domiciliarias provistas con medidor que funciona en 73% de las mismas.

Para el suministro del servicio de agua EMPAGUA cuenta con 7 fuentes: tres sistemas de agua superficial por gravedad, Teocinte-Santa Luisa, La Brigada y Xayá-Pixcayá con acueductos que traen agua de áreas vecinas distantes hasta 65 Km, un sistema con agua superficial combinado gravedad y bombeo (El Cambray); un sistema de agua superficial por bombeo (Las Ilusiones); un sistema por bombeo que tiene por fuentes un nacimiento y pozos (El Ojo de Agua); un conjunto de 66 pozos profundos (operando) localizados en el área urbana de la ciudad, de un total de 94 perforados, (Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud., 2012)

Existen algunas empresas privadas que proporcionan el servicio a un aproximado de 7% de la población de la zona metropolitana, una de las más importantes es Aguas de Mariscal, con aproximadamente 12,000 conexiones domiciliarias.

En las áreas urbanas de las municipalidades, los servicios de agua potable y alcantarillado son proporcionados por las 334⁵ municipalidades del interior del país, que son responsables por la administración, operación y mantenimiento de los sistemas.

La red de distribución se inicia en la primera casa de la comunidad; la línea de distribución se inicia en el tanque de agua tratada y termina en la primera vivienda del usuario del sistema. Consta de:

- a. Estaciones de bombeo;
- b. Tuberías principales, secundarias y terciarias.
- c. Válvulas que permitan operar la red, y sectorizar el suministro en casos excepcionales, como son: en casos de rupturas y en casos de emergencias por escasez de agua.
- d. Dispositivos para macro y micro medición. Se utiliza para ello uno de los diversos tipos de medidores de volumen
- e. Derivaciones domiciliarias.

⁵ Actualmente existen 337 municipalidades

Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman anillos cerrados. Por el contrario las redes de distribución de agua en las comunidades rurales son ramificadas.

c) Mantenimiento

En los sistemas que utilizan agua subterránea, el acuífero funciona como un verdadero tanque de almacenamiento, la mayoría de las veces con recarga natural, sin embargo hay casos en que la recarga de los acuíferos se hace por medio de obras hidráulicas especiales.

El almacenamiento del agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo incendios. Existen dos tipos de tanques para agua tratada, tanques apoyados en el suelo y tanques elevados, cada uno dotado de dosificador o clorador para darle el tratamiento y volverla apta para el consumo humano.

Desde el punto de vista de su localización con relación a la red de distribución se distinguen en tanques de cabecera y tanques de cola:

- a. Los tanques de cabecera, se sitúan aguas arriba de la red que alimentan. Toda el agua que se distribuye en la red tiene necesariamente que pasar por el tanque de cabecera.
- b. Los tanques de cola, como su nombre lo dice, se sitúan en el extremo opuesto de la red, en relación al punto en que la línea de aducción llega a la red. No toda el agua distribuida por la red pasa por el tanque de cola.

IV. MARCO LEGAL Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Este capítulo describe el Marco Legal del Agua y su Potabilización, enfocándose en las instituciones que están vinculadas con el uso del agua potable, asimismo se hace referencia a los acuerdos gubernamentales y ministeriales en los cuales se encuentran establecidos los parámetros de calidad que deben ser considerados la base para el manejo, control y cuidado del agua apta para consumo humano en el país.

1. Administración de los servicios del Agua y Saneamiento.

Según investigación la responsabilidad de la administración y gestión de los servicios de agua y saneamiento es asumida en el país por un número significativo de instituciones y organismos a nivel nacional, regional, departamental y municipal, con acciones en las áreas urbanas y rurales.

Debido a esto el compromiso con relación a la actuación en el sector se desvanece dentro de este amplio marco institucional, en el que no se cuenta con una legislación apropiada que defina con claridad el desempeño de cada institución y las relaciones interinstitucionales; tampoco existen mecanismos formales de coordinación que permitan planificar y optimizar los recursos técnicos y financieros disponibles.

Es significativo considerar que el servicio de agua potable y saneamiento en los últimos años no ha recibido la atención necesaria, pues no ha sido prioridad de la agenda política, por lo que no ha tenido apoyo administrativo y financiero para impulsar proyectos que mejoren la calidad de los servicios.

En el país las instituciones no dispone de sistemas apropiados de información: pues está dispersa, desactualizada y es poco confiable, por lo que no se conocen las verdaderas condiciones físicas, técnicas, financieras y administrativas de los sistemas existentes, tampoco las necesidades de la población, por consiguiente el desconocimiento impide definir con claridad las políticas y decisiones hacia la prestación del servicio.

La dispersión de las disposiciones en cuanto al uso, aprovechamiento y conservación del agua se pone de manifiesto también en su administración. El inconveniente principal está en que ninguna institución tiene a su cargo la gestión integral de las aguas y ninguna institución centraliza el otorgamiento de derechos de aprovechamiento especial.

Lo que se traduce en la falta de una entidad que asuma la responsabilidad y el control del recurso, afectando de manera directa a la población que demanda la prestación de un servicio de calidad. Las atribuciones básicas de las instituciones se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3 Instituciones que Administran el agua y sus atribuciones en Guatemala

Institución	Atribución
SEGEPLAN	Política, planificación
INSIVUMEH INDE	Investigación
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Ministerio de Energía y Minas Autoridades de Cuenca	Dirección
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Ministerio de Salud y Asistencia Social Ministerio de Energía y Minas Instituto de Fomento Municipal	Regulación
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Ministerio de Salud y Asistencia Social Ministerio de Energía y Minas Municipalidades	Otorgamiento de Derechos
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales INAB , CONAP Autoridades de la Cuenca	Conservación
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Ministerio de Salud y Asistencia Social	Vigilancia Administrativa
Ministerio Público Procuraduría General de la Nación	Vigilancia Judicial

Fuente: Estudio de los Cambios Legales en el Marco Legal de la Privatización del agua en Guatemala. Eliza Colon de Moran. Febrero de 2005

2. Control de la calidad del agua

Las aguas que proceden de los ríos, requieren un tratamiento antes de ser distribuidas a los consumidores, debido a que las precipitaciones traen cantidades considerables de materia sólida a la tierra como el polvo, polen, bacterias, esporas, e incluso organismos mayores.

El consumo de agua contaminada provoca enfermedades, por lo que es necesario el control del agua que se consume, para evitar estos riesgos se han aplicado criterios para normar la calidad de agua, estos establecen los requisitos que deben satisfacer las aguas para que puedan ser consumidas sin que afecten la salud.

En Guatemala en ausencia de una Ley que regule el control del agua y saneamiento, los parámetros para el control del agua apta para consumo humano están enmarcados en los estándares de calidad establecidos a nivel internacional por la OMS y OPS y a nivel nacional por las siguientes:

2.1 Constitución Política de República de Guatemala:

Con respecto al medio ambiente y equilibrio ecológico, la Constitución de Guatemala establece en su Artículo 97 que: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a proporcionar desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua se realicen racionalmente, evitando su depredación”, y en el Artículo 253 establece que a los municipios les corresponde atender los servicios públicos locales, entre los se encuentran los servicios de agua potable y saneamiento.

2.2 Código Municipal:

En el artículo 35 indica que: le corresponde al gobierno municipal, ejercido por el consejo municipal, una serie de atribuciones que se relacionan con la gestión municipal del agua, entre ellas; Artículo 68 inciso a) abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada, por lo que las autoridades municipales deben regular y prestar los servicios públicos de su jurisdicción, teniendo la facultad de la determinación y cobro de las tasas correspondientes.

2.3 Código de Salud:

De las condiciones en que se presta el servicio de agua municipal dependen en gran parte la salud de la población, por eso el Código de Salud en el decreto No. 90-97 del Congreso de la Republica en sus Artículos 78-91 de la sección II Agua Potable, dispone de una serie de condiciones de observancia obligatoria para las municipalidades, las que se pueden resumir así: Artículo 79: Obligatoriedad de la Municipalidades. Es obligación de la Municipalidades abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial, conforme lo

establece el Código Municipal y las necesidades de la población en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley.

2.4 Acuerdo Gubernativo 113-2009

Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, de fecha 20 de abril de 2009. Ver Anexo 2⁶

2.5 Acuerdo Gubernativo 178-2009

Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento. De fecha 22 de junio de 2009

2.6 Acuerdo Ministerial SP-M-278-2004

Crea el Programa Nacional de Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. De fecha 8 de enero de 2004

2.7 Acuerdo Ministerial 1148-09

Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de Purificación de Agua para Consumo Humano. De fecha 30 de marzo de 2009.

2.8 Acuerdo Ministerial 572-2011

Norma el diseño de los sistemas rurales de abastecimiento de agua para uso personal. De fecha 14 de noviembre de 2011

2.9 Acuerdo Ministerial 523-2013

Manual de especificaciones para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano. De fecha 6 de noviembre de 2013

⁶ En el cual se presenta el capítulo II del Acuerdo Gubernativo 113-09, en el que se especifican las normas sanitarias que deben cumplirse para abastecimiento de agua potable.

2.10 COGUANOR NTG 29001

Esta norma contiene: La tabulación de los límites máximos aceptables y límites máximos permisibles de compuestos químicos, características sensoriales, biosidas y límites bacteriológicos; así como las concentraciones que debe tener el agua clorada y los métodos de análisis bacteriológicos: métodos de los tubos múltiples de membrana de filtración y método de tubos múltiples, de fermentación todos relacionados con la calidad que debe cumplir el agua para consumo humano.

El Agua apta para consumo humano: es aquella que de acuerdo a sus características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la presente norma.

En el Anexo 3 se presentan las características mencionadas y sus especificaciones según la norma COGUANOR 29001.

Las características microbiológicas se originan por presencia de microorganismos que determinan su calidad, se muestran en el Anexo 4.

De acuerdo a la norma se establecen dos etapas de control:

- a. Programa de Análisis mínimo: en el cual se realizan dos tipos de análisis 1.- Análisis microbiológico: coliformes totales y *Escherichia coli*, 1 y 2.- Análisis fisicoquímico: color, turbiedad, potencial hidrogeno (pH), conductividad, cloro residual libre, cloruros, dureza total, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro y manganeso total. (para aguas sin tratamiento la autoridad competente será el ente encargado de indicar los parámetros mínimos a ser requeridos).
- b. Programa de Análisis complementario, el cual debe hacerse por lo menos una vez previo a autorizar la distribución o consumo del agua o cuando sea requerido por la autoridad competente, y comprende la ejecución del programa de análisis mínimo ampliado con: aluminio cobre, arsénico, cadmio, cromo total, mercurio total plomo, selenio, cinc, sólidos totales disueltos y sustancias orgánicas (plaguicidas) que afecten la salud del consumidor.

Es indispensable que el agua que consume la población sea debidamente tratada con los métodos de filtración y desinfección adecuados. En Guatemala la potabilización del agua para consumo humano está regida por leyes, acuerdos gubernativos, ministeriales y la norma COGUANOR 29001

citados en las páginas anteriores, los cuales deben ser la base para el control y monitoreo del agua y saneamiento.

3. Proceso para potabilizar el Agua

La potabilización del agua es el proceso por medio del cual el agua que se capta en embalses, pozos, lagos, y otros, es tratada adecuadamente para hacerla potable y así pueda ser apta para el consumo humano. Este proceso se realiza en las plantas potabilizadoras para lo cual existen diferentes métodos y tecnologías.

De acuerdo a la investigación se pudo establecer que el agua para consumo humano debe pasar por el siguiente el proceso:

- a) Captación: consiste en la toma de agua de la fuente a través de una bocatoma que la lleva a la planta de tratamiento por medio de tuberías.
- b) Pre coloración y floculación. Después de un filtrado inicial para retirar los fragmentos sólidos de gran tamaño, se añade cloro (para eliminar los microorganismos del agua) y otros productos químicos para favorecer que las partículas sólidas precipiten formando copos (flóculos).
- c) Sedimentación: El agua floculada pasa a las unidades de decantación o clarificación. En esta fase se eliminan los flóculos y otras partículas presentes en el agua.
- d) Filtración. Se hace pasar el agua por sucesivos filtros para eliminar todas aquellas partículas que aún pudieran quedar, eliminando a la vez la turbidez del agua.
- e) Cloración y envío a la red para eliminar los microorganismos patógenos más resistentes causantes de enfermedades y para la desinfección de las tuberías de la red de distribución esta se realiza agregando cloro.

En el Guatemala ninguna entidad es responsable del control y seguimiento de la calidad de las aguas nacionales por lo que no se dispone de datos precisos sobre niveles y tipos de contaminación, tampoco se realiza seguimiento del impacto ambiental ni se controla la contaminación originada por los agroquímicos utilizados en agricultura.

Las aguas residuales de las zonas urbanas en su mayoría no son tratadas. De las 334⁷ municipalidades del interior, sólo 15 aplican tratamiento, mientras que los restantes descargan sus efluentes sin ningún tratamiento. Aguas abajo de los principales centros urbanos, en especial la ciudad Capital (Cuencas del Río Las Vacas y Lago de Amatitlán), existen altos niveles de

⁷ Actualmente son 337 municipales, aun no cuenta con información actualizada

contaminación biológica y química aún no cuantificada. De las diez principales causas de morbilidad en el país, el 50 por ciento son enfermedades relacionadas con el agua. (Portal de Recursos Hídricos en Guatemala, 2012)

4. Tecnología aplicada en la desinfección del Agua

Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización. Consiste en un *stripping*⁸ de los compuestos volátiles seguido de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro u ozono.

Según los estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales el agua para consumo humano debe reunir las siguientes características: tales como inodora, incolora e insípida. Norma de calidad COGUANOR NGO 29001.

4.1 Insumos para potabilizar el Agua

El agua cruda contiene diversas sales, así como materiales orgánicos microscópicos, tales como: grava, arena gruesa, arena fina, arcilla, bacterias, partículas coloidales, etc. Por consiguiente es necesario llevar a cabo algunos procesos de tratamientos para purificar el agua y ponerla en óptimas condiciones para el consumo humano. Para lograr esto se utilizan diversos tipos de materiales químicos, cuya composición se detalla a continuación así como su función en el proceso:

- a) Sulfato de aluminio: Destinado para tratar la turbiedad del agua
- b) Poli-electrolito: Es usado para altas turbiedades, su costo es más bajo en relación al sulfato de aluminio, pero no puede usarse como coagulante primario.
- c) Sulfato de cobre: Es el material químico que permite eliminar las algas.
- d) Cal hidratada: Es aplicada para obtener un PH óptimo de coagulación y floculación, corregir la acidez del agua para que pueda utilizarse en el consumo humano.
- e) Cloro gaseoso. Es el elemento que elimina la contaminación bacteriológica.
- f) Hipoclorito: Es el cloro granular, por consiguiente, tiene la misma función del cloro.
- g) Silicio floruro de sodio: Es aplicado para prevenir las caries.

4.2 Etapas por las que pasa el agua en una planta.

⁸ Separar de las aguas contaminantes.

De acuerdo a información obtenida en EMPAGUA el agua para consumo humano pasa por las siguientes etapas:

- a) El caudal de agua cruda ingresa por la caja de entra, pasando por una barrera que atrapa desechos sólidos grandes.
- b) Pre cloración: es un proceso que consiste en la aplicación de cloro al agua antes de cualquier otro tratamiento. Los beneficios que se obtienen al realizar el procedimiento son:
 - Mejorar el proceso de la coagulación
 - Reducción de materia en suspensión causante de sabor y olor por oxidación, retardando su descomposición en los sedimentadores.
- c) Mezcla Rápida Coagulación: coagulación significa unir, es el resultado de la desestabilización de cargas eléctricas de los coloides por la adición de los productos químicos. Los coloides poseen cargas eléctricas que mantienen las mismas en repulsión, reduciendo o neutralizando estas cargas eléctricas que pueden unir y entrar en contacto. Luego de la coagulación ocurre la floculación, en la cual se forman partículas sedimentales a partir de la unión de las partículas sedimentadas.
- d) Sedimentación: Después de la etapa de floculación entra a los sedimentadoras que tienen la función de sedimentar las partículas en suspensión en el agua, que fueron aglomeradas en la fase anterior.
- e) Filtración: Es una de las etapas más importantes en el tratamiento del agua, porque es aquí donde se retira el material en suspensión que no fue removido en la etapa de sedimentación. Si el agua que llega al filtro posee mucha turbidez, la superficie de la capa filtrante se tapa rápidamente y la producción de agua se reduce, por lo mismo es esencial un buen pre tratamiento para que el filtro alcance un adecuado funcionamiento y que el agua sea de mejor calidad, para que los lavados sean más espaciados. El lavado de los filtros es una de las operaciones de mayor importancia dentro de una planta de tratamiento porque al efectuarse mal los lavados, esto puede ocasionar la pérdida del lecho filtrante en un tiempo muy corto o bien el deterioro del material filtrante.

- f) **Desinfección:** es la etapa final de tratamiento de aguas potables, en casos de plantas muy sencillas es la única etapa del proceso. Hay tres tipos básicos de desinfección: Tratamientos físicos, tratamientos químicos y radiación.

5. Logros a nivel General en Guatemala

De acuerdo al Informe 2012 acerca de los progresos sobre el agua potable y saneamiento. Programa Conjunto OMS/UNICEF para el Monitoreo de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. El mundo ha cumplido con la meta 7: Reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable, de los objetivos del Desarrollo del Milenio antes de la fecha establecida entre 1990-2010, más de 2.000 millones de personas obtuvieron a acceso a fuentes mejoradas de agua potable.

Se trata de un 1% más que la cifra que se indicada en la meta de los ODM, 88%, A finales de 2010 un 89% de la población mundial, es decir 6.100 millones de personas, utilizaban fuentes mejoradas de agua potable. Pero aún no se puede declarar el éxito, pues todavía el 11% de la población mundial (783 millones de personas) no tienen acceso al agua potable y muchos millones no reciben aun servicios de saneamiento. El cuadro 4 muestra la situación de Guatemala en cuanto al acceso de fuentes mejoradas.

Cuadro 4 Uso de fuentes mejoradas y no mejoradas de agua en Guatemala.

Año	Área Urbana			Área Rural			Nacional		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010
Fuentes Mejoradas	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Total de fuentes	91	95	98	74	81	87	81	87	92
Agua que entra hasta el lugar de consumo	68	83	96	34	54	69	48	67	82
Otras Fuentes Mejoradas	23	12	2	40	27	18	33	20	10
No Mejoradas	%	%	%	%	%	%	%	%	%
No Mejoradas	7	4	2	7	7	7	7	6	5
Aguas Superficiales	2	1	0	19	12	6	12	7	3

Fuente: Elaboración propia con base al Informe 2012 acerca de los Progresos de Agua Potable y Saneamiento. Programa Conjunto OMS/UNICEF.

En el cuadro 4 se puede observar en porcentajes entre los años 1990 y 2010 cómo en Guatemala las personas tuvieron acceso a fuentes mejoradas de agua potable, como el suministro de agua por medio de tuberías y pozos en las áreas investigadas. En relación a las fuentes no mejoradas se ve la cobertura ya que los porcentajes han decrecido en el área urbana y nacional, no así en el área rural pues el porcentaje se ha mantenido, esto es beneficioso para el país, pero aún falta muchas personas que no tienen acceso al este servicio.

6. Implicaciones y su impacto en la Salud.

Desde el punto de vista legal, el Estado es el responsable de hacer efectivo el ejercicio del derecho humano de acceso al agua para fines domésticos por intermedio del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y el municipio, el responsable de prestar los servicios respectivos, conforme lo manda la Constitución, el Código de Salud y el Código Municipal (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

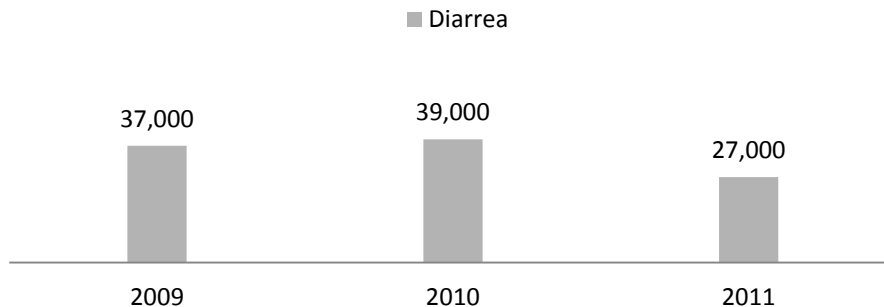
De acuerdo con el Código de Salud y el Código Municipal es responsabilidad directa de las municipalidades el tratamiento de agua para consumo humano, pero son pocas las municipalidades que cuentan con plantas de tratamiento de agua potable.

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social son enfermedades transmitidas por ingerir agua de mala calidad: el cólera, diarrea, gastroenteritis, agua, la fiebre tifoidea, la disentería bacilar, la poliomielitis, la meningitis y las hepatitis A y B, meningitis, poliomielitis, E. Coli, amebiasis, esquistosomiasis, helmintiasis intestinal, teniasis, áscaris lumbricoides y malaria. Los lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas favorecen la rápida propagación de estas enfermedades debido a que las heces expuestas a cielo abierto contienen organismos infecciosos que contaminan el agua y los alimentos.

Las personas que presentan mayor riesgo son los niños de corta edad, según la encuesta de Condiciones de Vida del año 2011, el 24.11 por ciento de la población del país no tiene a su disposición agua apta para consumo humano, por lo que corre el riesgo de contra alguna de las enfermedades mencionadas con anterioridad.

Las condiciones de los servicios de agua para consumo humano y de saneamiento básico, que se relacionan directamente con las causas de enfermedades más comunes y de mortalidad muestran valores anuales elevados, una de las causas de mortalidad infantil es la diarrea causada por bacterias, particularmente por la especie denominada coliforme fecal. En la gráfica 6 se muestran los casos de diarrea reportados en los años de 2009 a 2011.

Gráfica 6. Casos de diarrea reportados del 2009-2011.



Fuente: Elaboración propia con información del Diagnóstico de Salud del MSPAS marzo 2012.

En año 2011 el MSPAS realizó un monitoreo de los sistemas de abastecimiento, en el cuadro 5 puede observarse que de 23,529 sistemas de abastecimiento de agua y pozos mecánicos vigilados, 11,375 fueron encontrados con niveles de cloro residual adecuados, lo que representa un 48.34%, mientras que el 51.66% muestran contaminación bacteriológica. Los departamentos que presentan mayor contaminación son: Escuintla, Alta Verapaz, Petén, El Progreso, Jutiapa y Chimaltenango.

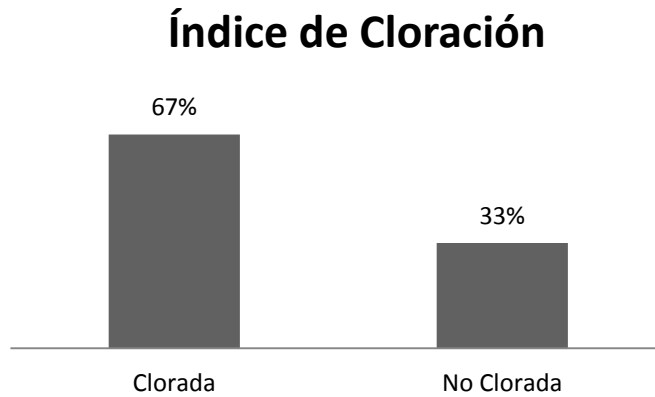
Cuadro 5 Sistemas de abastecimiento de aguas, vigilados por MSPAS en 2011

No.	Actividad	Total
1	Sistemas de abastecimiento de agua y pozos mecánicos con niveles residuales de cloro residual	11,375
2	Sistemas de abastecimiento de agua y pozos mecánicos vigilados	23,529

Fuente: Diagnóstico Nacional de Salud MSPAS marzo 2012.

Durante el año 2011 el MSPAS, a través de las Áreas de Salud, realizó 43,899 acciones de vigilancia de la calidad del agua, para evaluar cloro residual en los sistemas de abastecimiento del agua. Los resultados indican que el 67% cloran el agua y el 33% no, esto se presenta en la siguiente gráfica.

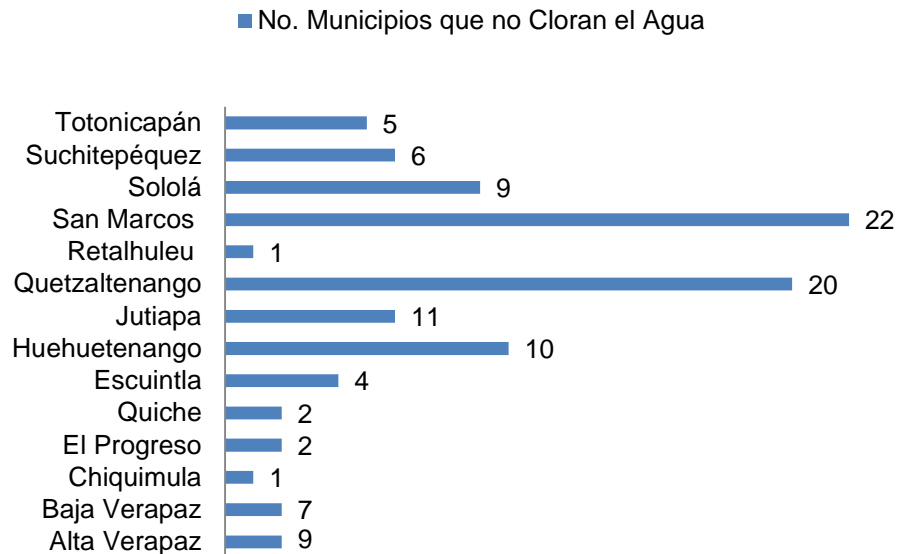
Gráfica 7 Cloración del agua en Guatemala



Fuente: Diagnóstico Nacional de Salud MSPAS marzo 2012.

De acuerdo a la recopilación de información se pudo establecer que en los municipios siguientes las municipalidades no cloran el agua, lo cual expone a millones de habitantes a enfermedades gastrointestinales, algunas de ellas, mortales. A continuación se muestra la Grafica 8, la cual identifica el número de municipios en cada departamento que no cloran el agua para consumo humano.

Gráfica 8. Municipios por departamento que no cloran el agua.



Fuente: Elaboración propia con información recopilada en diversas fuentes.

Las sanciones por incumplimiento a las normas de calidad de agua y saneamiento están reglamentadas, pero se carece de un sistema efectivo de ambiente completo e instrucción de control de la prestación de los servicios.

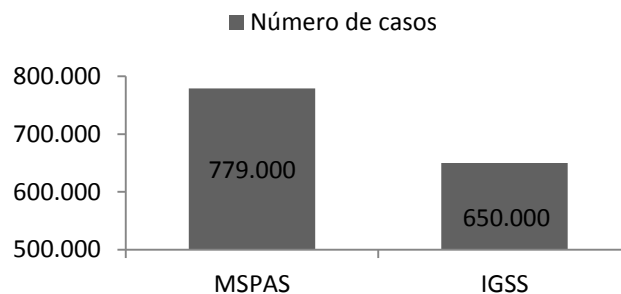
Es importante tomar en cuenta que algunas de las acciones que tienen impacto más directo en la salud de la población, son las que se relacionan con el acceso al agua potable y el manejo de residuos sólidos.

Guatemala es un país rico en recursos hídricos pero el 90% de las fuentes superficiales se encuentra contaminada, situación que contribuye al incremento de la mortalidad infantil a expensas de las enfermedades gastrointestinales.

A manera de ejemplo: El Área de Salud del departamento de Baja Verapaz realizó un estudio durante 30 semanas en el año 2013, en el que se consideró el saneamiento y la calidad de agua para consumo domiciliar y se estableció que de las ocho municipalidades de las comunidades de este departamento únicamente una la de Purulhà cumplía al cien por ciento con la cloración del agua entubada, como lo establece la Ley, las que menos invirtieron en la cobertura de saneamiento fueron Granados, Santa Cruz el Chol, Cubulco y San Jerónimo.

El informe del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) del año 2011, muestra que fueron atendidos a nivel nacional, 779,000 personas con problemas gastrointestinales especialmente con enfermedades diarreicas y en el informe estadístico del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) para el mismo año, se indica que el total de atenciones superó las 650,000 consultas. Lo que indica que se atendieron más de 1.400,000 eventos, lo que significa que afectó al 12% del total de la población nacional. (MSPAS, 2012). Esto se observa en la siguiente gráfica.

Gráfica 9. Reporte de Enfermedades Gastrointestinales en Guatemala año 2011



Fuente: Diagnóstico Nacional de Salud MSPAS marzo 2012.

Según estudios realizados por MSPAS en año 2011 una de las causas de morbilidad general nacional fue la parasitosis intestinal, que es causada por el consumo de alimentos o agua contaminada.

Durante el año 2011 se reportaron 378,602 casos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua. Los casos reportados incluyen diarreas, hepatitis, intoxicaciones y otras. En todo el país tienen incidencia en el 2.6% de la población. (MSPAS, 2012)

Los departamentos que más casos de enfermedades transmitidas por alimentos reportan a nivel nacional son Quiché (5% de la población) Chiquimula (4.8%), Jalapa (4.4%) y Zacapa (4.5%). El grupo de edad más afectado es de menores de 5 años.

La falta de aplicación de tratamientos para potabilizar el agua puede causar efectos negativos:

- a) Dificultades para abastecer agua para consumo humano en cantidad y calidad con las consecuentes distorsiones en tarifas y precios.
- b) Gasto público en salud por enfermedades gastrointestinales cutáneas dengue y otras epidemias.
- c) Alteración de producción agrícola y riesgo para la seguridad alimentaria, pérdida de cultivos por exceso o falta de agua.
- d) Costos para la sociedad baja de productividad ausentismo en el trabajo y escuelas costo de medicamentos y hospitalización.

V. DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO EN ESTUDIO

El capítulo presenta características geográficas, sociales y económicas del municipio en estudio, destacando aspectos como localización, división territorial y administrativa, indicadores sociales como salud, educación, morbilidad, vivienda entre otros, que muestran la forma de vida de sus habitantes.

1. Aspectos geográficos, sociales y económicos

1.1 Localización

El municipio está ubicado en la parte Sur del departamento de El Progreso en la Región III, con una superficie aproximada de 118 Km², su clima es generalmente templado. Se encuentra a una distancia de 37 kilómetros de la cabecera departamental de Guastatoya, se localiza al noreste de la ciudad capital, a una distancia de 70 km. Cuenta con una población de 11,922⁹ habitantes de la cual el 48% es de sexo masculino y el 52% femenino. La actividad que más ocupación genera en el municipio es la agricultura, que está representada por un 63.69% de la población económicamente activa, el sector servicios genera un 10.00%, la industria un 10% y el comercio está representado por el 16.31%. En el siguiente cuadro se muestra esta distribución.

Cuadro 6 PEA Municipio de Sansare El Progreso 2010

Actividad Económica	Población	Porcentaje
Agricultura	1,405	63.69
Industria	221	10.00
Comercio	359	16.31
Servicios	221	10.00
TOTAL	2,206	100.00

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2010 Sansare.

La Cabecera Municipal y aldea Los Cerritos son los lugares que se consideran de mayor importancia y es por ello que alrededor de estos gira la actividad productiva económica y de servicios.

⁹ Estimación de la población por municipio 2008-2020. INE

1.2 División Territorial Administrativa

El municipio está conformado por 14 aldeas y el casco urbano¹⁰. En el cuadro siguiente se presenta la distribución territorial, la distancia que hay en kilómetros de las comunidades a la cabecera.

Cuadro 7 Aldeas de Sansare, distancia en Kilómetros. al municipio

No.	Aldeas	Distancias (en Km)
1	Poza Verde	6
2	El Aguje	3
3	La Montañita	7
4	San Felipe La Tabla	10
5	Santa Inés	11
6	Los Cerritos	1
7	Estación Jalapa	9
8	Buena Vista	2
9	El Llano (La Trinidad)	1
10	Río Grande Abajo	6
11	Río Grande Arriba	4
12	Las Cabezas	8
13	El Juez	10
14	Santa Bárbara	13

Fuente: Elaboración propia. Con base al Plan de Desarrollo 2010 de Sansare

1.3 Indicadores Sociales

a) Condiciones de Vida

Según SEGEPLAN¹¹ el 54.14% de la población vive en situación de pobreza y el 10.07% vive en extrema pobreza. Esta situación se evidencia especialmente en el área rural, en los lugares más alejados del casco urbano, ya que se tienen problemas en cuanto a accesibilidad, falta de fuentes de trabajo, así como falta de servicios básicos, lo que constituye una limitación para el desarrollo

¹⁰ En el Anexo 5, puede observarse el mapa de Sansare y la distribución geográfica.

¹¹ Mapa de pobreza (2002) SEGEPLAN

económico y social de las comunidades, que no satisfacen sus necesidades esenciales, a las que tienen derecho todo ser humano.

b) Salud

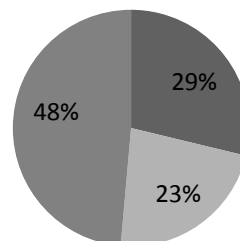
De acuerdo a la información recabada en el Centro de Salud del Municipio. Los servicios de salud están conformados por el Centro de Salud tipo B¹², que cuenta con un médico y una enfermera profesional, y cuatro puestos de salud, ubicados en las aldeas: Los Cerritos, San Felipe La Tabla, Poza verde y Caserío el Jute los cuales son atendidos por cuatro enfermeras auxiliares. También se cuenta con cuatro promotores de salud que cubren el casco urbano y las comunidades que conforman el municipio, un inspector de saneamiento que tienen como centro de operaciones el Centro de Salud y un técnico en salud rural.

c) Morbilidad

Las principales causas de morbilidad en el municipio están relacionadas con enfermedades del sistema respiratorio y gastrointestinales en la gráfica siguiente se puede observar el porcentaje que representa las enfermedades más frecuentes en los primeros 10 meses del año 2013 en el municipio de Sansare.

Gráfica 10. Enfermedades frecuentes en Sansare, año 2013

- Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso
- Parasitismo intestinal
- Rinofaringitis aguda (resfriado común)



Fuente: Información proporcionada en el Centro de salud de Sansare año 2013.

¹² Tipo B significa que el Centro de Salud no tiene encamamiento

d) Educación:

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal 2010-2025 sobre el municipio de Sansare, este muestra un crecimiento moderado en cuanto a educación. Cuenta con seis establecimientos de ciclo básico y uno de ciclo diversificado

e) Vivienda:

Condiciones de vivienda: Las condiciones de la vivienda en el municipio han mejorado en la última década, ya que predomina la construcción de block, ladrillo, lámina y teja.

f) Saneamiento Ambiental:

El servicio de agua potable, es prestado a las comunidades del municipio, con una cobertura del 67.40%, aunque con serias dificultades ya que en las partes bajas del municipio, escasea el líquido, abasteciéndose mediante sistemas de extracción mecánica o pozos, por lo que se debe racionalizar el líquido en época de verano. (SEGEPLAN/DPT, 2010)

g) El servicio de drenajes y letrinas:

El saneamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos es uno de los problemas más graves en este territorio, prueba de ello es que solamente el 60% de las viviendas del área urbana cuentan con servicio de drenajes para la disposición de agua negras, grises y pluviales y solamente el 40% cuentan con servicio de letrinas. No obstante la situación es más grave en el área rural donde el 100% de las comunidades carecen de un sistema de drenaje y únicamente el 20% dispone del servicio de letrinización (Municipalidad de Sansare, SEGEPLAN, 2010).

La cabecera municipal es la única que cuenta con un botadero de basura, localizado en las afueras de la cabecera municipal a una distancia de cuatro kilómetros, a inmediaciones de la carretera que conduce hacia la aldea Estación Jalapa.

Las perspectivas climatológicas siguen mostrando un aumento considerable de la temperatura ambiente y un inicio irregular de la época lluviosa, lo que podría poner en riesgo las cosechas y la salud de la población con un incremento en la incidencia de diarreas, al disminuir la cantidad y calidad de agua para consumo y riego. (Municipalidad de Sansare, SEGEPLAN, 2010)

1.4 Hidrografía

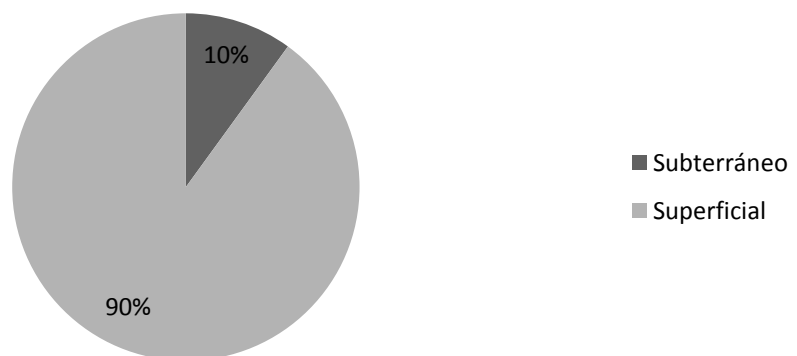
Topografía muy fuerte y quebrada con pendientes muy inclinadas, cuerpos de agua 21 nacimientos, 2 ríos y 12 riachuelos.

Sansare es irrigado por la vertiente de los ríos: Santa Rita, Seco, Grande o Motagua y San Nicolás o Sanarate; a la vez es bañado por los riachuelos El Tempisque, El Jabillal o de los Calzontes y Santa Rosa; y las quebradas de Cisneros, Agua Salobre, La Loma, Los Cerritos, El Jute, El Capulín, El Salto, Tío Alejo y las Cañas. (Municipalidad de Sansare, SEGEPLAN, 2010)

1.5 Forma de abastecimiento de Agua en Sansare

La forma de abastecimiento de agua que predomina en el municipio es superficial con el 90%, esto puede observarse en la siguiente gráfica.

Gráfica 11 Fuentes de abastecimiento de agua en el municipio de Sansare



Fuente: Elaboración propia con base a información del Centro de Salud

El agua proviene de ríos, riachuelos y nacimientos, aunque es importante mencionar que en algunos hogares se abastecen de agua por medio de pozos artesanales.

VI. ESTUDIO

El estudio se centró en el análisis del proceso de potabilización de agua para consumo humano en el municipio de Sansare El Progreso, el cual se compara con el municipio de Guatemala, para darle más relevancia al proceso de potabilización, se consideró importante comparar con este municipio, debido a que la municipalidad de Guatemala abastece un porcentaje considerable de la población de la ciudad y el proceso de potabilización que utiliza está apegado a las normas de calidad establecidas a nivel nacional e internacional. Para lo cual se consideraron tres variables a confrontar:

- a) Análisis de los sistemas de abastecimiento.
- b) Métodos utilizados para la potabilización. y
- c) Cobertura y costo del servicio.

Los criterios utilizados para analizar las variables anteriores fueron los siguientes:

- a) Los sistemas de abastecimiento de la mayor parte de las municipalidades están obsoletos, en mal estado y no se les da mantenimiento.
- b) Muchas municipalidades no potabilizan el agua y las que lo hacen lo realizan en forma empírica, pues desconocen los procedimientos a utilizar, y no cuentan con recursos ni personal calificado.
- c) En cuanto a cobertura y costo del servicio es importante conocer la capacidad de cobertura que tiene las municipalidades y costo del servicio, ya que esto contribuye a mejorar la calidad y satisfacer la demanda.

Los resultados permitieron establecer el estándar de calidad, formas de abastecimiento y los alcances de cobertura/costo.

De acuerdo a los criterios establecidos se presentan los resultados obtenidos:

1. Municipio de Sansare

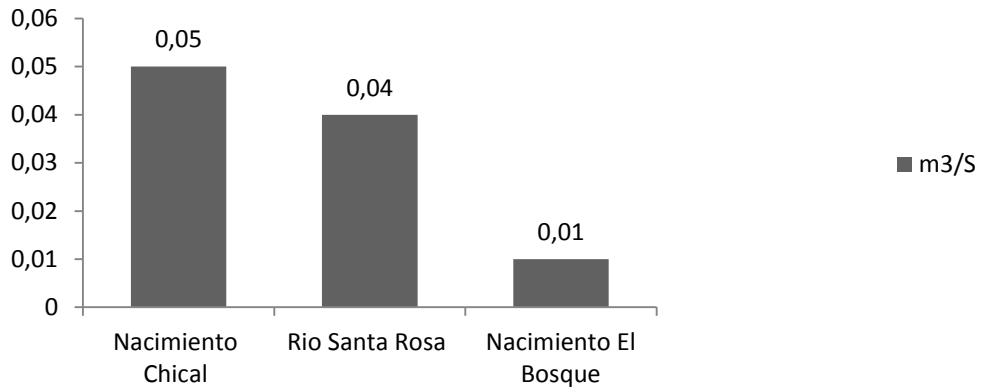
1.1 Abastecimiento de Agua Potable

El municipio de Sansare, tiene como fuente principal la captación y conducción de agua de dos nacimientos: El Bosque y Chical, y uno del río Santa Rosa. Los cuales se describen a continuación:

- a. Captación del nacimiento de agua El Bosque, se conoce como tanquecito o la pilona se localiza a un kilómetro, del municipio. Su funcionamiento inició en 1978, esta abastece una pequeña parte del casco urbano denominada Pueblo Arriba, con una producción aproximada de $0.011 \text{ m}^3/\text{s}$, con un tanque mide 11 metros de largo por 6 de ancho x 3.76 de profundidad. Para desinfectar el agua se le aplica 2 libras diarias de cloro hipoclorito de calcio. En el Anexo 6 puede observarse el tanque la pilona.
- b. Captación del río Santa Rosa se localiza a una distancia de 18 Kilómetros, se le denomina tanque viejo, abastece el casco urbano, con una producción de $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$, para su purificación se le aplica 4 libras de cloro hipoclorito de calcio diariamente, cuenta con una planta que realiza el proceso de sedimentación que consiste en la eliminación de las partículas más gruesas. Es importante indicar que no funciona al 100% pues no está terminada, funciona únicamente el desarenador. El tanque mide 20 metros de largo x 10 de ancho x 4 de profundidad. Se inició en 1980. En el Anexo 7 se observa la planta.
- c. Captación del nacimiento Chical, este proyecto está ubicado en la finca del mismo nombre, a una distancia de 27 Kilómetros, cuyos derechos fueron adquiridos por parte de la municipalidad de Sansare en el año 2003, con una producción de $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ y un tanque de captación que mide 22 metros de largo x 11 de ancho y 5 de profundidad, para potabilizar el agua se le administra 2 libras de hipoclorito de calcio. El proyecto tenía como objetivo principal satisfacer la demanda de agua potable en la aldea Los Cerritos, pero debido a la falta de agua para el casco urbano este no cumplió con el objetivo para lo cual fue creado, pues en la actualidad la aldea recibe agua esporádicamente y con muchas impurezas lo que ha provocado descontento entre la población. En el anexo 8 se muestra el tanque.

Los tres fuentes abastecen a 1,611 familias, una población aproximada de 8,055 lo que representa al 68% de la población total. La captación de agua del río Santa Rosa y del nacimiento Chical, es distribuida por sectores en el casco urbano y en aldea los Cerritos eventualmente, el agua es transportada por medio de tubería pvc de 2" $\frac{1}{2}$. A continuación se muestra una gráfica que identifica la producción de agua por fuente.

Gráfica 12 Producción de agua en el municipio de Sansare



Fuente: Elaboración propia con base a información proporcionada en la Oficina de Drenaje y agua

Es importante mencionar que la aplicación de la cantidad de cloro no está relacionada, con la producción de cada una de las fuentes, ya que se aplica sin distinción, independientemente de la cantidad de agua a desinfectar lo que indica una sobre utilización u subutilización, del recurso al no tener claros los parámetros de aplicación y dosis recomendadas.

A continuación se presenta un cuadro en el cual se detallan los sistemas de agua, tipos de fuentes, población total y sistemas de potabilidad, en el cual se puede observar que únicamente en el casco urbano se clora el agua, en el resto de comunidades no se aplica ningún tratamiento para purificarla.

Cuadro 8 Sistemas de agua y Sistemas de Potabilidad del Municipio de Sansare.

Aldeas de Sansare	Sistema de Agua	Tipo de Fuente	Población 2014	Sistema de Potabilidad
Buena Vista	Pozo Mecánico Buena Vista	Bombeo con conexión domiciliar	250	NO
El Aguaje	Río El Aguaje	Gravedad con conexión domiciliar	245	NO
Estación Jalapa	El Vejucal,	Gravedad con conexión domiciliar, manantial	100	NO
La Trinidad	Pozo Mecánico La Trinidad	Bombeo con conexión domiciliar	175	NO
Las Cabezas	Río Grande	Gravedad con conexión domiciliar y pública	200	NO
Los Cerritos	El Chical, nacimiento	Gravedad con conexión domiciliar	2150	NO
Montañita	Ciénega,	Gravedad con conexión domiciliar	987	NO
Poza Verde	El Mal Paso, nacimiento	Gravedad con conexión domiciliar	1314	NO
Río Grande abajo	Río Santa Rosa San Vicente	Gravedad con conexión domiciliar	375	NO
Río Grande Arriba	Río Santa Rosa San Vicente	Gravedad con conexión domiciliar	120	NO
San Felipe la Tabla	El Gritón,	Gravedad con conexión domiciliar	250	NO
Sansare	Río Santa Rosa San Vicente	Gravedad con conexión domiciliar	3620	SI
Santa Bárbara	El chorrillo, El Zapote	Gravedad con conexión domiciliar, manantial	280	NO
Santa Inés	El Gritón	Gravedad con conexión domiciliar	280	NO

Fuente: Centro de Salud de Municipio de Sansare 2014

De las catorce aldeas que conforman el municipio, dos se abastecen de agua por medio de pozos mecánicos, Buena Vista y La Trinidad y el resto lo hacen por medio del sistema de gravedad con conexión domiciliar. Los caseríos: El pino, El Puente, Finca Cruz, la Colonia, Los Aritos, Los Cedros y Colonia la Nueva Esperanza también cuentan con servicio de agua por gravedad con conexión domiciliar, no así la aldea el Juez y otros caseríos como Trujillo que no están representados en el cuadro anterior y aun no cuentan con este servicio, se abastecen de agua por medio de pozos.

1.2 Proceso de Potabilización del agua

El tratamiento que se emplea para potabilizar el agua en el caso urbano del municipio es a través de cloración, es un proceso empírico pues no se cuenta con un laboratorio y tampoco con personal especializado para el control de calidad. Los responsables de clorar el agua son los fontaneros y de acuerdo a la información proporcionada por el encargado de la Oficina Municipal de Agua y Drenajes de la municipalidad, son ellos quienes verifican por medio de un aparato llamado colorímetro si cumple con el parámetro establecido en la norma COGUANOR 29001, que indica que el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1.0 mg/L.

Según el reporte proporcionado en la oficina, en total aplican 240 libras de cloro al mes en los tres tanques, un promedio de 8 libras diarias.¹³ El Anexo 9 muestra este reporte.

En la gráfica siguiente se observa el índice de cloración del agua en el

Grafica 13 Índice de cloración del agua en Sansare año 2013



Fuente: Elaboración propia con base a información obtenida en el Centro de Salud

El agua que se distribuye no es apta para consumo humano, en virtud de que no se cumple con lo que establece la norma. En la gráfica se observa que el porcentaje de cloración es mínimo.

De acuerdo a la investigación realizada se estableció que en las aldeas: Buena Vista, Estación Jalapa, La Montañita, San Felipe la Tabla y el casco urbano se realizaron varias muestras y se comprobó que esta no cumplen con la cloración del agua.

¹³ Es importante aclarar que el servicio que presta la municipalidad, no es regular, aunque la información proporcionada en relación a la aplicación de cloro indica que es a diario, esto puede observarse en el anexo 9, reporte de aplicación de cloro.

En el cuadro siguiente se observa el monitoreo realizado para establecer la calidad del agua en cuatro aldeas y el casco urbano, de las cuales ninguna cumple con lo que establece la norma.

Cuadro 9 Monitoreo para el control de la calidad del agua en aldeas de Sansare año 2013

Aldeas	Sistema de Agua	Fecha de vigilancia	Muestras tomadas	Cumplen con la Norma
Buena Vista	Pozo Mecánico	22/08/2013	3	No
Estación Jalapa	Manantial	26/06/2013	4	No
La Montañita	Manantial	21/08/2013	3	No
San Felipe la Tabla	Pozo Mecánico	17/06/2013	7	No
Casco Urbano	Río y nacimiento	27/06/2013	90	No

Fuente: Centro de Salud del municipio de Sansare en 2013.

1.3 Cobertura y costo del servicio

El servicio que presta la municipalidad le da cobertura al casco urbano de Sansare y aldea Los Cerritos eventualmente. La información obtenida en la Oficina Municipal de Agua y Drenajes de la municipalidad, indica que, en el caso del municipio el servicio se considera regular, no así en aldea Los Cerritos, debido a que por problemas en la captación del agua, esta no es suficiente para satisfacer la demanda en la aldea.¹⁴

La tarifa que se paga por el servicio es de Q20.00 mensuales, aunque que se cuenta con un medidores en cada casa, esta no cambia, no se aplica la lectura. El cobro no se hace en base al consumo. La municipalidad tiene un registro aproximado de 1,611 familias utilizando el servicio, es importante indicar que según información proporcionada hay muchas familias que no están registradas ya que comparten el agua con sus familiares cercanos, lo que hace difícil llevar un control exacto de la cantidad de usuarios, asociado a esto existe retraso por parte de los usuarios para el pago de la tarifa establecida.

En el municipio no existe un adecuado control de los ingresos y gastos. Se carece de un sistema apropiado de recaudación de contribuciones de la tarifa establecida, ya que no se cuenta con un registro exacto de usuarios, en consecuencia no se tienen los fondos necesarios para la administración y mantenimiento de los sistemas de agua, además se observó que las tarifas establecidas se han mantenido sin modificar durante varios años, sin tomar en cuenta el verdadero

¹⁴ A la fecha aún no se ha resuelto el problema.

valor del servicio, por lo que los ingresos se vuelven insuficientes para cubrir los gastos de operación y manteniendo.

Como ya se indicó el municipio está conformado por catorce aldeas, sin embargo la municipalidad únicamente abastece al casco urbano y aldea los Cerritos eventualmente. Las trece aldeas restantes se abastecen de agua por medio de sistemas de gravedad por conexión domiciliar que proviene de pozos, nacimientos y ríos. De acuerdo al control del Centro de Salud del municipio, el agua que recibe la población no es apta para consumo humano. En el Anexo 10 se muestra un reporte sobre el informe Bacteriológico realizado en San Felipe la Tabla, el cual indica que el agua no es apta para consumo humano.

2. Municipio de Guatemala

Guatemala es un municipio de la república de Guatemala, y es la capital del país, tiene una extensión aproximada de 228 kilómetros cuadrados, se encuentra situado en el altiplano central, con una población 993,552 de la cual 525,123 son mujeres y 468,429 son hombres¹⁵.

Dos vertientes integran el sistema fluvial del país: la del Pacífico y Atlántico. Los ríos que van al Pacífico, menos extensos que los de la vertiente atlántica, corren entre despeñaderos y barrancos y forman rabiones o rápidos utilizables en la producción de energía eléctrica.

2.1 Abastecimiento de agua potable

En el municipio la fuente principal de captación y conducción de agua cruda proviene de los ríos Xayá, Balanyá y Pixcayá que se encuentran en el departamento de Chimaltenango se realiza a través de túneles, sifones, tubería y canales a lo largo de 49 kilómetros hasta la entrada de la planta de purificación Lo de Coy.

De acuerdo a información proporcionada por EMPAGUA, los caudales son conducidos por medio de líneas de conducción 52.3 Kilómetros de longitud con una capacidad de 3m³/segundo. Su producción diaria es de 140,000 m³ y produce el 39% de agua potable que distribuye EMPAGUA en la ciudad capital. El caudal ronda a lo largo del año entre los 800 y los 1800 litros por segundo con una turbiedad de entre 5 y 15 unidades

¹⁵ Estimación de la población por municipio 2008-2020 según INE

2.2 Proceso de Potabilización del agua

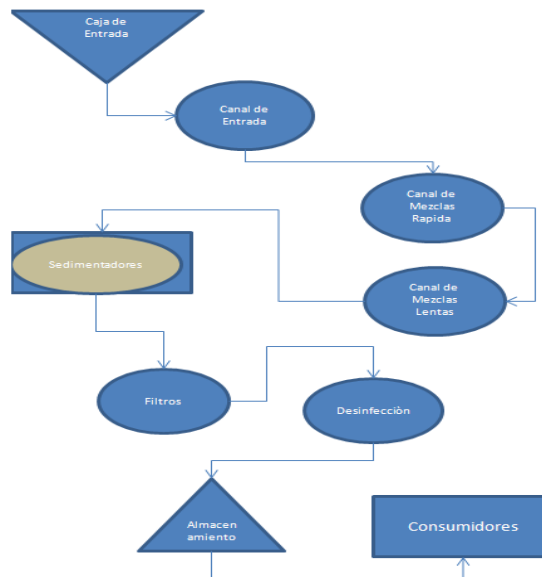
Planta de tratamiento Lo de Coy está situada en la aldea Lo de Coy en Mixco Km 17.5, en esta se le da tratamiento a las aguas que vienen hasta la capital, está formada por un canal de entrada, tres floculadores, cuatro sedimentadores y seis filtros. La planta tiene una infraestructura que permite realizar el proceso sin utilizar energía eléctrica, ya que solamente se usa para dosificar los químicos.

En el proceso de potabilización se utiliza los químicos siguientes:

- Sulfato de aluminio
- Sulfato de cobre
- Cal hidratada
- Cloro gaseoso
- Hipoclorito
- Silicio fluoruro de sodio

A continuación se muestra un flujo-grama del proceso de potabilización del agua en la planta Lo de Coy.

Figura 3 Flujo-grama proceso de Potabilización en la ciudad de Guatemala



Fuente: Elaboración propia con información de EMPAGUA.

EMPAGUA realiza un muestreo permanente para controlar que el agua que llega hasta los hogares guatemaltecos este apta para el consumo y mantenga los controles de calidad bajo la norma COGUANOR NGO 29001 además la USAC mantiene un sistema de recolección de muestras en más de 70 diferentes puntos de la ciudad, variando sistemáticamente el lugar para realizar comprobaciones de la calidad del agua que se distribuye, el cual realiza en los laboratorios de Química y Microbiología.

Realiza sus propias evaluaciones con el propósito de aplicar correctamente el tratamiento necesario para convertir el agua cruda en agua potable, la cual es sanitariamente segura.

Las pruebas que se realizan en la fuente de agua son:

- a) Compuestos que influyen sobre la potabilidad del agua: zinc, cobre, hierro, manganeso, magnesio, sodio, sulfatos sulfuros y sulfatos de alquil bencilo (detergente).
- b) Compuestos peligrosos para la salud: nitratos y fluoruros.
- c) Sustancias toxicas: arsénico bario, cadmio, cromo hexavalente, el cianuro, mercurio, el plomo, selenio, compuestos fenólicos,
- d) Indicadores químicos de contaminación: La demanda bioquímica de oxígeno (DBO/5)demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total excluyendo el No3 amoniaco , y grasas
- e) Indicadores bacteriológicos de contaminación: presencia del grupo coniforme total incubado a 35 grados Celsius y coliforme fecal incubado a 44.5 grados Celsius.

2.3 Cobertura y costo del servicio

La municipalidad de Guatemala a través de la planta Lo de Coy abastece a las siguientes zonas de la ciudad capital 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11 y 19 eventualmente la zona 4 y 18.

La tarifa que se paga por el servicio depende del consumo, la municipalidad de Guatemala tiene establecido el valor del m³ por rangos, a continuación se presenta un cuadro que especifica los niveles establecidos y precio que se paga por metro cubico en el año 2014.

Cuadro 10 Valor del m³ según consumo, en la ciudad de Guatemala año 2014

Metros cúbicos	Precio del m ³	Alcantarillado	Cargo fijo
1 a 20	Q 2.16	20%	27.19
21 a 40	Q 3.39	20%	27.19
41 a 60	Q 4.31	20%	27.19
60 a 120	Q 8.63	20%	27.19
120 y más	Q 10.78	20%	27.19

Fuente: EMPAGUA

El cobro del servicio lo hace a través de una factura, luego de verificar el consumo y el estado del medidor de agua. Este varía según el valor de m³ que se mide de acuerdo al rango establecido en EMPAGUA, a esto hay que sumar el valor de alcantarillado que corresponde a un 20% del consumo más un cargo fijo de Q27.19 y el IVA. De acuerdo a la información obtenida en la municipalidad se tiene un registro de 196,135 usuarios, de los cuales únicamente 13,000 pagan cerca del costo de producción.

3. Resultados

En el cuadro siguiente se muestra las variables que fueron analizadas

Cuadro 11 Variables Analizadas municipios de Sansare y Guatemala

VARIABLES	SANSARE REGIÓN III	GUATEMALA REGIÓN I
Abastecimiento de agua	Por medio de dos nacimientos: El Bosque y Chical y el río Santa Rosa	Por medio de los ríos Xayá y Pixaya
Proceso de potabilización	Planta incompleta y dos tanques, utilizan hipoclorito de calcio	Planta filtración rápida, Lo De Coy, utilizan hipoclorito de calcio y otros químicos
Controles	Sin normas	Tiene normas
Cobertura	Abastece al 68% de la población	Abastece al 40 % de la población
Tarifa por servicio	Q20.00 por servicio mensual	Según el valor del m ³

Fuente: Elaboración propia con información de la Oficina de Drenajes y Agua de la municipalidad de Sansare y Empagua

Según el estudio; los dos municipios cuentan con planta de tratamiento, cada una con diferentes características:

- a. Sansare: La planta de tratamiento no funciona al 100%, debido a que el proyecto no se terminó, se puede decir que únicamente funciona el desarenador, por lo que el proceso de potabilización se realiza de forma empírica, abastece al casco urbano del municipio, se complementa con dos tanque de agua, uno que se denomina tanque viejo que abastece a la aldea Los Cerritos eventualmente y la pizona que abastece a una parte del casco urbano denominada Pueblo Arriba.
- b. Ciudad de Guatemala la planta de tratamiento central Lo de Coy abastece el 75% de la población de la ciudad de Guatemala, es una planta completa de filtración rápida, con gran capacidad de tratamiento (140,000 m³/día 1.62 m³/s), cuenta con equipo y tecnología moderna, personal capacitado y laboratorio de análisis, trabaja bajo la dirección de EMPAGUA y realiza trabajos en coordinación con otras instituciones como la Universidad de San Carlos de Guatemala. Da tratamiento a las aguas que provienen de los ríos Xayá-Pixcayá.

De acuerdo al estudio, las dos son similares en el proceso de potabilización ya que utilizan cloro granulado en la presentación de hipoclorito de calcio para la desinfección de agua.

- a. En Sansare no se cuenta con laboratorio, ni personal calificado para verificar si se cumple con lo establecido en la norma COGUANOR 29001 que indica que el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1.0 mg/L. Es importante considerar que el hecho de ponerle cloro al agua, no necesariamente indica que este apta para consumo humano, pues el análisis realizado por el técnico de Salud del municipio en Corral Viejo Sansare el 29 de abril del año 2013 proporcionó los resultados que se muestran en el cuadro siguiente

Cuadro 12 Examen Bacteriológico, muestra de agua en Corral Viejo Sansare 2013

Descripción	SI cumple	NO cumple	Observaciones
No. De Coliformes		X	No debe ser detectables
No. De Coliformes por 100 MIL		X	No debe ser detectables

Fuente: Elaboración propia con base información proporcionada en el Centro de Salud del municipio

El análisis realizado indica que el color del agua es claro, el aspecto es incoloro y sustancias en suspensión no presento, sin embargo el resultado de la investigación del grupo Coliforme: Colonias E-Coly indica que en el agua fueron encontrados coliformes es decir presencia de heces fecales por lo que no es apta para consumo humano y se recomienda clorarla o hervirla. Ver Anexo 10

- b. En Guatemala la planta Lo de Coy además de la aplicación de cloro, utiliza una variedad de químicos para el proceso de potabilización, debido al caudal que en ella se trata y las condiciones de la calidad de agua que procesa. También cuenta con laboratorio para verificar si el agua es apta para consumo humano. El laboratorio está equipado y tiene personal especializado para realizar el monitoreo, además coordina con otras instituciones como la Universidad de San Carlos lo que le permite llevar un mejor control del agua que distribuye.

En cuanto a cobertura y costo del servicio se estableció que:

- a. La municipalidad de Sansare abastece únicamente a la población del casco urbano y a la aldea Los Cerritos que representan un 68% de la población, con muchas deficiencias ya que la planta de tratamiento que tienen no funciona al cien por ciento, el servicio que presta es irregular, no cuentan con personal calificado para realizar el monitoreo del agua. La tarifa establecida es única Q20.00 mensuales, se carecen de un registro exacto de usuarios, lo que repercute en la recaudación.
- b. En Guatemala la planta de tratamiento Lo de Coy abastece un promedio de 75% de la población, el valor del metro cubico se termina por medio de una tabla donde se especifica el precio del m³ a lo que hay que sumarle el valor del alcantarillado, un cargo fijo y el IVA.

CONCLUSIONES

El estudio destaca principalmente que:

1. Los sistemas legales para la potabilización del agua formalizan el uso y aplicación de instrumentos para alcanzar estándares nacionales de calidad y cobertura para el consumo humano de agua, Sin embargo las municipalidades no cumplen con las regulaciones establecidas en cuanto a procedimientos de aplicación para la potabilización, debido a que no cuentan con los recursos económicos necesarios, descosen lo señalado en la norma, que establece los lineamientos y estándares de calidad para el agua, y la falta de un ente que regule y asuma la responsabilidad del control, organización y registro del recurso hídrico, lo se explica por dos razones:
 - a) La dispersión de los sistemas de control y regulación en donde no se cuenta con sistemas de coordinación.
 - b) No existe responsabilidad para el control, lo que debilita el sentido sancionatorio de las medidas.
2. En el municipio de Sansare no se cumple con las regulaciones que establece la norma para purificar el agua para consumo humano, dado que no cuentan con oficinas de control y regulación interna que permita la aplicación de los procesos adecuados para su cloración, ya que el procedimiento se realiza de manera empírica y no cumple a cabalidad con los estándares establecidos a nivel nacional. Los sistemas de control municipal no coinciden con los sistemas de verificación del Ministerio de salud, lo que pone en riesgo la salud de la población.
3. Al comparar los sistemas y estándares para la potabilización del agua del municipio de Guatemala con el municipio de Sansare, se pudo comprobar que el municipio de Guatemala cumplen con lo establecido en la norma y sigue estándares de calidad determinados a nivel nacional, pues potabiliza el agua aplicando cloro y otros químicos, realiza un monitoreo constante para comprobar si esta cumple con lo estipulado en la norma COGUANOR 29001, que especifica la calidad del agua para consumo humano, también cuentan con laboratorio y personal capacitado, no así la municipalidad de Sansare, asimismo es significativo mencionar que la investigación bibliográfica permitió determinar que a nivel general gran cantidad de municipalidades no cumplen con las normas establecidas para proporcionar a sus comunidades agua potable de calidad.

4. Las aldeas del municipio de Sansare se abastecen de agua por medio de pozos mecánicos o bien de nacimientos y riachuelos, pero esta no es apta para consumo humano, pues no recibe el tratamiento adecuado para su potabilización. Debido a que la municipalidad no cumple con lo establecido en el Código Municipal.

RECOMENDACIONES

1. Las condiciones institucionales para la verificación de los sistemas de potabilización evidencia debilidades que pone en riesgo la salud de los guatemaltecos, por lo que se recomienda la creación de un ente rector que asuma la responsabilidad nacional de vigilancia y control del agua potable y saneamiento con capacidad sancionatoria. Y que permita que las entidades que tiene a su cargo la creación de políticas enfocadas al recurso hídrico sean congruentes con la necesidades de la población, apegadas a la realidad y dirigidas al bien común, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades.
2. Es necesario que las autoridades del municipio de Sansare busquen el apoyo técnico y asesoría legal en las instituciones que tienen a su cargo la responsabilidad de supervisar y vigilar que el agua que se distribuya a la comunidad este apta para el consumo humano, y se realice la infraestructura adecuada y necesaria que permita cumplir con el proceso de purificación en beneficio de la población.
3. Las autoridades municipalidades, especialmente la del municipio de Sansare, deben coordinar con los comités encargados del suministro de agua en cada una de los municipios, haciendo participe a la comunidad a través de los COCODES y proceder a cumplir con lo que establece el Código Municipal en cuanto a la cloración de la misma. Darle Sentido Participativo a la ciudadanía.
4. Qué población de las aldeas en donde no se clora el agua, exija a través de los COCODES y de los comités encargados del suministro de la misma, a las autoridades municipales que cumpla con lo que establece el artículo 68 inciso a) del Código Municipal en cuanto a la purificación de esta, lo que beneficiara en gran manera a los habitantes de las comunidades que no tienen acceso a agua segura.

BIBLIOGRAFÍA

- Agupasion. (28 de 06 de 2011). *Parametros que determinan la calidad del agua*. Obtenido de <http://www.agupasion.es/blog/osmosis-inversa/49010-parametros-que-determinan-calidad-agua-cuales-fijo>
- AySA. (2006). Obtenido de www.aysa.com.ar/index.php
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Noviembre de 2006). *Estrategia para la Gestión de los Recursos Hídricos en Guatemala Diagnóstico*. Obtenido de [www.infoiarna.org.gt/.../agua/...\(4\)%20Estrategia%20para%20la%20ges...](http://www.infoiarna.org.gt/.../agua/...(4)%20Estrategia%20para%20la%20ges...)
- BBC.mundo.com. (2011). *BBC HOMEPAGE*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de www.bbc.co.uk/spanish/especiales/agua/default.stm
- Campos, F. (23 de 05 de 2012). *Noticias, Cosmo*. Recuperado el 06 de 11 de 2013, de <http://www.cosmonoticias.org/cuanta-agua-hay-en-la-tierra/>
- cnnspanol*. (07 de 18 de 2013). Obtenido de <http://cnnspanol.cnn.com/2012/07/18/los-mayas-resolvieron-el-problema-de-la-escasez-de-agua-hace-mas-de-mil-anos/>
- Cortes, J. (s/f). *El Agua en el Mundo: Cooperación y Conflicto*. Recuperado el 8 de julio de 2023, de <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm>
- Cux, V. (13 de 09 de 2012). *Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Guatemala*. Recuperado el 05 de Julio de 2013, de Scribd.com: <http://es.scribd.com/doc/105801430/Analisis-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-en-Guatemala>
- Departamento de Asuntos Economicos y Sociales de las Naciones Unidas ONU-DAES. (2012). *Agua fuente de vida 2005-2015*. Recuperado el 09 de Octubre de 2013, de www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- Departamento de Desarrollo Soatenible FAO. (2002). *DEPÓSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2013, de www.fao.org/docrep/005/y3918s/y3918s02/.htm
- Dirección Genral de Investigación y Gobierno de Guatemala. (31 de 01 de 2013). *Determinación de los índices de calidad de agua del río Cucabaj y la influencia en los costos de tratamientos de potabilización*. 155. Guatemala, Guatemala.

- FAO. (2000). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*. Recuperado el 08 de Agosto de 2013, de Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural de la FA:
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/guatemala/indexesp.stm
- FAQ Cantidad de agua-lenntech. (S/f). *Lenntech*. Recuperado el 12 de Agosto de 2013, de
<http://www.lenntech.es/faq-cantidad-agua.htm>
- Fernandez Vasquez, A. (s/f). *La actuación Pública sobre el agua dulce en el Contexto Mundial*. Obtenido de huespedes.cica.es:
http://huespedes.cica.es/aliens/gimadus/16/07_articulo_agua.htm
- Fernández Vázquez, A. (s/f). *Huespedes.cica.es*. Obtenido de LA ACTUACIÓN PÚBLICA SOBRE EL AGUA DULCE EN EL CONTEXTO MUNDIAL:
www.cica.es/aliens/gimadus/16/07_articulo_agua.htm
- Fundacion IPADE. (15 de 06 de 2013). *fundacion-ipade.org*. Recuperado el 15 de Junio de 2013, de <http://www.fundacion-ipade.org/cooperacion-al-desarrollo-en-guatemala>
- FUNDESA. (Agosto de 2012). *Uso del Agua en Guatemala*. Guatemala. Obtenido de www.fundesa.org.gt/cms/.../Boletin_de_Desarrollo_Recursos_Hidricos
- Garcia, M. (2000). *Metodología de la Investigación, Proceso y sus técnicas*. México: Noriega Editores.
- Gobierno de Guatemala. (07 de 2012). Política de Estado en Materia de Cursos de Agua Internacionales. *Política de Estado en Materia de Cursos de Agua Internacionales*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: S/E.
- Gobierno de Guatemala. (31 de marzo de 2013). Agenda Guatemalteca del Agua, Agua para todos y para todo. Guatemala.
- Gobierno de Guatemala. (abril de 2013). Agua medio para la productividad Eje 3. Guatemala.
- Gobierno de Guatemala, Programa Conjunto. (2012). *Sistematización de experiencias exitosas a nivel nacional y local*. Guatemala,.
- Gobierno de Guatemala, Programa Conjunto. (marzo de 2013). Gobernabilidad de Agua Eje 2. *Políticas hídricas locales y Política Territorial de Mancuerna 2011: Memoria Técnica*. Guatemala.

- Gobierno de Guatemala, Programa Conjunto. (04 de 2013). Memoria tecnica sobre los proceos y resultados Obtenidos en los productos de impacto del eje temático "Gobernabilidad el Agua" 1. *Gobernabilidad del Agua Eje 2*. Guatemala.
- Gobierno de Guatemala, Programa Conjuto. (31 de 05 de 2013). Agua potable y saneamiento para el bienestar, Eje 1. Guatemala.
- Gobierno de Guatemala, Pprograma conjunto. (o4 de 2013). *Agua como recurso natural en cuencas Eje 4*. Guatemala.
- GWP CENTROAMÉRICA-ACCIONES 2013. (s.f.). *Global Water Partnership, Central America*. (G. C.-A. 2013, Ed.) Recuperado el 5 de Nov. de 2013, de http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Acciones%202013.pdf
- Històrico Digital. (s/f). *Històrico Digital*. Obtenido de Aqua: El abastecimiento de agua en las ciudades romanas: <http://www.historicodigital.com/aqua-el-abastecimiento-de-agua-en-las-ciudades-romanas.html>
- <https://www.google.com.g> (s/f). Recuperado el 01 de julio de 2013, de La contaminación del Agua y su impacto en la Salud en Guatemala: www.ncenterprise.com/
- Ivan, G. N. (27 de 07 de 2005). *El agua*, *Mongrafias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos26/agua/agua.shtml>
- Lentini, E. J. (10 de 2010). *Estudio : Servicios de Agua Potable y Sanemiento en Guatemala, Factores determinates*. Recuperado el 14 de Agosto de 2013, de www.eclac.cl/drni/noticias/noticias/8/41958/el01.pdf
- MANKATITLÄN. (octubre de 2011). Recuperado el 13 de 11 de 15, de www.fondodelagua.aecid.es/galerias/.../proyectos/.../POG-GTM-010-B.p
- MSPAS. (marzo de 2012). *Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social*. Recuperado el 24 de septeimbre de 2013, de sitios.usac.edu.gt/ipn_usac/wp.../Diagnostico-Salud-marzo-2012.pdf
- MSPAS. (noviembre de 2013). *Alianza por el agua*. Recuperado el 8 de Enero de 2014, de http://alianzaporelagua.org/documentos/Politica_APS.pdf
- Municipalidad de Sansare, SEGEPLAN. (2010). Recuperado el 18 de Noviembre de 2013, de <http://www.google.bu.56643336,dewa>

- OMS. (2009). *Servicios de Agua para la Salud*. Recuperado el 15 de 10 de 2013, de www.who.int/globalchange/ecosystems/water/es
- OMS. (20 de 01 de 2010). *docstoc*. Recuperado el 12 de 09 de 2013, de www.docstoc.com/docs/
- ONU-DAES. (2013). *Departamento de Assutos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas*. Recuperado el 6 de noviembre de 2013, de http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- Organizaciòn Mundial de la Salud. (20 de 01 de 2010). *.docstoc*. Recuperado el 14 de Octubre de 2013, de <http://www.docstoc.com/docs/22794278/Directrices-de-la-OMS-para-la-calidad-del-agua>
- Organizaciòn Mundial de la Salud. (2013). Recuperado el 19 de Agosto de 2013, de http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- Organizaciòn Mundial de la salud. (08 de Octubre de 2013). *www.infobioquimica.com*. (OMS, Ed.)
Obtenido de Guías para la calidad de Agua Potable:
www.infobioquimica.com/index.php/home/noticias/eventos/782-guias-para-la-calidad-del-agua-potable
- Organización Panamericana de la Salud. (29 de 05 de 2002). *Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Guatemala*. Recuperado el 8 de Julio de 2013, de Biblioteca virtual del desarrollo sostenible y salud ambiental:
<http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/guatemala/capitulo4.html>
- Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud. (05 de 29 de 2012). *Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Guatemala*. Obtenido de CEPIS/OPS:
<http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/guatemala/capitulo4.html>
- Portal de Recursos Hídricos en Guatemala. (2012). *guateagua.org.gt*. Obtenido de www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/inv_fuenteagua/
- Portal del Recurso Hídrico en Gutemala. (s.f.). *guateagua.org.gt*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013 , de <http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/2.htm>
- Programa Mundial de la Evaluaciòn de los Recursos Hídricos (Agua e Industria). (2002). *UNESCO:ORG*. Recuperado el 05 de Octubre de 2013, de http://webworld.unesco.org/water/wwap/facts_figures/agua_industria.shtml

- RASGUA GWP. (marzo de 2008). *Plan nacional de los Servicios Públicos de Agua potable y Sanamiento*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2013, de http://www.marn.gob.gt/sub/portal_samya/docs/pnsp.pdf
- Revista Ambiente. (2006). Recuperado el 16 de 11 de 2013, de <http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-09/aguas.htm>
- Rodríguez, R. R. (2012). *monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml>
- Saravia, P. (S/f). *Contaminación del Agua*. 95. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- SEGEPLAN. (11 de 2006).
- SEGEPLAN. (mayo de 2011). Obtenido de www.segeplan.gob.gt/.../Política%20Nacional%20del%20Agua%20de%20.
- SEGEPLAN. (Mayo de 2011). Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de www.segeplan.gob.gt/.../politicas.../Política%20Nacional%20del%20Agu.
- SEGEPLAN 2011. (s.f.). *Search the worlds digital library*. Recuperado el 10 de octubre de 2013, de [es.escribd.com/doc/82473252Politcia Nacional del Agua de Guatemala](http://es.escribd.com/doc/82473252Politcia%20Nacional%20del%20Agua%20de%20Guatemala)
- SEGEPLAN/DPT. (12 de 2010). *Plan de Desarrollo Sansare El progreso*. Recuperado el 05 de Enero de 2014
- swiss-cleanwater-group*. (s.f.). Obtenido de www.swiss-cleanwater-group.com/es/history-of-water.html
- swiss-cleanwater-group*. (2012). Obtenido de www.swiss-cleanwater-group.com/es/history-of-water.html
- swiss-cleanwater-group*. (2012). Obtenido de www.swiss-cleanwater-group.com/es/history-of-water.html
- UNESCO. (s/f). *Agua para todos, Agua para la vida, infome de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hidricos*. Recuperado el 8 de julio de 2013, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

UNICEF. (2013). *UNICEF*. Recuperado el 18 de Octubre de 2013, de www.unicef.es/actualidad-documentacion/noticias/2400

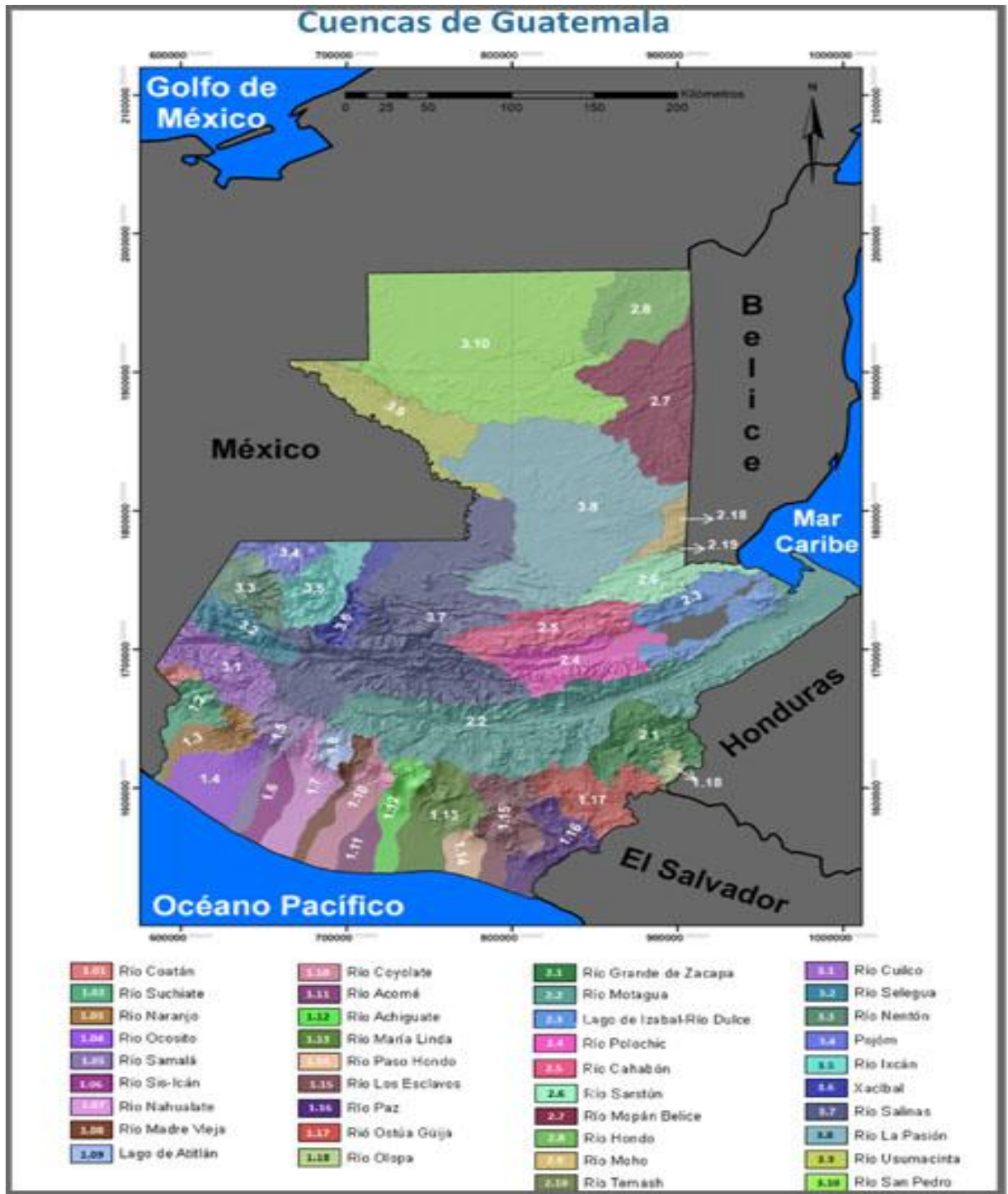
Universida de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingenieria. (07 de 2008). Agua Sanemiento & Ambiente. 40.

Universidad del Valle de Guatemala. (2013 de Sep. de 2013). Obtenido de www.uvg.edu.gt/.../COGUANOR-Norma-agua.../COGUANOR-NTG-29-

USAID, Proyecto de Gobenabilidad Local. (10 de 2012). Guia para el monitoero de calidad del agua para consumo humano. Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1 Mapa del Sistema Hídrico de Guatemala



Fuente: Sistema de Información Ambiental MARN 2013

Anexo 2 Capítulo II Normas Sanitarias

ACUERDO GUBERNATIVO 113-2009
NORMAS SANITARIAS

Se establecen, como normas sanitarias que deben satisfacer todos los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano; las siguientes:

- a) El agua de todas las fuentes que utilice el servicio debe ser analizada física, química y microbiológicamente de manera semestral, para asegurar que tiene y/o conserva su aptitud sanitaria para ser objeto de tratamiento y desinfección, de manera que pueda satisfacer las normas y especificaciones de potabilidad vigentes.
- b) Deben evaluarse permanentemente las variaciones de caudal en todas las fuentes de agua que utilice el servicio de manera que se pueda asegurar que éste sea suficiente para satisfacer los parámetros de diseño en cualquier época del año.
- c) Cuando se utilicen fuentes de agua subterránea; éstas deben estar ubicadas en áreas que no estén sujetas a riesgos de inundaciones, o posible contaminación derivada de actividades humanas.
- d) Deben disponerse todas las medidas necesarias para la eficaz mitigación de los riesgos sanitarios derivados de la presencia de actividades humanas en los alrededores de las obras que compongan el servicio de abastecimiento.
- e) Todas las obras de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento, deben estar protegidas con el acceso de personas ajenas, animales o agentes contaminantes.
- f) Los tanques de succión existentes deben estar protegidos físicamente contra la contaminación superficial o sub-superficial.
- g) Cuando se utilicen pozos como fuentes de agua; éstos deben contar con brócol y tapa adecuados, para evitar el ingreso de agentes contaminantes externos.
- h) Las paredes de los pozos que se utilicen como fuentes de agua deben contar con un revestimiento suficientemente fuerte para evitar derrumbes generados por la presión lateral sobre éstas o por movimientos telúricos.
- i) Todas las obras de captación, conducción, tratamiento y almacenamiento, deben contar con los dispositivos necesarios para su adecuada protección sanitaria y operación hidráulica.

- j) Todas las líneas de succión existentes, que estén propensas a la operación con presión negativa, deben contar con los dispositivos necesarios para su adecuada protección sanitaria.
- k) La red de distribución del servicio de abastecimiento debe contar con todos los dispositivos necesarios para su adecuada protección sanitaria y operación hidráulica.
- l) Las zanjas para el tendido de la red de distribución de agua para consumo humano debe utilizarse única y exclusivamente para tal fin.
- m) Debe existir un plan de operación y mantenimiento para todas las obras que conformen el servicio de abastecimiento, mismo que debe cumplirse estrictamente.
- n) Debe evitarse la contaminación del agua utilizada y abastecimiento por el servicio, con materiales empleados para la operación de las bombas, combustible, agua de cebado, desinfectantes y aditivos, entre otros.
- ñ) Debe evitarse la contaminación del agua de los pozos que utilicen como fuentes de agua, por causa del procedimiento, equipo o materiales utilizados para su extracción.
- o) Debe evitarse la contaminación del agua utilizada y abastecida por el servicio, por causa de los materiales empleados para la construcción de las obras existentes.
- p) Es prohibida la crianza de organismos vivientes en el interior de los pozos que se utilicen como fuente de agua
- q) Los residuos generados como resultado del tratamiento y desinfección del agua deben ser dispuestos de manera sanitariamente adecuada.
- r) El sistema de tratamiento y desinfección del agua debe contar con toda la infraestructura, el equipo a los dispositivos, los métodos y los materiales adecuados y suficientes para garantizar el abastecimiento de agua en calidad de potable; de acuerdo con la cantidad y calidad física, química y microbiológica de las fuentes de agua utilizadas.
- s) Los métodos empleados para el tratamiento y desinfección del agua deben ser establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- t) Para efectuar el control de la calidad del agua abastecida a través de la red de distribución, deben evaluarse por lo menos tres puntos dentro de la misma, que sean suficientemente respectivos de ésta, con la periodicidad establecida para el efecto por las normas aplicables.

u) El agua abastecida debe cumplir permanentemente con los requerimientos físicos, químicos y microbiológicos necesarios para ser considerada como potable, de acuerdo con las normas y/o especificaciones aplicables.

v) Debe permitirse el acceso irrestricto al servicio de abastecimiento, del personal del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social que así lo solicite, con el propósito de efectuar la vigilancia sanitaria correspondiente.

w) Cuando el abastecimiento de agua deba ser interrumpido por causa de mantenimiento o reparación de algún componente del servicio; los prestadores del servicio deben informar a la población que vaya a ser afectada con anticipación de, al menos, cuarenta y ocho horas. En caso de que la interrupción obedezca a causas de fuerza mayor deben informar inmediatamente después de sucedido el evento que la motiva.

x) Los prestadores del servicio deben garantizar la disponibilidad de atención médica inmediatamente para el personal que labora en el servicio de abastecimiento o en caso de accidentes

y) Los prestadores del servicio deben crear y/o implementar un programa de capacitación para personal que labora en el servicio de abastecimiento.

Anexo 3 Características Físicas, Organolépticas y Químicas de Agua Potable

Características	Especificaciones	LMA	LMP
Físicas y Organolépticas	Color	5,0 u	35,0 u ^(a)
Se detentan sensorialmente	Olor	No rechazable	No rechazable
O por medios analíticos de Laboratorio.	Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT ^(b)
	Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm ^(d)
	Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 ^{(c) (d)}
	Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L
a) Unidades de color en escala de platino-cobalto			
b) Unidades Nefelometrías de turbiedad (UNT)			
c) Unidades de pH			
d) Límites establecidos a una temperatura de 25 C			
Químicas			
Son aquellas debidas	Cloro residual libre ^(a)	,5	1,0
a compuestos orgánicos e Inorgánicos	Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
	Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
	Sulfato (SO ₄ ⁻)	100,0	250,0
	Aluminio (Al)	0,050	0,100
	Calcio (Ca)	75,0	150,0
	Cinc (Zn)	3,0	70,0
	Cobre (Cu)	0,050	1,500
	Magnesio (Mg)	50,0	100,0
	Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
	Hierro total (Fe) ^(b)	0,3	-----
a) El MSPAS será el ente encargado de indicar los índices mínimos y máximos de cloro residual libre Según sea necesario o en caso de emergencia.			
b) No se incluye LMP porque OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMP			

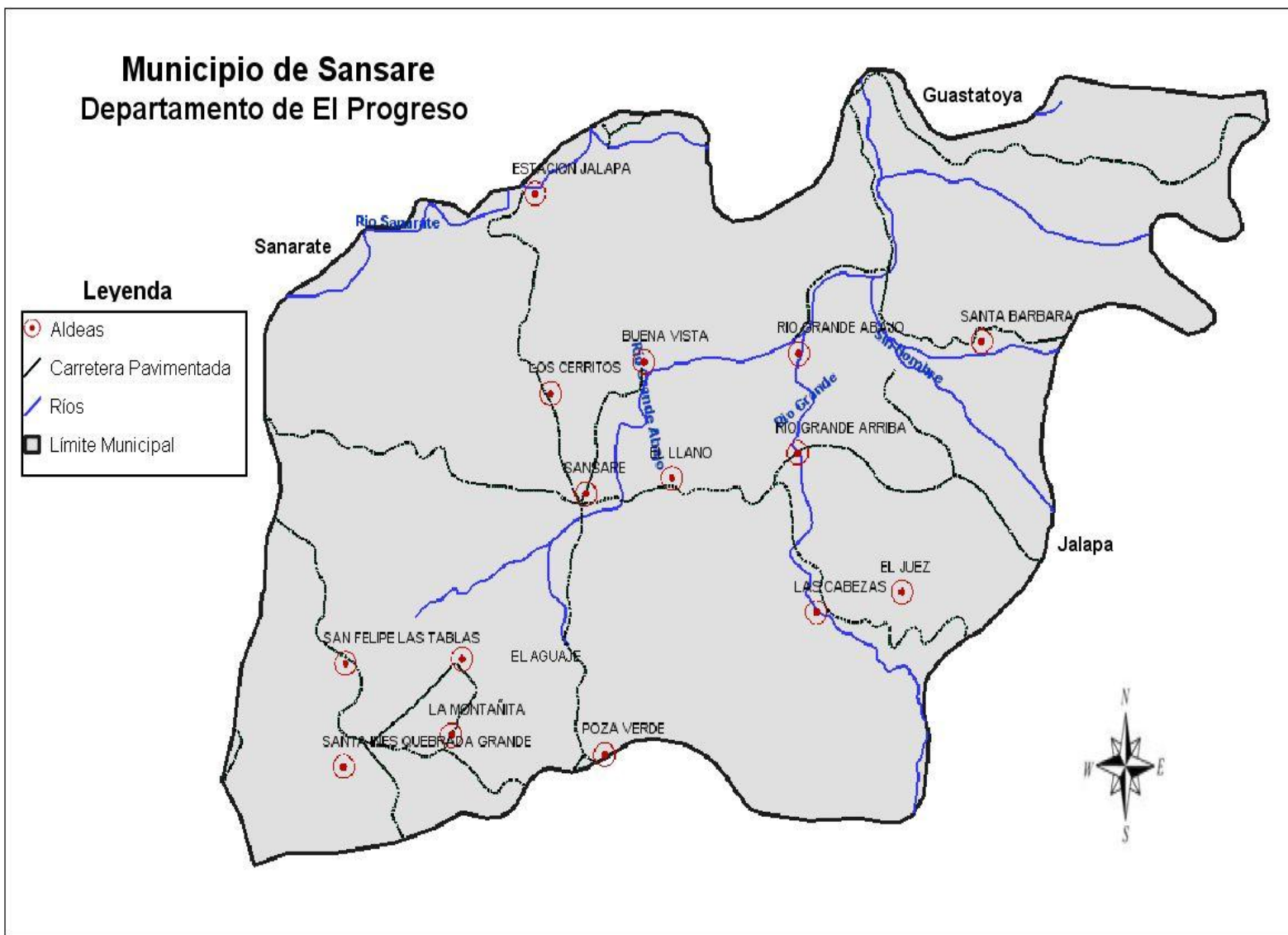
Fuente: Norma COGUANOR 29001

Anexo 4 Característica microbiológica del Agua Potable

Agua	No deben ser detectables en 100mL de agua los microorganismos
Para consumo directo	Coliformes totales y <i>E. coli</i>
Tratada que entra al sistema de distribución	Coliformes totales y <i>E. coli</i>
Tratada en el sistema de distribución	Coliformes totales y <i>E. coli</i>

Fuente: Elaboración propia con base a la Norma COGUANOR NTG-29001

Anexo 5 Mapa del municipio de Sansare



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6 Nacimiento de Agua El Bosque en Sansare
Nacimiento de agua el Bosque en el municipio de Sansare



Fuente: foto tomada en el nacimiento el Bosque el 17/11/13

Tanque de captación La Pilona en el municipio de Sansare



Fuente: foto tomada en la pilona el 17/11/2013 Sansare

Tanque La Pilona en el municipio de Sansare



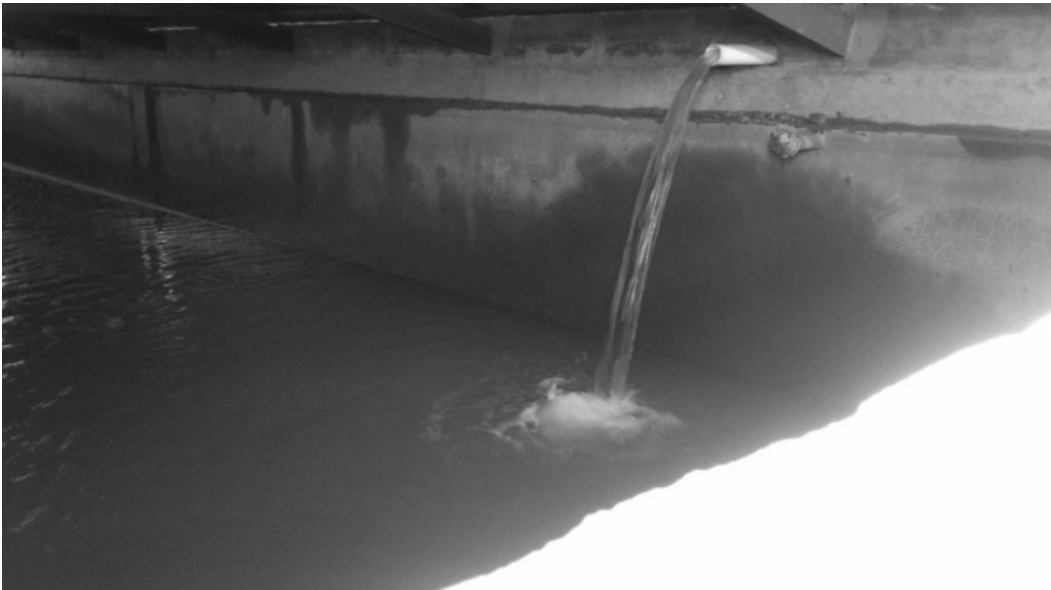
Fuente: foto tomada el 17/11/2013

Anexo 7 Planta de Tratamiento en Sansare

Planta de Tratamiento que recibe el agua del Rio Santa Rosa en el municipio de Sansare



Fuente: foto tomada en la planta de tratamiento de Sansare 6/11/2013



Fuente: foto tomada en la planta de tratamiento de Sansare 6/11/2013

Depósito de agua que recibe el agua del río Santa Rosa en Sansare



Fuente: foto tomada en la planta de tratamiento de Sansare 6/11/2013

Anexo 8 Tanque que recibe agua del Nacimiento Chical en Sansare
Tanque que recibe agua del nacimiento Chical y abastece aldea Los Cerritos



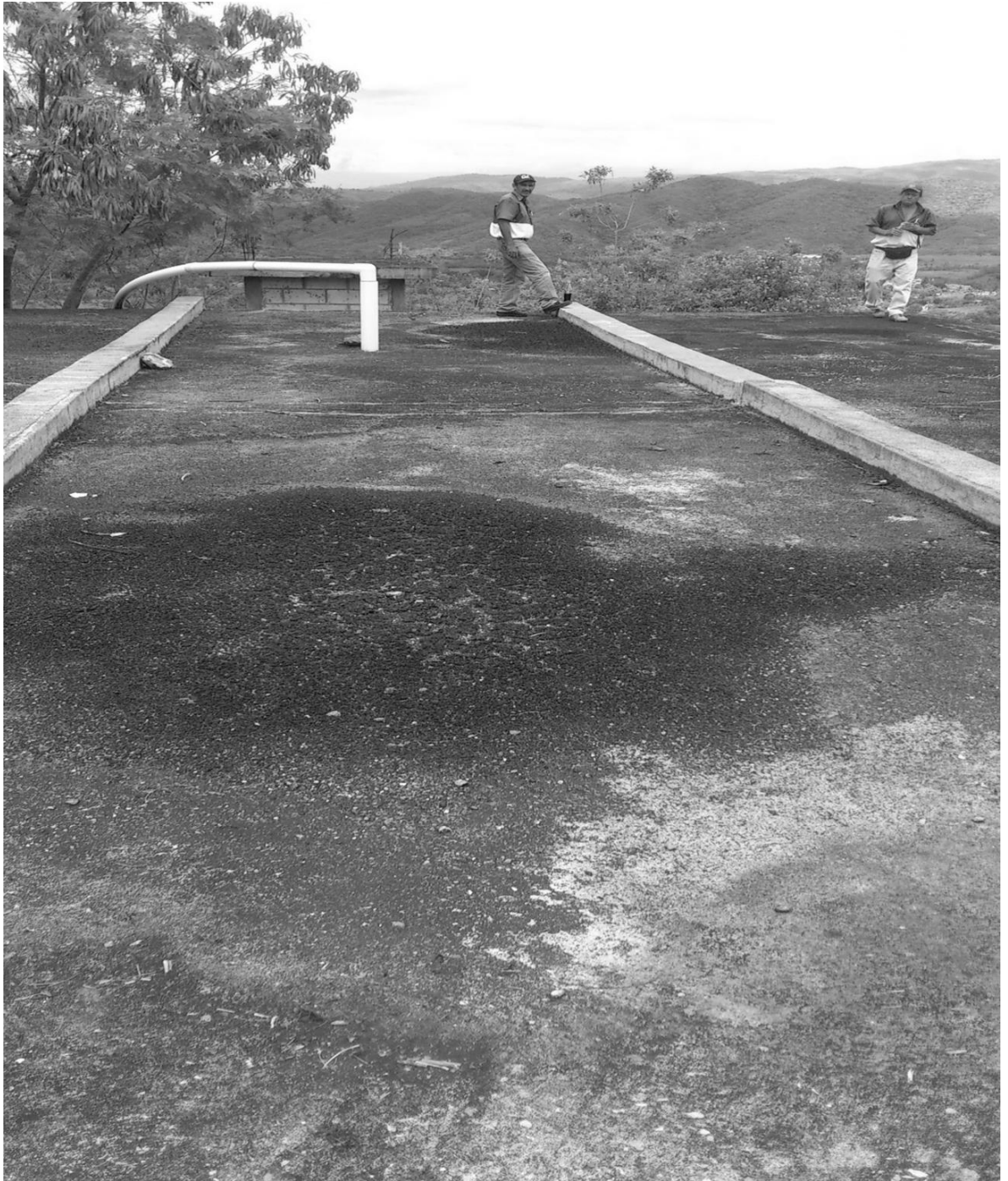
Fuente: Foto tomada en el Tanque nuevo el 6/11/2013

Tanque de agua que recibe agua del nacimiento Chical



Fuente: Foto tomada en el Tanque nuevo el 6/11/2013

Tanque de agua del nacimiento Chical



Fuente: Foto tomada en el Tanque nuevo el 6/11/2013

Anexo 9 Control de Aplicación de cloro en casco urbano de Sansare

INFORME DEL USO DEL CLORO E HIPOCLORITO DE CALCIO
EN TANQUES DE LA RED DE DISTRIBUCION
DE SANSARE, EL PROGRESO

INFORMA: OSCAR RUBEN CASTAÑEDA CARDONA

LUGAR DE APLICACIÓN	FECHA	CANTIDAD	DESCRIPCION
1- tanque Viejo Barrio Sta. Cruz	1/8/2013-31/7/2013	4- libras	de cloro Hipoclorito de calcio
2- tanque de redimentación	1/8/2013-31/7/2013	2- libras	" " " " "
3- tanque Barrio Pueblo Arriba La Pileta	1/8/2013-31/7/2013	5- Pastillas	de tri cloro Hi. Poolerito de calcio
			Se aplican 6 libras diarias por treinta días haciendo un total de 180 libras al mes y en el tanque de la pileta al clorificar se le ponen 5- Pastillas de tri cloro al mes.-
4- tanque Nuevo	1/8/2013-31/7/2013	2- libras	de cloro Hipoclorito de calcio se aplican 5 libras diarias haciendo un total de 60 libras al mes



Atto. Oscar R. Castañeda
Encargado of. Municipal de aguas y drenajes

Lugar: describir en que tanque se aplico, la fecha, la cantidad y en descripción informar que se aplico si cloro o Hipoclorito de Calcio

Anexo 10 Informe del Examen Bacteriológico, San Felipe, Sansare



Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Dirección de Área de Salud de El Progreso Departamental De Saneamiento Ambiental

INFORME DEL EXÁMEN BACTERIOLÓGICO POR EL MÉTODO DE MENBRANA DE FILTRACIÓN

No. 02-2,013 MUESTRA DE: San Felipe, Sansare
 FECHA Y HORA EN QUE SE TOMO LA MUESTRA: 17-06-2,013 13:10 pm.
Conexión Domiciliar
 SITIO: Cantaro Milton Sitún FUENTE: Quebrada
 PERSONA QUE REALIZO LA MUESTRA: T.S.R. Alvaro Ramos
 FECHA Y HORA EN QUE SE ANALIZA: 12-07-2,013 1:36 pm.
 COLOR: Claro ASPECTO: Incoloro
 SUSTANCIA EN SUSPENSIÓN: Ninguna
 INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME: Colonias E-Coli

MEDIO SELECTIVO	No. DE MUESTRAS	No. DE COLIFORMES	No. DE COLIFORMES POR 100 MIL	TIEMPO DE INCUBACIÓN
Endo	02	10	10	24 horas

OBSERVACIONES: Muestra de Agua sin cloro Residual.

CONCLUSIONES: Agua No apta para el consumo Humano.

RECOMENDACIONES: Clorar o Hervir el Agua para el consumo Humano.



LUGAR Y FECHA: Guatemala 16 de Julio del 2,0 13

RESPONSABLE:

COORDINADOR ISA
 ENCARGADOR DE LABORATORIO BACTERIOLOGICO
 DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD
 EL PROGRESO.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Dirección de Área de Salud de El Progreso Departamental De Saneamiento Ambiental

INFORME DEL EXÁMEN BACTERIOLÓGICO POR EL MÉTODO DE MENBRANA DE FILTRACIÓN

No. 01-2,013 MUESTRA DE: Corral Viejo, Sansare

FECHA Y HORA EN QUE SE TOMO LA MUESTRA: 26-04-2,013 12:45 p.m.

SITIO: Conexión Domiciliar FUENTE: Quebrada

PERSONA QUE REALIZO LA MUESTRA: T.S.R. Álvaro Ramos

FECHA Y HORA EN QUE SE ANALIZA: 29-04-013 9:00 am.

COLOR: Claro ASPECTO: Incoloro

SUSTANCIA EN SUSPENSIÓN: Ninguna

INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME: Colonias E-Coly

No apt.

MEDIO SELECTIVO	No. DE MUESTRAS	No. DE COLIFORMES	No. DE COLIFORMES POR 100 MIL	TIEMPO DE INCUBACIÓN
Endo	01	10	10	24 horas

OBSERVACIONES: Muestra de Agua Sin Cloro Residual

CONCLUSIONES: Agua No Apta para el Consumo Humano

RECOMENDACIONES: Clorar o Hervir el Agua Para El Consumo Humano.

LUGAR Y FECHA: Guastatoya El Progreso 30 de Abril del 2,013



RESPONSABLE: [Signature]

COORDINADOR ISA
ENCARGADOR DE LABORATORIO BACTERIOLOGICO