

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

CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA



FÉLIX YUBINI QUIÑÓNEZ RAYMUNDO

CHIQUMULA, GUATEMALA, FEBRERO 2019

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

CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA

Estudio descriptivo sobre la caracterización bacteriológica y fisicoquímico del agua distribuida en las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula durante los meses de marzo del 2017 a septiembre 2018.

FÉLIX YUBINI QUIÑÓNEZ RAYMUNDO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, FEBRERO 2019

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

CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

FÉLIX YUBINI QUIÑÓNEZ RAYMUNDO

Al conferírsele el título de

MÉDICO Y CIRUJANO

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, FEBRERO 2019

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



RECTOR
M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Inga. Evelin Dee Dee Sumalé Arenas
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Ronaldo Armando Retana Albanés

**ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN E
INVESTIGACION DE MEDICINA**

Presidente y revisor:	Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés
Secretario y revisor:	M.Sc. Carlos Ivan Arriola Monasterio
Vocal y revisor:	M.A. Rory René Videz Alonzo
Vocal y revisor:	M.Sc. Christian Edwin Sosa Sancé

Chiquimula, Febrero de 2019

Señores:

Miembros Consejo Directivo

Universidad de San Carlos de Guatemala

Chiquimula, Ciudad

RESPETABLES SEÑORES:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado **"CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUIMICO DEL AGUA"**, realizado en las aldeas de Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.

Como requisito previo a optar el título profesional de Médico y Cirujano, en el grado Académico de Licenciatura.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Félix Yubini Quiñónez Raymundo

Carné 200944408

Chiquimula, Octubre de 2018

Señor Director

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón

Centro Universitario de Oriente

Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Director

Le saludo cordialmente deseándole éxito y bendiciones en sus labores diarias.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al maestro de educación primaria Félix Yubini Quiñónez Raymundo, carné 200944408 en el trabajo de graduación titulado **“CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA”**, me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar el informe final, al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En este sentido, el tema plantea evaluar las características bacteriológicas y fisicoquímicas del agua distribuida en las aldeas Veguitas, Minas Abajo y Los Planes del municipio de San Juan Ermita, por lo que en mi opinión reúne todos los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación para discusión en el Examen General Público, previo a optar el título de Médico y Cirujano, en el Grado Académico de Licenciado

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”



Asesor

Lic. Álvaro B. Patzán Mijangos
Químico Biólogo
Colegiado No. 3588

Lic. Álvaro Bernardo Patzán Mijangos
Químico Biólogo

Col. 3588



Chiquimula, 30 de octubre del 2018.
Ref. MYCTG-127-2018.

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente

Señor Director:

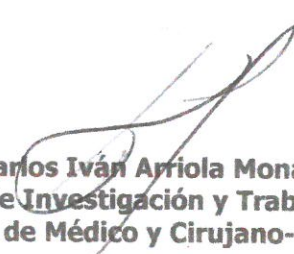
De manera atenta se le informa que el estudiante FÉLIX YUBINI QUIÑÓNEZ RAYMUNDO carné 200944408 ha finalizado el Informe Final del Trabajo de Graduación Titulado **"CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA"**, realizado en el en las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del Municipio de San Juan Ermita, el cual fue asesorado por el Lic. Álvaro Bernardo Patzán Mijangos, Químico Biólogo, colegiado 3,588 quien avala y dictamina favorable en relación al estudio.

Se considera que el Trabajo de Graduación cumple con los requisitos mínimos contemplados en el Normativo de Trabajos de Graduación de la Carrera Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, por tal razón recomiendo su aprobación para autorizar los trámites necesarios para su discusión en el Examen General Público, previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano, en el grado Académico de Licenciado.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente;

"Id y Enseñad a Todos"


MSc. Carlos Iván Arriola Monasterio
Encargado Unidad de Investigación y Trabajos de Graduación
- Carrera de Médico y Cirujano- CUNORI-



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

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



Chiquimula, 30 de octubre del 2018.
Ref. MYCTG-128-2018.

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente

Señor Director:

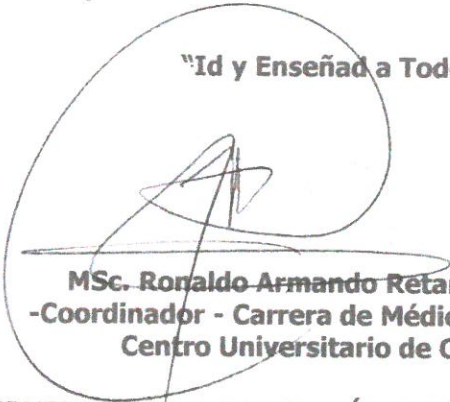
De manera atenta se le informa que el estudiante FÉLIX YUBINI QUIÑÓNEZ RAYMUNDO carné 200944408 ha finalizado el Informe Final del Trabajo de Graduación Titulado **"CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA"**, realizado en el en las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del Municipio de San Juan Ermita, el cual fue asesorado por el Lic. Álvaro Bernardo Patzán Mijangos, Químico Biólogo, colegiado 3,588 quien avala y dictamina favorable en relación al estudio.

Se considera que el Trabajo de Graduación cumple con los requisitos mínimos contemplados en el Normativo de Trabajos de Graduación de la Carrera Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente, por tal razón recomiendo su aprobación para autorizar los trámites necesarios para su discusión en el Examen General Público, previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano, en el grado Académico de Licenciado.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente;

"Id y Enseñad a Todos"


MSc. Ronaldo Armando Retana Albanés
-Coordinador - Carrera de Médico y Cirujano-
Centro Universitario de Oriente



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

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

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

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el doce de febrero de dos mil diecinueve..

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
DIRECTOR
CUNORI - USAC



Agradecimientos

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS FAMILIARES

A MIS CATEDRÁTICOS

AL COORDINADOR DE LA CARRERA Y DESTACADO CATEDRÁTICO

Dr. Ronaldo Retana Albanés

A LOS REVISORES Y DESTACADOS CATEDRÁTICOS

Dr. Edwin Danilo Mazariegos Albanés

Dr. Carlos Iván Arriola Monasterio

Ing. Agr. Christian Edwin Sosa Sancé

Dr. Rory René Vides Alonzo

A MI ASESOR

Lic. Álvaro Bernardo Patzán Mijangos

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CUNORI

Por brindarme en sus instalaciones todo el conocimiento que hoy poseo

AL HOSPITAL NACIONAL DE CHIQUIMULA “CARLOS MANUEL ARANA OSORIO”

Y AL HOSPITAL REGIONAL DE ZACAPA

Por haber sido mi segundo hogar y donde fue posible formarme como Médico

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Gracias a Dios por todas las bendiciones y oportunidades que me ha regalado en esta vida, porque sé que me ha bendecido siempre y me brindó mi mayor bendición: mi familia y es gracias a Él que hoy alcanzo una más de mis metas.

A MIS PADRES: Gracias por todo el amor, paciencia y apoyo que me han brindado, si hoy alcanzó esta meta es gracias a que siempre confiaron en mí y siempre han sido mi ejemplo a seguir, gracias por todo, este logro es gracias a todo su esfuerzo y apoyo incondicional en todo momento.

A MIS HERMANOS: A mis hermanos, por apoyarme y motivarme a ser una mejor persona y un ejemplo para ellos.

A MIS CATEDRÁTICOS: Gracias por haberme compartido sus conocimientos, por tener la paciencia de enseñarme esta profesión, este logro es posible gracias al esfuerzo que ustedes hicieron por enseñarme.

A MI ASESOR: Lic. Álvaro Bernardo Patzán Mijangos, gracias por su apoyo incondicional y valiosa colaboración y tiempo al asesorar mi investigación.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS: Gracias por todos esos momentos que hemos compartido, por haberme apoyado en esos momentos tan difíciles y que al final hemos logrado superar, gracias por la amistad y este tiempo compartido.

FELIX YUBNI QUIÑÓNEZ RAYMUNDO

RESUMEN

CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DEL AGUA

Félix Yubini Quiñónez Raymundo ³; Dr. Edwin Danilo Mazariegos¹; Lic. Alvaro Patzán Mijangos²; Dr. Carlos I. Arriola¹.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente, CUNORI, finca el Zapotillo zona 5 Chiquimula

tel. 78730300 ext. 1027

Introducción: el término “agua potable” está relacionado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, que cumplen con las normas tanto internacionales como nacionales por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es apta o no para el consumo humano. Se calcula que el agua no potable y los hábitos de saneamiento e higiene insalubres cobran cada año la vida de 1.5 millones de niños menores de cinco años. La falta de acceso a agua, saneamiento e higiene incide negativamente en la salud, seguridad, los medios de subsistencia y la calidad de vida. **Material y métodos:** se realizó un estudio tipo descriptivo transversal con el objetivo de caracterizar los componentes microbiológicos y fisicoquímicos del agua distribuida en las aldeas veguitas, Los Planes y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula. La toma de muestras se realizó en las fuentes de captación de cada aldea, en estas muestras se analizó tanto microbiológicamente como fisicoquímica, en el tanque de distribución de cada aldea aquí se realizaron pruebas microbiológicas, por último cada comunidad se dividió en tres sectores en proximal, medial y distal, tomando una muestra en una de las casas de cada sector de forma aleatoria en estas se realizaron pruebas bacteriológicas. **Resultados y discusión:** se determinó que las pruebas tanto físico y químico estaban en los rangos propuestos por la norma COGUANOR29001:99 pero que en las aldeas Veguitas y Los Planes están con niveles altos de dureza, en relación a las pruebas microbiológicas se determinó que se encuentran contaminadas desde su captación hasta su distribución con presencia de coliformes totales, coliformes fecales y E. Coli. **PALABRAS CLAVE:** Agua potable, Características fisicoquímicas y Microbiológicas.

¹Revisor de tesis ² Asesor tesis ³Investigador

ABSTRACT

BACTERIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF WATER

Félix Yubini Quiñónez Raymundo ³; Dr. Edwin Danilo Mazariegos¹; Lic. Alvaro Patzán Mijamgos²; Dr. Carlos I. Arriola¹.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente, CUNORI, finca el Zapotillo zona 5 Chiquimula

tel. 78730300 ext. 1027

Introduction: The term “potable water” is related to those physical, chemical and biological characteristics, which comply with both international and national standards by means of which it can be assessed whether the water is suitable or not for human consumption. It is estimated that unsafe water and unhealthy sanitation and hygiene habits charge 1.5 million children under the age of five each year. The lack of access to water, sanitation and hygiene has a negative impact on health, safety, livelihoods and quality of life. **Material and methods:** a cross-sectional descriptive study was carried out with the objective of characterizing the microbiological and physicochemical components of the water distributed in the villages Veguitas, Los Planes and Minas Abajo of the municipality of San Juan Ermita, Chiquimula. Sampling was done in the collection sources of each village, in these samples was analyzed both microbiologically and physicochemically, in the distribution tank of each village here microbiological tests were carried out, finally each community was divided into three sectors in proximal, medial and distal, taking a sample in one of the houses of each sector in a random way in these were carried out bacteriological tests. **Result and discussion:** It was determined that the physical and chemical tests were in the ranges proposed by the standard COGUANOR29001: 99 but that in the villages of Veguitas and Los Planes are with high levels of hardness, in relation to the microbiological tests it was determined that they are contaminated from their uptake up to its distribution with presence of total coliforms, fecal coliforms and Escherichia Coli.

KEYWORDS: Potable water, physicochemical and microbiological characteristics.

¹Thesis reviewer ² Thesis Advisor ³ Researcher

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
I. Planteamiento del problema	1
a. Antecedentes del problema	1
b. Hallazgos y estudios realizados	2
c. Definición del problema	6
II. Delimitación del estudio	7
1. Delimitación teórica	7
2. Delimitación geográfica	7
3. Delimitación institucional	8
4. Delimitación temporal	8
III. Objetivos	9
IV. Justificación	10
V. Marco teórico	11
a. Capítulo I	11
b. Capítulo II	14
c. Capítulo III	17
d. Capítulo IV	19
e. Capítulo V	24
VI. Diseño metodológico	27
a. Tipo de estudio	27
b. Área de estudio	27
c. Universo o muestra	27
d. Sujeto u objeto de estudio	27
e. Criterios de inclusión	27
f. Criterios de exclusión	27

g.	Variables estudiadas	27
h.	Operacionalización de variables	28
i.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
j.	Procedimientos para la recolección de datos	30
k.	Plan de análisis	31
l.	Cronograma	32
m.	Recursos	33
VII.	Presentación de resultados	34
VIII.	Análisis de resultados	43
IX.	Conclusiones	45
X.	Recomendaciones	46
XI.	Propuesta	47
XII.	Bibliografía	49
XIII.	Anexos	52

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PÁGINA
1.	Caracterización de las comunidades estudiadas	7
2.	Clasificación de procesos de tratamiento del agua en función de su complejidad y costo	18
3.	Procesos sugeridos para la potabilización en función de los contaminantes presentes	19

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No.		PÁGINA
1.	Datos físicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Minas Abajo.	34
2.	Datos químicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Minas Abajo.	35
3.	Datos microbiológicos de los resultados obtenidos de las muestras de agua analizadas del afluente, tanque y sistema de agua entubada de la aldea Minas Abajo.	36
4.	Datos físicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Veguitas.	37
5.	Datos químicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Veguitas.	38
6.	Datos microbiológicos de los resultados obtenidos de las muestras de agua analizadas del afluente, tanque y sistema de agua entubada de la aldea Veguitas.	39
7.	Datos físicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Los Planes	40
8.	Datos químicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Los Planes.	41
9.	Datos microbiológicos de los resultados obtenidos de las muestras de agua analizadas del afluente, tanque y sistema de agua entubada de la aldea Los Planes.	42

RESUMEN

El término “agua potable” está relacionado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, que cumplen con las normas tanto internacionales como nacionales por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es apta o no para el consumo humano.

La falta de acceso a agua, saneamiento e higiene incide negativamente en la salud, seguridad, los medios de subsistencia y la calidad de vida.

Se realizó un estudio tipo descriptivo transversal con el objetivo de caracterizar los componentes microbiológicos y fisicoquímicos del agua distribuida en las aldeas Veguitas, Los Planes y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula.

La toma de muestras se realizó en las fuentes de captación de cada aldea, en estas muestras se analizó tanto microbiológicamente como fisicoquímica, en el tanque de distribución de cada aldea aquí se realizaron pruebas microbiológicas, por último cada comunidad se dividió en tres sectores en proximal, medial y distal, tomando una muestra en una de las casas de cada sector de forma aleatoria en estas se realizaron pruebas bacteriológicas.

Se determinó que las pruebas fisicoquímicas estaban en los rangos propuestos por la norma COGUANOR 29001:99, pero en las aldeas Veguitas y Los Planes se encuentran con altos niveles de dureza, en relación a las pruebas microbiológicas se determinó que se encuentran contaminadas desde su captación hasta su distribución de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia Coli*.

Es necesario el mejoramiento de la calidad del agua, ampliando cobertura de servicios, la notificación epidemiológica y la promoción de buenas prácticas higiénico-sanitarias.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere al tema de las características microbiológicas, físicas y químicas del agua. Dichas características deben cumplir con estándares para poder ser distribuidas y consumidas en la población, ya que es un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de todas las actividades del ser humano, y así garantizar que no puedan causar ningún daño a las personas que hacen uso de ella, ya que la falta de saneamiento e higiene incide negativamente en la salud y por ende en la calidad de vida.

Según la ENCOVI 2011, la cobertura de los hogares con servicio de agua para consumo humano con chorro exclusivo y público era del 75.27%. De acuerdo con este dato se estima que 3.0 millones de personas, especialmente del área rural, no disponen de este servicio de manera adecuada. Al déficit de cobertura, entre otros, se suman la intermitencia de los servicios por red y la deficiencia en la calidad del agua.

La investigación de tipo descriptivo se realizó en las aldeas de los Planes, Minas Abajo y Veguitas del municipio San Juan Ermita donde se tomaron muestras de agua tanto en las fuentes de captación, los tanques de distribución, y en forma aleatoria en la comunidad para su posterior análisis en el laboratorio.

El interés de este trabajo es porque este vital líquido que es distribuido a la población sobre todo a nivel rural no cuentan muchas veces con los análisis necesarios para verificar si cumplen con los requerimientos que estas deben de cumplir para que sea apto para consumo humano.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

a. Antecedentes del problema

El agua es esencial para la vida. El primer principio de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín, en 1992, establece que “El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente”.

Aunque el agua es el elemento más frecuente en la Tierra, únicamente 2,53% del total es agua dulce y el resto es agua salada. Aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentran inmobilizadas en glaciares y al abrigo de nieves perpetuas, aunado a eso las fuentes de agua dulce están contaminadas en un gran porcentaje (UNESCO, 2003).

Los recursos naturales como el agua se ha vuelto escaso durante los últimos cuarenta años con el crecimiento poblacional mundial, este ha disminuido considerablemente ya que no solo ha aumentado para el consumo humano sino también para las industrias que hacen uso de él, contaminando las fuentes de agua y así dificultando aún más el acceso.

El término “agua potable” está relacionado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, que cumplen con las normas tanto internacionales como nacionales por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es apta o no para el consumo humano (COGUANOR, 1985).

La calidad del agua potable es una cuestión que afecta países en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población que puede ser por agentes infecciosos, productos químicos tóxicos, contaminación radiológica, etc.

Pese a que la población mundial está dividida casi equitativamente entre habitantes de zonas urbanas y habitantes de zonas rurales, la gran mayoría de quienes carecen de agua y servicios de saneamiento vive en éstas últimas: más del 80% de las personas no tienen acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable, en las zonas rurales. Se calcula que el agua no potable y los hábitos de saneamiento e higiene insalubres cobran cada año la vida de 1.5 millones de niños menores de cinco años. La

falta de acceso a agua, saneamiento e higiene incide negativamente en la salud, seguridad, los medios de subsistencia y la calidad de vida (OMS, 2010).

b. Hallazgos y estudios realizados

Se realizó un estudio en Colombia en el departamento de Tolima de tipo observacional descriptivo transversal llamado “Calidad del agua para consumo humano” durante el 24 de abril a 16 de junio del 2012. El objetivo del estudio describir la calidad del agua para consumo humano en áreas urbanas del departamento del Tolima y su relación con la incidencia notificada de hepatitis A, enfermedad diarreica aguda (eda) e indicadores sociales.

La población de estudio estuvo conformada por los 47 municipios del departamento de Tolima. Se revisó la base de datos del sistema de vigilancia de la calidad del agua potable (sivicap) para conocer el número de muestras de cada municipio y el puntaje del Índice de riesgo de la calidad del agua, que se determina con una tabla de puntaje de riesgo según la normatividad vigente de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua analizada en el laboratorio de salud pública de la gobernación del departamento. En relación con la información de la notificación epidemiológica de eda y hepatitis A, se consultó la base de datos del sistema de vigilancia epidemiológica de la división de la secretaría de salud departamental.

Se diseñó un instrumento de recolección de la información que contenía las variables necesarias para cada municipio, según los objetivos de la investigación, el cual mediante prueba piloto permitió hacer ajustes necesarios, y se identificaron limitaciones y/o utilidad de su contenido. El proceso de recolección de la información fue realizado por los investigadores para la construcción de la base de datos propia usando el paquete estadístico SPSS v. 19.

El análisis estadístico consistió en el cálculo de medidas de tendencia central: media, mediana y moda; y de dispersión: desviación estándar, coeficiente de variación y

percentiles 25 y 75 para la caracterización de los municipios según la calidad del agua para consumo humano. Se aplicó el uso de tablas de contingencia para la determinación de la calidad microbiológica según la categoría del índice de riesgo de la calidad del agua. Mediante el programa excel, se calculó la proporción de incidencia notificada de eda y hepatitis A para cada municipio por 10.000 habitantes, según la proyección poblacional para el 2010 del censo realizado por el departamento administrativo nacional de estadística en 2005; esta información se requirió para aplicar el uso del análisis de varianza de un factor con una confiabilidad del 95% y un nivel de significación del 0,05, para la determinación de diferencias estadísticamente significativas entre la calidad del agua y las proporciones de incidencia calculadas. Se efectuó un análisis de correlación entre los indicadores, la calidad del agua para consumo humano, y las incidencias notificadas de las enfermedades trazadoras y, asimismo, se determinó el valor de correlación de spearman, valor de probabilidad, tipo de correlación y significación estadística de la misma.

Resultados: El 63,83% de los municipios de Tolima presentaron agua no potable. En la categoría de inviable sanitariamente se clasificaron los municipios: Ataco, Cajamarca, Planadas, Rovira, Valle de San Juan y Villarrica. El 27,7% de los municipios evidenciaron resultados con coliformes. No se encontró asociación estadística entre la incidencia de las enfermedades trazadoras y la calidad del agua; se encontró relación estadísticamente significativa entre la cobertura de acueducto, alcantarillado, nivel educativo y calidad del agua (Briñez, Guarnizo y Arias, 2012).

Se realizó un estudio en Ecuador en la ciudad de Ambato de tipo correlacional titulado “determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas” el período de estudio fue de diciembre 2014 a mayo 2015. Se realizó la recolección de datos, mediante encuestas a 100 hogares de la Parroquia Pasa, distribuidos proporcionalmente a las 10 comunidades, en la cual se investigó a 111 habitantes, analizando la forma de captación y uso de del agua que llega a sus hogares, además se indagó si presentaron episodios de enfermedad diarreica aguda, en el lapso de 6 meses de estudio, de igual forma se tomó muestras de agua de cada uno de los hogares investigados en total de 87, así como de muestras de heces a

los casos de eda positivos en un total de 50, los cuales se establecieron como muestras de análisis.

Se creó una base de datos con la información obtenida de los hogares objeto de estudio. Fue dividida la muestra en grupos de edad, sexo y se tomó en cuenta el lugar de procedencia de cada habitante, contabilizando el número de casos de enfermedades diarreicas. Se detallaron datos cuantitativos, que sirvieron como información estadística, identificando en porcentajes según grupos de edad, sexo y sectores afectados la prevalencia de eda, además se identificó la relación del distribuidor de agua con los sectores más afectados.

Según el informe emitido por el laboratorio sobre el estudio del agua, de los sectores más afectados y distribuidores relacionados respectivamente, se elaboró una tabla comparativa para tener una visión más clara si los parámetros son aceptados o rechazados según las normas del país.

La hipótesis fue comprobada por medio la prueba correlación de Pearson utilizando como variables la frecuencia de coliformes fecales y la prevalencia de eda en donde no hubo diferencia significativa $R=0,733$ y $p= 0,01$. Todos los resultados obtenidos se procesaron en SPSS 2010, se representó mediante gráficos en barras y pasteles, las características del ordenador es PC Windows Vista.

Resultados: De las 60 personas que presentaron diarreas, 50 consumían agua de los reservorios del proyecto de agua no potable y 10 por otros medios. De las 51 personas que no tuvieron diarrea, 37 tomaban agua del proyecto de reservorio no potable y 14 que tampoco presentaron diarrea tomaban agua de otras fuentes.

Los estudios bacteriológicos del agua identificaron la presencia de coliformes fecales en su mayoría E. Coli. De acuerdo a la norma técnica NTE INEN 1108 se ha determinado que el agua de los hogares analizados de la Parroquia Pasa, se encuentran contaminadas en un 100% por coliformes fecales. Al analizar las muestras de agua se

concluye que la presencia de Coliformes no se encuentra dentro de los niveles permitidos por la norma. Se recolectó muestras coprológicas de las 50 personas con procesos diarreicos que consumen agua del proyecto de agua no potable, a las que se les realizó análisis de laboratorio mediante cultivo de las heces en las que en un 68% se demostró la presencia de E. Coli y otras entero bacterias en el resto. Se analizó que la duración de los episodios de diarrea en el total de las 50 personas (100%), 40% ha presentado 4 veces episodios diarreicos, continuando en orden descendente, 30% 3 veces, 14% 6 veces, un 4% 2 veces y 2% una vez, durante el período de estudio.

Con respecto a la duración de los procesos diarreicos se pudo determinar que todas las personas con diarrea presentaron el cuadro de forma aguda. Se comparó la población expuesta al agua contaminada con enfermedad diarreica aguda (50) y sin diarrea (37) con prueba de Chi cuadrado (0.182) y se establece que no existe diferencia significativa, por tanto aunque el agua está contaminada no es la causante del incremento de la diarrea en la población debido a otros factores involucrados. No se pudo determinar la hipótesis alternativa porque la prevalencia de enfermedades diarreicas agudas no se debe solo a los coliformes fecales en el agua contaminada sino a otros factores a los cuales están expuestos los hogares de la parroquia Pasa (Moposita, 2015).

Se realizó un estudio descriptivo en la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango titulado “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable” en septiembre del 2011. Se tomó muestra de agua en la fuente y se envió al laboratorio de agua del Instituto de Fomento Municipal realizándose análisis fisicoquímicos y bacteriológicos tomando como referencia la norma COGUANOR NGO 29 001. De acuerdo con el resultado obtenido, el agua de la muestra cumple con los requerimientos fisicoquímicos establecidos por dicha norma. Por otro lado, de acuerdo a los resultados obtenidos en la muestra de agua para el análisis bacteriológico, no cumple con los requerimientos establecidos por dicha norma. Se establece que el grupo coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 ml, siendo el resultado de 50 NMP/100 ml. Para realizar el examen de los grupos coliformes totales y Escherichia Coli se realizó a través de la técnica de sustrato enzimático en tubos múltiples. El conteo heterotrófico en placa se realizó a través del método de vertido, utilizando plate-count agar como medio de cultivo.

Con los resultados obtenidos en los análisis correspondientes a la fuente propuesta, se determinó colocar tratamientos específicos para obtener agua potable y segura para el consumo humano. Entre ellos: filtración en la captación y sistema de cloración en el tanque de distribución principal (Lam, 2011).

c. Definición del problema

En 2015, el 91% de la población mundial tenía acceso a una fuente mejorada de abastecimiento de agua potable, en comparación con el 76% en 1990.

En Guatemala la cobertura de agua entubada es del 92% para el área urbana y del 54% en el área rural, mientras que en lo correspondiente al saneamiento básico, la cobertura es del 72% en el área urbana y del 52% en el área rural.

Se estima que menos del 40% del agua recibe desinfección en las áreas urbanas y menos del 15% en el área rural. Aunado a eso que prácticamente en todo el país no hay plantas de filtrado para disminuir la carga de minerales que estos contienen (UNICEF).

Uno de los grandes problemas para Guatemala es el deficiente abastecimiento de agua potable ya que no solo conlleva la captación del vital líquido y su distribución sino que también un monitoreo constante de este para que pueda ser utilizado sin ninguna repercusión en la salud de la población que la consuma.

Por lo que es importante mantener un monitoreo y notificación constante del agua que es distribuida a la población para evitar que aumenten los casos de enfermedades relacionadas con él, por lo que se realiza la siguiente pregunta:

¿Cuál es el componente microbiológico y fisicoquímico del agua distribuida en las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Arriba del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula?

II. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

a. Delimitación teórica

El presente trabajo tiene un fundamento teórico microbiológico y epidemiológico que relaciona la calidad del agua en base a sus componentes físicos, químicos y microbiológicos

b. Delimitación geográfica

El municipio de San Juan Ermita pertenece al departamento de Chiquimula, y se encuentra ubicado en el centro del mismo. Tiene un área aproximada de 90 Km. cuadrados con una población aproximada de 12,500 habitantes actualmente.

Las colindancias municipales son: al norte con el municipio de Jocotán; al éste con los municipios de Jocotán y Olopa; al sur con el municipio de Quezaltepeque, y al oeste con la cabecera departamental de Chiquimula y el municipio de San Jacinto.

El municipio cuenta con su cabecera municipal, 20 aldeas y 16 caseríos, encontrándose entre estos las aldeas los Planes, Veguitas y Minas abajo.

Cuadro No. 1 Caracterización de las comunidades estudiadas

Aldea	Población Total	Número de Familias	Número de viviendas	Población menor de 5 años	Número de personas en pobreza	Número de personas en pobreza extrema	Distancia de la cabecera municipal
Los Planes	621	134	121	118	96	25	1.5 km.
Veguitas	567	118	102	115	65	15	3 km.
Minas Abajo	606	118	90	171	75	11	5 km.

Fuente: Municipalidad de San Juan Ermita

c. Delimitación institucional

Sistema de agua potable de las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del municipio San Juan Ermita.

Cada aldea cuenta con un sistema de captación el cual inicia en vertientes de agua naturales transportado por medio de tuberías hacia tanques donde se utiliza sistema de clorinadores de agua previo a distribución en viviendas de dichas aldeas, se realiza según protocolo semanalmente estudios microbiológicos y niveles de cloro en el agua y mensualmente se realiza mantenimiento de clorinadores.

d. Delimitación temporal

El estudio se realizó durante el período de marzo 2017 a septiembre del 2018.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar bacteriológica, física y químicamente el agua distribuida en las aldeas Los Planes, Veguitas, Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, durante los meses de marzo del 2017 a septiembre del 2018.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el análisis microbiológico para determinar coliformes totales, coliformes fecales y E. Coli en el agua distribuida en las aldeas de estudio.
2. Realizar el análisis físico de color, olor, turbiedad y sólidos totales en los afluentes que suministran agua a las aldeas descritas.
3. Realizar el análisis químico de fluoruros, cloruros, nitratos, nitritos, dureza, manganeso, sulfatos y pH en los afluentes que suministran agua a las aldeas descritas.

IV. JUSTIFICACIÓN

En la consulta diaria es muy común que los pacientes sobre todo del área rural refieran que el agua que beben es de un pozo o directamente del grifo de sus casas y que no realizan ningún tipo de purificación o desinfección antes de consumirlas.

La cobertura de agua entubada en el país es muy pobre en las áreas urbanas, sin mencionar que en las comunidades del área rural son mucho más deficientes que si llegan a recibir un servicio de agua pero que muchas veces esta no es suficiente en cantidad ya que presentan muchas dificultades para su distribución no digamos en relación a la calidad que es lo más importante, ya que no tienen en esas áreas un sistema de purificación no solo para lo microbiológico sino para las cargas de minerales que contienen sobre todo en los manantiales que son ricos en ellos.

Los indicadores de morbilidad y mortalidad infantil son preocupantes. Ya que más de la mitad de los fallecimientos de niños está relacionado con el agua sobre todo por infecciones gastrointestinales y que esto afecta o influye de manera importante en la desnutrición que es causa del ambiente insalubre.

La falta de agua potable es un problema muy grande a nivel de Guatemala, la ciudad capital es la única municipalidad que cuenta con una planta de tratamiento del vital líquido, pero el resto del país, y principalmente, el área rural no tiene ningún tipo de manejo de las fuentes del agua.

Se piensa muchas veces, que por ser agua de vertientes o de la montaña, esta es pura, pero cada día se ven más casos de diarrea, de parasitismo intestinal y hasta de problemas dermatológicos, y simplemente se califica a las personas de descuidadas en los quehaceres del hogar, sin considerar en qué condiciones puede estar el agua que llega a sus viviendas, cuando llega.

Es por esta razón se hace de suma importancia realizar un estudio que ponga en evidencia cuáles son las características del agua que se nomina para consumo humano.

V. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

El agua

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Es un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de todas las actividades del ser humano. En nuestro planeta cubre el 75% de la superficie, pero toda esta cantidad de agua no se encuentra en condiciones aptas para el consumo humano. El 97.5% es agua salada, el 2.5% es agua dulce que se encuentra en lagos, ríos arroyos, vertientes, embalses, esta mínima proporción es la que podemos utilizar con más facilidad (Quispe, 2012).

El agua para satisfacer las necesidades se transforma en un recurso, sin embargo no todas las personas disponen de él, la cual se da por varios motivos entre ellos se puede mencionar la desigualdad de la distribución natural del agua en la superficie terrestre. Esta imposibilidad lleva a situaciones de escasez, que no es exclusivamente natural, sino también social (Quispe, 2012).

1.2 Múltiples usos del agua

El agua varía su uso según el tipo de actividad para el cual se emplea, como puede ser en la agricultura, para regadío en los cultivos, para la industria se utiliza para la elaboración de productos refrigerantes o diluyentes. También se utiliza en el consumo humano, para la higiene personal, lavado de utensilios, cocina, bebida, lavado de alimentos (Huarachi, 2014).

1.3 Agua potable

Se llama agua potable al agua dulce que tras ser sometida a un proceso de potabilización se convierte en agua apta para el consumo humano, pudiendo consumirla sin ningún tipo de restricciones, debiendo pasar primero por un control de calidad y aprobando rigurosas normas establecidas a nivel nacional e internacional.

1.4 Proceso de tratamiento del agua potable

- Toma del río. Aquí se analiza el punto de captación de las aguas; con la ayuda de una rejilla, que impide la penetración de elementos de gran tamaño (ramas, troncos, peces, etc.).
- Desarenador. Su función principal es la sedimentación de arenas que van suspendidas para evitar dañar las bombas en el resto del proceso de purificación.
- Bombeo de baja (Bombas también llamadas de baja presión). Toman el agua directamente de un río, lago o embalse, enviando el agua cruda a la cámara de mezcla.
- Cámara de mezcla. Donde se agrega al agua productos químicos. Los principales son los coagulantes (sulfato de alúmina), alcalinizantes (cal).
- Decantador. El agua llega velozmente a una pileta muy amplia donde se aquieta, permitiendo que se depositen las impurezas en el fondo. Para acelerar esta operación, se le agrega coagulantes que atrapan las impurezas formando pesados coágulos. El agua sale muy clarificada y junto con la suciedad quedan gran parte de las bacterias que contenía.
- Filtro. El agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor. Sale prácticamente potable.
- Desinfección. Para asegurar aún más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina el exceso de bacterias y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas
- Bombeo de alta. Toma el agua del depósito de la ciudad.
- Tanque de reserva. Desde donde se distribuye a toda la ciudad.
- Control final. Antes de llegar al consumo, el agua es severamente controlada por químicos expertos, que analizan muestras tomadas en distintos lugares del sistema.

1.5 Calidad del agua

El Concepto de Calidad del Agua, encierra un conjunto de características físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua sea apropiada para el consumo humano y

se relaciona con los procesos de abastecimiento, disponibilidad y sistemas de purificación aplicados.

1.6 Parámetros que determinan la calidad del agua

Existen gran cantidad de parámetros que son de utilidad para medir el grado de contaminación y calidad del agua, y son categorizados dentro de los siguientes grupos: características físicas, químicas, biológicas (Alejandro, 2017).

1.7 Normativa COGUANOR NGO 29001:99 para agua potable para Guatemala

En Guatemala se encuentran tabulados los máximos aceptables y límites permisibles de compuestos químicos, características sensoriales, biocidas y límites bacteriológicos en la Norma COGUANOR 29001:99 primera revisión del ministerio de economía. Dicha normativa es de cumplimiento nacional y es el estándar de comparación para los parámetros de calidad de agua.

El límite máximo aceptable (LMA): es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño en la salud del consumidor.

El límite máximo permisible (LMP): Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano (COGUANOR, 1985).

CAPÍTULO II

PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL AGUA A ANALIZAR

2.1 PARÁMETROS FISICOS

a) Sabor, color y aspecto

El sabor y olor del agua pueden tener su origen en contaminantes químicos naturales, orgánicos e inorgánicos, así como fuentes o procesos biológicos. Los sabores u olores del agua de consumo pueden revelar la existencia de algún tipo de contaminación, esto se puede percibir por la turbiedad, color, partículas u organismos visibles.

b) Turbidez

Es la medida de la opacidad del agua comparada con ciertos estándares establecidos que origina dispersión de interferencias de los rayos luminosos que pasan a través de la misma como resultados de la presencia de materia orgánica e inorgánica finamente dividida.

2.2 PARÁMETROS QUIMICOS

a) Fluoruros

Estos pueden presentarse en forma natural en el agua subterránea o superficial. El flúor en las aguas procede de los minerales fluorados. Los fluoruros tienen acción de prevención de las caries en concentraciones adecuadas. Cuando supera los 2 mg/l se fija en fosfatos y calcio, en dientes y huesos, originando fluorosis.

b) Nitratos y nitritos

Muchas sustancias que llegan al agua contienen nitrógeno y actúan como nutrientes para la vida vegetal. Los nitratos en el agua potable son medidos para evaluar la cantidad de nitrógeno presente. La alta concentración de nitratos y nitritos en el agua se ha asociado con la metahemoglobinemia, o la “enfermedad de los bebés azules” en lactantes con biberón. La presencia de nitratos puede deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes o a la filtración de aguas residuales u otros residuos orgánicos a las aguas superficiales y subterráneas.

c) Dureza

Las aguas duras son aquellas que provienen de fuentes de carbonatos de Calcio y de Magnesio. Altos niveles de dureza se han relacionado a nefrolitiasis. Tienen la propiedad de acumular sarro en las cañerías e inhiben la capacidad del jabón de hacer espuma. Puede afectar la aceptabilidad del agua de consumo.

d) Manganeseo

Es un elemento esencial para los mamíferos. El agua de consumo suponiendo una ingesta normal de 2 l/día, podría suministrar de 0.040 a 0.064 mg. La OMS recomienda una ingesta para adultos de 2-3 mg/día. La ingestión excesiva de manganeseo conduce a un estado de intoxicación denominado “manganismo”. Se produce sobre todo, en obreros que manipulan ese metal y se manifiesta con alteración mental, anemia, astenia. La presencia de manganeseo a concentraciones mayores que 0.1 mg/l en sistemas de abastecimiento de agua produce un sabor no deseable.

e) Sulfatos

Están presentes en forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente en la industria química. Los sulfatos se liberan al agua procedente de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales. La presencia de sulfato en agua de consumo pueden generar molestias a los consumidores al producir un sabor apreciable y contribuir a la corrosión de los sistemas de distribución.

f) pH

El pH del agua natural varía entre 5 y 9. En sistemas de abastecimiento, uno de los principales propósitos de la regulación del pH es reducir al mínimo la corrosión o la incrustación, que es una consecuencia de las relaciones entre el pH, CO₂, la dureza, la alcalinidad y temperatura. Se evita tener un valor de pH menor a 7 para este efecto. Otro factor es que el valor de pH mayor a 8 interfiere en la desinfección con cloro. El pH aceptable, para agua potable varía entre 6.5 a 8.5 como valor guía.

Entre la familia de subproductos de cloración que se forman se destacan trihalometanos (THM), cuyo valor de concentración en el agua tratada se encuentra regulado debido a sus efectos adversos a la salud. El incremento de pH favorece la formación de trihalometanos (Monroy, 2012).

2.3 PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

Las pruebas de calidad bacteriológica del agua se basan en la presencia de microorganismos indicadores, casi siempre coliformes. Los coliformes fecales, en especial E. Coli, se utilizan como indicadores de la presencia de heces humanas.

La bacteria Escherichia Coli y el grupo coliforme en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. Las bacterias Coliformes son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de fermentar la glucosa y la lactosa. Otros organismos utilizados como indicadores de contaminación fecal son los estreptococos fecales y los Clostridium.

Estos últimos son anaerobios, formadores de esporas; estas son formas resistentes de las bacterias capaces de sobrevivir largo tiempo. El análisis del agua se realiza con el método de los tubos múltiples, o filtración por membrana y se expresa en términos de el “número más probable” (índice NMP) en 100 ml de agua. (Monroy, 2012) Según las Guías de la Calidad del Agua de Consumo elaboradas por la OMS (Organización Mundial de la Salud) y los actuales parámetros establecidos a nivel nacional, se considera que estos indicadores microbiológicos, no deben encontrarse en el agua de consumo humano (OMS, 2006).

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTOS PARA TRATAR AGUAS CONTAMINADAS

3.1 Potabilización

Consiste en separar del agua por medio de procesos mecánicos y químicos el exceso de elementos o sustancias orgánicas e inorgánicas (incluidos microorganismos) que la misma pudiera contener. Esta separación se hace con el fin de que el agua resultante del proceso sea consumible sin ocasionar daños a la salud.

3.2 Cloración

La utilización del cloro como desinfectante es el método de desinfección más común. Se utilizan numerosos derivados clorados tales como: cloro gas, hipoclorito o dióxido de cloro. El cloro y sus derivados son sustancias de tipo oxidante, las cuales actuarán por mecanismos de oxidación, destruyendo la célula tras provocar la rotura de la pared celular. Para una correcta desinfección con cloro hay que tener en cuenta la concentración del desinfectante y tiempo de contacto, pH, temperatura, turbidez, compuestos nitrogenados, hierro, manganeso. La eficiencia de la cloración está muy influenciada por las concentraciones de amonio, nitrito y nitrato.

3.3 Ozonización

Debido a los subproductos generados en la cloración las investigaciones han llevado a la utilización de ozono como agente oxidante para la desinfección de aguas potables, además el ozono tiene mayor poder desinfectante que los productos basados en cloro. La corta vida del ozono tanto en estado gaseoso como en disolución acuosa no permite su almacenamiento por lo que debe generarse *in situ*. La reacción es altamente endotérmica y no espontánea por lo que se incrementan los gastos energéticos y costos del proceso.

3.4 Filtración

El agua se puede filtrar a través de pequeñas aberturas en material permeable. El filtro es la capa de material poroso a través de la cual pasa el agua, y cuyo objeto es separar de ésta las materias que se encuentran en suspensión.

Las partículas pueden separarse del agua mediante filtros rápidos por gravedad, horizontales o a presión, o filtros lentos de arena. La filtración lenta en arena es un proceso biológico, y los otros tipos de filtración son procesos físicos. Los filtros rápidos por gravedad, horizontales y a presión pueden utilizarse para la filtración directa de agua bruta, sin tratamiento previo. Los filtros rápidos por gravedad y a presión se utilizan habitualmente para filtrar agua que ha sido tratada previamente mediante coagulación y sedimentación.

3.5 Aireación, floculación, decantación y sedimentación

La aireación es necesaria para eliminar cierto tipo de microorganismos. El proceso de floculación consiste en el agregado de una sustancia coloidal que, por sus propiedades superficiales, permite que se adhieran muchas superficies a la superficie del coloide y de esta manera ser arrastrados, en un paso posterior, separados por decantación o sedimentación (Monroy, 2012).

Cuadro No. 2 Clasificación de procesos de tratamiento de agua en función de su Complejidad, técnica y costo

<i>Categoría</i>	<i>Procesos de tratamiento</i>
1	Cloración simple Filtración sencilla (rápida o lenta, en arena)
2	Precloración y filtración Aeración
3	Coagulación química
4	Tratamiento con carbón activado granular Intercambio de iones
5	Ozonización
6	Procesos de oxidación avanzados Tratamiento con membranas

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 2006)

Cuadro No. 3 Procesos sugeridos para potabilización en función de los Contaminantes presentes.

<i>Tipo de Contaminante</i>	<i>Operación unitaria</i>
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación + floculación + decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia Orgánica	Carbón activado
Amoniaco	Cloración al breakpoint
Patógenos	Desinfección
Metales (Fe, Mn)	Precipitación por oxidación
Sólidos disueltos (Cl^- , Na^+ , K^+)	Ósmosis inversa

Fuente: (American water works association, 2011)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL CONTEXTO Y DE LA SITUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

4.1 La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la salud

La disponibilidad de acceso y calidad de los servicios de agua y saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua segura y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades. En menores de 5 años, entre las principales causas de mortalidad están las enfermedades infecciosas y parasitarias (66 por cada 100,000) y las afecciones originadas en el periodo perinatal (37 por cada 100,000).

Los departamentos que presentan las tasas más altas de mortalidad en menores de 5 años son Totonicapán, San Marcos, Chiquimula y Jalapa, Chimaltenango, Huehuetenango, Baja Verapaz y Alta Verapaz, cuyos valores están entre 92 y 207 por

cada 100,000. Datos del Sistema de Información Gerencial en Salud (SIGSA), indican que durante el año 2011, los eventos que ocupan el mayor número de primeras consultas por morbilidad (4,490,279 consultas) a los servicios de salud en todos los grupos de edad son las infecciones respiratorias agudas con el 48%, seguidos de parasitosis intestinal con un 10%, gastritis con 9%, infecciones de las vías urinarias con un 7% y otras enfermedades diarreicas agudas con 6%, lo que representa el 80% del total de las consultas.

En la mayoría de los casos estas enfermedades son prevenibles, a través de mejorar lo relacionado con la higiene, el hacinamiento, el agua limpia y segura y los servicios de saneamiento, entre otros. Del total de primeras consultas realizadas, el 61% pertenece a mujeres. Los servicios de abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene contribuyen a la reducción en la frecuencia de la enfermedad diarreica, así: higiene 37%, saneamiento 32%, abastecimiento de agua 25%, calidad del agua 31% y otros factores múltiples 33%, de lo cual se infiere la importancia que para mejorar los niveles de salud tienen los servicios de agua y saneamiento.

4.2 La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la seguridad alimentaria y nutricional

La escasez de agua y la pobre calidad de la misma, está ocasionando serios riesgos en la seguridad alimentaria, en la salud humana y en el bienestar económico y social. En este sentido, además de la calidad sanitaria y cantidad de agua para beber, y de los servicios de saneamiento, es también importante la calidad y cantidad del agua que se utiliza para preparar los alimentos y, por supuesto, las prácticas higiénicas adecuadas para garantizar un buen aprovechamiento de los mismos. En Guatemala, más del 90% de las aguas superficiales está contaminada con heces fecales y otros desechos perjudiciales para la salud. La ingestión de agua contaminada tiene una alta incidencia en los casos de enfermedades diarreicas, lo que, a la vez, tiene una gran influencia en la aparición de problemas de nutrición, especialmente en los niños menores de 5 años.

La SESAN señala que “la inseguridad alimentaria y nutricional en la población se refleja en el bajo peso al nacer que afecta al 12% de los neonatos”. Continúa señalando que dicha problemática se manifiesta en la presencia de desnutrición crónica en menores de 5 años y añade que la incidencia de la situación se duplica en relación con la niñez indígena (69.5%), en comparación con la no indígena (35.7%); la media de desnutrición crónica en las áreas rurales es de 55.5%).” Por su lado, la ENSMI 2008-2009 señala que la desnutrición crónica en niños menores de 5 años, según referencia de la OMS, fue de 49.8%.

4.3 La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la educación y aspectos culturales

Existen varias causas por las que niños y, especialmente, niñas, dejan de asistir a las escuelas; entre ellas hay tres relacionadas con el agua y el saneamiento: la primera, se deriva de la necesidad de provisión de agua para el hogar; la segunda, por problemas en la salud, principalmente, por enfermedades gastrointestinales y otras de origen hídrico y, la tercera, por la falta de sistemas de agua y saneamiento a nivel de las escuelas o lo inadecuado de los mismos. En Guatemala los indicadores de educación más bajos se manifiestan en el área rural. La tasa de deserción escolar intraanual en el nivel primario es de 6.16% y en mujeres en el área rural alcanza un 6.95%.

4.4 La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con la pobreza

La falta de servicios o el contar con servicios inadecuados de agua y saneamiento afectan negativamente la situación de salud y bienestar y, con ello, disminuye la potencialidad del trabajo y la posibilidad de asegurar ingresos familiares, así como de elevar el nivel de condiciones de vida.

4.5 La relación de los servicios de agua potable y saneamiento con el género

La carencia de servicios sanitarios adecuados también conlleva a problemas de equidad de género. No sólo se encuentra que la tasa de deserción escolar es mayor en el caso de las niñas, sino que, en la mayoría de los casos, la mujer es la encargada y responsable de asegurar el abastecimiento de agua en el hogar. Según Foster y Araujo (2004), el 74% de las actividades de acarreo de agua en Guatemala son realizadas por mujeres y niñas.

4.6 Situación de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento

Según la ENCOVI 2011, la cobertura de los hogares con servicio de agua para consumo humano con chorro exclusivo y público era del 75.27%. De acuerdo con este dato se estima que 3.0 millones de personas, especialmente del área rural, no disponen de este servicio de manera adecuada. Al déficit de cobertura, entre otros, se suman la intermitencia de los servicios por red y la deficiencia en la calidad del agua.

En el 2008 un estudio del Banco Interamericano del Desarrollo (BID) estimó que en el país el 80% de los sistemas funcionan de forma intermitente, proporcionando entre 6 y 12 horas de servicio por día. Se estima que sólo 15% del agua abastecida por los sistemas es desinfectada y que sólo el 25% de los municipios a nivel urbano cuenta con sistemas de desinfección. En relación al saneamiento, el uso doméstico del agua genera aproximadamente 668 millones de m³ de aguas residuales y se estima que únicamente el 10% de las aguas residuales recolectadas a través de las redes de alcantarillado es tratado. En relación a los servicios de saneamiento, según la ENCOVI 2011, la cobertura nacional de los sistemas por red de alcantarillado es del 38%. El resto de la población cubre sus necesidades de saneamiento domiciliario a través de uso de letrina, pozo ciego (41% de los hogares), excusado lavable (7% de los hogares) e inodoro conectado a fosa séptica (6% de los hogares). En cuanto a la recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, según la ENCOVI 2011, el 32% de los hogares en el país utiliza servicio municipal o privado para disponer de los desechos sólidos, el 44% de los hogares queman los desechos, el 19% los entierran, el 3% recicla o utiliza los desechos para abono, y el resto aplica otras acciones.

El Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009 señala que en el país se producen alrededor de 1.5 millones de toneladas/año de desechos sólidos domiciliarios, de los cuales el 54% se generan en zonas urbanas y el 46% en el ámbito rural. Según el Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliarios, el 88% de los basureros del país, no están autorizados y se pueden considerar clandestinos. El 12% de los basureros se definen como de origen municipal, porque cuentan con una autorización de la municipalidad, pero no cuentan con estudio de impacto ambiental.

4.7 Gobernabilidad e institucionalidad de los servicios de agua potable y saneamiento

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.

4.8 Marco legal e institucional

La Constitución Política de la República de Guatemala establece en el Artículo 253 que a los municipios les corresponde atender los servicios públicos locales, entre los que se encuentran los servicios de agua potable y saneamiento. El Código de Salud, Decreto No. 90-97 del Congreso de la República, establece que le compete al Estado, a través del MSPAS, en coordinación con las instituciones del Sector, velar por la protección, conservación, aprovechamiento, uso racional de las fuentes de agua potable y por la calidad del agua para consumo humano y en ese sentido establece la obligación a las prestatarias del servicio, de clorar el agua, prohíbe la tala de árboles y la utilización de agua contaminada para cultivo de vegetales para consumo humano (Artículos 80, 84, 87, 89 y 90 del Código de Salud).

4.9 Compromisos internacionales

La Asamblea de las Naciones Unidas, mediante Resolución No. 64/292 de fecha 28 de julio de 2010, reconoció explícitamente el derecho humano al agua y saneamiento, reafirmando que el agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. Por otra parte, el derecho de los pueblos indígenas establecido en el Convenio 169 de la OIT, destaca el aporte de los indígenas a la armonía social y ecológica, y reconoce sus derechos sobre los recursos naturales existentes en sus tierras.

CAPÍTULO V

POLÍTICA NACIONAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

5.1 Objetivo de la política nacional

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.

5.2 Principios de la política nacional

Siete son los principios que orientan el desarrollo teórico y operativo de la política nacional:

- i. Enfoque de derecho: el acceso a agua y saneamiento como derecho humano enfatiza en el derecho de las personas a tener condiciones de vida digna.
- ii. Solidaridad: construcción de una cultura basada en el reconocimiento recíproco y la solidaridad social.
- iii. Descentralización: la descentralización es el proceso mediante el cual se transfiere desde el organismo ejecutivo a las municipalidades y demás

instituciones del estado, y a las comunidades organizadas legalmente, con participación de las municipalidades, al uso racional del agua

- iv. Respeto a la diversidad cultural: reconocimiento de la diversidad y heterogeneidad de las regiones y territorios locales y de sus estructuras operativas.
- v. Integralidad: desarrollo de intervenciones integrales eficientes y coordinadas desde los diferentes componentes de la Política.
- vi. Corresponsabilidad: generación de una cultura de responsabilidad social que configure sujetos activos, capaces de desarrollar nuevos tipos de gestión de los servicios.
- vii. Participación: derecho-deber que lleva a los hombres y a las mujeres a contribuir a la vida económica, política y social de la comunidad a la que pertenecen.

5.3 Lineamientos de la política nacional de agua potable y saneamiento

Los lineamientos de acción para la intervención de la Política Nacional son complementarios entre sí y, a través de ellos, se pretende garantizar la visión integral del agua potable y saneamiento, con enfoque social, ambiental y político.

- I. Ampliación de cobertura y mejora del funcionamiento de los servicios públicos de agua potable y saneamiento.
- II. Estructuración y fortalecimiento del Sector de Agua Potable y Saneamiento, definiendo, ordenando y ejerciendo claramente las funciones de Rectoría, Regulación y Prestación de los Servicios.
- III. Vigilancia, monitoreo y mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y del saneamiento.
- IV. Priorización de intervenciones basadas en un sistema de información nacional de agua potable y saneamiento, que oriente la generación y manejo de la información del sector, para apoyar la toma de decisiones, el reordenamiento y la modernización.

- V. Gestión social en agua potable y saneamiento, promoviendo la participación comunitaria en igualdad de oportunidades y de representación para mujeres y hombres, respetando las formas de organización de los pueblos indígenas y el rescate de sus saberes y prácticas ancestrales en la gestión del agua potable y saneamiento.
- VI. Fortalecimiento de las capacidades técnicas, administrativas, financieras y legales de los gobiernos municipales, para la adecuada gestión, administración, operación y mantenimiento de los servicios públicos de agua potable.
- VII. Promoción y gestión del conocimiento en agua potable y saneamiento (MSPAS).

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

a. Tipo de estudio

Descriptivo transversal

b. Área de estudio

Sistema de agua potable y tanques de distribución de las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita.

c. Universo o muestra

Tres sistemas de agua potable y tanques de distribución de las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita.

d. Sujeto u objeto de estudio

El agua distribuida a través del sistema de agua potable y los tanques de distribución de las aldeas Los Planes, Veguitas y Minas Abajo del municipio de San Juan Ermita.

e. Criterios de inclusión

Casas que cuenten con sistema de agua potable

f. Criterios de exclusión

Casas que cuenten con pozos de agua

Casas que no estén habitadas

Casas que no cuenten con sistema de agua potable

g. Variables estudiadas

Características microbiológicas, físicas y químicas del agua.

h. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
MICROBIOLÓGICO	Es la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, y/o en la cantidad de sus toxinas/metabolitos, por unidad o unidades de masa	Ausencia de coliformes totales, coliformes fecales, Escherichia Coli	Cuantitativa	Ordinal
FÍSICO	Son las características visibles y cuantificables del agua que la hacen aceptables para su consumo humano.	Incoloro, inodoro,	Cualitativa	Nominal
QUÍMICO	Son todos aquellos compuestos que contiene el agua y puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los que la consumen si se encuentran en valores no aceptables.	Fluoruro: 0 - 1.7 (mg/L) Cloruros: 100 - 250 (mg/L) Nitratos: 0–10 (mg/L) Nitritos: 0 – 1 (mg/L)	Cuantitativa	Ordinal

		Dureza: 100 – 500 (mg/L) Manganeso: 0.05 – 0.5 (mg/L) Sulfatos: 100– 250 (mg/L) PH: 7 – 7.5		
--	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

i. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se tomaron muestras de agua de cada comunidad estudiada (ver anexos 3,4 y 5) y se enviaron al laboratorio ambiental del CUNORI para su análisis y obtención de datos, realizándose de la siguiente manera;

Se tomaron muestras de agua en las fuentes de captación de cada aldea, en estas muestras se realizaron pruebas tanto microbiológicas como fisicoquímicas.

Se tomaron muestras en el tanque de distribución de cada aldea para realizar pruebas microbiológicas; por último, cada comunidad se dividió en tres sectores en proximal, medial y distal, se tomaron una muestra en una de las casas de cada sector de forma aleatoria en estas se realizaron pruebas bacteriológicas.

Para la recolección de la información se utilizó como instrumento una boleta de datos que incluye todos los elementos que se describen en las variables, estructurado de la siguiente manera:

1. Datos microbiológicos
2. Datos físicos
3. Datos químicos
- 4.

j. Procedimientos para la recolección de información

Se solicitó la competente autorización al alcalde municipal de San Juan Ermita y al área de salud de dicho municipio.

Posterior a la previa autorización se procedió a realizar el:

Muestreo fisicoquímico

Se utilizaron recipientes de 1 galón proporcionados por el laboratorio ambiental del Centro Universitario de Oriente

- En el punto de muestreo se lavó tres veces el recipiente con el agua a analizar.
- En la cuarta toma se llenó el galón y se selló rotulándolo.
- Se colocó en hielera transportándose hacia el laboratorio.
- Se entregaron al laboratorio para sus análisis

Muestreo microbiológico

- Recipientes esterilizados de 250 ml proporcionados por el laboratorio ambiental del Centro Universitario de Oriente
- En el punto de muestreo se tomó única muestra teniendo el cuidado de no contaminar la parte interior del recipiente así como la tapadera.
- Se colocaron en hielera transportándose hacia el laboratorio.
- Se entregaron al laboratorio para sus análisis

Métodos de ensayo en el laboratorio

- Los métodos de examen y análisis físico y químico que se realizaron a cada muestra son las aceptadas por COGUANOR NGO 29001:99
- Los métodos de examen y análisis bacteriológico que se realizaron a cada muestra son aceptadas por la guía de la OMS 2008.

Análisis fisicoquímico

- Olor y color
- Solidos totales
- Turbidez
- Fluoruros
- Cloruros
- Nitratos
- Nitritos
- Dureza
- Manganeseo
- Sulfatos
- pH

Análisis microbiológico

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Escherichia Coli

k. Plan de análisis

Según el informe del laboratorio sobre el estudio del agua, de los sectores más afectados y distribuidores relacionados respectivamente, se elaboró una tabla para tener una visión más clara si los parámetros son aceptados o rechazados según las normas del país.

I. Cronograma

Actividad	Marzo- Abril 2017	Marzo 2018	Abril 2018	Mayo 2018	Junio 2018	Julio 2018	Agosto 2018	Septiembre 2018	Octubre 2018																			
	Semana																											
Planteamiento del problema																												
Solicitud y aprobación del problema																												
Aprobación del problema																												
Elaboración del protocolo de investigación																												
Entrega de protocolo																												
Solicitud de aprobación del protocolo																												
Trabajo de campo																												
Elaboración informe final																												

Fuente: Elaboración propia.

m. Recursos

i. Humanos

- 1 estudiante investigador
- 1 asesor de tesis
- Comité de evaluación de tesis

ii. Físicos

- Útiles de oficina varios
- Servicio de internet

iii. Mobiliario y equipo

- 1 computadora portátil
- Impresora
- Tinta para impresora negra
- Tinta para impresora de color

iv. Material de laboratorio

- 3 galones
- 15 frascos de 250 ml esterilizados
- Hielera portátil

v. Financieros

▪ 3 pruebas fisicoquímicas	Q	750.00
▪ 15 pruebas microbiológicas	Q	900.00
▪ Impresiones	Q	600.00
▪ Transporte	Q	200.00
▪ Útiles varios de oficina	Q	<u>200.00</u>
TOTAL	Q	2,650.00

VII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

TABLA 1. Tabla de datos físicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Minas Abajo.

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional	LMA*	LMP**
Color	5.0	U	5.0	35.0 u
Turbidez	0.4	UNT	5.0	15.0 UNT
Olor	No rechazable	---	No rechazable	No rechazable
Sólidos totales	60	mg/L	500	1000

LMA* límite máximo aceptable

LMP** límite máximo permisible

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Los datos obtenidos y que se evidencian en esta tabla pertenecen a la muestra de agua recolectada en el afluente de la aldea Minas Abajo, en relación a los parámetros físicos se constata que: el color (5.0) se encuentra en el límite máximo aceptable; la turbidez (0.4) se encuentra por debajo del límite máximo aceptable: el olor no es rechazable y la cantidad de sólidos totales (60) se encuentra muy por debajo del límite máximo aceptable, lo que demuestra que físicamente el agua se encuentra en los rangos establecidos por la norma COGUANOR.

TABLA 2. Tabla de datos químicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Minas Abajo.

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional	LMA*	LMP**
PH	6.40	Unidades	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Nitritos	0.002	mg/L	---	0.1
Nitratos	1	mg/L	---	10
Manganeso	No detectado	mg/L	0.050	0.50
Cloruros	10	mg/L	100.00	250.00
Fluoruros	0.001	mg/L	---	1.70
Sulfatos	12	mg/L	100.00	250.00
Dureza total	50	mg/L	100.00	500.00

LMA* límite máximo aceptable

LMP** límite máximo permisible

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Los datos obtenidos que se encuentran reflejados en esta tabla pertenecen a la muestra de agua recolectada en el afluente de la aldea Minas Abajo, en relación a los parámetros químicos se constata que: el pH (6.40) se encuentra por debajo del límite máximo aceptable, sin embargo se encuentra en el límite máximo permisible; los nitritos (0.002) se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible al igual que los nitratos (1); el manganeso no se detectó en la muestra; los cloruros (10) se encuentran muy por debajo del límite máximo aceptable; los fluoruros (0.001) se encuentran casi indetectables en la muestra; sulfatos (12) se encuentra en debajo del límite máximo aceptable; la dureza total (50) se encuentra debajo del límite máximo aceptable.

TABLA 3. Tabla de datos microbiológicos de los resultados obtenidos de las muestras de agua analizadas del afluente, tanque y sistema de agua entubada de la aldea Minas Abajo.

Minas abajo	Coliformes totales	Coliformes Fecales	E. Coli	Dimensional
Afluente	93	93	93	NMP/100 ml
Tanque	460	460	460	NMP/100 ml
Proximal	460	460	460	NMP/100ml
Medial	Mayor a 2400	Mayor a 2400	Mayor a 2400	NMP/100ml
Distal	Mayor a 2400	Mayor a 2400	Mayor a 2400	NMP/100ml

NMP* Número más probable

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Estos resultados que se evidencian en esta tabla fueron obtenidos de la muestra de agua recolectada en la aldea Minas Abajo, en relación a los parámetros microbiológicos se constata que: En el afluente hay presencia de coliformes totales (93), coliformes fecales (93), E. Coli (93); en el tanque hay presencia de coliformes totales (460), coliformes fecales (460), E. Coli (460); en la casa proximal hay presencia de coliformes totales (460), coliformes fecales (460), E. Coli (460); en la casa medial hay presencia de coliformes totales (mayor a 2400), coliformes fecales (mayor a 2400), E. Coli (mayor a 2400); en la casa distal hay presencia de coliformes totales (mayor a 2400), coliformes fecales (mayor a 2400), E. Coli (mayor a 2400), habiendo contaminación microbiológica en todas las muestras analizadas haciéndolas no aptas para consumo humano.

TABLA 4. Tabla de datos físicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Veguitas.

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional	LMA*	LMP**
Color	5.0	U	5.0	35.0 u
Turbidez	0.31	UNT	5.0	15.0 UNT
Olor	No rechazable	---	No rechazable	No rechazable
Sólidos totales	234	mg/L	500	1000

LMA* límite máximo aceptable

LMP** límite máximo permisible

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Los resultados que se obtuvieron y que se representan en esta tabla pertenecen a los datos obtenidos de la muestra de agua recolectada en el afluente de la aldea Veguitas, en relación a los parámetros físicos se constata que: el color (5.0) se encuentra en el límite máximo aceptable; la turbidez (0.31) se encuentra por debajo del límite máximo aceptable; el olor no es rechazable y la cantidad de sólidos totales (234) se encuentra muy por debajo del límite máximo aceptable, lo que demuestra que físicamente el agua se encuentra en los rangos establecidos.

TABLA 5. Tabla de datos químicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Veguitas.

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional	LMA*	LMP**
PH	7.36	Unidades	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Nitritos	0.003	mg/L	---	0.1
Nitratos	0.45	mg/L	---	10
Manganeso	No detectado	mg/L	0.050	0.50
Cloruros	8	mg/L	100.00	250.00
Fluoruros	0.003	mg/L	---	1.70
Sulfatos	14	mg/L	100.00	250.00
Dureza total	225	mg/L	100.00	500.00

LMA* límite máximo aceptable

LMP** límite máximo permisible

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Los datos obtenidos mostrados en esta tabla pertenecen a la muestra de agua recolectada en el afluente de la aldea Veguitas, en relación a los parámetros químicos se constata que: el pH (7.36) se encuentra en el rango del límite máximo aceptable; los nitritos (0.003) se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible al igual que los nitratos (0.45); el manganeso no se detectó en la muestra; los cloruros (8) se encuentran muy por debajo del límite máximo aceptable; los fluoruros (0.003) se encuentran casi indetectables en la muestra; sulfatos (14) se encuentra en debajo del límite máximo aceptable; la dureza total (225) se encuentra debajo del límite máximo permisible.

TABLA 6. Tabla de datos microbiológicos de los resultados obtenidos de las muestras de agua analizadas del afluente, tanque y sistema de agua entubada de la aldea Veguitas.

Veguitas	Coliformes totales	Coliformes Fecales	E. Coli	Dimensional
Afluente	1100	1100	1100	NMP/100 ml
Tanque	Mayor a 2400	Mayor a 2400	Mayor a 2400	NMP/100 ml
Proximal	460	460	460	NMP/100ml
Medial	460	460	460	NMP/100ml
Distal	240	93	93	NMP/100ml

NMP* Número más probable

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Los resultados que se presentan en esta tabla son datos obtenidos de la muestra de agua recolectada en la aldea Veguitas, en relación a los parámetros microbiológicos se constata que: En el afluente hay presencia de coliformes totales (1100), coliformes fecales (1100), E. Coli (1100); en el tanque hay presencia de coliformes totales (mayor a 2400), coliformes fecales (mayor a 2400), E. Coli (mayor a 2400); en la casa proximal hay presencia de coliformes totales (460), coliformes fecales (460), E. Coli (460); en la casa medial hay presencia de coliformes totales (460), coliformes fecales (460), E. Coli (460); en la casa distal hay presencia de coliformes totales (240), coliformes fecales (240), E. Coli (240); habiendo contaminación microbiológica en todas las muestras analizadas.

TABLA 7. Tabla de datos físicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Los Planes

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional	LMA*	LMP**
Color	5.0	U	5.0	35.0 u
Turbidez	0.17	UNT	5.0	15.0 UNT
Olor	No rechazable	---	No rechazable	No rechazable
Sólidos totales	250	mg/L	500	1000

LMA* límite máximo aceptable

LMP** límite máximo permisible

FUENTE: Boleta de recolección de datos

En relación a los parámetros físicos que se presentan en esta tabla de los datos obtenidos de la muestra de agua recolectada en el afluente de la aldea Los Planes, se constata que: el color (5.0) se encuentra en el límite máximo aceptable; la turbidez (0.17) se encuentra por debajo del límite máximo aceptable: el olor no es rechazable y la cantidad de sólidos totales (250) se encuentra muy por debajo del límite máximo aceptable, lo que demuestra que físicamente el agua se encuentra en los rangos establecidos.

TABLA 8. Tabla de datos químicos de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada del afluente de la aldea Los Planes.

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional	LMA*	LMP**
PH	7.15	Unidades	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Nitritos	0.001	mg/L	---	0.1
Nitratos	0.35	mg/L	---	10
Manganeso	No detectado	mg/L	0.050	0.50
Cloruros	6	mg/L	100.00	250.00
Fluoruros	0.001	mg/L	---	1.70
Sulfatos	17	mg/L	100.00	250.00
Dureza total	255	mg/L	100.00	500.00

LMA* límite máximo aceptable

LMP** límite máximo permisible

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Se constata que los datos obtenidos de la muestra de agua recolectada en el afluente de la aldea Los Planes, en relación a los parámetros químicos son: el pH (7.15) se encuentra en el rango del límite máximo aceptable; los nitritos (0.001) se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible al igual que los nitratos (0.35); el manganeso no se detectó en la muestra; los cloruros (6) se encuentran muy por debajo del límite máximo aceptable; los fluoruros (0.001) se encuentran casi indetectables en la muestra; sulfatos (17) se encuentra debajo del límite máximo aceptable; la dureza total (255) se encuentra debajo del límite máximo permisible.

TABLA 9. Tabla de datos microbiológicos de los resultados obtenidos de las muestras de agua analizadas del afluente, tanque y sistema de agua entubada de la aldea Los Planes.

Los Planes	Coliformes totales	Coliformes Fecales	E. Coli	Dimensional
Afluente	1100	1100	1100	NMP/100 ml
Tanque	460	460	460	NMP/100 ml
Proximal	93	93	93	NMP/100ml
Medial	460	460	460	NMP/100ml
Distal	1100	1100	1100	NMP/100ml

NMP* Número más probable

FUENTE: Boleta de recolección de datos

Los parámetros microbiológicos que se proporcionan en esta tabla de los datos obtenidos de la muestra de agua recolectada en la aldea Los Planes, se constata que: En el afluente hay presencia de coliformes totales (1100), coliformes fecales (1100), E. Coli (1100); en el tanque hay presencia de coliformes totales (460), coliformes fecales (460), E. Coli (460); en la casa proximal hay presencia de coliformes totales (93), coliformes fecales (93), E. Coli (93); en la casa medial hay presencia de coliformes totales (240), coliformes fecales (240), E. Coli (240); en la casa distal hay presencia de coliformes totales (1100), coliformes fecales (1100), E. Coli (1100), habiendo contaminación microbiológica en todas la muestras analizadas.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos del análisis de las muestras de agua de las aldeas Minas Abajo, Veguitas y Los planes del municipio de San Juan Ermita, en relación a las pruebas físicas se constató que en el color se encuentra en el límite máximo aceptable; la turbidez se encuentra por debajo del límite máximo aceptable: el olor no es rechazable y la cantidad de sólidos totales se encuentra muy por debajo del límite máximo aceptable, lo que demuestra que físicamente el agua se encuentra en los rangos establecidos lo que no provoca rechazo de la población al consumirlo.

Con respecto a las pruebas químicas los datos obtenidos de la muestra de agua recolectada se constata que: el pH (6.40) en la aldea Minas Abajo es la única que se encuentra por debajo del límite máximo aceptable, sin embargo se encuentra en el límite máximo permisible mientras las aldeas Veguitas y los Planes (7.36 y 7.15 respectivamente) se encuentran en los rangos del límite máximo aceptable esto es muy importante ya que valores arriba de 8 interfieren en los procesos de desinfección con cloro; los nitritos en las tres aldeas se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible al igual que los nitratos, la presencia de nitratos puede deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes o a la filtración de aguas residuales u otros compuestos orgánicos, estos se encuentran en cantidades mínimas lo que favorece que no causen daños mortales a la salud como lo es la metahemoglobinemia; el manganeso no se detectó en ninguna de las muestras analizadas; los cloruros se encuentran muy por debajo del límite máximo aceptable; los fluoruros se encuentran casi indetectables en las muestras analizadas, se sabe que valores arriba de 2 mg/L pueden causar fluorosis, en concentraciones adecuadas ayudan a disminuir o proteger de caries dentales; sulfatos se encuentra debajo del límite máximo aceptable, estos pueden tener un efecto laxante sobre todo cuando se combinan con aguas muy duras, siendo los niños más sensibles provocando diarreas que a veces no son de origen infeccioso; la dureza total en la aldea Minas Abajo (50 mg/L) es la única que se encuentra debajo del límite máximo aceptable ya que en las aldeas Veguitas y Los Planes (225 y 255 mg/L respectivamente) se encuentran muy por arriba del límite máximo aceptable, sin embargo no sobrepasan el

límite máximo permisible, esto es muy importante sobre todo en personas que presentan nefrolitiasis ya que este favorece a la formación de ellas.

En relación a las pruebas microbiológicas, todas las muestras de agua están contaminados, encontrando cantidades abundantes de coliformes totales, coliformes fecales y E. Coli durante todo el recorrido del sistema de agua, recordando que no debe haber presencia de estos en agua para consumo humano, según las normas establecidas.

IX. CONCLUSIONES

1. Se estableció que las muestras de agua analizadas tenían contaminación microbiológica con presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia Coli*, en un porcentaje del 100 % (n=15), concluyendo que éstas no son aptas para consumo humano ya que no deben de encontrarse presencia de estos.
2. Se determinó que las características físicas color, olor, turbiedad y sólidos totales de las muestras analizadas (n=3) están en los rangos establecidos por la norma COGUANOR 29001-99 lo que demuestra que macroscópicamente están aceptables.
3. Se determinó que todas las muestras de agua (n=3) en relación a sus componentes químicos fluoruros, cloruros, nitratos, nitritos, dureza, manganeso, sulfatos y pH están en rangos normales según la norma COGUANOR 29001-99 pero que en las aldeas Veguitas y Los Planes éstas se encuentran con resultados altos de dureza de agua 225 mg/L y 255 mg/L respectivamente, lo que es muy importante sobre todo en personas que presentan nefrolitiasis.

X. RECOMENDACIONES

1. La dependencia de saneamiento del agua debe cumplir con los estatutos propuestos por el programa nacional de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en relación al tratamiento de cloración y monitoreo constante microbiológico el cual establece verificar cloro residual una vez por semana y pruebas microbiológicas una vez por mes del agua distribuida en las aldeas.
2. El centro de salud de San Juan Ermita debe realizar campañas educativas sobre la importancia de la cloración y desinfección del agua para evitar enfermedades, a través de los educadores en salud de cada comunidad de forma periódica, ya que la mayoría de los habitantes rechazan la cloración debido al sabor que esta adquiere.
3. La carrera de Médico y Cirujano del CUNORI socialice los resultados obtenidos por medio de presentaciones anuales a los estudiantes, sobre trabajos de tesis que se realizan en la carrera, para que sirvan como base de datos para futuras investigaciones.

XI. PROPUESTA

Considerando los resultados que se obtuvieron en el estudio y las recomendaciones mencionadas se propone realizar mantas vinílicas que proporcionarán información importante donde se explique lo vital que es el agua potable y la importancia de su desinfección sobre todo con cloro; para que sea apta para consumo humano ya que eso ayudará a educar a la población y disminuirá la recurrencia de enfermedades que se relacionan sobre todo en piel y gastrointestinal, los cuales se colocarán en los puestos de salud para que sean utilizados como medio de información para la población que acuda a ellos.

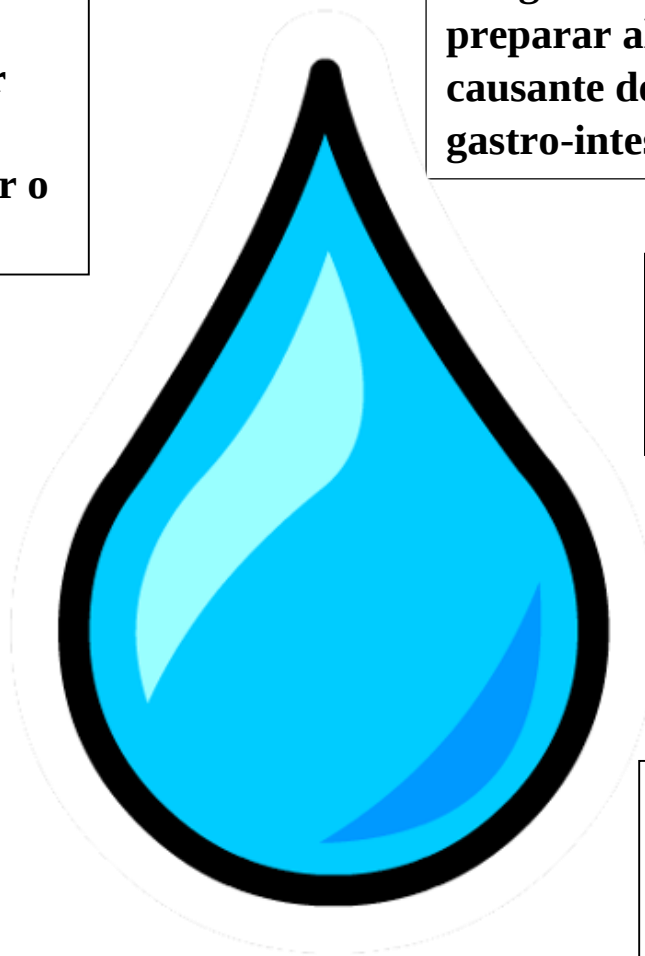
¿Sabías qué?

El agua potable es aquella que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos

El agua contaminada al tomarla o preparar alimentos puede ser causante de enfermedades gastro-intestinales

La cloración es un método muy eficaz para evitar presencia de microbios en el agua y la vuelve potable

El agua que está contaminada es muy riesgosa para la salud



El agua desinfectada con cloro puede ser consumida sin riesgos para la salud

Los niños y los ancianos son los más afectados al consumir agua contaminada

El agua potable es un derecho para todos

EL AGUA CLORADA= SALUD ASEGURADA

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Alejandro Torres, LA. 2017. Impacto de la calidad de agua para consumo humano en la salud de la población del cantón Penipe, provincia de Chimborazo (en línea). Tesis M.Sc. Ambato, Ecuador, UNIANDES. P. 13-14. Consultado 17 feb. 2018. Disponible en <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/6328/1/TUAEXCOMMSP005-2017.pdf>
- Briñez A, KJ; Guarnizo G, JC; Arias V, SA. 2012. Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima (en línea). Revista Facultad Nacional de Salud Pública 30(2):175-182. Consultado 14 mar. 2017. Disponible en <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/article/view/11679/20779733>
- COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas). 1985. Agua potable: especificaciones: COGUANOR NGO 29 001:99 (en línea). Guatemala, ADA2. 15 p. Consultado 12 mar. 2017. Disponible en http://www.ada2.org/sala-prensa/publicaciones/doc_view/28-coguanor-29001-99
- Huarachi Tola, B. 2014. El agua dulce se agota (en línea). Revista AIDA (16):26-27. Consultado 12 feb. 2018. Disponible en <http://www.aida-derechoadministrativo.com/wp-content/uploads/2016/12/EL-AGUA-DULCE-SE-AGOTA.pdf>
- Lam Gonzales, JA. 2011. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC. P. 20-21. Consultado 13 mar. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3296_C.pdf

Monroy García, EM. 2012. Diagnóstico de la calidad fisicoquímica y microbiológica en agua de suministro potable para 6 aldeas y cabecera municipal en el municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla conforme a la norma COGUANOR NGO 29001:99 (en línea). Tesis M.Sc. Guatemala, USAC. P. 11-16. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3303.pdf

Moposita Chiliza, AD. 2015. Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de Pasa del cantón Ambato en el período diciembre 2014-mayo 2015 (en línea). Tesis Lic. Ambato, Ecuador, UTA. P. 117-118. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10727/1/TESIS%20ALEXIS%20MOPOSITA.pdf>

MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social). s.f. Política nacional del sector de agua potable y saneamiento. Guatemala. P. 7-22. Consultado 22 feb. 2018. Disponible en <http://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/PoliticaNacionalAPS/PoliticaNacionalSectorAguaPotableSaneamiento.pdf>

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Guías para la calidad del agua potable: primer apéndice a la tercera edición (en línea). 3 ed. Suiza. V.1, p. 12. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2010. La ampliación del acceso al agua potable progresa, pero es necesario redoblar los esfuerzos en el saneamiento (en línea, sitio web). Suiza. Consultado 12 mar. 2017. Disponible en http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/water_20100315/es/

Quispe Chura, J. 2012. Contaminación del agua (en línea, blog)., Blogger.com.
Consultado 10 feb. 2018. Disponible en
<http://contamindeaguasul.blogspot.com/>

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). 2003.
El ciclo natural del agua (en línea). *In* Agua para todos, agua para la vida:
informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en
el mundo (en línea). Francia, UNESCO/OMS. p. 8. Consultado 10 mar. 2017.
Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund). s.f. Agua,
medio ambiente y saneamiento: cobertura de agua (en línea, sitio web).
Guatemala. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en https://www.unicef.org/guatemala/spanish/wes_1646.htm



XIII. ANEXOS



ANEXO 1.



Carta de consentimiento informado

Chiquimula ____ de _____ 2018.

He sido invitado(a) a participar en trabajo de investigación “CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICO DEL AGUA”. Entiendo que se tomaran muestras de agua en el grifo de mi vivienda. He comprendido la información proporcionada, teniendo la oportunidad de preguntar sobre ello y resolver mis preguntas satisfactoriamente.

Yo: _____ de ____ años de edad, identificándome con DPI No. _____, consiento voluntariamente* participar en este trabajo de investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarme en cualquier momento sin que se me afecte en ninguna manera.

Anexo 2.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

MÉDICO Y CIRUJANO



BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Chiquimula, ____ de ____ 2018.

Nombre de la comunidad: _____

Marcar con una x tipo de prueba

Prueba microbiológica: _____

Prueba físico: _____

Prueba química: _____

Datos físicos

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional es	LMA*	LMP**
Aspecto		---	---	---
Color		u*	5.0	35.0 u
Turbidez		UNT **	5.0	15.0 UNT
Olor		---	No rechazable	No rechazable

Datos químicos

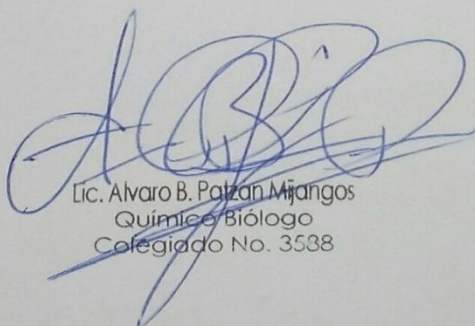
Parámetro	Datos obtenidos	Dimensional es	LMA*	LMP**
Nitritos		mg/L	---	1
Nitratos		mg/L	---	10
Manganeso		mg/L	0.050	0.50
Cloruros		mg/L	100.00	250.00
Fluoruros		mg/L	---	1.70
Sulfatos		mg/L	100.00	250.00
Hierro total		mg/L	0.100	1.00
Dureza total		mg/L	100.00	500.00
Sólidos Disueltos		mg/L	500.0	1 000.0

Datos microbiológicos

Parámetro	Datos obtenidos	Dimensionales	LMA*	LMP**
Coliformes totales		NMP/100 ml	--- ***	-----
Coliformes fecales		NMP/100 ml	--- ***	-----

*LMA: Límite máximo aceptable
COGUANOR 29001:99
*** OMS 2008

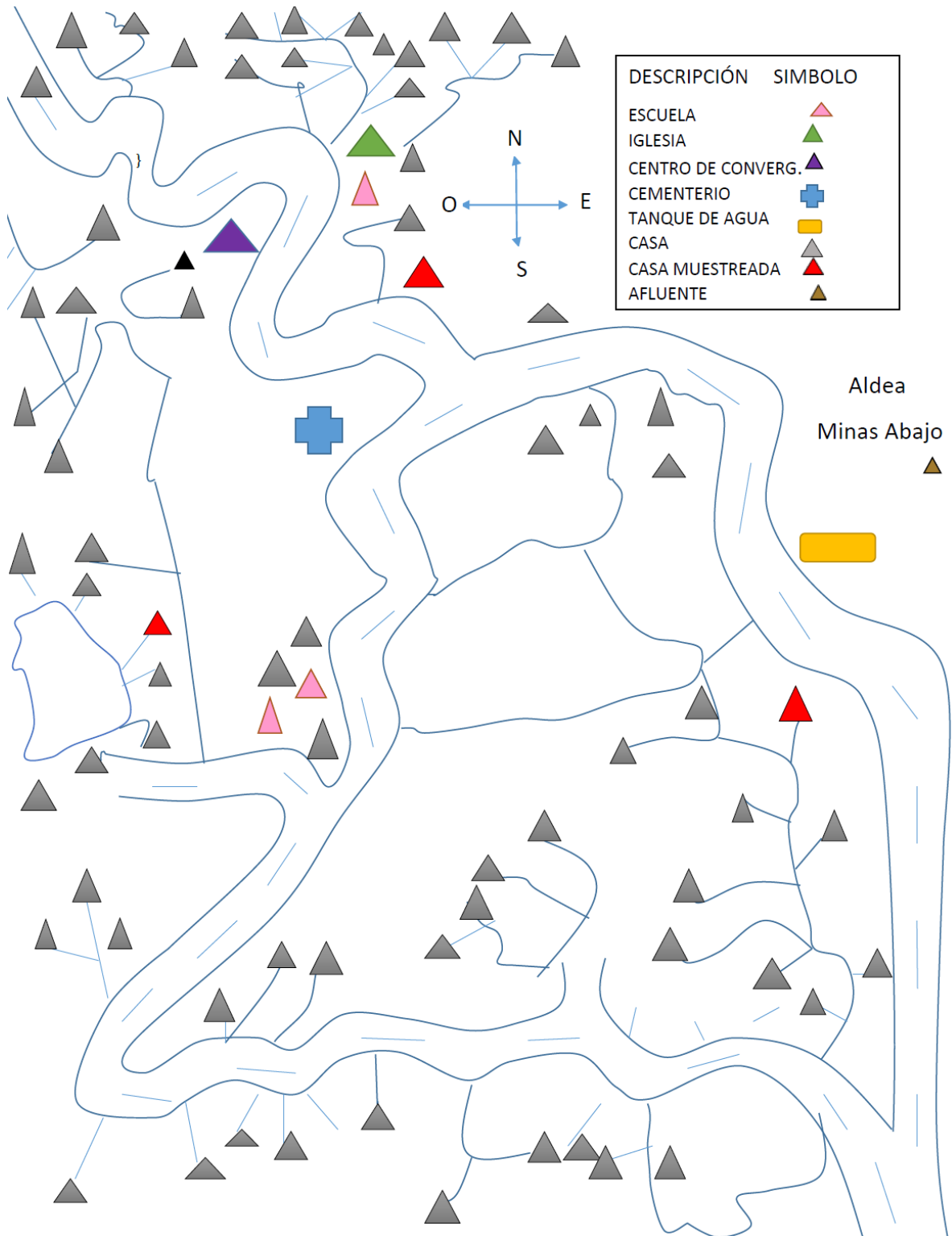
**LMP: Límite máximo permisible
COGUANOR 29001:99



Lic. Alvaro B. Páez Mirangos
Químico y Biólogo
Colegiado No. 3538

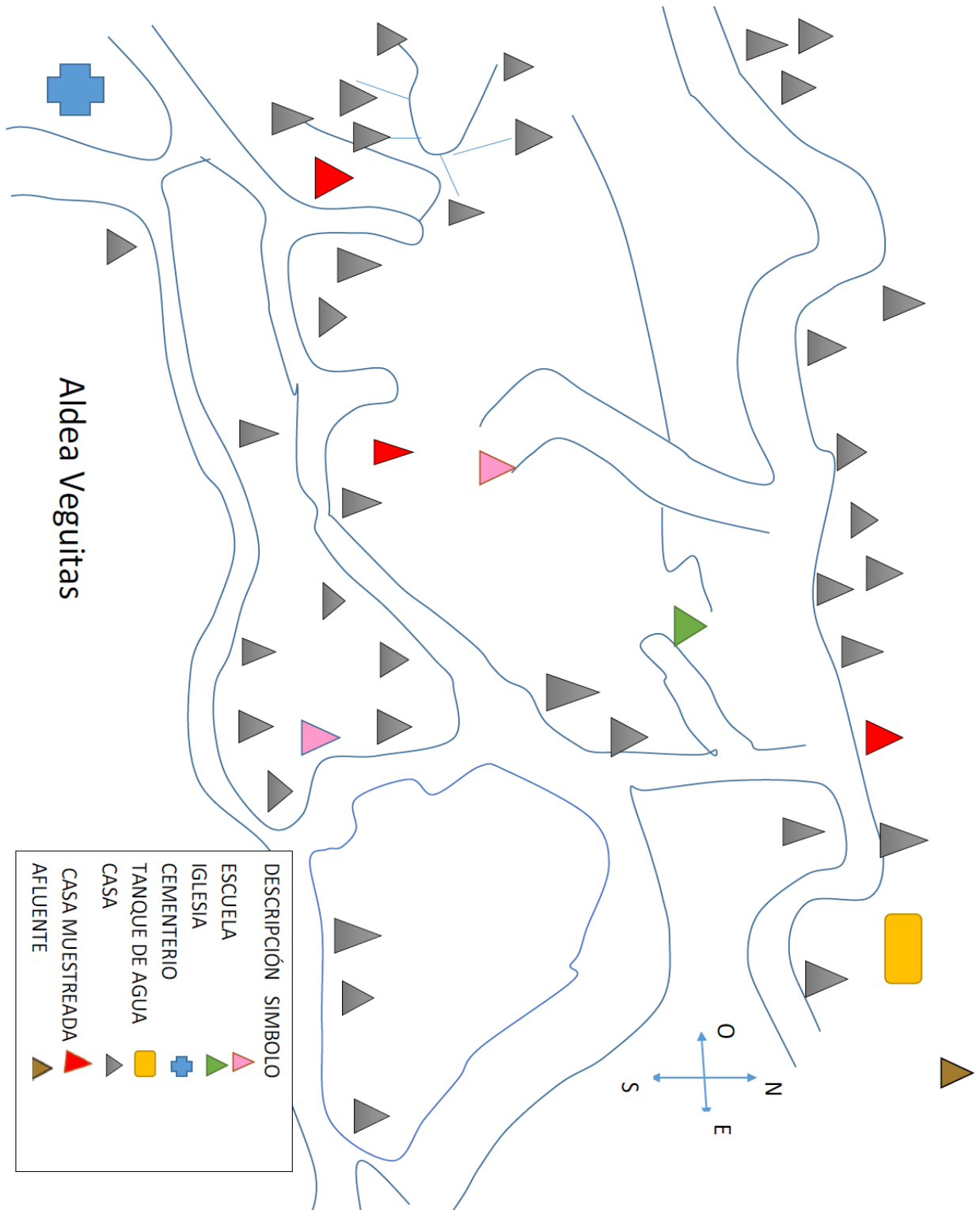
Anexo 3.

CROQUIS ALDEA MINAS ABAJO
PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA



Anexo 4.

CROQUIS ALDEA VEGUITAS
PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA



Anexo 5.

ALDEA LOS PLANES

PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA

